625
K774
v.1

625.11
К77
12
К-77

Генрихъ Краевскій.
Инженеръ Путей Сообщенія.

БИБЛІОТЕКА
СТРОИТЕЛЬНАГО УЧИЛИЩА
Инж. ПРІОРОВА.

ЖЕЛѢЗНОДОРОЖНЫЯ ИЗЫСКАНІЯ
И
СОСТАВЛЕНІЕ ПРОЕКТА
ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

Въ 4-хъ томахъ

(205 чертежей въ текстѣ и атласъ изъ 17 листовъ).

«Omnia tea tecum porto».

БИБЛІОТЕКА
8408
ПОГАШЕН

Томъ I.

Цѣна 4-хъ томовъ съ атласомъ чертежей 8 рублей.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія Ю. Н. Эрлихъ, Садовая, № 9.
1902.

© ГПНТБ СО РАН

Государственная
НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
Наркомугля

32Г/18
74

625
К 77У

ПРОВЕРКА
ЗАТРУДНЕНО

СВЕРЕНО
2007

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ, 19 Ноября 1901 г.

„СОЮЗСТРОЙ" ВСНХ—ССС
БИБЛИОТЕКА
ИНСТИТУТА СООРУЖЕНИЙ

Наркомугля
СОЮЗСТРОЙ
НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
ИНСТИТУТА ТРАНСПОРТА

4927/661

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Томъ I.

ГЛАВА I. стр.

Объ изысканіяхъ вообще . . . . . 3— 14

ГЛАВА II.

Карты (14), топографическія особенности (17), оптическіе обманы (22) . . . . . 14— 24

ГЛАВА III.

Геологическія изслѣдованія . . . . . 24— 31

Классификація грунтовъ (24). — Напластованіе (26). — Виды деформаціи (26). — Сондировка (27). — Болота (30).

ГЛАВА IV.

Основныя правила полевыхъ работъ. Провѣшиваніе. Промѣръ . . . . . 31— 51

Основныя правила (31). — Провѣшиваніе линій (34). — Промѣръ и инструменты для промѣра (41). — Дальномѣръ (47).

ГЛАВА V.

Нивеллировка. Нивеллиры . . . . . 51— 94

Нивеллировка (51). — Ватерпасъ (54). — Нивеллиры (57). — Уровень (58). — Сѣтка (63). — Испытаніе трубы (64). — Повѣрки и поправки нивеллировъ (66). — Рейки (72). — Точки (74). — Образецъ нивеллировочнаго журнала (76). — Общія инструкціи при нивеллировкѣ (79). — Практическое примѣчаніе дальномѣра при нивеллировкѣ (90). — Репера (92). — Нивеллиръ Керна (93).

© ИНТБ СО РАН

ГЛАВА VI. стр.

Снятіе угловъ. Угломѣрные инструменты: эккеръ, гоніометръ, буссоль, пантометръ, теодолитъ, тахеометръ, тахеографометръ . . . . . 94—142

Румбы (95).—Внѣшніе углы (97). — Экккера и употребленіе эккеровъ (102).—Эккеръ съ яблочнымъ шарниромъ (102).—Зеркальные эккера (105).—Призматическій эккеръ (107).—Буссоли (109).—Гоніометръ (111). — Повѣрка буссоли (113). — Точность ноніуса (116). — Пантометръ (117). — Повѣрки и поправки пантометра (121). — Теодолиты (123). — Повѣрка теодолита (125). — Тахеометры и тахеографометры (126).—Журналы и кроки (130).—Веденіе журнала при тахеометрической съемкѣ (132).—Скоромѣры-тахеометры системы Вагнеръ-Феннеля (138).

ГЛАВА VII.

Практическія указанія раціональнаго содержанія инструмента, ихъ содержаніе и починка . . . . . 142—153

Рейки (144). — Уровни (145). — Винты. (146). — Зрительная труба (147). — Буссоль (149). — Оси инструментовъ (150). — Общія указанія (152). — Ящикъ (153).

ГЛАВА VIII.

Изысканія вообще . . . . . 153—182

Раздѣленіе желѣзныхъ дорогъ на разряды (153). — Основы для выбора рода дороги (154). — Выборъ направленія вообще (161). — Выборъ линіи на картѣ (164), — Нѣкоторыя дополнительныя указанія къ изысканіямъ вообще (168). — Полевыя геодезическія работы по изысканіямъ (173). — Склоненіе стрѣлки (173). — Опредѣленіе направленія истиннаго меридіана при помощи угломѣрнаго инструмента (176). — Предметъ рекогносцировочныхъ изысканій (178). — Предметъ предварительныхъ изысканій (180). — Предметъ окончательныхъ изысканій (181).

ГЛАВА IX.

Рекогносцировочныя изысканія . . . . . 182—218

Рекогносцировочныя изысканія въ мѣстахъ: 1) равнинныхъ, 2) холмистыхъ и 3) гористыхъ (184). — Летучія рекогносцировки (186). — Общія замѣчанія къ рекогносцировкамъ (и изысканіямъ вообще) (186). — Оптическіе обманы и пр. (188). — Попутныя, шоссейныя и грунтовыя дороги (188). — Направленіе по водораздѣлу (190). — Перевалъ и развитіе линіи (191) — Обходъ хребтовъ (193). — Радіусы, уклоны и проволники (195). — Препятствія внутри угловъ. Относъ линій (197). — Линія вдоль рѣки (199). — Необходимость вести линію спускомъ. Линія по косогору зигзагомъ (200). — Говорящая линія. Летучія профиля. Линія опредѣленнаго уклона на мѣстности (201). — Разспросы у старожиловъ (203). — Варіанты (204). — Примѣры болѣе интересныхъ топографическихъ затрудненій (206). — Рекогносцировки и изысканія Амурской линіи (214).

стр.

ГЛАВА X.

Рекогносцировочные инструменты для промѣра, нивеллировокъ, снятія угловъ и пр., также нѣкоторые пріемы облегчающіе производство изысканій . . . . . 218—252

Общія замѣчанія. Промѣры (218). — Рекогносцировочные нивеллиры, для поперечныхъ профилей (223). — Измѣреніе высоты предметовъ помощью цѣпи и кольевъ (229). — Высотомѣры (231). — Сложная буссоль (232). — Рекогносцировочныя рейки (233). — Нѣкоторыя облегченія при рекогносцировочныхъ геодезическихъ работахъ (233). — Барометрическая нивеллировка (236). — Повѣрка анероида (242). — Заключеніе (251). — Промѣръ разстоянія по широтѣ и долготѣ мѣста (252).

ГЛАВА XI.

Топографическія съемки орографомъ Шрадера. Фототеодолитъ. Фототопографія въ примѣненіи къ желѣзнодорожнымъ изысканіямъ . . . . . 252—277

Орографъ Шрадера (252). — Фототеодолитныя желѣзнородожныя съемки (257). — Фототопографія (263). — Составленіе фототопографическаго плана (269). — О примѣненіи воздушной фотографіи къ изысканіямъ и снятію плана недоступныхъ мѣстъ (278).

ГЛАВА XII.

Производство точныхъ нивеллировокъ. Каталогъ высотъ нивеллировочной сѣти. Клино-Телеметральный нивеллиръ Шорта . . . . . 279—289

Нивеллиры (279). — Объ ошибкахъ точной нивеллировки (281). — Новый клино-телеметральный нивеллиръ Шорта (283).

ОГИЗ ГПТБ СССР

ГЛАВА XIII. стр.

Разсчетъ виртуальной длины по разстоянію, согласно циркуляра № 9817 . . . . . 287—304

Вліяніе подъемовъ (295). — Вліяніе кривыхъ (296). — Совокупное вліяніе подъемовъ и кривыхъ (297).—Формулы и данныя для разсчета виртуальной длины по разстоянію, согласно Циркуляра № 9817 (300). Взамѣнъ этой главы предлагаемъ Гл. XVII стр. 458 и 459.

ГЛАВА XIV.

Предварительныя изысканія . . . . . 304—367

Распредѣленіе изыскательскихъ партій (305). — Склоненіе стрѣлки (306). — Осмотръ мѣстности и рекогносцировки (307). — Раздѣленіе изысканій на три категоріи (308). — Задача изысканіи (309). — Изысканія въ мѣстности: равнинной (312), холмистой (313) и горной (317).—Общія инструкціи и указанія для производства предварительныхъ изысканій и составленія предварительныхъ проектовъ жел. дорогъ (319). — Составъ проекта (320). — Общія техническія условія при производствѣ изысканій (323). — Радіусы (324).—Вставка (326).—Предѣльные уклоны (327).—Разбивка и измѣреніе линіи на мѣстѣ (329).—Продольная нивеллировка и поперечныя профили (331).—Реперы (331).—Данныя для опредѣленія отверстій искусственныхъ сооруженій (332). См. Гл. XVIII.—Съемочныя работы. Станціи, разъѣзды, станціонныя и линейныя постройки (333). — Пропускная способность дороги (339). См. Гл. XVII.—Ширина полотна (339).—Планъ горизонталей. Геологическія, (см. 549) статистическія и другія данныя (340).—Горизонты водъ.—Акты (341).—Нѣкоторыя указанія къ полевымъ работамъ и изысканіямъ вообще. Примѣненіе гоніометра (346). — Пикетажный журналъ (347).—Разбивка кривыхъ при предварительныхъ изысканіяхъ (349).—Самопроизводящаяся разбивка (350).—Развитіе линіи и препятствія (352).—Пересѣченіе рѣкъ (354).—Планъ линіи (355).—Выправка линіи (356).—Составленіе проекта на мѣстѣ производства изысканій. Смычка съ сосѣдними партіями и начало линіи (357).—Горныя изысканія и съемка поперечныхъ профилей (358).—Планъ горизонталей и выписка длинъ профилей (359).—Съемка поперечныхъ профилей (361). — Нивеллировка поперечныхъ профилей (362).—О нивеллированіи при наклонномъ визированіи (364).—Возстановленіе линіи на мѣстѣ (366). См. стр. (539).—Снятіе недоступныхъ косогоровъ (367). — Опредѣленіе разстояній высотомѣромъ (371). — Опредѣленіе при помощи высотомѣра разстоянія до неприступнаго предмета (372). См. Табл. LXIX стр. 229.

ГЛАВА XV. стр.

Съемка плановъ и производство изысканій мензулой и кипрегелемъ . . . . . 375—414

Мензула и ея принадлежности (378). — Кипрегель и его повѣрки (384). — Снятіе угловъ, установка и оріентировка мензулы (390). — Установка волосковъ дальномѣра (395). — Производство работъ и журналъ работъ (399). — Выводъ нуля (400). — Производство съемки; ходовая инструментальная съемка вдоль линіи (404). — Переносъ линіи съ планшета напланшетъ (408). — Опредѣленіе основныхъ геометрическихъ пунктовъ. Тригонометрическая съемка (409).—Заключеніе (413).

ГЛАВА XVI.

Пропускная способность и водоснабженіе вообще . . . 414—450

Техническія условія (петитомъ) (414). — Діаграмма Проф. Щукина (419).— Ходъ вычисленій (421).—Расположеніе основныхъ и оборотныхъ депо. Водоснабженіе (423).—Количество воды потребное на станціи (428). — Источники водоснабженія (429—434).—Техническія условія на устройство водоснабженія (433). — Водоудержательныя плотины (440). — Водопріемники (442). — Водоподъемныя зданія. Сила машины (444). — Водопроводныя трубы съ принадлежностями (445). — Водоемныя зданія (446). — Гидравлическіе и др. краны (448).—Артезіанскія водоснабженія (449).—Насосы (450).

ГЛАВА XVII.

Разстояніе между пунктами скрещенія въ зависимости отъ силы тяги, профили пути скорости и расхода воды. Виртуальная длина по скоростямъ и тяговая по расходу воды . 450—469

Разсчетъ пропускной способности, когда уклоны меньше 0,008 (450).—Тоже, когда уклоны больше 0,008 (459). — Пользованіе таблицами (460).—Числовой примѣръ (464). — Условія пропускной способности первостепенныхъ дорогъ (467).

ГЛАВА XVIII.

Разсчетъ отверстій искусственныхъ сооруженій . . . . 469—531

Площадь бассейна (469).—Горизонты водъ (470).—Живыя сѣченія и уклоны (472).—Скорости теченія (475).—Вертушка Амслера (478).—Опредѣленіе расхода при самыхъ высокихъ водахъ для бассейновъ бо-

СТИТБОРГ

стр.

лѣе 50 кв. вер. (485).—Тоже для бассейновъ менѣе 50 кв. вер. (489).—Планъ рѣки и разливовъ. Опредѣленіе размываемости грунта (494).—Скорость по дну и укрѣпленіе лотковъ (495). — Разсчетъ отверстія каменной трубы (496).—Разсчетъ отверстія малыхъ мостовъ (503).—Разсчетъ отверстій трубъ и мостовъ по Брессу (509). — Чугунныя трубы (512). — Трубы и малые мосты вообще (514). — Разсчетъ отверстій большихъ мостовъ (515).—Разсчетъ заложенія основанія кессоновъ (520). — Искусственныя подводящія русла (522).—Нагорныя и др. канавы (529).

ГЛАВА XIX.

Повѣрочныя и окончательныя изысканія . . . . . 531—577

Повѣрочныя изысканія (531).—Окончательныя изысканія 1) Въ ровной мѣстности (532). — 2) Въ мѣстности средней трудности (533).—3) Въ мѣстности трудной, пересѣченной горами (536).—Дополнительныя работы при окончательныхъ изысканіяхъ (542).—Полевыя журналы (544).—Свѣдѣнія о строительныхъ матеріалахъ и рабочей силѣ (547).—Геологическія изысканія (549).—Изслѣдованія грунта (550). — Глубина сондировки (551). — Шурфованіе (552).—Ручное буреніе (553). — Способы буренія (554).—Положеніе пластовъ (557).

Подсчетъ и разбивка закругленій 559

Разбивка по координатамъ отъ тангенса (561).—Разбивка по продолженнымъ хордамъ (564).—Способъ разбивки по сѣкущимъ (565).—Разбивка закругленій по хордамъ (567).—Разбивка кривыхъ послѣдовательными хордами (569). — Тоже — по касательнымъ (570). — Тоже — зеркальнымъ угломѣромъ (571). — Тоже помощью ленты безъ угломѣра (571). — Сравненіе разныхъ способовъ разбивокъ (572).—Таблицы XVII (573).—Закругленія со вставками кубической параболы (574).

ГЛАВА XX.

Составленіе проекта жел. дороги . . . . . 577—630

Чертежные инструменты (577). — Масштабы (580). — Пантографъ (582).—Планиметръ Амслера (583).—Условные знаки картъ и плановъ (589).—Черченіе плана (590).—Нанесеніе угловъ по тангенсамъ (591). — Нанесеніе угловъ по румбамъ (592). — Невязки (593).—Горизонтали (595).—Масштабы заложеній (598). —

стр.

Составленіе проекта по плану (602). — Вставка (603). — Промѣръ линіи на планѣ (606). — Нанесеніе линіи на съемки и карты. Продольный профиль (608). — Красная линія (608). — Образцы бланокъ (609).—Ситуація (609).—Нѣкоторыя указанія при проектировкѣ (610). — Нормальная поперечная профиль (611). — Разсчетъ площадей поперечныхъ профилей (612). — Вѣдомость отмѣтокъ (615).—Отверстія искусственныхъ сооруженій (616).—Распредѣленіе земляныхъ массъ (617).—Вычетъ земляныхъ работъ на мѣстахъ мостовъ (622).—Вѣдомости (623).—Объемы кладки мостовъ, и трубъ. Размѣры и объемы подпорныхъ стѣнокъ (624).—Виртуальная длина по вѣдомости № 17 стр. 152 Т. II. Вѣсъ металлическихъ частей. Графики движенія (625).—Содержаніемъ пояснительной записки (626).—Составленіе разцѣночной вѣдомости (628).

ГЛАВА XXI.

Составъ партіи и составленіе смѣты изысканій . . . . 630—635

Составъ партіи (630). — Передвиженія (632). — Смѣта изысканій (635).—Стоимость изысканій (635).

ГЛАВА XXII.

Провозоспособность. Разсчетъ подвижного состава . . . 635—645

Сила тяги (635).—Разсчетъ числа вагоновъ (636).—Частный примѣръ (петитомъ) (638).—Повѣрка пропускной способности (639).—Разсчетъ числа паровозовъ. Числовой примѣръ (642). — Мастерскія, паровозныя зданія и вагонные сараи (644).

ГЛАВА XXIII.

Зависимость между профилью пути и эксплоатаціонными расходами. Эквивалентные коэффиціенты эксплоатаціонныхъ расходовъ и сравненіе варіантовъ . . . . . 645—665

Сила тяги въ зависимости отъ уклона и скорости (645).—О вліяніи уклоновъ (648). — Сравненіе варіантовъ (649). — Смягченіе подъемовъ Екатеринбургъ-Тюменской жел. дороги (652). — Эквивалентные коэффиціенты эксплоатаціонныхъ расходовъ въ зависимости отъ трудности профили (653). — Сравненіе горнаго участка съ равниннымъ (655).—Частный примѣръ (657).—Индивидуализація дорогъ (660). — Улучшеніе профилей существующихъ жел. дорогъ (662).—Преміи за изысканія (664).

ГОСТИТБ СССР

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНІЕ.

(Вмѣсто предисловія).

Вся наша литература по желѣзнодорожнымъ изысканіямъ и составленію проекта желѣзной дороги ограничивается нѣкоторыми замѣтками въ курсѣ Геодезіи профессора Богуславскаго и короткой брошюрой техника Тиханова. Книга инж. Л. А. Штукенберга «Желѣзнодорожныя изысканія» къ сожалѣнію уже нѣсколько лѣтъ, какъ распродана, почему полагаемъ, что изданная нами книга сослужитъ службу.

Нашей книгѣ мы дали чисто практическій характеръ, приводя лишь тѣ формулы и разсчеты, кои необходимы для надлежащаго составленія проекта желѣзной дороги.

Нами болѣе подробно разработаны слѣдующія главы:

Нормировка и повѣрки геодезическихъ инструментовъ;

Практическіе пріемы при употребленіи инструментовъ, раціональный уходъ, сбереженіе и починка инструментовъ;

Классификація изысканій; практическіе указанія и пріемы при производствѣ полевыхъ работъ и составленіи проекта;

Барометрическія нивеллировки. Фототеодолитныя работы;

Производство предварительныхъ изысканій въ мѣстности гористой, когда нѣтъ точныхъ съемокъ—мензулой и кипрегелемъ:

Упрощенные разсчеты отверстій искусственныхъ сооруженій и подпорныхъ стѣнокъ; разсчетъ мостовъ, какъ трубъ по Брессу; разсчетъ подводящихъ руселъ. Измѣненіе нормъ въ формулѣ Кестлина, въ зависимости отъ размѣровъ ливня и качества грунта;

Точный разсчетъ разстояній между пунктами скрещенія и водоснабженія, въ зависимости отъ: типа паровоза, скорости движенія и расхода воды, т. е. профиля пути, по формуламъ паровой механики согласно § 5 Техническихъ условій;

Разсчеты виртуальныхъ длинъ: по скоростямъ, а также по расходу воды на тягу, взамѣнъ принятой по нынѣ (согласно циркуляра № 9817) виртуальной длины по разстоянію.

Разсчеты водоснабженія согласно §§ 77—82 Технич. условій, а также для разныхъ типовъ паровозовъ и подъемовъ по табл. LXI № 5; разсчеты подвижнаго состава;

Выводъ эквивалентныхъ эксплоатаціонныхъ коэффиціентовъ;

Правильное сравненіе варіантовъ; числовые примѣры; индивидуализація жел. дорогъ:

Въ числѣ таблицъ (томъ II) отмѣтимъ таблицы:

Барометрическихъ нивеллировокъ;

© ГПНТБ СССР

Разбивокъ закругленій съ готовымъ подсчетомъ и графой $2tg—k$ для радіусовъ отъ 125 до 1000; таблицы вставокъ.

Самопроизводящихся разбивокъ закругленій.

Таблицы для скораго и точнаго подсчета отверстій, по утвержденнымъ Министерствомъ п. с. нормамъ.

Таблицы объема кладки мостовъ, трубъ, а также размѣровъ и объемовъ подпорныхъ стѣнокъ разныхъ типовъ, принятыхъ на казенныхъ дорогахъ, также—вѣса мостовъ и пр.

Таблицы для скораго и точнаго разсчета пропускной способности и водоснабженія, по законамъ паровой механики;

Таблицы скоростей, при разныхъ уклонахъ и радіусахъ, а также величинъ подъемовъ, отвѣчающихъ скоростямъ движенія воинскихъ поѣздовъ и соотвѣтствующіе длины пробѣга, въ зависимости отъ опорожниванія тендеровъ, по діаграммѣ профессора Л. Н. Щукина и другія таблицы вновь составленныя.

Въ томѣ III собраны техническія условія, циркуляры, постановленія и пр. распоряженія Министерства Путей Сообщенія, касающіяся желѣзнодорожныхъ изысканій и составленія проекта, а также приведены лучшіе образцы числовыхъ разсчетовъ водоснабженія, отверстій искусственныхъ сооруженій и пр.

Ссылки на литературные источники приведены въ текстѣ *).

Считаемъ долгомъ выразить сердечную благодарность инженерамъ М. А. Быстржинскому, И. Л. Беркевичу, І. И. Мееровичу, В. М. Келдышу, помогавшимъ автору при составленіи этого труда, а также С. Н. Зеленскому, чину Военнотопографическаго отдѣла, составившему гл. XV и Вл. М. Гудовичу, за составленіе нѣкоторыхъ таблицъ и корректуру.

«Du choc des opinions jaillit la verité»,—желательно было бы поэтому, чтобы ошибки прошлаго не повторялись, а напротивъ, дабы матеріалъ, пріобрѣтаемый трудомъ и опытомъ послужилъ основаніемъ для новыхъ лучшихъ изысканій и проектовъ.

Мы будемъ рады, если товарищи, найдя въ этой книгѣ ея недостатки и пробѣлы, — свои возраженія и замѣчанія сообщать автору этого труда, дабы второе изданіе, если удастся его выпустить, надлежаще было исправлено и дополнено.

Генрихъ Краевскій.

С.-Петербургъ, 10 Ноября 1901 г.

*) Особенное вниманіе обращено на: „Railway location“. A. Wellington New-Jork 1893; „Желѣзнодорожныя изысканія“ Л. А. Штукенберга; Курсы Геодезіи профессоровъ Богуславскаго, а также А. Бика; и „Разстояніе между станціями“ инжен. Мееровича, а изъ справочныхъ книгъ нѣкоторыя данныя взяты изъ лучшей справочной книги инжен. Ефимовича, 1901 года.

БИБЛІОТЕКА СТРОИТЕЛЬНАГО УЧИЛИЩА ИНЖ. ПРІОРОВА.

ГЛАВА I.

Объ изысканіяхъ—вообще.

1. Желѣзнодорожныя изысканія представляютъ собой цѣлую спеціальную отрасль инженернаго дѣла. Теорія въ связи съ практикой только многолѣтними трудами создаютъ вполнѣ зрѣлую спеціальность. Желѣзнодорожныя изысканія тѣмъ болѣе требуютъ многихъ лѣтъ практики, такъ какъ, рядомъ со спеціальными познаніями по изысканіямъ, они требуютъ надлежащаго знакомства съ эксплоатаціей и постройкой желѣзныхъ дорогъ.

2. Въ наше время пора бы уже обратить должное вниманіе на все великое значеніе изысканій. По своему объему они смѣло могли бы составить предметъ для цѣлой каѳедры въ Институтѣ Инженеровъ Путей Сообщенія. Геодезія служитъ лишь средствомъ для производства изысканій и таковыя никакъ не могутъ составлять отдѣльную ея главу, а скорѣе наоборотъ.

3. Безъ хорошихъ изысканій, какъ извѣстно, не можетъ быть и хорошей желѣзной дороги. А разъ дорога выстроена не надлежаще, по причинѣ ли ложно избраннаго направленія, напраснаго искривленія линіи кривыми малыхъ радіусовъ, слишкомъ большихъ предѣльныхъ подъемовъ, неудобнаго распредѣленія станцій, плохого водоснабженія ихъ, неудачнаго проложенія дороги черезъ плывуны, обвалы и т. п., разъ выстроена плохо, то нѣтъ уже возможности таковыя ошибки исправить. Постоянная борьба со зломъ становится вѣчною участью такихъ дорогъ.

4. Американцы давно поняли это и поэтому не жалѣютъ средствъ на изысканія при постройкѣ своихъ желѣзнодорож-

ныхъ линій. Такъ напр. стоимость изысканій Канадской жел. дороги на протяженіи 4365 верстъ составила 7 милліоновъ рублей, такъ что верста обошлась въ 1600 руб. Если же выдѣлить изъ общей длины 1000 верстъ горнаго участка (отъ Ванкувэра до Дэнмора), то на эти 1000 верстъ было затрачено 10 лѣтъ и была сдѣлана цѣлая сѣть изысканій, на кои израсходовано до 5 милліоновъ рублей, т. е. 5000 р. съ версты. Не дешевле обошлись изысканія и Мексиканскихъ жел. дорогъ. У насъ же въ Россіи верста изысканій въ Восточной Сибири обходилась около 400 р., т. е. стоила $^1/_4$ того, что было затрачено на изысканія Канадской жел. дороги и $^1/_{12}$ того, что было израсходовано на изысканія участка Ванкувэръ-Дэнморъ, или 400 руб. вмѣсто 5000 на версту. Вотъ какое значеніе придаютъ американцы изысканіямъ и какія суммы они ассигнуютъ на нихъ. Благодаря этому ихъ дороги отличаются своимъ развитіемъ, дешевой эксплоатаціей и большой скоростью движенія поѣздовъ.

5. Значительная часть нашихъ желѣзныхъ дорогъ, особенно выстроенныхъ до 1880 г., осуждена на вѣчную контрибуцію оплачивать крупными расходами ошибки неправильно трассированныхъ линій.

6. О желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ вообще сказать можно, что они составляютъ скорѣе искусство, чѣмъ науку. Искусство разнится отъ науки тѣмъ, что его можно себѣ представить, но ограничить опредѣленными формулами и законами нельзя. Можно построить мостъ, разсчитавъ его на основаніи точныхъ научныхъ данныхъ; но для выбора мѣста постройки этого моста, для выбора лучшаго перехода рѣки, а тѣмъ болѣе направленія линіи вообще надо обладать своего рода даровaніями,—спеціальнымъ артизмомъ которое несомнѣнно въ старину древніе греки причислили бы къ искусствамъ какъ это сдѣлали съ астрономіей.

7. Съ другой стороны въ желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ, наравнѣ съ необходимостью обладать нѣкоторымъ призваніемъ, требуется строгое изученіе не только желѣзнодорожнаго дѣла и собраніе статистическихъ данныхъ, но вмѣстѣ съ этимъ требуется подробное изученіе законовъ конфигураціи земли, свойствъ почвы и вообще изслѣдованіе самой природы: топографіи, геологіи, гидрографіи, климата и прочихъ мѣстныхъ условій. Безъ этого не мыслимо правильное веденіе изысканій, ни составленіе проекта желѣзной дороги.

8. Личность и опытъ изыскателя въ дѣлѣ изысканій, какъ сказано выше, имѣютъ громадное значеніе. Кромѣ знаній, здѣсь необходимъ, выражаясь проще, своего рода даръ быстро оріентироваться на мѣстности при выборѣ линіи, даръ—скоро и всесторонне взвѣшивать всѣ преимущества и недостатки одного направленія передъ другимъ. Тѣмъ не менѣе въ столь важномъ вопросѣ, какъ выборъ окончательнаго направленія, недостаточно одного авторитета изыскателя. Инженеру, который путемъ опыта доказалъ о своихъ спеціальныхъ способностяхъ съ большею легкостью оріентироватьсч на грунтѣ при выборѣ и трассировкѣ линіи, можетъ быть разрѣшено повести линію желѣзной дороги тамъ, гдѣ менѣе опытному надлежитъ прибѣгнуть къ вспомогательной магистрали и снятью плана горизонталей. Во всякомъ случаѣ при представленіи проекта необходимы документальныя данныя и опытный изыскатель самъ пожелаетъ документально доказать не только выборъ направленія линіи, но даже каждый уголъ, уклонъ, радіусъ и проч. онъ не оставитъ неоправданными.

9. Къ сожалѣнію у насъ въ Россіи очень и очень рѣдки примѣры должнаго взгляда на дѣло изысканій. Не удивительно поэтому, что иногда разными экспедиціями для одной и той же жел. дороги представляется нѣсколько окончательныхъ проектовъ, а при постройкѣ, при новомъ составѣ инженеровъ эти окончательныя направленія оказываются негодными и въ замѣнъ ихъ приходиться строить дорогу по совершенно новому направленію. Разъ изысканія будутъ основаны, главнымъ образомъ, на личныхъ мнѣніи, а не на документахъ, то понятно всегда съ перемѣною лицъ будутъ измѣняться и самыя направленія.

10. Инженеръ, вообще говоря, долженъ остерегаться дѣлать слишкомъ поспѣшное заключеніе, т. е. окончательно рѣшать на грунтѣ выборъ направленія линіи, хотя бы на основаніи рекогносцировочныхъ данныхъ, а тѣмъ болѣе не долженъ основываться на своихъ личныхъ общихъ соображеніяхъ, излишне ими увлекаясь. Увлеченіе, подъ вліяніемъ личной самоувѣренности и самомнѣнія, сильно овладѣваетъ ведущимъ линію, лишая его возможности спокойно оріентироваться на мѣстѣ. При трассировкѣ линіи на грунтѣ въ болѣе трудныхъ мѣстахъ гораздо выгоднѣе снять планъ горизонталей, спроектировать на немъ линію помощью лекалъ, подобравъ мѣстность согласно отмѣтокъ проектной линіи, и возстановить ее на грунтѣ,

чѣмъ вести линію иногда на обумъ т. е. дѣлать трассировку сразу на мѣстности, потомъ бросать и вновь ее начинать и въ результатѣ никогда не получить требуемую лучшую линію.

11. Изысканія—это не предметъ личнаго взгляда строителя; изысканія это языкъ цифръ, это искусство умѣть пользоваться и владѣть ими, во всѣхъ ихъ многочисленныхъ функціяхъ. Работа по изысканіямъ, какъ справедливо говоритъ въ своей брошюркѣ техникъ Тихановъ, требуетъ нѣкоторыхъ личныхъ особенностей, которыя выражаются, во-первыхъ, хорошимъ зрѣніемъ, сильнымъ и способнымъ различать тонкіе свѣтовые эффекты; затѣмъ, со стороны интеллектуальныхъ качествъ, — должна быть развита способность ассоціировать наблюдаемые факты съ другими, извѣстными ранѣе; воображеніе должно быть дѣятельнымъ настолько, чтобы даннымъ комбинаціямъ всегда являлись соотвѣтствующія отношенія; наконецъ, производитель изысканій долженъ любить свое дѣло настолько, чтобы строго провѣрять свои выводы и никогда не считать избранное рѣшеніе непогрѣшимымъ, а всегда только лучшимъ изъ найденныхъ.

12. Инженеръ, приступающій къ дѣлу изысканій, долженъ отказаться отъ всякой предвзятой мысли относительно преимуществъ одного направленія передъ другимъ. Обязательны лишь конечные пункты и тѣ промежуточные, черезъ кои должна пройти дорога, въ зависимости отъ нуждъ края и особыхъ требованій Министерства;—въ остальномъ изыскатель свободенъ. Онъ долженъ всесторонне изучить мѣстность и независимо отъ профили долженъ собрать всѣ данныя: геологическія, статистическія и проч., исчерпавъ вопросъ такъ сказать до дна, — дабы документально доказать, что выбранное имъ направленіе есть наивыгоднѣйшее.

13. Еще разъ остановимся, добавляя, въ виду важности этого вопроса, что малоопытные изыскатели, въ значительной степени, страдаютъ излишкомъ увлеченія, пристрастіемъ къ первому избранному ими направленію. Они, не изучивъ зачастую мѣстности, увлекшись частностями разбивки, удачнымъ развитіемъ линіи въ какой-нибудь долинѣ, удачнымъ расположеніемъ кривыхъ, упускаютъ изъ виду существенное, а именно самое направленіе линіи. Они, попавъ на первое любое направленіе, смѣло утверждаютъ, что лучшее направленіе ими уже блестяще найдено и вслѣдъ за этимъ теряютъ массу труда

на его обработку въ окончательномъ видѣ и къ несчастью только къ концу убѣждаются, что есть другое, лучшее направленіе. Они тогда кидаются на него, счастливые открытіемъ какъ бы Америки, производятъ новыя изысканія; разбиваютъ линію, приступаютъ къ постройкѣ. Но увы! вновь убѣждаются, что они снова попали въ ошибку, — поспѣшили, увлеклись. Недостаточное изученіе мѣстности, самоувѣренность въ своихъ способностяхъ, въ собственной непогрѣшимости, — всегда ведутъ къ искаженію линіи.

14. Самая мѣстность Европейской Россіи, не представляя значительныхъ естественныхъ препятствій въ любомъ направленіи, пріучила въ прежнее время—строительно концессіонной горячки,—строителей того времени смотрѣть на изысканія какъ на дѣло легкое, спѣшное и не головоломное. Дороги иногда строились безъ всякихъ предварительныхъ изысканій.

Изысканія требуютъ труда большого, иногда многолѣтняго, требуютъ полнаго изученія мѣстности по всѣмъ возможнымъ направленіямъ, такъ какъ изыскатель, затрачивая на работы по изысканію, по сравненію съ постройкою,—гроши, можетъ достичь громадной экономіи въ постройкѣ дороги, о коей строителю и мечтать нельзя.

15. Несомнѣнно, что любовь къ дѣлу, сознаніе своего долга и государственныхъ обязанностей—это великіе, святые стимулы, но, къ сожалѣнію, человѣкъ существо далеко несовершенное и такіе идеалы слишкомъ рѣдкостны, чтобы на нихъ основывать всю экономическую систему. Заслуга строителя, сдѣлавшаго при постройкѣ дороги экономію въ милліонъ, но не улучшившаго нрофили не болѣе заслуги изыскателя, который удачнымъ направленіемъ линіи или сокращеніемъ ея длины, можетъ дать въ будущемъ, при эксплоатаціи, не одинъ милліонъ сбереженія.

Самые блестящіе успѣхи строителей никогда не могутъ дать того сбереженія отъ постройки, хотя бы въ десятой части, какая можетъ быть достигнута творчествомъ и трудами изыскателя. Живой примѣръ: это экономія достигнутая изысканіями вѣтви къ Китайской границѣ въ 1897 году. Изысканія эти стоили около 300.000 руб., а результатъ таковыхъ изысканій далъ сбереженія до 25 милліоновъ рублей, то есть экономія достигнутая изысканіями (вмѣстѣ съ капитализаціей экономіи отъ уменьшенія эксплоатаціонныхъ расходовъ) представляетъ

сумму большую, чѣмъ вся стоимость вѣтви. Изъ числа пяти разныхъ направленій лучшимъ оказалось направленіе Кайдалово—Нагаданъ—Хайларъ въ обходъ р. Аргуни.

Было бы болѣе раціональнымъ уменьшить оклады строителямъ желѣзныхъ дорогъ, взамѣнъ этого заинтересовать ихъ въ предпріятіи преміями въ опредѣленныхъ точно процентахъ отъ сдѣланной экономіи по изысканіямъ, отдѣльно отъ преміи за постройку, какъ это практикуется на частныхъ дорогахъ, а также въ военномъ и морскомъ вѣдомствахъ. Этого требуетъ правильная постановка дѣла и оно было бы съ большей пользой для обѣихъ сторонъ, а также для самаго дѣла.

16. На ряду съ вышесказаннымъ, экономическія и статистическія изслѣдованія о богатствахъ, промышленности, населеніи края и пр. по всѣмъ предполагаемымъ направленіямъ, во время производства изысканій, такъ же необходимы и важны, какъ и чисто топографическія изслѣдованія и нивеллировки. Изыскателю при выборѣ направленія отдѣльныхъ варіантовъ приходится взвѣшивать всѣ вышесказанныя условія, при коихъ данная дорога будетъ эксплоатироваться. Онъ долженъ каждый разъ имѣть подъ рукой всѣ эти необходимыя данныя и умѣючи долженъ ими пользоваться, выясняя каждый разъ стоимость варіанта и, въ зависимости отъ этого, измѣненіе въ доходности дороги и ея экономическія выгоды. Соображенія эти могутъ сильно повліять на направленіе проектируемой дороги и могутъ даже заставить принять болѣе дорогое, но зато болѣе короткое и, вмѣстѣ съ этимъ, болѣе доходное и, для края болѣе выгодное направленіе. Не будемъ здѣсь говорить о стратегическихъ дорогахъ; въ данномъ случаѣ подробныя инструкціи въ зависимости отъ стратегическихъ соображеній должны быть даны Военнымъ Министерствомъ.

Итакъ, одновременно съ полевыми работами по веденію линіи, должны быть собраны спеціальными чиновниками отъ М-ствъ Госуд. Имуществъ и Финансовъ всѣ необходимыя статистическія и другія данныя, по коимъ можно судить о доходности дороги.

17. Стоимость постройки должна быть выяснена по разнымъ направленіямъ и варіантамъ, дабы можно было рѣшить какое изъ нихъ болѣе выгодное. Для первыхъ соображеній лучше всего для этого основываться на опытѣ существующихъ,

уже эксплоатируемыхъ, ближайшихъ желѣзныхъ дорогъ, примѣняя эти данныя въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, къ проектируемой новой дорогѣ.

18. Имѣя ввиду высказанныя здѣсь вкратцѣ соображенія желательно бы вывести на основаніи точныхъ статистическихъ данныхъ, хотя бы приблизительные коэффиціенты всѣхъ этихъ сложныхъ функцій, выражающихъ зависимость между расходами по эксплоатаціи и профилемъ пути, дабы дать возможность изыскателю, пользуясь ими, быстрѣе оріентироваться въ этомъ лабиринтѣ цифръ и функціи. Къ сожалѣнію, такія формулы, хотя бы и приблизительныя, у насъ еще не выработаны. Изыскателю приходится каждый разъ въ отдѣльности самому дѣлать подсчеты и оріентироваться среди этого хаоса, подводя быстро итоги, — обладать, такъ сказать, своего рода способностями, обобщать всѣ эти функціи, дабы, не теряясь, найти наилучшее, самое выгодное для проектируемой дороги направленіе.

Интересно было бы напримѣръ знать, какую цифру съ версты представляютъ собою расходы по эксплоатаціи на разныхъ дорогахъ, на участкахъ равнинныхъ, предгорныхъ, горныхъ и пр., съ подраздѣленіемъ расходовъ по эксплоатаціи на расходы зависящіе отъ движенія и мало зависящіе отъ него. Затѣмъ существенно важны данныя о расходахъ по тракціи: на главномъ пути, также о расходахъ съ версты маневровъ на станціяхъ и пр. Объ этомъ подробнѣе скажемъ въ главѣ о виртуальной длинѣ.

Интересно бы тоже знать какую часть стоимости сооруженія дороги должна представлять собой стоимость подвижнаго состава при извѣстномъ грузовомъ и пассажирскомъ движеніи для того, чтобы дорога была доходной.

Важно выразить вообще зависимость разныхъ расходовъ по постройкѣ дороги и эксплоатаціи съ ея доходностью и пр.

19. Всякая работа, какъ дѣло человѣческихъ рукъ и ума, несомнѣнно должна подвергаться извѣстной критикѣ. Если изыскатель представляетъ профиль на разсмотрѣніе учрежденія или лица, то это учрежденіе или лицо будетъ критиковать и опредѣлять достоинство профиля. Но по отношенію къ одному профилю абсолютная критика невозможна. Профиль показываетъ точнѣйшія цифры, соотвѣтствующія точнѣйшимъ измѣ-

реніямъ. Мы можемъ провести 1.000 продольныхъ профилей и всѣ они будутъ безукоризненно точны. Но только одинъ изъ нихъ по своему дѣйствительному значенію можетъ годиться. Рѣшить вопросъ о томъ, можетъ ли лежащій предъ нами продольный профиль подвергнуться какому-нибудь улучшенію, можно только окончательно при помощи плана горизонталей, вычерченнаго въ соотвѣтствующемъ маасштабѣ, какъ напримѣръ для гористыхъ мѣстностей не менѣе 50 саж. и даже въ нѣкоторыхъ случаяхъ 25 и 10 саженъ въ сткѣ. Составленіе плана, въ этихъ случаяхъ, это иногда настоящая кружевная работа, гдѣ горизонтали приходится вычерчивать подъ лупой, какъ напримѣръ это имѣло мѣсто при окончательныхъ изысканіяхъ на Кавказѣ, на Забайк. ж. д. и другихъ.

Въ мѣстности менѣе гористой достаточенъ планъ отъ 100 до 250 саж. въ дюймѣ, смотря по характеру мѣстности, но во всякомъ случаѣ и здѣсь, въ оправданіе всѣхъ угловъ, должны быть нанесены всѣ препятствія.

Въ мѣстности ровной, легкой иногда достаточно топографическихъ съемокъ и картъ въ маасштабѣ отъ 1 до 5 верстъ въ дюймѣ, а иногда въ болѣе мелкомъ масштабѣ.

Казалось бы на первый взглядъ, что вся работа изыскателя состоитъ только въ томъ, чтобы провѣшить и промѣрить линію на мѣстности, составить профиль, вычислить уклоны, кривыя и т. п. Это была бы чисто академическая работа, если не будетъ плана. Планъ, сопутствующій профили, переноситъ всю работу съ точки зрѣнія академической на точку зрѣнія практическую. Безъ плана не мыслима критика. Безъ плана въ гористой мѣстности нельзя ни трассировать линію, ни выбрать самое направленіе, ни улучшить его надлежаще.

Здѣсь говорится не объ ошибкахъ, не о точности профиля, а о томъ, что планъ только даетъ возможность отнестись къ дѣлу самимъ же изыскателямъ критически и укажетъ при спокойномъ кабинетномъ разсмотрѣніи слѣдуетъ ли затратить новый капиталъ, для того, чтобы въ тѣхъ или другихъ болѣе трудныхъ случаяхъ измѣнить линію или нѣтъ. До сихъ поръ изысканія дѣлались по большей части хотя и при помощи картъ, но глазомѣрно, т. е. прямо идутъ по одной линіи, которую считаютъ наилучшею, хотя бы направленіе, взятое правѣе или лѣвѣе, было и лучше.

20. Въ мѣстности равнинной, для того, чтобы судить объ общемъ направленіи всей линіи, планъ горизонталей излишенъ, достаточно и карты иногда и малаго масштаба.

Въ мѣстности ровной при предварительныхъ изысканіяхъ можно сразу повести настоящую линію, но и таковую во всякомъ случаѣ надо сначала спроектировать по топографическимъ планамъ не иначе, какъ нанеся предварительно на нихъ всѣ препятствія, которыя должны быть изслѣдованы ведущимъ линію непосредственно на мѣстности.

Въ мѣстности легкой изыскателю послѣ этого остается лишь разбить линію на грунтѣ подъ румбами снятыми съ плана, принявъ во вниманіе склоненіе стрѣлки и идти, слѣдуя, насколько возможно, картѣ. Конечно, это возможно только при предварительныхъ изысканіяхъ въ мѣстности легкой.

22. Въ мѣстности болѣе трудной, предгорной надлежитъ, вообще, говоря отказаться отъ веденія настоящей линіи сразу по грунту. Раціональнѣе будетъ повести предварительную линію; затѣмъ при встрѣчѣ препятствій снимать въ этихъ мѣстахъ поперечныя профиля и, по эскизному плану съ высотными точками, выправить ее, т. е. не возвращаться при встрѣчѣ перваго препятствія, а идти дальше, повторяя тоже самое при встрѣчѣ послѣдующихъ препятствій. Выправивъ, такимъ образомъ всю линію по частямъ, можно послѣ этого повести окончательную линію по всему участку.

23. Въ мѣстности гористой, гдѣ на каждомъ шагу изыскатель рискуетъ натыкаться на препятствія и сворачивая въ сторону дѣлаетъ излишніе углы, безусловно лучше провести магистраль *) по избранному направленію, и, снявъ всѣ нужные профиля, вычертить полный планъ горизонталей и по нимъ выбрать лучшее направленіе. Иногда не только линіи, но и магистрали со снятыми окончательными профилями по неудачно выбранному направленію приходится бросать, почему при изысканіяхъ надо очень осмотрительно затрачивать силы и время, не жалѣя таковыя на рекогносцировки и выборъ самыхъ магистралей. Конечно, подобныя рекогносцировки должны производить лично опытные инженеры—начальники партій. Они же при полевыхъ работахъ задаютъ длины поперечныхъ профилей.

---

*) Магистралью при изысканіяхъ называется вспомогательная линія для снятія плана горизонталей, возможно близкая къ предполагаемой линіи.

СПБГГО

23. Такъ какъ составленіе плановъ съ точными горизонталями на широкомъ протяженіи возможной и желаемой желѣзнодорожной полосы стоитъ дорого и требуетъ значительной затраты времени и труда, то обыкновенно ограничиваются небольшой полосой, назначаемой начальникомъ партіи. Снятіе плана горизонталей нисколько не обращаетъ трудъ изыскателя въ чисто механическую работу. И здѣсь, конечно, требуется опытность, артизмъ, такъ какъ выборъ магистрали—это выборъ той же линіи. При помощи плана горизонталей достигается лишь наилучшая трассировка линіи, а не выборъ самаго направленія линій. Только въ очень рѣдкихъ случаяхъ на большихъ пологихъ косогорахъ, когда требуется искусственно развить линію, приходится снять планъ горизонталей, иногда и на смежныхъ долинахъ, снимая планъ цѣлыми квадратными верстами, но при этомъ естественно надо требовать, чтобы рѣшеніе получилось съ возможно меньшей затратой труда и времени.

24. **Совмѣтная работа топографовъ и изыскателей.**—Въ случаяхъ, когда нѣтъ картъ и мѣстность гористая, между тѣмъ изысканія спѣшны, то слѣдуетъ пригласить топографовъ, хотя бы вольныхъ, для совмѣстной работы по изысканіямъ и съемкамъ. Этимъ топографическимъ съемкамъ слѣдуетъ придать практическій и болѣе спеціальный характеръ, чѣмъ это практикуется по нынѣ. Эти съемки надлежитъ производить лишь узкой полосой, слѣдуя съ мензулой по линіи, намѣченной каждый разъ инженерами тутъ же на мѣстности. Такимъ образомъ вмѣсто одной сплошной съемки цѣлой губерніи или области, дорого стоющей и зачастую для изыскателя безполезной, можно будетъ получить, при помощи лишь кипригеля и мензулы, нѣсколько продолныхъ рекогносцировочныхъ профилей и плановъ съ горизонталями, на коихъ вмѣстѣ съ этимъ сразу въ полѣ будетъ наноситься линія предполагаемаго направленія. Получивъ такимъ образомъ цѣлую полную сѣть подобныхъ маршрутныхъ съемокъ, безъ особенныхъ затратъ времени и средствъ, окончательное направленіе линіи возможно будетъ выбрать наилучшимъ образомъ и вмѣстѣ съ этимъ его можно будетъ доказать документально.

Вслѣдъ за ведущимъ линію съемщикъ долженъ снимать мѣстность на мензулу, подвигаясь все впередъ по линіи предполагаемой дороги, причемъ ему не нужно будетъ прорубать магистрали, такъ какъ она будетъ уже готова и провѣшена, но безъ промѣра, инженеромъ. Ширина съемки достаточна лишь та, какую съемщикъ можетъ снять кипрегелемъ, не сходя съ магистрали, т. е. до 2-хъ верстъ. Въ случаѣ надобности снятія съемки въ сторону по какой-нибудь долинѣ инженеръ или желѣзнодорожный техникъ долженъ указать ее или самъ долженъ провѣшить по ней линію.

Одинъ съемщикъ въ теченіи лѣта т. е. напр. въ 180 рабочихъ дней, производя съемку цѣлымъ планшетомъ въ масштабѣ 1 вер. въ дюймѣ, шириною въ 24 версты съ горизонталями черезъ 1 сажень, въ состояніи снять до 600 кв. вер., т. е. можетъ снять полосу до 25 верстъ длиною, въ мѣстности гористой и покрытой лѣсомъ, какъ напримѣръ Финляндія.

Тотъ же съемщикъ, снимая эту полосу маршрутно, шириною только до 2 верстъ по провѣшенной уже линіи, не сходя съ нея съ мензулой въ сторону и подвигаясь лишь впередъ, можетъ свободно снять отъ 4 до 6 верстъ въ день. Если предположимъ, что онъ будетъ дѣлать ежедневно только по 4 вер., то за лѣто, т. е. за эти же 180 дней онъ сниметъ совершенно точно $180 \times 4 = 720$ погон. вер., тогда какъ при сплошной съемкѣ онъ снялъ бы, какъ выше сказано, лишь 25 вер. т. е. 28 разъ меньше.

Можемъ засвидѣтельствовать, на основаніи бывшихъ уже топографическихъ работъ вдоль линіи, совмѣстно съ изыскателями, что съемщикъ замѣняющій пикетажиста и нивеллировщика снималъ отъ 3 до 8 вер. въ день.

При производствѣ изысканій мензулой и кипригелемъ, взамѣнъ нивеллира, обязанность изыскателя состоитъ лишь въ выборѣ линій на мѣстности безъ всякихъ промѣровъ. Въ его распоряженіи достаточно было бы имѣть одного вѣшельщика и человѣкъ 7 для рубки. Зато у него былъ бы громадный запасъ времени, съ барометромъ и горной буссолью въ рукахъ, выбирать, какъ спеціалисту своего дѣла, лучшія направленія.

Съемщикъ, слѣдуя съ мензулой по провѣшенной линіи, наносилъ бы таковую на планшетъ, на коемъ такимъ образомъ получилась бы сразу ось линій и съемка вдоль ея.

По этимъ планшетамъ, по имѣющимся на нихъ горизонталямъ, можно составить предварительный продольный профиль, достаточно точный для рекогносцировочныхъ и даже предварительныхъ изысканіи.

При желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ вообще, а тѣмъ болѣе въ мѣстности въ коей нѣтъ съемокъ съ горизонталями, мензула и кипрегель заслуживаютъ особеннаго вниманія и имъ надлежитъ дать широкое примѣненіе въ предварительныхъ изысканіяхъ. На основаніи совмѣстныхъ работъ съ чинами Военно-топографическаго Отдѣла, можемъ смѣло засвидѣтельствовать, что въ гористыхъ мѣстностяхъ польза отъ примѣненія этихъ инструментовъ была поразительная.

Во многихъ мѣстахъ Сибири, а также въ Маньчжуріи, какъ извѣстно, нѣтъ картъ, вслѣдствіе чего трудно распредѣлить и направить съемочныя работы примѣнительно къ желѣзнодорожнымъ изысканіямъ. Въ виду невозможности во время изысканіи поспѣть топографамъ со съемкой во весь планшетъ считаемъ тѣмъ болѣе цѣлесообразнымъ вышеуказанное предложеніе, а именно: съемку полосами, мензулой съ капрегелемъ, т. е. производство въ такихъ случаяхъ изысканіи безъ ленты и нивеллира.

Въ Забайкальской экспедиціи топографы производили свои съемки въ полѣ, согласно съ существующими правилами, совершенно независимо отъ начальниковъ партій и, конечно, запоздали со своими съемками, снявъ при этомъ широкія пососы по Яблоновому хребту и дальше, по совершенно безполезнымъ, какъ оказалось впослѣдствіи,—направленіямъ, чѣмъ краснорѣчиво доказали всю нецѣлесообразность, при желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ, снятія съемками цѣлыхъ пространствъ и работы топографовъ отдѣльными партіями, независимо отъ изыскательскихъ партій.

ГЛАВА II.

Карты, какъ важное пособіе при изысканіяхъ.—Топографическія особенности, и оптическіе обманы.

Карты.—При изысканіяхъ весьма существеннымъ факторомъ являются хорошія карты, но въ Россіи, къ сожалѣнію, есть мѣстности, даже цѣлыя губерніи и области, для коихъ нѣтъ по нынѣ топографическихъ картъ и тогда за неимѣніемъ таковыхъ инженеру-изыскателю приходится тратить слишкомъ много времени на ознакомленіе съ мѣстностью на грунтѣ. Для Восточной

Сибири, напримѣръ, у насъ имѣется лишь одна карта—Шварца, въ масштабѣ 40 вер. въ дюймѣ, составленная на основаніи широтъ и долготъ всего лишь нѣсколькихъ десятковъ точекъ, опредѣленныхъ астрономически безъ тріангуляцій. На картѣ этой правильно показаны направленія лишь р.р. Амура, Шилки, Зеи и Уссури, кои довольно точно сняты въ своихъ главныхъ поворотахъ, вся же область нанесена только мѣстами по глазомѣрнымъ лишь съемкамъ, а въ большинствѣ случаевъ даже по невѣрнымъ словеснымъ разспросамъ мѣстныхъ жителей.

При изысканіяхъ Амурской линіи карта эта не разъ вводила изыскателей въ крупныя заблужденія, почему отъ пользованія ею пришлось отказаться, прибѣгая къ съемкамъ топографовъ, производимымъ одновременно съ изысканіями.

Въ Европѣ, напримѣръ, въ Швейцаріи, вся страна снята подробными точными горизонталями настолько подробно, что, въ случаѣ военныхъ надобностей, можно сразу приступить къ постройкѣ, безъ всякихъ изысканій въ полѣ, ограничиваясь проектомъ, составленнымъ по картѣ въ кабинетѣ.

Въ Россіи—дѣло другое. Громадныя пространства Россійской Имперіи требуютъ слишкомъ большихъ затратъ, чтобы своевременно отвѣтить на всѣ запросы строющихся дорогъ.

У насъ имѣются топографическія карты, въ масштабѣ 3 версты въ дюймѣ, кромѣ окраинъ и Московской губерніи, для которой карты составлены въ масштабѣ 2 версты въ дюймѣ. Карты эти составлены замѣчательно точно, на нихъ указано не мало высотъ, и если имъ можно сдѣлать въ этомъ отношеніи какой-нибудь упрекъ, то это недостаточность показаній высотъ въ наиболѣе пониженныхъ точкахъ, напримѣръ уровней рѣчныхъ долинъ. Затѣмъ, для восточныхъ губерній, начиная съ Тверской, Владимірской, Рязанской, Тамбовской и Воронежской, къ востоку и сѣверовостоку отъ нихъ, имѣются карты въ масштабѣ 10 верстъ въ дюймѣ, которыя доходятъ до восточной окраины Урала и останавливаются на границахъ Сибири. Кромѣ того, въ восточной части Урала были топографическія съемки заводскихъ дачъ, но безъ общей связи, и по этимъ брульонамъ составлены карты въ масштабѣ 5 верстъ въ дюймѣ. Далѣе, для Сибири и сопредѣльныхъ съ нею странъ существуетъ карта въ масштабѣ 40, а также 100 верстъ въ дюймѣ. Нынѣ вдоль Сибирской жел. дороги снята полоса въ

ОТПЕЧАТАНО

нѣсколько вер. отъ 5 до 20 въ масштабѣ 3 вер. въ дюймѣ. Кавказъ и Закаспійскій Край снятъ въ масштабѣ 5 вер. въ дюймѣ. Туркестанская область въ масштабѣ 20 вер. въ дюймѣ.

Благодаря всѣмъ съемкамъ, въ значительной части Европейской Россіи, явилась возможность составить улучшенную спеціальную карту 10-ти верстнаго масштаба. Кромѣ этихъ картъ снятыхъ для Западныхъ губерній, большею частью горизонталями, можно въ военно-топографическомъ Отдѣлѣ Главнаго Штаба получить по заказу фотографическія снимки, съ картъ увеличеннаго масштаба, а также и съ полевыхъ планшетовъ въ масштабѣ полверсты въ дюймѣ. Кромѣ этого имѣются изданія Министерства Путей Сообщенія: карта высотъ и карта рѣкъ съ отмѣтками и уклонами таковыхъ.

Корпусъ военныхъ топографовъ имѣетъ назначеніемъ производить необходимыя военному вѣдомству геодезическія, топографическія и картографическія работы какъ въ мирное, такъ и въ военное время.

Масштабъ для топографическихъ съемокъ принятъ большею частью 500, а также для съемки городовъ и пр. 250 саж. въ дюймѣ. Основаніемъ имъ служатъ геодезическіе пункты, предварительно опредѣленные астрономически, отъ коихъ ведется тріангуляція. Каждый съемочный планшетъ верстового масштаба обнимаетъ въ среднемъ 100 кв. верстъ, на немъ дается не менѣе 4 геодезическихъ пунктовъ, равномѣрно распредѣленныхъ по планшету. Съемка производится мензулою, кипрегелемъ и рейками. Прежде начала съемки пролагается тріангуляціонная сѣть по всему планшету. Смотря по мѣстности, на каждый планшетъ опредѣляется отъ 30 до 60 дополнительныхъ пунктовъ съ ихъ высотами. При опредѣленіи этихъ высотъ, исходятъ изъ высотъ тригонометрическихъ пунктовъ, нерѣдко повѣренныхъ обыкновенными нивеллировками. Съемка производится инструментальными ходами отъ основного пункта до другого, помощью послѣдовательнаго опредѣленія ряда промежуточныхъ переходныхъ точекъ, служащихъ связью съ остальными точками. Рельефъ выражается горизонталями черезъ каждыя 2 сажени по высотѣ; на покатостяхъ не свыше 2—3, проводятся промежуточныя горизонтали. При меньшихъ масштабахъ горизонтали проводятся черезъ 5 саж. по вертикали.

Въ Азіатской Россіи также производятся съемки на тѣхъ

же основаніяхъ, для чего имѣются топографическіе отдѣлы въ Ташкентѣ, Оренбургѣ, Омскѣ и Хабаровскѣ *).

Топографическія особенности. — Всѣ особенности конфигураціи земли извѣстны опытнымъ изыскателямъ и они при изысканіяхъ должны постоянно съ ними считаться.

Разновидности въ конфигураціи земной коры можно въ общемъ раздѣлить съ одной стороны на водораздѣльные хребты и плоскогорья и съ другой стороны рѣчныя долины и всѣ остальные тальвэги съ ихъ низинами.

1. Главные водораздѣльные хребты, которые составляютъ водораздѣльную линію перваго порядка, выдѣляютъ изъ себя цѣлые отдѣльные боковые хребты, кряжи, отроги и прочее—второго порядка. Эти послѣдніе въ свою очередь развѣтвляются на болѣе низкіе водораздѣльные кряжи третьяго порядка и т. д., пока всѣ эти водораздѣльныя линіи не будутъ прерваны долиной главной рѣки, даннаго бассейна или ея притоками. Всѣ эти водораздѣльные хребты, упираясь въ долину, заканчиваются очень часто, выдѣляя изъ себя въ концѣ мыса болѣе высокую гору, называемую сопкой, хотя обыкновенно, постепенно понижаясь, исчезаютъ.

Главная обязанность, при веденіи линіи водораздѣломъ, слѣдить и отличать главную водораздѣльную линію отъ водораздѣльныхъ линій низшаго разряда, дабы не попасть на боковой кряжъ и не очутиться на воздухѣ тамъ, гдѣ кончается боковой хребетъ низшаго порядка. Съ другой стороны при веденій линій по долинѣ горной рѣки надлежитъ слѣдить за кореннымъ тальвегомъ, дабы, слѣдуя вверхъ по тальвегу, не попасть безъ надобности въ боковой притокъ и не упереться въ хребетъ раньше времени.

2. Въ гористой мѣстности надо отличать отдѣльныя горы и сопки (релки, холмы, пики, иглы, зубы, гольцы и пр.), смотря по ихъ формѣ и величинѣ. Сопки это болѣе высокія и рѣзко выдѣляющіяся отдѣльныя горы, болѣе правильной формы. Въ равнинныхъ мѣстахъ онѣ стоятъ отдѣльно и называются иногда релками. Небольшія возвышенности носятъ названія холмовъ, если они чередуются между собой. Въ горныхъ краяхъ рѣзко выдѣляются отдѣльные пики: болѣе острые—называются иглами,

*) См. о картахъ въ главѣ „Составленіе проекта“.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
ПОГАШЕНА
БИБЛИОТЕКА ИНСТИТУТА СООРУЖЕНИЙ
БИБЛИОТЕКА ВСЕСОЮЗНОЙ АКАДЕМИИ АРХИТЕКТУРЫ
ГОСТЕХИЗДАТ

а болѣе тупые зубьями. Въ Восточной Сибири оголенныя вершины горъ называются гольцами.

3. На горныхъ хребтахъ, если таковые узки, водораздѣльная линія рѣзко выдѣляется и тогда называется бичевой. Болѣе широкіе хребты представляютъ цѣлыя плоскогорья. На водораздѣльной линіи надо отличать: перевалы, сѣдла, подушки и пр., зачастую болотистые и покрытые мелкимъ лѣсомъ и кустами.

4. Склоны хребтовъ носятъ разныя названія: скатовъ, покоти (въ Сибири тяникусовъ) террасъ, косогоровъ,—на нихъ встрѣчаются иногда отдѣльные утесы, стѣны, обрывы, кручи и т. п.

5. Два склона водораздѣльныхъ возвышенностей обращенныя къ себѣ образуютъ, вообще говоря, водосливныя линіи—тальвеги. Если онѣ широки, то образуютъ рѣки, рѣчки, долины, а если узки, то онѣ называются оврагомъ, ущельемъ, тѣсниной, съ ихъ ручьями, потоками, рытвинами, промоинами, проточинами, пропастями, провалами, ярами. Въ мѣстности болѣе ровной долины называются балками, логами, долами, логотинами и пр. Двѣ стороны долины называются ея боками, откосами косогорами, щеками и пр.

Итакъ, тальвегомъ или водосливной линіей въ сопоставленіи съ водораздѣльной линіей называется линія соединяющая стоки водъ въ данномъ бассейнѣ, т. е. самое дно долины съ ея развѣтвленіями, въ отличіе отъ водораздѣльной линіи и ея развѣтвленіи. Линіи водосливовъ, пересѣкаютъ водораздѣльныя линіи, какъ выше сказано, въ самыхъ низкихъ мѣстахъ хребта, пробивая себѣ путь цѣлыми тысячелѣтіями и образуя въ этихъ мѣстахъ иногда очень узкія ущелья, съ крутыми щеками. Какъ водораздѣльныя линіи, такъ и тальвеги, т. е. водосливныя линіи, подраздѣляются на тальвеги 1, 2, 3, 4 и т. д. порядковъ, т. е. на тальвеги рѣкъ, рѣчекъ, ручьевъ, овраговъ и пр.

6. И такъ, всюду въ природѣ можно усмотрѣть нѣкоторые топографическіе законы и правильность въ конфигураціи земной коры. Въ равнинныхъ плоскогорьяхъ въ Россіи встрѣчаются иногда исключенія, какъ напр. на плоскогорьяхъ Валдайскомъ и Вязовомъ, въ Псковской губерніи Мѣстность здѣсь производитъ впечатлѣніе какъ бы помятой, искомканной руками бумаги. Трудно здѣсь усмотрѣть какую-нибудь правильность въ гидрографіи. Изыскатель теряется въ цѣлой массѣ отдѣльныхъ холмовъ и релокъ, разбросанныхъ въ безпорядкѣ.

7. Нельзя здѣсь также не отмѣтить, что пологіе длинные склоны горъ, иногда недоступные для желѣзнодорожнаго полотна, могутъ показаться неопытному изыскателю лучшимъ и легкимъ направленіемъ, и одновременно съ этимъ, мѣстность въ сущности удобная для проложенія линіи, но покрытая отдѣльными релками и сопками, пугающими своимъ видомъ, можетъ показаться недоступной. Тамъ гдѣ привычный изыскатель съ разу будетъ укладывать промежъ этихъ сопокъ настоящую линію, инженеръ, мало работавшій въ полѣ пожелаетъ снимать напрасно цѣлые планы съ горизонталями, и наоборотъ. Особенно трудно вести линію по водораздѣлу—иногда очень извилистому въ плоскости горизонтальной и вертикальной. Здѣсь требуется особенное знакомство съ топографическими особенностями. Опытному топографу знакомы эти особенности и онъ ими пользуется при нанесеніи горизонталей на планшетѣ; изыскатель же обязанъ пользоваться при веденіи линіи.

8. Многія рѣки имѣютъ рѣзко выдѣляющуюся нагорную сторону и другую низменную или луговую, напр. Волга; правая сторона по всей почти ея длинѣ нагорная, т. е. съ высокимъ берегомъ, достигающимъ до 30 и болѣе саженей высоты, лѣвая—низменная. Есть однако рѣки, въ коихъ нагорный берегъ чередуется съ луговымъ, какъ напр. рѣка Амуръ и тогда рѣка течетъ крайне извилисто, образуя иногда цѣлыя луки, т. е. дугообразныя извилины.—Рѣка Амуръ на всемъ почти протяженіи отъ Покровска до Благовѣщенска, жмется, то у одного то, у другого берега и всегда нагорнаго; противоположная же сторона представляетъ луговую низменность, чередуясь такимъ образомъ своимъ взаимнымъ положеніемъ при всѣхъ извилинахъ рѣки. Рѣка, боясь большой скорости, ищетъ какъ бы болѣе высокаго и крѣпкаго ложа и извиваясь старается удлиняться, чтобы этимъ уменьшить свою скорость.

9. Рѣки, текущія вдоль меридіановъ, имѣютъ ту характерную черту, что въ сѣверномъ полушаріи восточный берегъ рѣки всегда низменный, а западный—нагорный; въ южномъ же полушаріи на оборотъ. Явленіе это объясняется, по закону академика Бэра, дѣйствіемъ центробѣжной силы земного шара.

10. Очень часто луговая долина, хотя и имѣетъ всегда въ

общемъ подъемъ въ сторону отъ рѣки, но на нѣкоторомъ незначительномъ пространствѣ, вдоль самой рѣки, выдѣляетъ узкую полосу болѣе возвышенную чѣмъ вся долина,—которою очень рѣдко впрочемъ можно воспользоваться. Въ заливаемыхъ рѣчныхъ долинахъ болота тянутся не возлѣ самаго берега рѣки, а вдоль откоса нагорной стороны. Такія явленія наблюдаются на многихъ рѣчкахъ Россіи.

11. Горныя рѣки имѣютъ долины почти на всемъ протяженіи безъ террасъ и въ рѣдкихъ только случаяхъ даютъ возможность перейти изъ одной долины въ другую, пересѣкая такимъ образомъ хребетъ низшаго разряда.

12. При пересѣченіи рѣкъ линіей надо обращать вниманіе на то, чтобы мостъ былъ расположенъ нормально (перпендикулярно) къ направленію теченія воды въ рѣкѣ въ половодіе. Не слѣдуетъ увлекаться другими сравнительно незначительными выгодами, напримѣръ, направленіемъ моста нормально къ мѣстнымъ изгибамъ рѣки, къ ея излучинамъ, въ особенности при переходѣ небольшихъ рѣкъ. Иногда возлѣ излучинъ мѣстность бываетъ возвышенная и представляетъ нѣкоторыя второстепенныя выгоды, которымъ не слѣдуетъ придавать особеннаго значенія.

Въ горныхъ мѣстахъ рѣки имѣютъ другой характеръ теченія и требуетъ иныхъ соображеній. Въ горахъ иногда и большія рѣки лѣтомъ настолько бѣдны водою, что онѣ представляются ручьями.

13. Другое характерное отличіе рѣкъ—это выносы, которые большею частью образуются или при выходѣ рѣкъ на плоскую низменность, или при впаденіи рѣки на главную долину. Выносы иногда достигаютъ громадныхъ размѣровъ и въ сѣченіи представляютъ форму бугра. Характерную картину такого выноса представляетъ рѣка Аму-Дарья въ Закаспійской области, образовавшая изъ легко размываемаго леса выносъ.

Въ нешироких горныхъ долинахъ, гдѣ выносы изъ боковыхъ ущелій получаются на профили въ видѣ рѣзко обозначенныхъ бугровъ, всегда лучше поднять линію повыше устья, чтобы пересѣчь выносъ въ его началѣ, иначе подходы къ выносу будутъ въ насыпяхъ, и самая постройка моста, по невозможности на выносѣ сжать струю, будетъ дороже и дастъ сооруженіе менѣе устойчивое.

14. Въ средней Азіи, наблюдаются частые примѣры, что цѣлыя рѣки исчезаютъ въ пескахъ, вслѣдствіе большой просачиваемости песковъ и суши, какъ напр. р. Мургабъ. Случается тоже, что жители, пользуясь водой рѣкъ для орошенія полей, разводятъ таковую каналами по полямъ, такъ что сама рѣка въ лѣтнее время представляетъ иногда сухое русло, что особенно распространено въ Персіи и Сѣверной Индіи.

15. Наблюдаются тоже случаи въ природѣ, что иногда цѣлыя рѣки исчезаютъ среди горъ, какъ напр. на Уралѣ и въ Уссурійскомъ краѣ. Эти рѣчки, исчезая и протекая, какъ бы въ естественномъ тоннелѣ, подъ горой, вновь затѣмъ появляются на горизонтѣ.

16. Въ Сибири наблюдаются выносы, а говоря правильнѣе—пучины, т. е. поднятіе грунта, вслѣдствіе замерзанія подпочвенныхъ водъ. Это выпучиваніе грунта, чаще всего имѣетъ мѣсто у устья рѣчекъ, т. е. тамъ гдѣ скорость теченія подпочвенныхъ водъ уменьшается. Вслѣдствіе сильныхъ въ Сибири морозовъ, избытокъ подпочвенныхъ водъ, пробиваясь сквозь потрескавшуюся отъ мороза поверхность земли, производитъ накипи, иногда цѣлые ледяные бугры въ сажень и болѣе высоты. Лѣтомъ, когда весною постепенно все оттаетъ, накипи исчезаютъ, а приподнятая почва, иногда съ цѣлыми деревьями, садится на прежнее мѣсто. Изыскатель, при веденіи линіи зимой, долженъ быть крайне осмотрителенъ, дабы при невилировкѣ не принять поверхности выпученнаго грунта за нормальный лѣтній горизонтъ земли.

17. Водораздѣлы рѣкъ гористыхъ странъ представляютъ большею частью серьезныя препятствія своею извилистостью, какъ въ планѣ, такъ и въ вертикальной проекціи, какъ сказано выше, представляя собою иногда очень широкую полосу раскинутыхъ сопокъ и подушекъ, соединенныхъ хребтами.

18. Чѣмъ выше перевалъ рѣки, тѣмъ долина ея глубже. Если въ горныхъ рѣчкахъ держится въ меженній сезонъ вода, то съ увѣренностью можно сказать, что уклонъ ихъ не круче 0,02.

Въ верховьяхъ долинъ большею частью находятся болота.

При болѣе близкомъ знакомствѣ съ характеромъ горныхъ странъ можно убѣдиться, что:

19. Если два, падающія по одному направленію тальвега, шедшія нѣкоторое время параллельно начинаютъ расходиться

въ противоположныя стороны, то въ точкѣ этого поворота водораздѣлъ имѣетъ относительно низкую точку.

20. Если два тальвега идутъ параллельно на нѣкоторомъ протяженіи, но паденіе ихъ направлено въ стороны противоположныя, то наиболѣе низкая точка ихъ водораздѣла будетъ приблизительно по серединѣ линіи соединяющей середины этихъ тальвеговъ а именно тамъ, гдѣ сходятся два тальвега 2-го порядка.

21. Мѣста пересѣченія главнаго водораздѣльнаго хребта съ водораздѣлами 2-го порядка, составляютъ горные узлы, отъ коихъ главный водораздѣльный хребетъ понижается обыкновенно въ обѣ стороны къ сосѣднимъ самымъ попиженнымъ точкамъ, т. е. переваламъ боковыхъ тальвеговъ. Два тальвега рѣчекъ текущихъ отъ главнаго хребта съ одного мѣста въ противоположныя стороны образуютъ въ главномъ хребтѣ сказанные перевалы (сѣдловины, подушки и пр.). Эти перевалы, а именно пріисканіе изъ нихъ самаго пониженнаго и попутнаго составляетъ для изыскателя главную обязанность, при переходѣ линій черезъ водораздѣльный хребетъ изъ одной долины въ другую. Зачастую горные узлы и перевалы представляютъ разные топографическіе особенности съ коими только можно познакомиться въ природѣ.

22. Водораздѣлы гористыхъ странъ трудно доступны для проведенія линіи.

При пересѣченіи линіей выступающихъ отроговъ, тамъ гдѣ таковые заканчиваются, упираясь въ долину рѣки обрывомъ или сопкой, т. е. нѣкоторымъ возвышеніемъ, слѣдуетъ всегда искать въ хребтѣ вблизи сѣдловину, а также всегда пользоваться подъемомъ и спускомъ по имѣющимся боковымъ овражкамъ.

23. Горные хребты и отдѣльныя сопки, не смотря на безконечное разнообразіе ихъ конфигурацій, представляютъ всегда болѣе или менѣе правильныя геометрическія строенія горъ: шарообразныхъ, пирамидальныхъ, конусообразныхъ и проч., представляя собою сочетанія правильныхъ плоскостей и поверхностей. Поэтому при вычерчиваніи плановъ горизонталей, таковыя слѣдуетъ чертить по лекаламъ за исключеніемъ развѣ кручей и обрывовъ косогоровъ.

Оптическіе обманы Говоря объ особенностяхъ конфигураціи. земной поверхности, нельзя обойти молчаніемъ и другихъ пре-

пятствій и трудностей, кои изыскателю приходится встрѣчать при веденіи линіи. Въ ряду ихъ оптическіе обманы часто вводятъ въ заблужденіе неопытнаго изыскателя. Такъ напримѣръ:

Довольно крутой подъемъ кажется спускомъ, если въ концѣ подъема тянется недалеко поперекъ хребетъ, и наоборотъ спускъ кажется подъемомъ, если впереди за этимъ спускомъ почва сразу падаетъ и рѣзко прячется подъ горизонтъ. Вообще, глядя въ нагорную сторону, наблюдателю кажется, что почва подымается гораздо меньше дѣйствительнаго ея подъема и наоборотъ, глядя въ сторону низменности, спускъ кажется круче.

Подобно этому, разстоянія въ горахъ кажутся меньшими, а въ ровномъ открытомъ мѣстѣ больше дѣйствительныхъ.

Растительность подымаетъ грунтъ, такъ что въ зеленомъ ровномъ полѣ мѣстность кажется зрителю поднимающейся круче: напримѣръ, имѣя рядомъ спускъ покрытый зеленью и подъемъ вспаханнаго поля очень легко можно принять спускъ за подъемъ и наоборотъ. Въ горахъ, при закатѣ солнца, особенно надо быть осмотрительнымъ, ибо, вслѣдствіе вліянія рефракціи почва, передъ зрителемъ подымается, а обернувшись спиной къ закату—спускъ кажется круче, чѣмъ на самомъ дѣлѣ; вотъ почему изыскателю, между прочимъ, надо непремѣнно подсчитывать отмѣтки въ полѣ и слѣдить за проектной линіей.

Независимо отъ оптическихъ обмановъ, изыскатель при веденіи линіи встрѣчаетъ и другія препятствія: густую растительность, топографическія особенности, вліяніе снѣга, недоступность косогоровъ и кручъ, миражи, вліяніе свѣта и тѣни и прочія препятствія, которыя необходимо изучить практически.

Дабы окончить эти указанія, считаемъ долгомъ обратить серьезное вниманіе на легкость и сопряженную съ этимъ *опасность заблудиться* въ лѣсу, въ особенности въ громадныхъ безлюдныхъ лѣсахъ Сибири.

Довольно отойти отъ палатки въ сторону шаговъ на сто, чтобы, потерявъ слѣдъ, больше къ ней не вернуться. Предлагаемъ, при изысканіяхъ въ тайгѣ, строго внушить всѣмъ служащимъ и рабочимъ, чтобы въ случаѣ потери слѣда давать знать немедля голосомъ и не получивши отвѣта, выждать на данномъ мѣстѣ, гдѣ слѣдъ былъ потерянъ, пока товарищи не отвѣтятъ на голосъ. Въ тайгѣ въ этотъ грозный моментъ, овладѣвающій человѣкомъ страхъ окончательно лишаетъ его возмож-

ности оріентироваться, такъ что западъ покажется востокомъ, а обратное направленіе отъ палатки казаться будетъ дѣйствительнымъ, т. е. къ палаткѣ. Въ подобныхъ случаяхъ только солнце можетъ выручить. Полезно въ виду этого познакомиться въ данной мѣстности съ румбами плоскостей, проходящихъ чрезъ солнце въ разное время дня, для чего совѣтуемъ составить себѣ табличку этихъ румбовъ, чрезъ каждые полчаса времени на каждый мѣсяцъ отдѣльно, а лучше еще выписать эти данныя изъ морского календаря.

Заблудиться легко нетолько въ лѣсахъ, но и въ открытыхъ степяхъ, срсди холмистой однообразной мѣстности. Бывали частные примѣры подобной гибели рабочихъ во время изысканій.

ГЛАВА III.

Геологическія изслѣдованія.

Классификація грунтовъ. Изученіе свойствъ грунта относится къ геологіи, а потому не можетъ имѣть мѣста въ настоящемъ сочиненіи. Нельзя однако не признать, что въ дѣлѣ изысканій, для составленія проекта, для составленія смѣтъ и выполненія постройки желѣзной дороги, инженеръ долженъ обладать въ достаточной степени геологическими свѣдѣніями. Онъ долженъ не только умѣть обсудить направленіе предполагаемой къ постройкѣ линіи дороги съ геологической точки зрѣнія, но также онъ долженъ умѣть до мельчайшихъ подробностей опредѣлить всѣ факторы, отъ которыхъ зависитъ стоимость даннаго перемѣщенія массъ и трудности производства работъ въ нѣдрахъ земли и по нимъ—выбрать наилучшее направленіе. Къ сожалѣнію наши инженеры слишкомъ мало, вообще говоря, обращаютъ вниманіе на геологическія особенности грунта, почему не рѣдки у насъ примѣры дорогъ, осужденныхъ оплачивать вѣчную контрибуцію въ борьбѣ съ плывунами, оползлями, воронками и пр. Наши желѣзнодорожные техники еще менѣе знакомы со свойствами грунтовъ.

Приведемъ здѣсь классификацію грунтовъ, принятую у насъ въ Россіи при составленіи разцѣнокъ, а также нѣкоторыя особенности въ дифформаціи грунта.

Выемки и насыпи желѣзнодорожнаго полотна изыскатель при составленіи проекта дороги распредѣляетъ, въ зависимости отъ стоимости работъ, на выемки:

1. въ мягкомъ, обыкновенномъ грунтѣ, разрабатываемомъ лопатами;
2. въ грунтѣ, разрабатываемомъ кирками;
3. въ каменистомъ грунтѣ, разрабатываемомъ кайлами и ломами;
4. въ каменномъ и скальномъ грунтахъ, разрабатываемыхъ ломами, клиньями и взрывчатыми веществами;

и на насыпи:

1. изъ выемокъ во всякихъ грунтахъ и изъ резервовъ въ мягкихъ грунтахъ.
2. изъ резервовъ въ каменистомъ и щебенистомъ грунтахъ;
3. изъ выемокъ и резервовъ дальней возки, болѣе 50 саж.;
4. изъ спеціально добытаго камня;

Слѣдуя этой классификаціи, приведемъ здѣсь геологическое раздѣленіе этихъ группъ а именно.

Во I-хъ обыкновенные грунты, т. е. рыхлые въ геологіи раздѣляются на: 1) валуновыя породы: песокъ, гравій, галька, валуны или булыги; 2) глины: гончарныя или жирныя, суглинокъ, тощія или обыкновенныя глины, мергель или рухлякъ и вязкія глины; 3) растительныя земли: обыкновенный черноземъ, торфъ и болота.

Во II-хъ грунты, разрабатываемые киркою, кайлою и лопатою: щебенистые и гравелистые грунты считаются: рыхлый, крупный гравій, щебень, галька, плотно слежавшійся гравій, грунты перемѣшанные съ мелкимъ камнемъ и валунами и т. п.

Въ III-хъ каменистыми грунтами считаются такіе каменные породѣ которые вслѣдствіе трещинъ, слабыхъ слоевъ или непрочности матеріала разбиваются ломомъ на куски такого вѣса, что одинъ средней силы человѣкъ можетъ поднять и положить его на тачку или колымагу руками или помощью аншпуговъ, а равно и грунты, состоящіе изъ такихъ каменныхъ породъ, или изъ настолько разрушенныхъ каменныхъ породъ, что разработка ихъ и размельченіе до означеннаго вѣса въ штукѣ можетъ быть произведена ломомъ, клиньями и молотомъ, безъ помощи пороха или динамита. Сюда относятся тонкослоистыя

ОТПЕЧАТАНО

плиты, аспиды, мѣлъ, и друг., а также и сплошное нагромождение валуновъ. Для этой категоріи работъ по желанію подрядчика допускается употребленіе и взрывчатыхъ веществъ.

Въ IV-хъ. Къ сплошной скалѣ и камню относятся: граниты, гнейсы, сіениты, кварцъ, базальтъ, порфиры и другіе, требующіе для разработки примѣненія взрывчатыхъ веществъ, а затѣмъ для размельченія — употребленія клиньевъ, ломовъ и молотовъ. Сюда относятся по стоимости работъ конгломераты.

Напластованія имѣютъ важное вліяніе на свойства грунтовъ. Въ этомъ отношеніи:

1. *Слоистыя породы* представляютъ болѣе или менѣе рѣзко выраженныя параллельныя плоскости раздѣленія—такъ называемыя поверхности напластованія: а) горизонтальныя, *b*) наклонныя съ паденіемъ въ сторону выемки, с) наклонныя въ обратную сторону или *d)* нормальныя къ линій.

2. *Глыбовидныя породы*, не представляющія напластованій; сюда относятся плутоническія или извергаемыя породы: гранитъ, сіенитъ, порфиръ, діоритъ и т. д., и вулканическія породы: базальтъ, долоритъ, мелафиръ, трахитъ, фонолитъ, лава.

Виды деформацій: сползаніе, сплывы и пр. Явленія, при которыхъ часть земли отдѣляется и цѣликомъ сползаетъ по поверхности остальной массы, остающейся въ покоѣ, называются *сползаніемъ*; ко второй группѣ относятся явленія, при которыхъ частицы разжившейся земли движутся однѣ относительно другихъ такъ, что разрыва замѣтить нельзя. Явленія эти называются *сплывомъ*.

Сплывы представляютъ нѣсколько видовъ: 1) сплывы въ стороны; напр. движеніе, при которомъ насыпь, сдѣланная изъ земли подверженной разжиженію, расползается въ ширь; 2) осадки, при которыхъ поверхность грунта или земляныхъ работъ опускается вслѣдствіе нагрузки; 3) пучины, т. е. поднятія подошвы вслѣдствіе давленія, направленнаго снизу вверхъ или другихъ причинъ; 4) ползучіе грунты.

Движеніе мелкаго песка, увлекаемаго вѣтромъ и движеніе земли всякаго другого рода, производимое проточной водой, представляютъ особенный видъ движенія грунта. Вредное дѣйствіе выдуванія песка заключается въ томъ, что онъ засыпаетъ рельсы и, попадая въ механизмъ паровозовъ, влечетъ за собой,

если не разрушеніе его, то по меньшей мѣрѣ—быстрое изнашиваніе движущихся частей; кромѣ того мелкій песокъ безпокоитъ пассажировъ. Для предупрежденія песчаныхъ заносовъ обыкновенно покрываютъ песчаные откосы одеждой или обрабатываютъ смежныя песчаныя поля, а иногда ставятъ особые щиты въ родѣ тѣхъ, которые употребляются противъ снѣжныхъ заносовъ.

Прибавимъ еще нѣсколько замѣчаній относительно вліянія воды.

1. *Водоносные слои* образуются изъ пропускающихъ воду пластовъ, какъ напр. песка, хряща и проч., покрывающихъ пласты глины или суглинка. Иногда одинъ и тотъ же откосъ перерѣзываетъ нѣсколько водоносныхъ слоевъ. Весьма часто поверхность сползанія образуется отъ того, что между двухъ пластовъ гончарной глины пролегаетъ тонкій пластъ песку или обыкновенной глины, а иногда поверхность сползанія образуется даже просто между двумя слоями гончарной глины, не отдѣленными прослойкомъ, пропускающимъ воду.

Иногда случается что причиной сползанія бываетъ тонкій слой гончарной глины, не толще 1 сантиметра, раздѣляющій два водоносные слоя, напр. два пласта песку или пластъ песку и пластъ, состоящій изъ гончарной глины и песку и т. п.

Подобныя поверхности спалзыванія образуются иногда даже въ скалахъ отъ того, что разсѣлины и поверхности напластованія заполняются глинистымъ иломъ.

2. *Размягченіе водой.* Обыкновенная глина и валуновая порода, перемѣшанныя съ гончарной глиной, а также и суглинокъ размягчаются водой *частью* или *во всей массѣ*, и отъ этого могутъ происходить весьма значительные сплывы и обвалы.

Когда такой размокшій слой лежитъ на пластѣ гончарной глины, тогда одновременно могутъ произойти обвалы и сплывы.

Вода составляетъ самую важную причину разрушенія косогоровъ, поэтому если опасныхъ въ этомъ отношеніи мѣстъ нельзя обойти, то изыскатель обязанъ изслѣдовать такія мѣста, внести въ проектъ и разцѣнку отдѣльныя суммы на отведеніе воды, осушеніе, дренажъ и т. п.

Сондировки. — При проложеніи линіи, въ особенности необходимо обратить вниманіе на присутствіе: плывуновъ, обваловъ, сдвиговъ и проч. на косогорахъ.

ОТПЕЧАТАНО

Въ выемкахъ особенно слѣдуетъ обращать вниманіе на породы, собирая вездѣ образчики грунта. Въ большихъ выемкахъ необходимо произвести надлежащія изслѣдованія грунтовъ до полной глубины выемокъ при помощи бура и пробныхъ шахтъ или колодцевъ. Колодцы эти, во избѣжаніе обваловъ, должны быть надлежаще распираемы срубомъ, почему таковые лучше дѣлать четыреугольными. Въ крѣпкихъ грунтахъ, гдѣ нельзя ожидать обваловъ, шахты разрѣшается для экономіи копать круглыя.

Вообще слѣдуетъ собрать всѣ геологическія данныя о составѣ и строеніи грунтовъ, особенно на мѣстахъ большихъ работъ. Такъ же зорко нужно прослѣдить всѣ вообще подозрительныя мѣста, могущія угрожать опасностью отъ плывуновъ, выпучиваній, обваловъ, ползуновъ, оползней, и пр. а также частей косогоровъ, подвергающихся дѣйствію грунтовыхъ водъ. Для этихъ работъ необходимъ буръ до 8 саж. длины съ пустотѣлыми штангами, буровымъ напарьемъ нѣсколькихъ сортовъ, для раздробленія грунта, обсадными трубами, служащими для предупрежденія обваловъ и осыпаній въ скважинѣ и проч.

Для этихъ работъ требуются люди хорошо знакомые съ этимъ дѣломъ. Всѣ добытыя свѣдѣнія записываются въ журналы, а образчики сохраняются.

Чтобы составить вполнѣ раціональный проектъ, необходимо предварительно подробно изслѣдовать грунтъ сондировкой. Для инженера, изучившаго Геологію основательно, одинъ простой осмотръ мѣстности представляетъ много данныхъ, чтобы судить о сложеніи грунта, но такое бѣглое изслѣдованіе не всегда оказывается достаточнымъ, и геологическія познанія даютъ только возможность довести число сондировокъ до минимума. Самая простая сондировка—это буровыми скважинами, но буровыя скважины не всегда даютъ вѣрныя понятія о сложеніи грунта; въ этомъ отношеніи лучше всего пробныя шахты или колодцы. Обыкновенно раціональнѣе всего комбинировать оба пріема: шахты даютъ возможность опредѣлить сложеніе грунта, а буровыя скважины — изслѣдовать напластованія, потому что по нѣсколькимъ шахтамъ трудно составить себѣ ясное понятіе о напластованіи. При сондировкѣ необходимо слѣдить за появленіемъ воды какъ на поверхности земли, такъ и въ нѣдрахъ ея и обращать вниманіе на слѣды прежнихъ движеній почвы.

Въ сухое время года необходимо остерегаться ошибокъ въ этомъ отношеніи, потому что иногда вредное вліяніе воды обнаруживается только послѣ сильныхъ дождей или послѣ таянія снѣга.

Если предвидится необходимость осушить мѣстность, то полезно составить планъ горизонталей напластованій, и въ особенности — планъ горизонталей водопропукающихъ слоевъ.

Образцы доставаемые съ разныхъ глубинъ надлежитъ тщательно собирать и вести имъ точный журналъ. Для того чтобы лучше изслѣдовать и разсмотрѣть грунтъ и вмѣстѣ съ этимъ оградить яму отъ дождевой воды, надлежитъ выкинутую наружу землю укладывать вокругъ шурфа, отдѣльными, концентрическими валами. Земля съ каждой по меньшей мѣрѣ саженной глубины должна составлять отдѣльный валъ. Въ косогорахъ достаточно конечно срѣзать откосъ до требуемой глубины. Для буренія грунта весьма практиченъ и крѣпокъ французскій буръ Палиссы, а также буръ Войслава. Есть еще не дорогой инструментъ конструкціи Незнаева—въ силу одного рабочаго—цѣною 14 р., но онъ сравнительно слабъ.

Для правильной трассировки линіи и надлежащей разцѣнки проекта необходимо въ большихъ выемкахъ, а также въ мѣстахъ заложенія большихъ мостовъ и др. искусственныхъ сооруженій, производить болѣе подробныя зондировки.

При изысканіяхъ надлежитъ избѣгать выемокъ въ слабой глинѣ, такъ какъ укрѣпленіе и осушеніе откосовъ въ такихъ случаяхъ при постройкѣ требуетъ громадныхъ расходовъ. Гораздо выгоднѣе вообще заблаговременно слѣдить за характеромъ грунтовъ, ихъ формаціей, напластованіемъ и слабыя мѣста обходить по мѣрѣ возможности.

Иногда случайно линія переходитъ большой выемкой черезъ очень твердые скалистые грунты или болотные. Если обратить своевременно на это вниманіе, то очень можетъ быть, что найдется возможность съ пользой измѣнить направленіе линіи, обходя таковыя мѣста.

Изыскатель, принимая во вниманіе гоелогическое строеніе, обязанъ выяснить какіе уклоны необходимо придать откосамъ въ выемкѣ.

Хорошо, если къ проекту линіи прилагается геологическая карта съ разрѣзкой до глубины предполагаемыхъ работъ, для со-

ставленія которой достаточно пригласить, при болѣе серьезныхъ работахъ, горнаго инженера и основать лабораторію для изслѣдованія образцовъ, если таковой вблизи не имѣется. При этомъ необходимо въ каждой партіи имѣть опытнаго десятника (штейгера) знакомаго съ горнымъ дѣломъ. Спеціальной его задачей было бы копаніе шурфовъ во всѣхъ нужныхъ мѣстахъ, а также тщательное собираніе со всѣхъ болѣе интересныхъ мѣстъ вдоль линіи образчиковъ грунта, также камня, песку и пр. какъ строительнаго матеріала. На каждомъ образчикѣ долженъ быть № пикета, а въ журналѣ, кромѣ этого, разстояніе и румбъ отъ линіи, напластованіе, глубина мѣстонахожденія и пр. Ящики съ образчиками посылаются въ лабораторію къ горному инженеру и геологическая карта сразу готова.

При переходѣ рѣкъ для закладки основанія требуется производство точныхъ геологическихъ изслѣдованій.

Безъ этихъ изслѣдованій грунтовъ нельзя быть увѣреннымъ въ выборѣ линіи и опредѣленіи отверстія моста, а всякая разцѣнка линіи будетъ только гадательной.

Вышеуказанные, безхитростные способы изслѣдованія, если только за ними слѣдить, будутъ стоить сравнительно мало и дадутъ возможность собрать всѣ необходимыя геологическія данныя, пользуясь которыми при наличности всѣхъ остальныхъ данныхъ изыскатель будетъ въ состояніи составить вѣрную разцѣнку.

Болота.—Постройка Полѣсскихъ и другихъ желѣзныхъ дорогъ показала, что болота не составляютъ такихъ серьозныхъ препятствій, какъ прежде на нихъ было принято смотрѣть.

Для подсчета земляныхъ работъ совершенно достаточно принять за норму половину глубины болота и таковую цифру плюсъ глубину воды, прибавлять къ высотѣ насыпи, т. е. къ разницѣ между отмѣткой горизонта воды въ болотѣ и отмѣткой полотна.

Болота лучше всего зондировать при помощи стального щупа, діаметромъ 10 мм., длиной—2 саж., вооруженнаго на концѣ крѣпкой стальной ложечкой. Щупъ этотъ служитъ для того, чтобы, погрузивъ его между кочекъ въ болото, легко достать со дна образчикъ грунта. Дно болота легко слышится рукою при ударѣ. Образчики грунта легко щупомъ достаются до глубины 2-хъ саж. Образчики эти въ мѣшечкахъ съ надписью № пикета и глубины, съ которой добыты, слѣдуетъ представить Начальнику изысканій. Щупъ изъ болота слѣдуетъ вынимать осторожно, дабы при быстромъ выдергиваніи не размыть образчика водой.

При нѣкоторой опытности не слѣдуетъ пренебрегать даже простой палкой, погружая которую рукой, можно болѣе или менѣе опредѣлить качество и даже глубину болота.

При переходѣ чрезъ болота, надлежитъ обратить серьозное вниманіе на ихъ происхожденіе и формацію, а также опредѣлить ихъ уклонъ, дабы убѣдиться на сколько легко можно осушить данное болото.

Въ Восточной Сибири, на крутыхъ горахъ и водораздѣлѣ почти всюду находятся болота. Прусутствіе таковыхъ надлежитъ приписать застою, вслѣдствіе задержки поверхностныхъ водъ, растительностью и значительнымъ накопленіемъ падающаго листа и гнилыхъ вѣтвей; болота эти очень не глубоки и дно у нихъ всегда каменистое.

Подобныя болота случалось наблюдать даже на крутыхъ горныхъ косогорахъ. Съ другой стороны въ низинахъ вдоль рѣки Амура и въ падяхъ, вслѣдствіе заболочиваемости, находятся мѣстами участки покрытые сплошь высокими кочками съ темной почвой болотистаго происхожденія, но таковыя серьозныхъ препятствій не представляютъ, въ виду присутствія на незначительной глубинѣ (не больше сажени) крѣпкихъ породъ

ГЛАВА IV.

Основныя правила полевыхъ работъ.—Провѣшиваніе.—Промѣръ.

Основныя правила. Прежде чѣмъ приступить къ разбору изысканій и описанію производства таковыхъ, начнемъ съ изложенія основныхъ правилъ изысканій вообще и описанія геодезическихъ инструментовъ, употребляемыхъ при желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ.

Общія замѣчанія. 1. При изысканіяхъ требуется прежде всего систематическая точность и полная аккуратность работъ въ полѣ. Наравнѣ съ этимъ необходима отчетливѣйшая

ясность, чистота и полнота записей полевыхъ журналовъ, такъ чтобы, во всякое время, спустя годъ и болѣе послѣ исполненныхъ работъ не только участники изысканія, но и ихъ замѣстители, небывшіе на полевыхъ работахъ и не знакомые даже вовсе съ мѣстностью изысканій, могли бы составить, по полевымъ журналамъ, полный проектъ.

2. Всѣ страницы журналовъ должны быть до начала работъ пронумерованы, дабы ни одна не могла быть вырванной безслѣдно. Книги надо содержать въ совершенной чистотѣ и всѣ записи вести по одному образцу.

3. Въ случаѣ ошибки, ошибочную цифру слѣдуетъ зачеркнуть одною чертою и рядомъ поставить надлежащую цифру, а не допускать писать цифры на цифрѣ. Въ случаѣ ошибки въ нѣсколько строкъ или больше, напримѣръ при ошибочно пройденномъ варіантѣ, ненужное зачеркнуть двумя чертами, такъ, чтобы зачеркнутое было хорошо видно; такъ какъ предполагаемая ошибка можетъ быть только кажущейся и брошенный варіантъ можетъ оказаться со временемъ лучшимъ.

4. Резину въ полѣ предпочитается не употреблять; развѣ только для вытиранія пятенъ.

5. Въ полевыхъ журналахъ слѣдуетъ ежедневно писать число, мѣсяцъ и состояніе погоды.

6. На переплетѣ книги должна значиться фамилія ведущаго журналъ и постраничная опись содержимаго.

7. Подсчетъ съ провѣркою нивеллировочныхъ, пикетажныхъ и другихъ журналовъ обязательно слѣдуетъ заканчивать ежедневно, а такъ же полевой планъ линіи или магистрали съ нанесеніемъ профилей и въ случаѣ надобности отмѣтокъ.

8. Въ обезпеченіе потери полевыхъ журналовъ, слѣдуетъ вести копію угловъ съ румбами и журналъ провѣрочныхъ отмѣтокъ, а еще лучше сразу вычерчивать черновую профиль, выписывая на ней всѣ отмѣтки грунта, а также кривыя. Бывали примѣры потери полевыхъ журналовъ; кромѣ этого, отъ дождя и употребленія, цифры затираются и рвутся листы.

9. Каждодневная свѣрка журналовъ и вычерчиваніе рабочагопрофиля безусловно обязательны при изысканіяхъ.

10. Желательно тоже, имѣя подобную продольную профиль проектировать на ней линію полотна. Если только не запускать этой работы, то по вечерамъ достаточно свободнаго для нея времени. Въ затруднительныхъ мѣстахъ эту профиль надлежитъ вычерчивать въ полѣ въ сокращенномъ масштабѣ въ особой пикетажной книжкѣ.

11) Масштабъ для пикетажныхъ журналовъ, при веденіи магистрали для плана горизонталей слѣдуетъ принять 50 саж. въ соткѣ; при веденіи же настоящей линіи съ ситуаціей и подсчетомъ кривыхъ, масштабъ слѣдуетъ увеличить до 20 саж. въ соткѣ, т. е. пять клѣтокъ на пикетъ.

12) Въ нивеллировочныхъ книжкахъ надлежитъ каждую страницу заканчивать на связочной точкѣ, хотя бы оставалось нѣсколько строкъ свободныхъ, такъ чтобы какой строкой заканчивается одна страница, такою же начиналась слѣдующая.

13) Отмѣтки связывающихъ точекъ надлежитъ подсчитывать въ полѣ, независимо отъ промежуточныхъ точекъ и провѣрку ихъ учинять самостоятельно, подводя итоги на каждой страницѣ. Ведущій линію долженъ ежедневно слѣдить за повѣркой и состояніемъ всѣхъ рабочихъ книжекъ.

Промежуточныя точки слѣдуетъ подсчитывать одна изъ другой, до слѣдующей связывающей точки, раньше высчитанная отмѣтка которой должна сойтись со вновь полученной.

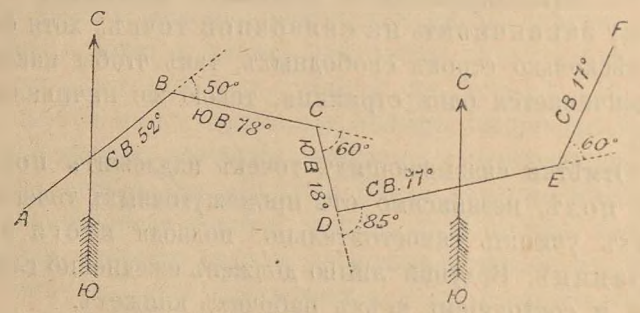
14) Въ пикетажной книгѣ слѣдуетъ наносить, какъ бы на профили, начало и конецъ кривыхъ, дабы, въ случаѣ ошибки въ полѣ, особенно при скрещеніи тангенсовъ*) и вставкѣ недостаточной длины, такую ошибку легко можно было обнаружить и сейчасъ же въ полѣ исправить, пройдя вторично это мѣсто. Подобное нанесеніе начала и конца кривыхъ и провѣрка суммъ длинъ прямыхъ и кривыхъ съ дѣйствительнымъ промѣромъ линіи необходимы. Оно вмѣстѣ съ этимъ облегчитъ составленіе продольной профили и вѣдомости прямыхъ и кривыхъ.

15) Для провѣрки румбовъ и угловъ надлежитъ брать черезъ каждые нѣсколько угловъ сумму ихъ вправо и влѣво и учинять провѣрку румба. Такъ напримѣръ, если отъ линіи AB, идущей подъ румбомъ С. В. 52° вправо повернули 50° и 60°, т. е. 110 гр., то румбъ новой линіи будетъ Ю. В. 18°,

*) т. е. если кривыя данныхъ радіусовъ не помѣщаются или говоря иначе заходятъ одна на другую.

если затѣмъ повернули отъ этой линіи вновь влѣво 85 и 60. т. е. 145° то румбъ будетъ С. В.17°; говоря иначе въ результатѣ повернули 145 — 110 = 35° влѣво и потому линія сдѣлалась *СВ* (52 — 35) = С. В. 17 (чер. 1).

16) При веденіи сразу линіи полотна, въ мѣстности пересѣченной или застроенной, предлагается вести въ отдѣльной ситуаціонной книжкѣ глазомѣрную ситуацію горизонталей, черезъ каждую сажень, для чего предложенный масштабъ пикетажной книги 20 саж. въ соткѣ достаточенъ, дабы въ случаѣ



Чер. 1.

необходимости, пользуясь этими ситуаціонными замѣтками можно было улучшить профиль.

17) Всѣ выдающіеся предметы, какъ то: церкви, башни, мечети, трубы заводовъ и пр. опредѣляются засѣчками. Эти точки служатъ для оріентировки плана линіи на картѣ.

Деревни, села, заводы заносятся въ пикетажъ, указывая разстояніе ихъ отъ линіи и направленіе.

18) Во избѣжаніе потери ножиковъ, карандашей и проч., слѣдуетъ таковыя всегда держать на шнуркѣ и никакъ недопускать носить карандашъ зажатымъ въ середину книжки. Лучше всего держать его на шнуркѣ, привязаннымъ къ журналу.

19) Во время дождя, инструменты надлежитъ прикрывать чехломъ и въ журналахъ писать подъ зонтикомъ.

2. Провѣшиваніе линіи.

Вѣшки должны быть пиленныя, строганыя, толщиной около одной сотки въ діаметрѣ, окрашенныя бѣлой и красной краской, полосами, съ желѣзными наконечниками.

Лучшія еловыя и сосновыя вѣхи для рекогносцировокъ — это тонкія и прямыя жерди, вырубаемыя изъ молодаго лѣса. За неимѣніемъ таковыхъ, приходится иногда употреблять и другія, какія можно найти. Въ вершинахъ угловъ ставятся вѣхи болѣе высокія, съ небольшими красными флажками.

Вѣхи должны ставиться обязательно отвѣсно т. е. вѣшальщикъ, стоя прямо и свободно, долженъ вѣшку ставить между ногъ, противъ носа, на столько плотно втыкая въ землю, чтобы вѣтеръ не могъ отклонить ихъ въ сторону. При постановкѣ вѣшки, вѣшальщикъ долженъ визировать не менѣе какъ по четыремъ вѣшкамъ. Чѣмъ дальше ставить вѣшку отъ вѣшки, тѣмъ провѣшиваніе точнѣе. При провѣшиваніи надо съ вѣшкой встать точно на линію, держа носъ противъ вѣшки и для провѣрки закрывать то одинъ, то другой глазъ и вѣшку ставить такъ, чтобы видимое отклоненіе вѣшки отъ линіи въ обѣ стороны было равно: если отойти на нѣкоторое разстояніе назадъ то всѣ вѣшки должны сливаться въ одну. Вѣшки слѣдуетъ ставить возможно крѣпче, а въ твердомъ грунтѣ и въ морозъ надлежитъ прибѣгать къ пѣшни, дабы вѣтеръ не качалъ вѣшки.

Нельзя провѣшивать линію на глазъ по двумъ вѣшкамъ, когда линія прячется за переломомъ грунта; объ этомъ вѣшальщикъ обязанъ каждый разъ объявить ведущему линію. Въ такомъ случаѣ надо провѣшить линію по инструменту, поставивъ его на переломѣ.

Флаги на вѣшкахъ при провѣшиваніи не допускаются, такъ какъ они *отводятъ* и вызываютъ свѣсъ линіи. Вмѣсто флаговъ лучше красить концы вѣшекъ.

Вѣшки разрѣшается снимать съ пройденной линіи, оставляя лишь на ихъ мѣсто изрѣдка простыя тычки съ красными флагами, черезъ каждыя сто саженей или чаще, а на углахъ высокія жерди съ пучкомъ травы на верху, а при длинной кривой разбитой нѣсколькими углами только на первомъ и послѣднемъ углу.

При провѣшиваніи линіи отъ угла, предпочитается впередъ ставить дальнюю вѣшку, а затѣмъ ближнюю; но этого недостаточно; надо вторично провѣрить дальнюю вѣшку и исправить по первой. Привычный впрочемъ вѣшальщикъ по первой вѣшкѣ самъ ставитъ вторую и почти сразу, какъ это ни странно, попадаетъ на волосокъ.

© ГПБ РАН

При визированіи черезъ оврагъ, надлежитъ перейдя его и поднявшись на откосъ по другую сторону, стараться визировать на дальнія вѣшки, пропуская нижнія, находящіяся въ оврагѣ; при рубкѣ просѣки черезъ оврагъ надо это имѣть въ виду, дабы вѣтви надъ головой не закрывали линіи въ оврагѣ.

При переходѣ линіи черезъ крутой обрывъ на ровную низменность, если линія вблизи кручи хорошо не видна, надо пройти дальше пока не покажется ясно линія и провѣшивать такимъ образомъ впередъ дальнія вѣшки, а затѣмъ, слѣдуя въ обратномъ направленіи, пополнить недостающія вблизи вѣшки. Въ подобныхъ случаяхъ вѣшки должны быть прямыя и должны ставиться по отвѣсу.

Для того, чтобы провѣшить линію между двумя точками, *отдѣленными возвышенностью*, которая ихъ скрываетъ, прибѣгаютъ къ помощи двухъ вѣшальщиковъ, которые ставятъ двѣ вѣшки на возвышенности, направляя взаимно другъ друга до тѣхъ поръ, пока они оба не встанутъ точно на одну линію, съ заданными точками.

Если мѣстность настолько пересѣчена, что и этотъ пріемъ недостаточенъ, то надо, чтобы нѣсколько человѣкъ, провѣшивъ прямую, примѣрно подходящую, по командѣ, глядя по очереди передній на задняго, наводили линію, стремясь къ одной сплошной прямой по указанію двухъ вѣшальщиковъ, стоящихъ внѣ заданныхъ точекъ.

Для болѣе точнаго провѣшиванія подъ постройку, особенно длинныхъ прямыхъ, употребляется пантометръ или теодолитъ съ трубой.

Свѣсъ линіи, обнаруженный магнитной стрѣлкой, допускается до 1°. При большемъ свѣсѣ таковой надо отыскать и исправить. При этомъ надо прослѣдить, не произошелъ ли свѣсъ линіи вслѣдствіе присутствія желѣзной руды въ сосѣднихъ горахъ, о чемъ сказано было выше. Въ случаѣ большаго свѣса слѣдуетъ отыскать ошибку провѣркой угловъ по инструменту. Не лишнимъ считаемъ предупредить, что не слѣдуетъ держать желѣзныхъ предметовъ слишкомъ близко стрѣлки, какъ-то: ломъ, ленту и проч.

Иногда предварительно ведется линія при помощи длинныхъ вѣхъ. Начальникъ партіи ѣдетъ впередъ и, примѣнительно

къ мѣстности, въ соотвѣтственныхъ мѣстахъ ставитъ большія вѣхи, которыя возможно видѣть издали. Ведущій линію направляетъ на нихъ линію и точно провѣшиваетъ ее.

Случается иногда, что съ линіей надо выйти на извѣстную отдаленную точку. Если мѣсто ровное и можно соединиться одной линіей, то вечеромъ въ точкѣ, на которую надо выйти, разводится большой огонь и на зарево наводится линія; результатъ будетъ точнѣе, если вмѣсто костра употребить ракеты.

Дѣлается это слѣдующимъ образомъ:

Вечеромъ, вблизи главной линіи, въ томъ мѣстѣ, гдѣ надо сдѣлать требуемый поворотъ, ставится вѣха вышиной $1^1/_2$—2 сажени съ фонаремъ на верху и разводится небольшой огонь, для ея освѣщенія. Въ извѣстное время въ точкѣ, на которую надо выйти, пускается сигнальная ракета; тогда на мѣстѣ, гдѣ надо сдѣлать поворотъ, становятся съ вѣшкою въ рукахъ по направленію фонаря и ракеты; по второму сигналу вѣшка забивается въ землю. Три или четыре ракеты даютъ возможность поставить столько же вѣшекъ. Линія средняя, ими опредѣленная, продолжается на слѣдующій день до пересѣченія съ главной; уголъ снимается инструментомъ и новая линія провѣшивается далѣе. Пріемъ этотъ довольно точенъ: при длинѣ линіи до 10 вер., точка, на которую надо выйти, можетъ оказаться въ сторонѣ на разстояніи до одной сажени, что легко достижимо.

При провѣшиваніи линіи въ лѣсу—также по мѣстности болотистой, надо быть особенно осмотрительнымъ. Таковое провѣшиваніе надлежитъ производить при помощи хорошаго бинокля, провѣряя линію, на сколько возможно, по всѣмъ видимымъ вѣшкамъ.

При рекогносцировкахъ можно обойти лѣсъ, во избѣжаніе рубки, а также и болото: 1) при помощи высокихъ вѣхъ—провѣшивая, если мѣстность позволяетъ черезъ невысокій лѣсъ (кустарникъ), или 2) обходомъ при помощи дополнительныхъ линій.

Для успѣха работъ въ мѣстности волнистой надлежитъ отдавать преимущество вѣшкамъ поставленнымъ на болѣе высокихъ пунктахъ, не обращая особеннаго вниманія на вѣшки въ ямахъ, оврагахъ и пр.

Провѣшиваніе линіи—работа простая, хотя требующая большой тщательности, и можетъ быть производима простымъ ра-

ОНТИ РСФСР

бочимъ, съ хорошимъ зрѣніемъ и достаточно напрактиковавшимся.

Во время полевыхъ работъ, требуется большой порядокъ и надлежащее распредѣленіе работы между рабочими, котораго безъ особенной надобности не слѣдуетъ нарушать. Всякій долженъ знать свое дѣло. Нивеллировщики должны пользоваться безусловнымъ правомъ выбора и устраненія своихъ рабочихъ.

Всѣ распоряженія нужно давать ясно и отчетливо, причемъ надлежитъ принять за обязательное правило, заставлять лицо, которому дается какое-либо словесное распоряженіе повторять его сейчасъ вслухъ, во избѣжаніе ошибки и недоразумѣній,—какъ это принято въ морской службѣ. Съ вѣшальщикомъ и реечниками лучше объясняться заранѣе назначенными условными знаками, твердо изучивъ таковые и не отступая отъ нихъ никогда.

Сигналы, употребляемые при вѣшеніи должны выражать собою слѣдующія дѣйствія:

1. начать установку вѣхи;
2. передвигать ее вправо или влѣво;
3. остановиться,—держать вѣху спокойно;
4. нагнуть ее въ ту, или другую сторону;
5. установить ее кривизною по направленію линіи, если этого не сдѣлано самимъ рабочимъ;
6. утвердить и вывѣрить,—когда она уже на своемъ мѣстѣ; и
7. окончательный знакъ, что вѣха вѣрна и что слѣдуетъ идти далѣе, для установки другихъ.

Сигналы эти удобнѣе всегда дѣлать самому визирующему, при помощи вытягиванія рукъ, держа въ рукѣ платокъ или для большей наглядности флажекъ.

На дѣлѣ оказывается, что если рабочимъ всѣ необходимые условные знаки только разсказаны и не были усвоены ими твердо до начала работъ, то послѣдствіемъ этого бываютъ частыя недоразумѣнія. Наоборотъ, при затверженныхъ рабочими сигналахъ на дѣлѣ, въ случаѣ какого-либо недоразумѣнія, оно легко разрѣшается повтореніемъ одного и того же сигнала и работа идетъ успѣшно.

Рабочій, которому поручена установка вѣхъ, долженъ:

а) обладать хорошимъ зрѣніемъ;

б) умѣть пользоваться мѣстностью при размѣщеніи вѣшекъ;

в) держать при провѣшиваніи вѣшку между ступней, противъ носа, а не стоять держа ее съ боку въ одной изъ рукъ, иначе вѣшка не будетъ стоять отвѣсно;

г) имѣть при себѣ отвѣсъ и бинокль на случай провѣрки:

д) знать всѣ сигналы.

Просѣка вырубается шириною не болѣе 0,50 сажени; она должна быть на столько широка, чтобы вѣшки были видны хорошо и чтобы въ трубу нивеллира можно было свободно читать показаніе рейки. Иногда большія деревья краемъ только задѣваютъ линію; въ такомъ случаѣ достаточно снять съ нихъ кору, мѣшающую провѣшиванію, а также сучья и вѣтви не только внизу, но и въ верху деревьевъ. При этомъ слѣдуетъ обязательно провѣшивать по биноклю, дабы бѣлый край очищеннаго дерева не принять за вѣшку.

Провѣшивать линію можно: теодолитомъ, гоніометромъ или пантометромъ, просто на глазъ и при помощи бинокля.

Возьмемъ одинъ изъ инструментовъ, напримѣръ теодолитъ, и предположимъ, что нужно провѣшить линію по направленію одной прямой $A.\ B.\ C.$ Для этого надо поставить инструментъ въ точкѣ A, рабочаго съ вѣшками послать въ C; направить трубу инструмента по прямой AC и, заранѣе условленными знаками, заставить рабочаго передвигать вѣшку до тѣхъ поръ, пока она не закроется волоскомъ трубы. По данному знаку, рабочій ставитъ ее въ этомъ мѣстѣ и переходитъ въ точку B ближайшую къ A, гдѣ повторяется тоже самое; когда линія отъ $A.\ B.\ C$ готова, вѣшальщикъ ставитъ третью вѣшку на глазъ; провѣривъ ее по инструменту также и четвертую вѣшку. Ведущій линію, провѣривъ всѣ четыре вѣшки по волоску трубы, снимаетъ инструментъ и идетъ дальше.

Дальнѣйшее провѣшиваніе производится на глазъ или при помощи бинокля. Въ лѣсу и въ высокой травѣ бинокль необходимъ.

При постройкѣ при длинныхъ прямыхъ употребляютъ для провѣшиванія теодолитъ.

На предварительныхъ же изысканіяхъ, когда дѣлается 60, а иногда 100 верстъ въ мѣсяцъ, о провѣшиваніи линіи какимъ бы то ни было инструментомъ и думать не слѣдуетъ. Кромѣ того инструментъ требуетъ одного лишняго техника, потому что ведущій линію не можетъ лично провѣшивать всей

линіи, такъ какъ имѣетъ важнѣйшее занятіе, а именно осматриваніе мѣстности впереди. Остальные же техники, пикетажистъ и нивелировщикъ, имѣютъ достаточно работы въ своихъ спеціальныхъ занятіяхъ.

Безъ сомнѣнія вѣхи, установленныя по волоску теодолита, будутъ поставленны *вѣрно* въ вертикальной плоскости, тогда какъ при установкѣ ихъ по биноклю, или на глазъ, можетъ произойти нѣкоторая неправильность. Впрочемъ, при тщательной работѣ уклонъ вѣшекъ видѣнъ простымъ глазомъ и при не длинныхъ прямыхъ, неправильность эта не на столько велика, чтобы вредила дѣлу и выкупается успѣшнымъ ходомъ работы.

Провѣшиваніе, если нѣтъ опытнаго десятника, начальникъ партіи или ведущій линію ведетъ лично, пока не пріучитъ къ этому одного изъ болѣе ловкихъ рабочихъ.

Запасъ вѣшекъ долженъ быть достаточенъ, не менѣе 50, дабы по меньшей мѣрѣ вѣшки съ линіи, провѣшенной въ послѣдніи три дня, верстъ до 10 не снимались, для того, чтобы въ случаѣ измѣненія линіи, не нужно было ее возстановлять по тычкамъ. Въ мѣстности степной, легкой иногда пользуются десятью лишь вѣшками, оставляя на линіи воткнутыми лишь пять вѣшекъ, остальныя снимая и передавая впередъ вѣшальщику, для чего необходимо держать одного верхового рабочаго.

При провѣшиваніи линіи на окончательныхъ изысканіяхъ, вѣшки слѣдуетъ ставить такъ, чтобы вѣшки по всей ихъ высотѣ прикрывали одна другую. Это особенно важно въ мѣстности, пересѣченной холмами, когда зачастую не вершинки вѣшекъ проектируются въ одну линію, а поочередно вершины съ низомъ вѣшекъ или иногда одинѣ низы. При рекогносцировкахъ въ мѣстности ровной, гдѣ вершины вѣшекъ проектируются въ одну точку, можно употреблять вѣшки изъ мѣлкаго лѣсу, при высотѣ ихъ въ ростъ вѣшальщика, что бы можно было визировать по вершинкамъ. Въ такомъ случаѣ, говоря теоретически, вѣшки могутъ быть даже кривыя. Почему въ такихъ случаяхъ вѣшки можно допустить, во избѣжаніе задержки, изъ прямого кустарника или молодыхъ елокъ, ставя ихъ кривизной вдоль линіи. При окончательныхъ изысканіяхъ, а тѣмъ болѣе въ мѣстности холмистой вѣшки должны быть обязательно строганные.

3. Промѣръ и инструменты для промѣра.

Переходя къ описанію инструментовъ, нельзя не обратить вниманіе, что техники по изысканіямъ должны быть на сколько возможно лучше ознакомлены съ изыскательскими инструментами. Это знакомство необходимо не только для того, чтобы свободно умѣть владѣть инструментомъ, и прибѣгать при ихъ помощи къ разнымъ пріемамъ, но также въ виду необходимости во время полевыхъ работъ самому производить нѣкоторыя исправленія въ инструментахъ. Здѣсь требуется нѣкоторая находчивость и практическое знаніе, дабы въ случаѣ надобности исправить эти инструменты, такъ какъ: нивелиръ, пантометръ, теодолитъ и пр. это орудія изыскательскаго искусства.

Промѣръ слѣдуетъ производить стальной лентой.

Цѣпь удобнѣе, но промѣръ недостаточно точенъ, такъ какъ цѣпь во время промѣра часто складывается въ мелкихъ колечкахъ, а главное растягивается до 0,15 саж.

Ленту, какъ и цѣпь, слѣдуетъ провѣрять по рейкамъ. Въ случаѣ ошибки, дабы не дѣлать поправку у каждаго пикета лучше конечно бросить такую ленту или исправить ее имѣя клещи и кнопки.

Предѣльную ошибку измѣренія линіи цѣпью можно считать въ $^1/_{500}$, такъ что линія длиной 500 саж. можетъ получиться при измѣреніи или въ 499 или въ 501 саж. Подобнымъ же путемъ обнаружено, что ошибка измѣренія линіи стальною лентою, по крайней мѣрѣ вдвое менѣе и можетъ быть принята равною $^1/_{1000}$. Почему цѣпь и употребляется только за неимѣніемъ ленты.

Цѣпь бываетъ двухъ родовъ: русская и англійская; изъ нихъ русская прочнѣе, но за то значительно тяжелѣе. Цѣпь хороша тѣмъ, что прочна и, въ случаѣ поврежденія ея, во всякой деревнѣ можно найти кузнеца, который ее поправитъ; но она имѣетъ недостатки: очень тяжела и когда приходится тащить ее черезъ кустарники, валежникъ въ лѣсу, черезъ глинистое поле, это трудъ почти сверхъ силъ рабочаго; кромѣ того въ цѣпи есть множество колецъ, которыя, во время движенія ея, заходятъ другъ за друга, дѣлаютъ колѣна и сокращаютъ всю цѣпь какъ сказано выше, а такъ какъ линія идетъ

очень часто по болотамъ и грязи, то колѣпа эти не всегда могутъ быть замѣчены.

Стальная лента, наоборотъ, очень легка, такъ что 14-тилѣтній мальчикъ ее тащитъ совершенно свободно. Лентою гораздо удобнѣе и точнѣе промѣрять овраги. Для починки ленты нужно запастись кусочками старой испорченной ленты, клещами и кнопками, и, если лента разорвется, самому ее починить. Съ лентою нужно обращаться осторожно: вытирать досуха, чистить отъ ржавчины и смазывать жирными веществами.

При промѣрѣ обыкновенно употребляется пять шпилекъ.

Во избѣжаніе накопленія ошибокъ, для большей точности промѣровъ, при окончательныхъ изысканіяхъ, слѣдуетъ употреблять *шестую пикетную шпильку*, намѣченную бѣлой лентой. На практикѣ замѣчено большое накопленіе ошибокъ, вслѣдствіе необходимости при употребленіи пяти шпилекъ, мѣрить первую цѣпь не отъ шпильки, которыя всѣ передаются первому цѣпщику, а отъ кола. Толщина кола и возможность погрѣшности при забивкѣ, влечетъ за собою ошибку въ промѣрѣ, которая накопляется до $^1/_2{}^0/_0$ и болѣе; тѣмъ болѣе, что пикеты надо ставить обязательно точно по линіи, чѣмъ снова нельзя слишкомъ затруднять цѣпщиковъ. Шестую шпильку для отличія надо называть *бѣлой*. При этомъ конечно слѣдуетъ какъ всегда соблюдать строго установленное *правило передачи на пикетъ пяти шпилекъ переднему цѣпщику*. Бѣлая шпилька должна такимъ образомъ всегда оставаться въ рукахъ у задняго. Задній цѣпщикъ, вынимая на пикетѣ пятую шпильку, ставитъ на ее мѣсто свою бѣлую и передаетъ всѣ пять шпилекъ переднему, причемъ промѣръ производится уже отъ бѣлой шпильки, а не отъ кола. Послѣ постановки первой шпильки, задній вынимаетъ свою бѣлую и идетъ дальше.

Палокъ для носки ленты не слѣдуетъ употреблять.

Во избѣжаніе частой потери шпилекъ и для удобства въ промѣрѣ необходимо все время работъ привязывать къ нимъ красныя лоскутья.

Пикеты надлежитъ всегда ставить точно по линіи вѣшекъ, дабы въ случаѣ надобности, можно было провѣшить линію по пикетнымъ колямъ, что можно достигнуть, визируя точно по вѣшкамъ на корточкахъ. Ввиду этого пикетъ слѣдуетъ забивать отвѣсно, — точно по линіи.

Точки подъ рейки слѣдуетъ всегда ставить приблизительно на пять сотокъ съ правой стороны отъ линіи, дабы рейками при нивеллировкѣ не мѣшать вѣшанію таковой, а также для однообразія и болѣе легкаго нахожденія точки. При разбивкѣ линіи для производства земляныхъ работъ, точки, а не колья забиваютъ по оси, такъ какъ рабочіе при земляныхъ работахъ колья выносятъ на откосъ выемки, оставляя по оси точки.

Переломы почвы между пикетами, обозначаются промежуточными точками.

Разстояніе промежуточныхъ точекъ пишутъ на колу и въ книгѣ, считая ихъ каждый разъ отъ послѣдняго пикета, при чемъ на колу пишется плюсъ, т. е. крестъ, внизу столько то сажень, а на верху буквы по порядку. Промежуточныя точки ставятся на надлежащихъ переломахъ почвы, а также во всѣхъ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ затѣмъ придется брать поперечные профили. вслѣдствіе измѣненія работъ въ поперечномъ сѣченіи. Разстояніе промежъ точекъ пишется съ точностью до одной сажени, за исключеніемъ самыхъ важныхъ мѣстъ въ глубокихъ падяхъ или для опредѣленія живыхъ сѣченій. На равнинныхъ мѣстахъ, при небольшихъ земляныхъ работахъ, промежуточныя точки ставятся при окончательныхъ изысканіяхъ на всѣхъ переломахъ почвы, увеличивающихъ работы на 0,10 с. и менѣе *). Въ мѣстности покрытой грудами камня таковыя въ пикетажъ не слѣдуетъ вводить. При большихъ земляныхъ работахъ разность въ отмѣткѣ промежуточныхъ точекъ въ 0,05 с. дастъ уже значительную разницу въ объемѣ.

На кольяхъ варіанта **), для отличія отъ главной магистрали, слѣдуетъ, смотря по номеру варіанта подчеркивать цифры снизу одной, двумя, тремя и т. д. чертами, а въ началѣ и въ концѣ варіанта дѣлать надпись *Н. Вар.* и *К. Вар.*, точно обозначивъ таковые колья въ пикетажной книжкѣ.

Во избѣжаніе ошибокъ при нумераціи пикетовъ въ полѣ, слѣдуетъ, забивши пикетъ, слѣдующій номеръ писать, глядя прямо на забитый уже пикетъ, т. е. ни въ коемъ случаѣ послѣ забивки даннаго пикета не уходить впередъ, не надписавши

---

*) Смотря по величинѣ красной отмѣтки.

**) Варіантомъ называется отдѣльныя линіи для обхода болѣе трудныхъ мѣстъ главной.

на колу слѣдующаго номера; причемъ конечно не слѣдуетъ позволять заготовлять два или три сразу, дабы не сбиться въ порядкѣ нумеровъ, что часто случается. Полевыя работы должны быть по возможности механическія. Вообще при работахъ въ полѣ полагаться на память никогда не слѣдуетъ.

Ведя промѣръ, необходимо слѣдить, дабы передній цѣпщикъ, встряхнувши и натянувши ленту, *одновременно* съ заднимъ, непремѣнно по сигналу вслухъ «*держи*» прижалъ ленту къ низу шпильки. Въ гористой мѣстности слѣдуетъ держать шпильку по возможности отвѣстно, а конецъ цѣпи горизонтально.

Пикеты слѣдуетъ ставить высотой не меньше 0,20 надъ землею, въ разстояніи 50 саж. одинъ отъ другого *).

Нумеръ слѣдуетъ писать по сплошному порядку пикетовъ, напр. 547, что значитъ 54 версты и 350 сажени. Для того, чтобы дождь не смывалъ надписи, можно на колу дѣлать зарубку въ родѣ шапки. Во избѣжаніе раскалыванія пикетныхъ кольевъ при забивкѣ ихъ въ твердый грунтъ нужно класть подъ топоръ деревянныя подставки.

При промѣрахъ черезъ овраги надо мѣрить по частямъ — сажени по три или болѣе смотря по уклону мѣстности, поддерживая вѣшками ленту, на сколько возможно, горизонтально и бросая шпильку отвѣсно. При большихъ крутизнахъ разстояніе слѣдуетъ ватерпасить, а при невозможности этого слѣдуетъ опредѣлить уклонъ откоса угломѣромъ. Имѣя опытнаго пикетажиста, предлагается, не задерживая работъ, тутъ же въ полѣ уменьшить, соотвѣтственно уклону, разстояніе, принимая въ разсчетъ, что проекція 100 саж. при углѣ $20° = 94$ саж. при $30° = 86{,}6$ саж. при $45° = 70{,}7$ саж. и т. д.

У насъ въ Россіи при промѣрахъ въ полѣ на уклонъ мѣстности не обращается вниманіе, вслѣдствіе чего получается иногда переплата подрядчикамъ за земляныя работы.

Для промѣра разстоянія въ недоступныхъ мѣстахъ существуетъ много пріемовъ: построеніе равнобедреннаго или равносторонняго треугольника и проч., на коихъ считаемъ излишнимъ останавливаться,—также посредствомъ дальномѣровъ.

*) На нѣкоторыхъ дорогахъ разстояніе между пикетами принято и другое, напримѣръ 20 и 25. Къ сожалѣнію Министерствомъ П. С. этотъ масштабъ не принятъ.

Пикетные колья съ зарубкой для постановки рейки не практичны потому, что въ твердомъ грунтѣ не всегда можно забить такъ, чтобы зарубка пришлась вровень съ землей, да кромѣ того отъ времени, особливо въ сырую погоду, такіе колья вылѣзаютъ изъ грунта и горизонтъ ихъ зарубки этимъ измѣняется. Гораздо цѣлесообразнѣе *) подъ рейки для нивеллировки отдѣльныя точки, длиною до 0,10 саж., изъ крѣпкаго дерева, забивая ихъ вровень съ землей и расчищая послѣднюю около этого кола. Эти точки выпиливаются пилой и забиваются въ землю такъ, чтобы спиленная головка была горизонтальна. Точка остается на мѣстѣ даже и тогда, когда колъ будетъ случайно выбитъ, а во время производства земляныхъ работъ, точка имѣетъ рѣшающее значеніе въ случаѣ, если возникнетъ сомнѣніе въ правильности рабочей отмѣтки.

Промѣръ на кривыхъ, производится по тангенсамъ, по подсчету. Вѣдущій линію, сдѣлавъ уголъ и подсчитавъ разницу между длинами двухъ тангенсовъ и кривой, таковую разницу говоритъ производящему промѣръ и совмѣстно съ нимъ прибавляетъ ее на мѣстности, т. е. относитъ слѣдующую первую послѣ угла шпильку на разстояніе подсчитанной разницы. Кромѣ этого по подсчету произведенному ведущимъ линію и подъ его контролемъ обозначаются кольями на мѣстѣ начало и конецъ кривой. (О постановкѣ пикетовъ на кривой и ея промѣрѣ подробно говорится въ Гл. «Разбивка кривыхъ».)

Промѣръ съ помощью дальномѣровъ, каковой имѣетъ обширное приложеніе при тахеометрическихъ работахъ, примѣняется тоже и при изысканіяхъ. Успѣхъ работы, получаемый при непосредственномъ измѣреніи лентой, вполнѣ достаточенъ, потому что согласуется со скоростью работы провѣшиванія и невилировки, тѣмъ не менѣе промѣру съ помощью дальномѣра слѣдуетъ дать при изысканіяхъ обширное примѣненіе.

Въ мѣстахъ покрытыхъ водою, гдѣ дозволяетъ глубина, обыкновенно промѣряютъ непосредственно лентой; вмѣсто шпилекъ въ водѣ ставятъ вѣхи. Подобные промѣры съ большимъ успѣхомъ производятся дальномѣромъ, т. е. дальномѣрной трубой при нивеллирѣ, о чемъ говорится подробно ниже.

Если въ промѣрѣ встрѣтится ошибка или въ счетѣ цѣпей

*) Какъ сказано выше.

на одномъ пикетѣ, или въ нумераціи пикетовъ, что бываетъ довольно часто, то ошибку эту, открываемую обыкновенно нивелирующимъ, если замѣченная ошибка далеко позади, лучше исправить въ первомъ случаѣ прибавленіемъ къ одному изъ слѣдующихъ пикетовъ или отнятіемъ отъ него количества саженей ошибки. Ошибка въ нумераціи можетъ быть исправлена или на мѣстѣ, или же дальнѣйшую нумерацію, не исправляя пройденныхъ пикетовъ, ведутъ, погасивъ замѣченную ошибку.

Для промѣра необходимо имѣть не менѣе трехъ рабочихъ. Пикетажистъ—руководящій промѣромъ, слѣдитъ за тѣмъ, чтобы цѣпь была правильно натянута по оси линіи, чтобы шпильки, которыми отмѣчаются десятисаженные промѣры цѣпью, были надлежаще втыкаемы въ землю, чтобы рабочій, идущій съ цѣпью сзади, не забывалъ вынимать эти шпилки, отчего часто происходятъ ошибки въ промѣрѣ и потери шпилекъ.

Ведущій промѣръ долженъ быть настолько опытенъ, чтобы знать, гдѣ разставлять нужныя для нивеллировки промежуточныя между пикетами точки. Это требуетъ большого навыка, потому что надо избѣгать излишества обозначенія такъ же, какъ и недостаточности. Эти точки вносятся пикетажистомъ въ пикетажный журналъ. Установка кольевъ должна быть производима съ большею тщательностью по оси линіи, особенно при окончательныхъ изысканіяхъ, потому что отъ кольевъ идетъ разбивка сооруженій и по нимъ же часто приходится возобновлять линію, когда вѣхи бываютъ сбиты.

Рабочіе, находящіеся при лентѣ должны быть грамотные и опытные.

Такъ какъ навыкъ идти по линіи и выравнивать цѣпь по вѣхамъ дается не сразу и не всякому, то рабочихъ не слѣдуетъ мѣнять. Третій рабочій несетъ мѣшокъ съ кольями и точками, а также топоръ для забивки ихъ.

Въ пикетажномъ журналѣ нумера кольевъ записываются по краю страницы по порядку, причемъ между пикетами промежуточныя точки, какъ объ этомъ говорено выше: дороги, ручьи, рѣки, канавы и прочія урочища записываются въ строку противъ соотвѣтствующаго пикета. Если при изысканіяхъ не составляется планъ линіи и нѣтъ точныхъ топографическихъ картъ, то очень полезно на другой страницѣ журнала вести ситуаціонную глазомѣрную съемку, для чего требуется въ случаѣ болѣе серьезной ситуаціи отдѣльный техникъ. Иногда если время дозволяетъ дѣлаетъ ситуацію ведущій линію.

Мѣрный шнуръ. Для менѣе точныхъ промѣровъ, напримѣръ для поперечныхъ профилей можно смѣло употреблять мѣрный шнуръ изъ тонкой смоленой пеньковой веревки. Шнуръ наматывается на катушку. Длина его отъ 10 до 100 саж. Сажени на немъ обозначаются кусками кожи или узлами изъ болѣе тонкой веревки. Подобный шнуръ надо часто осмоливать и провѣрять; удлиненіе шнура устраняется скручиваніемъ и осмоливаніемъ.

Рулетка употребляется при мелкихъ и болѣе точныхъ обмѣрахъ и только въ хорошую погоду. Содержать ее надо въ особенной чистотѣ.

Дальномѣръ. Для промѣровъ съ большимъ успѣхомъ можно пользоваться дальномѣромъ.

Между разными системами дальномѣровъ чаще всего въ съемочномъ дѣлѣ встрѣчается дальномѣръ мюнхенскаго механика Эртеля, труба котораго ничѣмъ по наружному виду не отличается отъ обыкновенной астрономической трубы съ окуляромъ, а вся особенность состоитъ въ сѣткѣ. Черт. 2 представляетъ вертикальный разрѣзъ части окулярнаго колѣна трубы этого дальномѣра. Между окуляромъ и собирательнымъ стекломъ помѣщается діафрагма, на которой натянуты—одна вертикальная и три горизонтальныя нити. Изъ нихъ крайнія нити, служащія собственно для опредѣленія разстояній, называются дальномѣрными. Если эти нити прикрѣплены къ діафрагмѣ, то онѣ называются неподвижными въ отличіе отъ подвижныхъ дальномѣрныхъ нитей. Вертикальная и средняя горизонтальная нити прикрѣплены къ діафрагмѣ, а дальномѣрныя нити прикрѣплены къ пластинкамъ, которыя могутъ быть передвигаемы въ пазахъ діафрагмы посредствомъ винтовъ, причемъ вывертывая ихъ, подковообразная пружина раздвигаетъ пластинки, а при ввертываніи винтовъ пластинки сближаются. Такъ какъ съ передвиженіемъ пластинокъ передвигаются и дальномѣрныя нити, то слѣдовательно вращеніемъ винтовъ можно регулировать разстояніе между дальномѣрными нитями и сдѣлать одинаковыми разстоянія каждой изъ нихъ отъ средней нити. Дальномѣръ Эртеля есть усовершенствованный дальномѣръ Рейхенбаха, а потому онъ извѣстенъ иногда подъ именемъ этого послѣдняго.

Горизонтальное разстояніе и высота. опредѣленная теоретически даютъ слѣдующую достаточно точную формулу

$$D = Ag\cos^2\alpha,$$

гдѣ A есть отсчетъ по рейкѣ, g равно 100, — α есть уголъ въ плоскости вертикальной и D исправленное разстояніе или проекція линіи опредѣленной дальномѣромъ.

Высота $i = D\,tg\,\alpha$.

Для вычисленія по формулѣ $D = Ag\cos^2\alpha$ служитъ слѣдующая табличка:

$\alpha°$	$\cos^2\alpha$	$\alpha°$	$\cos^2\alpha$	$\alpha°$	$\cos^2\alpha$	$\alpha°$	$\cos^2\alpha$
5°	0,99	10°	0,97	15°	0,93	20°	0,88
6°	0,99	11°	0,96	16°	0,92	21°	0,87
7°	0,99	12°	0,96	17°	0,91	22°	0,86
8°	0,98	13°	0,95	18°	0,90	23°	0,85
9°	0,98	14°	0,94	19°	0,89	24°	0,84

Положимъ, что на вертикальномъ кругѣ прочтемъ 16° и на рейкѣ между крайними волосками $A = 1{,}45$. Такъ какъ $g = 100$, то $Ag = 145$, а потому, чтобы получить величину $Ag\cos^2\alpha$, надо 145 умножить на 0,92, взятую изъ таблички противъ 16°. Такимъ образомъ, горизонтальное разстояніе получится равнымъ 133,4 сажени. Значитъ, все дѣло сводится при этомъ къ простому умноженію. Причемъ, результатъ вычисленія получается съ вполнѣ достаточною точностью, такъ какъ ошибка будетъ въ сотыхъ доляхъ сажени.

Для угловъ меньшихъ 5° умноженія величины Ag на квадратъ косинуса угла наклоненія не производятъ, а считаютъ, что горизонтальное разстояніе равно Ag.

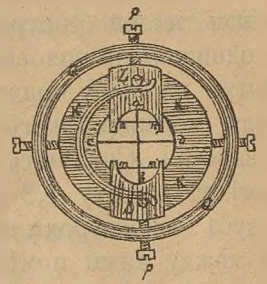
Для вычисленія величины $i = D\,tg\,\alpha$ употребляютъ таблицу № I. См. Приложеніе.

На практикѣ при измѣреніи болѣе или менѣе горизонтальныхъ разстояній таковое опредѣляется по формулѣ $D = Ad + K$, гдѣ—K сумма разстояній между окуляромъ, объективомъ и фокусомъ, d—разстояніе между крайними волосками на сѣткѣ, A—постоянное число и большей частью равняется 100 или

200, что достигается раздвиженіемъ волосковъ, то есть обратно, по данному D и A находимъ искомое d. Въ виду этого топографами употребляется всегда труба съ подвижными волосками. При желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ это отношеніе обыкновенно постоянное и равно 100. Дальномѣры могутъ примѣняться для промѣровъ разстояній не болѣе 200 саж. Величиной K ($= 0{,}20$ до 0.25), сравнительно небольшой, можно пренебречь. Въ мѣстности пересѣченной крутыми оврагами дальномѣръ даетъ результаты точнѣе ленты. Черт. 2.

Если дальномѣры съ подвижными волосками, то коэффиціентъ опредѣляется практически слѣдующимъ образомъ:

Для этого визируя на рейку, поставленную на разстояніи 50 саж. отъ дальномѣра, передвижные волоски устанавливаются такъ, чтобы разстояніе между крайними волосками видѣнное на рейкѣ было полное число сотокъ, напримѣръ 0,50 смотря по окуляру, что легко можно сдѣлать съ точностью до полутысячной. При разстояніи 100 саженъ разстояніе между волосками будетъ 1,00, вообще сто разъ меньшее. Установивъ такимъ образомъ волоски дальномѣра можно смѣло приступить къ измѣренію ихъ горизонтальныхъ разстояній.



Черт. 2.

Если это отношеніе постоянное напр. 100 сдѣлано въ мастерскихъ, то надлежитъ провѣрить его непосредственнымъ промѣромъ лентой, считая отъ фокуса трубы,—и въ случаѣ невѣрности считать этотъ коэффиціентъ, больше или меньше 100, согласно промѣра.

Величина разстоянія, опредѣляемаго дальномѣромъ, вообще говоря не можетъ быть произвольно большая. Посмотримъ же, какой она можетъ быть. Первый коэффиціентъ дальномѣра A въ большинствѣ случаевъ равенъ 100, очень рѣдко онъ бываетъ равнымъ 200. Длина рейки равна 2 саж., слѣдовательно, самое большое разстояніе, какое можно опредѣлять дальномѣромъ, въ 1-мъ случаѣ равно 200 саженямъ, а во 2-мъ равно 400 саж.

Если при коэффиціентѣ дальномѣра, равномъ 100, брать показаніе на рейкѣ не между крайними горизонтальными волосками. а между однимъ крайнимъ и среднимъ, то разстоя-

ніе, опредѣляемое такимъ дальномѣромъ, можетъ быть увеличено тоже до 400 саженъ.

Величина разстоянія, измѣряемая дальномѣромъ, находится также въ полной зависимости отъ увеличенія трубы. Если въ трубу можно хорошо различать дѣленія рейки, то такимъ дальномѣромъ можно опредѣлять большія разстоянія, нежели дальномѣромъ съ менѣе сильною трубою.

Вообще, 200 саженъ это предѣлъ, за который, только въ рѣдкихъ случаяхъ, при опредѣленіи дальномѣромъ заходятъ топографы при съемкахъ.

Есть, впрочемъ, дальномѣры для опредѣленія значительно большихъ разстояній, употребляемыхъ для цѣлей военныхъ,— причемъ ошибки въ опредѣленіи разстояній доходятъ до нѣсколькихъ десятковъ саженей, смотря по разстоянію. Для военныхъ цѣлей употребляютъ дальномѣры съ постоянными или подвижными волосками, вмѣсто же реекъ, употребленіе которыхъ въ полѣ сраженія неудобно, служитъ высота пѣхотнаго или кавалерійскаго строя, величина которыхъ должна быть извѣстна. Считаютъ въ такихъ случаяхъ, что пѣхотный строй имѣетъ высоту 1,8 метра, а конный 2,5 метра. На оправахъ трубъ такого рода дальномѣровъ нарѣзаны параллельныя линіи и между ними помѣщены изображенія пѣшаго и коннаго солдата, линіи эти соотвѣтствуютъ дециметрамъ. Замѣтивъ, какія части тѣла солдата покрываютъ горизонтальные волоски, по фигурѣ, изображенной на оправѣ трубы, судятъ, какую величину въ дециметрахъ видятъ между волосками. Эти свѣдѣнія не лишни и съ пользой могутъ быть употребляемы при рекогносцировкахъ.

Болѣе точными изъ дальномѣровъ подобнаго устройства считаются дальномѣры Дондольта и Рашона. Измѣряемыя ими разстоянія не превосходятъ дальности ружейнаго огня.

Объ ошибкахъ при измѣреніи разстояній дальномѣромъ. Ошибки въ чтеніи по рейкѣ происходятъ вслѣдствіе слабости трубы, при дальнемъ разстояніи, или вслѣдствіе не вертикальности рейки. Во всякомъ случаѣ, при разстояніи небольшемъ двухъсотъ саженей и при положеніи рейки, близкомъ къ вертикальному положенію, ошибку эту можно считать доходящею до 0,01 сажени въ ту или другую сторону. При тщательности въ работѣ до 0,005 с.

Изъ практики выведено, что въ большинствѣ случаевъ

ошибка при измѣреніи разстояній дальномѣромъ менѣе ошибки при измѣреніи лентой, въ особенности, при измѣреніи линій, пролегающихъ въ мѣстности, пересѣченной оврагами и возвышенностями.

Измѣреніе разстояній дальномѣромъ, кромѣ того, производится скорѣе, а слѣдовательно, обходится дешевле измѣренія цѣпью, почему трубы у нивеллировъ и угломѣровъ должны быть вооружены дальномѣрами. Разница въ цѣнѣ пустая, между тѣмъ практическое удобство велико, не только при промѣрахъ, но и при самой нивеллировкѣ, объ чемъ будетъ сказано ниже. Теорія дальномѣровъ подробно изложена въ геодезіи профессора Богуславскаго.

Въ продажѣ нѣтъ готовыхъ нивеллировъ съ дальномѣрными волосками, почему слѣдуетъ съ заказомъ объ устройствѣ дальномѣровъ обращаться заранѣе. Это устройство стоитъ всего лишь шесть рублей.

ГЛАВА V.

Нивеллировка и нивеллиры.

Нивеллировки. Для опредѣленія разности уровней существуютъ три различные способа.

Первый способъ, называемый *геометрическимъ*, а иногда и топографическимъ нивеллированіемъ, состоитъ въ непосредственномъ измѣреніи разности уровней точекъ помощью нивеллира.

При второмъ способѣ *геодезическомъ* или, иначе, *тригонометрическомъ* нивеллированіи разность уровней опредѣляется вычисленіемъ по измѣренному въ одной изъ данныхъ точекъ углу наклоненія линіи на другую данную точку и по горизонтальному между ними разстоянію.

При третьемъ способѣ, называемомъ *барометрическимъ*, разность уровней опредѣляется тоже вычисленіемъ, но по другимъ даннымъ, а именно по показаніямъ барометра, выражающимъ давленіе воздуха на данныхъ точкахъ.

Изъ этихъ трехъ способовъ наибольшею точностью отличается нивеллированіе геометрическое, которое въ послѣднее время въ особенности значительно усовершенствовано.

Отмѣтка послѣдующей точки нивеллированія равна отмѣткѣ предыдущей точки + показаніе рейки назадъ — показаніе впередъ. А такъ какъ взглядъ назадъ безъ взгляда впередъ есть разность уровней, то предыдущая формула можетъ быть выражена такъ: отмѣтка послѣдующей точки равна отмѣткѣ точки предыдущей ± разность уровней.

Вычисленіе нивеллировочныхъ отмѣтокъ подобнымъ образомъ называется системою плюса и минуса.

Въ случаѣ, если относительная высота начальной точки неизвѣстна, она берется произвольно, и, послѣ окончанія работы, для составленія профили при соединеніи всѣхъ участковъ въ одинъ, всѣ отмѣтки подводятся къ общему горизонту.

Продольный профиль линіи даетъ точное очертаніе поверхности мѣстности. Это достигается нивеллированіемъ, то есть опредѣленіемъ разности высотъ точекъ, постепенно переходя отъ одной къ другой. Принимая въ первой точкѣ нѣкоторую основную отмѣтку, обыкновенно абсолютную высоту надъ горизонтомъ моря, данную или опредѣляемую барометрически, или отмѣтку бровки рельса существующей жел. дороги, остальныя точки получаются постепенно одна изъ другой, путемъ опредѣленія нивеллиромъ повышенія или пониженія, т. е. прибавленія или вычитанія разности высотъ. Такимъ образомъ отмѣтки всѣхъ точекъ высчитываются одна по другой, отчего во избѣжаніе накопленія ошибокъ отъ нивеллировки требуется большая точность. Точки, по отмѣткамъ которыхъ вычисляются отмѣтки послѣдующихъ, называются связывающими точками почему чтеніе показаній по рейкѣ на этихъ точкахъ должно быть произведено болѣе тщательно чѣмъ на промежуточныхъ. Подобное нивеллировка называется *нивеллированіемъ «изъ середины»*.

Положимъ, что требуется пронивеллировать точки—A, B, C, D, E, F.

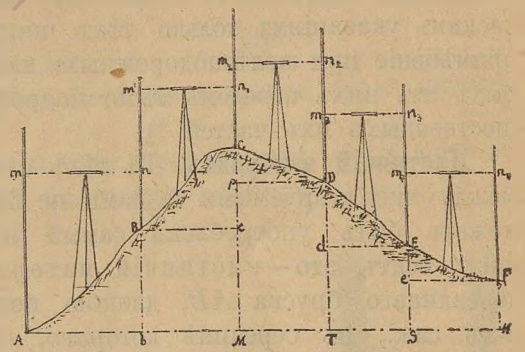
Инструментъ устанавливаютъ между точками A и B и, по приведеніи оптической оси трубы въ горизонтальное положеніе, опредѣляютъ высоты реекъ въ этихъ точкахъ. Затѣмъ инструментъ переносятъ между точками B и C; опредѣляютъ высоты реекъ въ этихъ точкахъ. Затѣмъ инструментъ послѣдовательно устанавливаютъ между точекъ C и D, D и F, E и F, и такъ далѣе.

Изъ чертежа видно, что нивеллированіе «изъ середины» состоитъ изъ нѣсколькихъ простыхъ нивеллировокъ. Чтобы по

этимъ нивеллировкамъ, каждой изъ нихъ самостоятельной, опредѣлить разность уровня какихъ-нибудь точекъ, напримѣръ, A и F, нужно взять *алгебраическую сумму разностей уровня всѣхъ промежуточныхъ точекъ* (т. е., A и B, B и C, C и D и т. д.), т. е. *разность уровня какихъ-нибудь точекъ, при нивеллированіи «изъ середины равна суммѣ взглядовъ назадъ безъ суммы взглядовъ впередъ*.

Если сумму взглядовъ назадъ обозначимъ буквою M, а сумму взглядовъ впередъ — черезъ N, то получимъ: (черт. 3) разность уровня точекъ A и F, или линія FH, $= M - N$.

Если $M - N =$ положительной величинѣ, то точка A лежитъ ниже F; при отрицательной — наоборотъ; а если $M - N$ = нулю, то точки одного уровня.



Черт. 3.

При нивеллированіи «изъ середины» не требуется непремѣнно между каждыми двумя послѣдовательными точками ставить инструментъ, напротивъ, для ускоренія работы, стараются изъ одной точки стоянія пронивеллировать возможно бо́льшее число точекъ, лишь бы рейки, на нихъ поставленныя, ясно были видны въ трубу и нивеллиръ стоялъ болѣе или менѣе по серединѣ, не много съ боку, дабы не мѣшать провѣшиванію линіи.

Первое время работъ, до надлежащаго ознакомленія съ нивеллиромъ, слѣдуетъ брать четыре показанія взгляда и всѣ четыре записывать въ книгу; только убѣдившись такимъ образомъ въ точности подсчетовъ и правильности нивеллировки, можно удовлетвориться одиночными показаніями. Четыре разныхъ взгляда берутъ: перекладываніемъ трубы въ цапфѣ на 180° и оборотомъ алидады на 180°, а также оборотомъ трубы не вынимая изъ цапфъ кругомъ визирной оси на 180 градусовъ. При взятіи средняго изъ этихъ четырехъ показаній ошибка, могущая послѣдовать отъ несовершенной вывѣрки и

нивеллировки уничтожается совершенно. Журналъ ведется такъ, что въ графѣ «взгляды» пишутся четыре заднія и четыре переднія показанія. Четыре взгляда берется только на связывающихъ точкахъ. Кромѣ того, для взглядовъ на промежуточныя точки и несвязывающіе пикеты имѣется особая графа. Образецъ журнала данъ ниже.

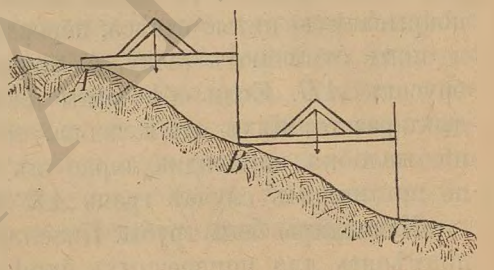
Подробное описаніе геодезическихъ инструментовъ не входитъ въ задачу этого руководства. Лучшее полное описаніе этихъ инструментовъ изложено въ геодезіи проф. Богуславскаго, въ коей тоже изложена въ общихъ чертахъ теорія желѣзнодорожныхъ изысканій, также въ Низ. Геодезіи А. Бика.

Дадимъ здѣсь мѣсто подробному описанію, а также практическимъ указаніямъ только тѣхъ инструментовъ, кои имѣютъ примѣненіе при желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ, а для нѣкоторыхъ изъ нихъ отведемъ мѣсто подробному описанію лишь существенныхъ ихъ частей *).

Плотничій ватерпасъ. Въ тѣхъ случаяхъ, когда разстояніе между нивеллируемыми точками не болѣе напр. 2-хъ сажепъ, можетъ быть употребленъ самый простѣйшій нивеллирный инструментъ, это—плотничій ватерпасъ. Онъ состоитъ изъ деревяннаго бруска AB, длиною немного болѣе или менѣе 2-хъ саж., въ серединѣ котораго, по паправленію перпендикулярному, придѣланъ меньшій брусокъ съ желобкомъ, подпертый двумя подкосами. Въ вершинѣ желобка прикрѣпляютъ отвѣсъ. Желобокъ проводится перпендикулярно къ нижней плоскости бруска AB. Такимъ образомъ, приподымая или опуская одинъ конецъ AB, можно достигнуть того, что нить отвѣса совершенно точно покроетъ желобокъ вертикальнаго бруска, т. е. направленіе желобка сдѣлается отвѣснымъ, а потому направленіе нижняго края бруска AB, какъ перпендикулярное къ направленію желобка, будетъ горизонтальное.

Употребленіе ватерпаса. Ватерпасъ употребляется слѣдующимъ образомъ: положивъ одинъ конецъ (черт. 4) горизонтальнаго бруска ватерпаса на верхнюю точку A, отмѣченную небольшимъ колышкомъ, вбитымъ вровень съ землею, подымаютъ другой конецъ до тѣхъ поръ, пока нить отвѣса не покроетъ желобокъ, тогда у поднятаго конца ватерпаса ставятъ рейку, по возможности, отвѣсно. У подошвы рейки забиваютъ вровень съ землею другой колышекъ, ставятъ на него рейку и во второй разъ съ возможной точностью приводятъ отвѣсъ ватерпаса по направленію желобка, приподымая или опуская горизонтальный конецъ ватерпаса, а по рейкѣ дѣлаютъ отсчетъ у нижней грани ватерпаса.

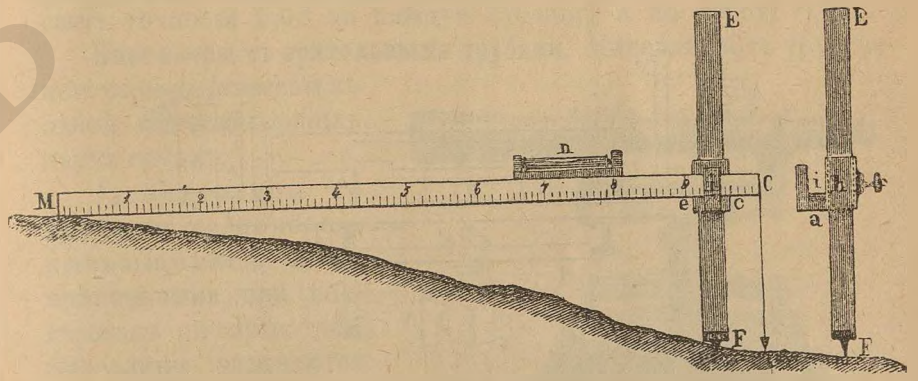
*) Инструменты менѣе точные употребляемые при рекогносцировкахъ описаны въ главѣ I, рекогносцировки.



Черт. 4.

Вмѣсто описаннаго ватерпаса, часто употребляютъ другую рейку, при чемъ на нее накладываютъ уровень, ось котораго должна быть параллельна своей нижней сторонѣ.

Для большаго удобства при производствѣ изысканій въ горахъ на рейкѣ дѣлаютъ маленькую подвижную рамку h съ



Черт. 5.

пластинкой a, на которую накладываютъ ватерпасъ, въ зазоръ i, съ другой же стороны рамки, противъ поверхности пластинки, имѣется указатель для опредѣленія отсчетовъ на рейкѣ. Рамка на рейкѣ закрѣпляется винтомъ s (черт. 5).

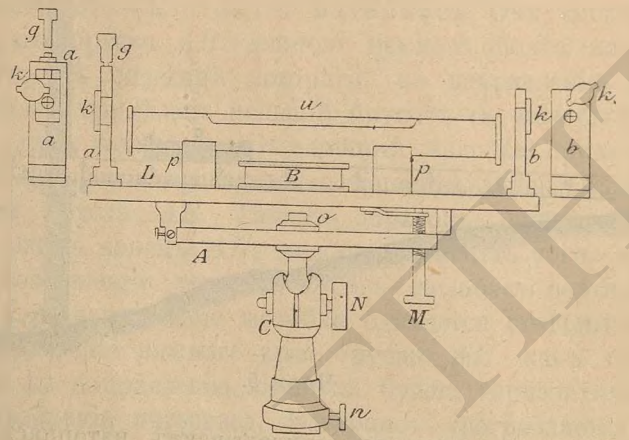
Иногда на ватерпасахъ, въ основаніи треугольника, придѣлываютъ шкалу, съ дѣленіями, соотвѣтствующими угламъ наклоненія нижняго края ватерпаса къ горизонту. При наклон-

номъ положеніи нижней грани ватерпаса, дѣленіе, покрываемое нитью отвѣса, указываетъ на величину угла наклоненія къ горизонту.

Повѣрка ватерпаса. Для повѣрки ватерпаса, его ставятъ на два кола, вбитыхъ въ землю, отмѣчаютъ на брускѣ AB точку, покрываемую нитью отвѣса, перекладываютъ ватерпасъ на 180°, и опять отмѣчаютъ точку, въ которой нить отвѣса пересѣкаетъ брусокъ AB. Если обѣ черты находятся въ совершенно равныхъ разстояніяхъ отъ желобка, то это укажетъ, что направленіе желобка перпендикулярно въ нижней грани бруска AB, въ противномъ случаѣ грань AB надо подстругать.

Нивеллиры безъ трубы. Нивеллиры безъ трубы можно смѣло примѣнять для поперечныхъ профилей и вообще скорыхъ нивеллировокъ на короткое разстояніе. Они сберегаютъ зрѣніе и ускоряютъ работу. Для желѣзнодорожныхъ изысканій могутъ быть примѣнимы, для поперечныхъ профилей, почему приводимъ описаніе нѣкоторыхъ изъ нихъ.

Нивеллиръ съ діоптрами. Нивеллиръ съ діоптрами (черт. 6) состоитъ изъ мѣдной линейки LB длиною отъ 1 до $1^1/_2$ фу-



Черт. 6.

товъ, на серединѣ которой помѣщенъ уровень въ оправѣ, скрѣпленной съ нею; на концахъ линейки LB утверждены діоптры; каждый діоптръ имѣетъ по горизонтальному волоску и по маленькому круглому отверстію. Подъ линейкой находится 2-я линейка AO, скрѣпленная съ LB посредствомъ

шарнира A и винта M. Нивеллиръ насаживается на штативъ и закрѣпляется на немъ зажимательнымъ винтомъ. Приводится пузырекъ на середину горизонтальными подъемными винтами. Ось уровня должна быть перпендикулярна оси вращенія. Исправленія въ этомъ отношеніи производятся винтомъ M. Визирная ось, т. е. линія, проходящая чрезъ круглое отверстіе одного діоптра и чрезъ горизонтальный волосокъ другого діоптра или чрезъ оба горизонтальные волоска, должна быть параллельна оси уровня. Если этого нѣтъ, то исправленіе производится винтомъ g, находящимся подъ однимъ изъ діоптровъ. Этотъ нивеллиръ можетъ быть употребляемъ при рекогносцировкѣ и вообще для снятія поперечныхъ профилей, на короткое разстояніе.

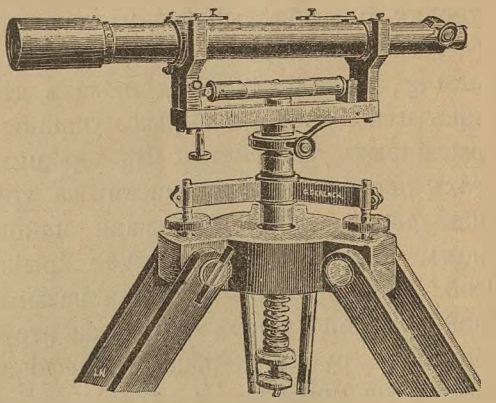
Во-вторыхъ, линія визированія должна быть параллельна оси уровня. Показанія на рейкѣ при поворотѣ алидады на 180° должны быть одинаковы; въ противномъ случаѣ ошибка исправляется винтомъ приподымая или опуская уровень на половину разницы показанія.

Ошибка въ нивеллировкѣ нивеллирами съ діоптрами достигаетъ точности 0,01 на каждую стоянку, а на версту 0,05.

Нивеллиры съ зрительными трубами. Нивеллиры съ трубами могутъ быть отнесены къ одной изъ слѣдующихъ двухъ группъ:

1) нивеллиры съ трубами не перекладывающимися, а закрѣпленными при подставкахъ на-глухо; такіе нивеллиры называются глухими:

2) нивеллиры съ трубами перекладными. Черт. 7.



Черт. 7.

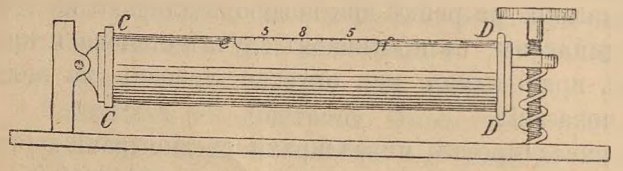
Для желѣзнодорожныхъ изысканій необходимы нивеллиры съ перекладными трубами съ уровнемъ прикрѣпленномъ на брускѣ подъ трубой.

Составныя части нивеллировъ, хорошо всѣмъ изыскателямъ извѣстны,—слѣдующія: труба, колѣно трубы, въ которомъ помѣ-

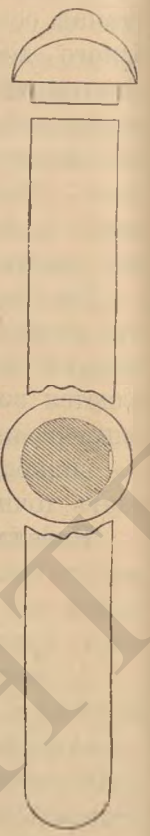
ОТТИСК

щена сѣтка, окуляръ, утолщенія трубы, называемыя цапфами, коими труба кладется въ обоймицы, или лагери; повѣрительные винты, коими центръ сѣтки можетъ быть приподнятъ или опущенъ; уровень, повѣрительные винты уровня; повѣрительный винтъ, коимъ одинъ конецъ трубы можетъ быть поднятъ или опущенъ; брусокъ, на которомъ покоятся обоймицы; замки, коими труба закрѣпляется въ обоймицахъ; подъемные винты; винты для большаго или меньшаго ослабленія подъемныхъ винтовъ; зажимательный и микрометренный винтъ; винтъ для выдвиганія сѣточнаго колѣна трубы.

Уровень состоитъ изъ стеклянной трубки, наполненный эфиромъ съ небольшимъ безвоздушнымъ пространствомъ, образующимъ пузырекъ уровня. Его обдѣлываютъ мѣдною оправою *CCDD* (черт. 8), имѣющею сверху продолговатое отверстіе *ef*, позволяющее видѣть какъ дѣленія трубки, такъ и положеніе пузырька. Оправы эти дѣлаются различныхъ устройствъ. Въ хорошихъ инструментахъ послѣдняго времени трубка уровня состоитъ изъ двухъ частей: большая наполняется эфиромъ, а меньшая, служащая крышкой для первой, наполнена воздухомъ и называется воздушной камерой (черт. 9). Стѣнки этой камеры, входящія внутрь большой трубки, хорошо отшлифованы, такъ что эфиръ выливаться не можетъ. Въ стѣнкѣ, отдѣляющей камеру отъ цилиндрика, входящаго въ трубку уровня, сдѣлано малое отверстіе. Вслѣдствіе такого приспособленія, можно по произволу увеличивать или уменьшать воздушный пузырекъ уровня,—что имѣетъ значеніе при большихъ жарахъ и холодахъ, когда, въ первомъ случаѣ, воздушный пузырекъ дѣлается очень длиннымъ. Для



Черт. 8.


Черт. 9.

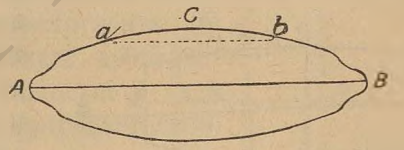
уменьшенія пузырька уровень надо наклонить воздушной камерой вверхъ; а для увеличенія его надо уровень наклонить воздушной камерой внизъ.

Иногда употребляютъ круглые уровни, какъ показано на черт. 10.

Стеклянную трубку уровня можно разсматривать, какъ тѣло вращенія; ось этого тѣла вращенія называется осью уровня.

Условіе необходимое для горизонтальности оси уровня. Пузырекъ уровня, будучи легче жидкости, стремится занять самое высшее мѣсто сосуда; при наклоненіи уровня, пузырекъ стремится къ приподнятому концу трубки. Когда средина пузырька совпадаетъ съ срединою стеклянной трубки, — ось уровня параллельна свободной поверхности эфира, заключеннаго въ трубкѣ уровня. Докажемъ это: по условію имѣемъ (черт. 11):


Черт. 10.



Черт. 11.

$$AC = CB \ldots (1) \quad \text{и} \quad aC = Cb \ldots (2)$$

Вычтя второе равенство изъ перваго, найдемъ

$$Aa = Bb$$

а такъ какъ дуги, заключенныя между хордами, равны, когда хорды параллельны, то, слѣдовательно, ось уровня горизонтальна, когда средина воздушнаго пузырька совпадаетъ съ срединой трубки.

Уголъ, составленный осью уровня съ горизонтомъ, измѣряется разстояніемъ отъ середины трубки до середины пузырька, т. е. дугой соотвѣтственнаго центральнаго угла.

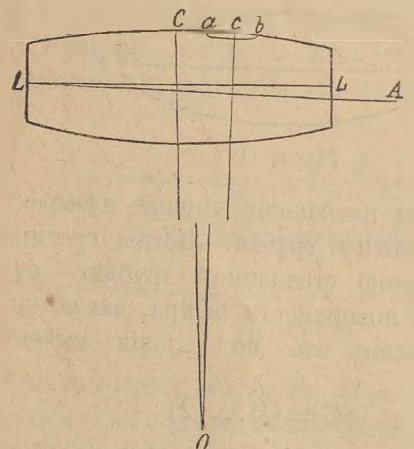
Угловая величина одного дѣленія уровня называется цѣной уровня или чувствительностью и чѣмъ она меньше, тѣмъ уровень чувствительнѣе и лучше черт. 12.

Если пузырекъ уровня занимаетъ десять дѣленій, то при уклонѣ, когда одинъ конецъ пузырька показываетъ восемь дѣленій, другой показываетъ два (дополненіе до 10-ти).

ОНТБСОРАН

Это означаетъ, что средина пузырька отошла отъ средины уровня на $\frac{8-2}{2}$, т. е. на три дѣленія; т. е. когда концы пузырька уровня находятся по обѣ стороны середины трубки, то разстояніе середины пузырька до середины трубки равно полуразности разстояній концовъ пузырька до середины трубки.

Цѣну уровня надлежитъ опредѣлить заранѣе, передъ нивеллировкой. Ее легко опредѣлить при помощи рейки, установленной на опредѣленномъ разстояніи A, а именно, взявъ два показанія ея: одно при горизонтальномъ положеніи уровня, другое при сходѣ пузырька на одно дѣленіе. Цѣна получится тригонометрически по тангесу $= \frac{D}{A}$, гдѣ D — разстояніе до рейки.



Черт. 12.

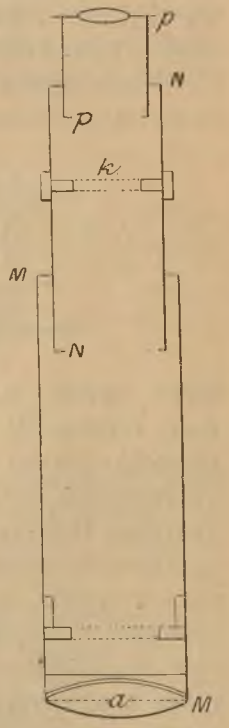
Для большей успѣшности и точности въ нивеллировкѣ лучше имѣть уровень излишне чувствительный чѣмъ недостаточно.

Отъ цилиндрическаго уровня, во 1-хъ, перестанавливаемаго на плоскости инструмента требуется, чтобы ось его была параллельна нижней плоскости его подставки;

во 2-хъ) отъ цилиндрическаго уровня, закрѣпляемаго при инструментѣ, требуется, чтобы ось его была перпендикулярна къ вертикальной оси вращенія инструмента. Для повѣрки этого условія приводятъ подъемными винтами инструмента пузырекъ уровня на средину; при этомъ дѣйствуютъ или однимъ подъемнымъ винтомъ, если ось уровня расположена по его направленію, или же дѣйствуютъ двумя подъемными винтами, вращая ихъ въ стороны противоположныя, если инструментъ повернутъ такъ, что ось уровня стоитъ параллельно къ линіи, соединяющей два подъемныхъ винта. Затѣмъ поворачиваютъ инструментъ около его вертикальной оси по возможности точнѣе на 180°. Если послѣ этого средина пузырька будетъ опять

совпадать съ срединою трубки, то условіе выполнено; въ противномъ случаѣ исправительнымъ винтомъ при уровнѣ передвигаютъ средину пузырька на половину дуги уклоненія и, приведя вновь (подъемнымъ винтомъ) пузырекъ уровня на средину трубки, повторяютъ повѣрку до тѣхъ поръ, пока средина пузырька не будетъ совмѣщаться съ срединою трубки;

въ 3-хъ) отъ круглаго уровня, ставимаго на плоскость инструмента или закрѣпляемаго при немъ, требуется, чтобы ось его была перпендикулярна къ плоскости, на которой онъ по мѣщается. Если уровень переставляется на плоскости инструмента, то повѣрка его производится такъ: прочерчиваютъ предварительно на плоскости двѣ линіи: одну по направленію (приблизительно) срединъ шляпокъ двухъ подъемныхъ винтовъ, и другую къ ней перпендикулярную. Ставятъ уровень на плоскость такъ, чтобы два исправительные винта его размѣстились по одной изъ этихъ линій, а третій по линіи перпендикулярной. Дѣйствуя всѣми тремя винтами приводятъ пузырекъ на средину крышки; переставляютъ уровень на плоскости и даютъ ему противоположное положеніе. Если послѣ этого средина пузырька опять совмѣщается съ срединою стеклянной крышки, то условіе выполнено; при несоблюденіи его исправленіе производится на половину погрѣшности, при чемъ пузырекъ передвигается на половину дуги отклоненія. Если уровень не имѣетъ исправительнаго винта, то исправленіе производится механикомъ, который долженъ сточить нижнюю плоскость мѣднаго круга подставки такъ, чтобы условіе выполнялось.



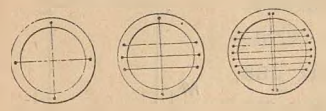
Черт. 13.

Зрительная труба. Трубы геодезическихъ инструментовъ дѣлаются всегда изъ трехъ мѣдныхъ цилиндровъ, или колѣнъ, одно въ другое входящихъ (черт. 13). Въ большомъ колѣнѣ MM помѣщается двояко-выпуклое стекло a, которымъ обыкновенно обращаютъ трубу къ предмету, откуда и названіе его пред-

метное стекло, или объективъ. Второй цилиндръ *NN* свободно передвигается въ первомъ *MM* посредствомъ винта и зубчатой полоски, называемой кремольерой.

Во второй цилиндръ входитъ третій небольшой цилиндрикъ *PP*, выдвигающійся и вдвигающійся въ *NN*, съ однимъ или двумя двояко-выпуклыми стеклами. Это собственно лупа, или простой микроскопъ, посредствомъ котораго увеличивается изображеніе предметовъ, получаемыхъ въ трубѣ чрезъ объективъ. Цилиндръ этотъ, по цѣли, съ какою онъ устраивается въ трубахъ, обращается всегда къ глазу наблюдателя и называется глазнымъ стекломъ, или окуляромъ.

Такая труба называется астрономическою въ отличіе отъ земной, устраиваемой изъ большого числа стеколъ, обыкновенно изъ 5-ти. Въ первой предметы представляются въ обратномъ видѣ, а во 2-й—въ прямомъ.

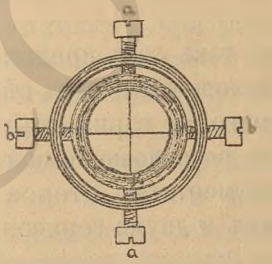


Черт. 14.

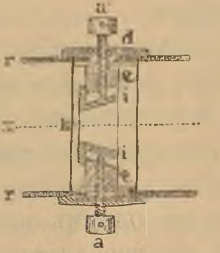
Между объективомъ и окуляромъ, въ среднемъ колѣнѣ трубы *NN*, помѣщается мѣдное кольцо съ сѣткою изъ двухъ перекрестныхъ нитей, или волосковъ горизонтальнаго и вертикальнаго. Колѣно *NN* называется сѣточнымъ колѣномъ. Для удерживанія кольца въ трубѣ и исправленія положенія сѣтки, въ утолщенную часть колѣна *NN* ввинчиваются два или четыре винтика. Иногда сѣтка вырѣзывается на стеклѣ,—что гораздо практичнѣе нитей или волосковъ, — которые при чисткѣ стеколъ и трубы, а также и при переноскѣ, легко могутъ быть порваны, а, вслѣдствіе гигроскопическаго своего свойства, могутъ искривиться. Весьма часто употребляется также сѣтка съ тремя горизонтальными и одной вертикальной нитью. Средняя горизонтальная нить отстоитъ тогда отъ крайнихъ на равныхъ разстояніяхъ. Черт. 14.

Пересѣченіе нитей, т. е. центръ сѣтки, совпадаетъ съ главной осью или визирной линіей.

Если сѣтка устроена изъ паутины, то она очень часто рвется или же коробится, такъ что вмѣсто прямыхъ линій она пріобрѣтаетъ видъ искривленныхъ линій. Если приходится работать вдали отъ городовъ, гдѣ не всегда имѣются оптики, то исправленіе сѣтки необходимо умѣть дѣлать самому нивеллировщику помощью паутинновой нити. Для этого надо найти паутинное гнѣздо и вечеромъ, когда паукъ начнетъ спускаться на паутинѣ, перехватываютъ ее на одну изъ ножекъ циркуля, навиваютъ нить на раскрытыя ножки и прикрѣпляютъ паутиновую нить къ ножкамъ циркуля воскомъ. Затѣмъ дышать на нить и, по мѣрѣ ея удлиненія, раскрываютъ ножки циркуля все больше и больше, пока паутина не получитъ наибольшаго натяженія. Положивъ сѣточное кольцо на столъ, вверхъ узкимъ отверстіемъ, ставятъ надъ нимъ ножки циркуля такъ, чтобы направленіе нитей было противъ тонкаго нарѣза кольца и укрѣпляютъ ножки циркуля въ доску; затѣмъ при помощи булавки вправляютъ одну нить въ нарѣзъ, сдѣланный въ сѣточномъ кольцѣ. Затѣмъ



Черт. 15.



Черт. 16.

на кольцо капаютъ сургучомъ въ мѣстахъ расположеніи нити; когда сургучь закрѣпнетъ, и нить окажется прикрѣпленною къ кольцу, тогда обрѣзаютъ концы этой нити. Сургучъ лучше замѣнить воскомъ.

На чертежѣ 15 представленъ продольный разрѣзъ сѣточнаго кольца, въ мѣстѣ расположенія сѣтки. Кольцо это (*ii*), имѣющее въ разрѣзѣ форму усѣченнаго конуса, черт. 16, удерживается въ оправѣ при помощи четырехъ винтовъ (*a*, *a'* *b*, *b'*), проходящихъ свободно чрезъ овальныя дыры оправы (*r*, *r*) трубы и ввинчиваемыхъ въ кольца *d* и *e*, скрѣпленныхъ съ оправой винтомъ *c*. Винтики *a* и *a'*, удерживающіе сѣточное кольцо, имѣютъ круглыя отверстія для вкладыванія въ нихъ небольшого аншпуга или простой иголки которымъ эти винтики можно ослаблять или закрѣплять, и такимъ образомъ перемѣщать всю сѣтку въ кольцѣ *e*.

Сѣтку можно перемѣщать вдоль оптической оси трубы; для

этого надо сначала ослабить винтъ *c* и затѣмъ рукою передвинуть кольцо *d*. Такого рода передвиженіе можетъ понадобиться въ томъ случаѣ, когда сѣтку надо поставить въ фокусѣ окуляра, окуляръ же не выдвигается, или если наблюдатель, вдвинувъ окуляръ, все-таки не видитъ сѣтки, вслѣдствіе близорукости. Подобное устройство сѣтки, при которомъ она можетъ быть передвигаема вдоль оси трубы, не необходимо; имѣются устройства трубы, при которыхъ сѣточное кольцо не можетъ передвигаться вдоль оси.

Нити сѣтки натягиваются съ узкой стороны кольца *ii*. Сѣтки дѣлаются обыкновенно изъ паутинныхъ нитей, иногда изъ тончайшей платиновой проволоки, или же въ кольцо *ii* вставляютъ плоское стекло съ нарѣзанными на немъ тончайшими чертами.

Нити должны быть расположены такъ какъ представлено на чертежѣ. Въ 1-омъ изъ этихъ расположеній центръ сѣтки опредѣляется пересѣченіемъ вертикальнаго и горизонтальнаго волосковъ, это самое употребительное расположеніе волосковъ въ обыкновенныхъ угломѣрныхъ инструментахъ. Второе и третье положеніе, съ однимъ вертикальнымъ и двумя горизонтальными волосками, употребляется въ тѣхъ случаяхъ, когда труба геодезическаго инструмента служитъ дальномѣромъ.

Въ зрительной трубѣ прямая линія, соединяющая центры оптическихъ стеколъ, называется *главною осью трубы*.

Пересѣченіе нитей, или *центръ сѣтки*, долженъ совпадать съ *главною осью*, и тогда главная ось называется также *оптическою осью*, *калимаціонною*, или *визирною линіей*.

Испытаніе трубы. Чтобы узнать, хороша ли зрительная труба геодезическаго инструмента, устанавливаютъ надлежащимъ образомъ окуляръ и сѣточное колѣно и смотрятъ въ трубу на отдаленный предметъ и, если онъ представляется ясно очерченнымъ, то труба считается хорошей.

При покупкѣ трубу испытываютъ, для чего ставятъ отъ трубы на разстояніи 25 — 40 саженъ доску окрашенную въ бѣлую краску, на которой черною краскою нарисовано нѣсколько правильныхъ фигуръ, квадратовъ и круговъ разной величины отъ $^1/_2$ до $1^1/_2$ дюйма въ діаметрѣ (черт. 17); если фигуры покажутся въ трубу правильными, рѣзко очерченными то труба хороша. Въ трубѣ дурнаго качества фигуры эти покажутся или искаженными или сѣрыми, очерченными не рѣзко, съ каймой красной, желтой и зеленой.

Проф. Богуславскій говоритъ въ своей геодезіи: для опредѣленія апланатичности трубы, на объективъ надѣваютъ попеременно два мѣдныхъ колпака: одинъ съ центральнымъ отверстіемъ въ діаметрѣ около $^1/_2$ дюйма, другой съ кольцеобразнымъ отверстіемъ; потомъ наводятъ трубу на хорошо видимый предметъ, и если онъ покажется одинаково отчетливымъ, какъ при одномъ, такъ и при другомъ колпакѣ, то труба апланатична, т. е. не имѣетъ сферической аберраціи. Если же предметъ покажется не одинаково отчетливымъ, при разныхъ объективныхъ колпакахъ и дѣлается одинаково отчетливымъ лишь въ томъ случаѣ, когда окуляръ будетъ вдвинутъ, то трубу нельзя считать вполнѣ апланатичною.



Черт. 17.

Параллаксъ нитей трубы. Перемѣщая глазъ передъ окуляромъ немного вправо и влѣво или вверхъ и внизъ, наблюдаютъ — покрываетъ ли пересѣченіе нитей все одну и ту же точку предмета. Если, съ передвиженіемъ глаза, пересѣченіе нитей будетъ казаться движущимся, то это явленіе, называемое *параллаксомъ нитей*, покажетъ, что изображеніе предмета и сѣтки еще не находятся въ одной и той же плоскости.

Установка трубы геодезическихъ инструментовъ. Передъ употребленіемъ трубы, для визированія на предметы, необходимо: 1) окуляръ вдвинуть или выдвинуть изъ сѣточнаго колѣна такъ, чтобы сѣтка была ясно видна и нити казались черными, рѣзкими чертами, т. е. чтобы сѣтка совпадала съ фокусомъ окуляра и 2) уничтожить параллаксъ нитей передвиженіемъ сѣточнаго колѣна, т. е. поставить сѣтку въ фокусѣ объектива или въ совпаденіе съ изображеніемъ предмета.

При употребленіи обыкновенныхъ трубъ, эти два условія выполняются очень легко. Но для болѣе сложныхъ трубъ, съ нитями сѣтки чрезвычайно тонкими, приходится дѣйствовать ощупью. Тутъ приходится нѣсколько разъ передвигать то окуляръ, то сѣточное колѣно. Напримѣръ, сѣтка видна хорошо— выдвигаете сѣточное колѣно, пока предметъ не дѣлается яснымъ; но въ это время сѣтка окажется менѣе ясной, или даже совер-

шенно невидной. Тогда надо трубку направить на небо, или на бѣлую бумагу, помѣщенную предъ объективомъ на двойномъ или тройномъ фокусномъ разстояніи его, и установить окуляръ такъ, чтобы нити представлялись черными чертами, а затѣмъ навести трубу на визируемый предметъ и передвинуть сѣточное колѣно, до яснаго видѣнія предмета.

Повѣрки и поправки нивеллировъ.

А. Нивеллира съ перекладною трубою и уровнемъ, прикрѣпленнымъ къ обоймицамъ, чаще всего употребляемымъ.

1) Центръ сѣтки долженъ лежать на оптической оси.

Повѣрку эту надо дѣлать слѣдующимъ образомъ:

Визируемъ на отвѣсную рейку и читаемъ показаніе горизонтальнаго волоска. Поворачиваемъ трубу около ея геометрической оси на 180°; если получимъ иное показаніе, чѣмъ при первомъ визированіи, то вывинчиваемъ одинъ изъ винтиковъ при сѣткѣ и ввинчиваемъ другой до тѣхъ поръ, пока горизонтальный волосокъ не покроетъ рейки на показаніи среднемъ между прочтенными въ 1-й и 2-й разъ. Повѣрку слѣдуетъ повторить нѣсколько разъ:

2) Ось уровня должна быть параллельна плоскости лимба.

Повѣрку эту надо дѣлать слѣдующимъ образомъ.

Ставимъ уровень по направленію двухъ подъемныхъ винтовъ и дѣйствуя ими приводимъ пузырекъ уровня на средину трубки; затѣмъ поворачиваемъ уровень по 3-му винту и также приводимъ пузырекъ въ точности на середину. Потомъ поворачиваемъ весь инструментъ на 180°. Если послѣ этого пузырекъ отойдетъ отъ середины трубки, то половину ошибки исправляемъ, дѣйствуя винтомъ при уровнѣ, до тѣхъ поръ, пока пузырекъ не приблизится къ серединѣ трубки на половину своего отклоненія отъ этой середины, а другую половину ошибки тѣмъ, что приводимъ пузырекъ въ точности на середину трубки, дѣйствуя подъемнымъ винтомъ. При нивеллировкѣ не допускается неточность уровня.

3) Ось уровня, а тѣмъ самымъ плоскость алидады должна быть параллельна оси трубы.

Повѣрку эту дѣлаютъ слѣдующимъ образомъ:

Визируемъ на отвѣсную рейку, замѣчаемъ показаніе горизонтальнаго волоска, вынимаемъ трубу изъ обоймицъ и перекладываемъ ее въ нихъ. Если, послѣ поворота инструмента на 180°, увидимъ иное, чѣмъ при первомъ визированіи, показаніе, то дѣйствуемъ винтомъ при цапфѣ трубы до тѣхъ поръ, пока горизонтальный волосокъ не займетъ средняго положенія между двумя чтеніями, сдѣланными по рейкѣ. Уровень долженъ быть при этомъ достаточно чувствителенъ.

4) Цапфы трубы должны представлять точный цилиндръ.

Поступая согласно повѣркѣ VI пантометра, найдемъ, что въ случаѣ $(+)\ k$, необходимо поднять трубу пока не увидимъ показанія $h + k$; въ случаѣ же $(-)\ k$, необходимо опустить трубу, пока не увидимъ показанія $h - k$. Опусканіе и поднятіе дѣлается винтомъ при цапфѣ трубы. Но такъ какъ въ данномъ случаѣ не будетъ имѣть мѣсто условіе, требуемое повѣркою 2, то для того, чтобы не смотря на это результатъ былъ вѣренъ, нельзя, разъ сдѣлавши повѣрку 4, перекладывать трубы. На одномъ концѣ трубы и ея цапфѣ дѣлается мѣтка, чтобы трубу класть всегда въ одномъ положеніи.

Такіе инструменты, дѣлая невозможнымъ перекладываніе трубы, должны при покупкѣ браковаться.

В. Нивеллира съ перекладною трубою и уровнемъ, прикрѣпленнымъ къ трубѣ.

1) Ось уровня и геометрическая ось трубы должны лежать въ одной плоскости.

Повѣрку эту надо дѣлать слѣдующимъ образомъ:

Приводимъ пузырекъ уровня на середину и, не вынимая трубы изъ обоймицъ, вращаемъ ее то въ одну, то въ другую сторону; если пузырекъ будетъ при этомъ отклоняться, то оказавшуюся погрѣшность слѣдуетъ исправить боковыми винтиками у шарнира уровня на половину отклоненія и повторить нѣсколько разъ эту повѣрку.

2) Центръ сѣтки долженъ лежать на оптической оси.

Повѣрку дѣлаютъ какъ подъ лит. А. 1.

3) Ось уровня должна быть параллельна плоскости лимба.

ОТПЕЧАТАН

Повѣрку надо дѣлать какъ подъ лит. А. 2.

4) Ось уровня должна быть паралельна оси трубы.

Повѣрку эту надо дѣлать слѣдующимъ образомъ:

Вынимаемъ трубу изъ обоймицъ и перекладываемъ въ нихъ. Если пузырекъ отойдетъ при этомъ отъ середины уровня, то исправленіе дѣлается винтомъ при уровнѣ на половину отклоненія.

5) Цапфы трубы должны представлять точный цилиндръ.

Повѣрку дѣлаютъ какъ въ нивеллирѣ подъ лит. А. 4.

C. Нивеллиръ съ перекладною трубою и перекладнымъ уровнемъ на трубѣ.

1) Центръ сѣтки долженъ лежать на оптической оси.

Повѣрку надо дѣлать какъ подъ лит. А. 1.

2) Ось уровня должна быть параллельна плоскости лимба.

Повѣрку надо дѣлать какъ въ нивеллиры подъ лит. А. 2.

3) Ось уровня должна быть параллельна оси трубы.

Повѣрку эту дѣлаютъ слѣдующимъ образомъ.

Если, послѣ установки въ горизонтальное положеніе по двумъ винтамъ и его переложеніи на 180°, пузырекъ уровня отклонится, то исправленіе производится винтомъ при уровнѣ на половину отклоненія. Приведя подъемными винтами пузырекъ въ точности на средину повторяемъ повѣрку.

4) Цапфы должны представлять точный цилиндръ.

Повѣрку надо дѣлать слѣдующимъ образомъ:

Вращаемъ медленно трубу въ обоймицахъ на 360°. Если пузырекъ уровня при этомъ отклонится, то инструментъ слѣдуетъ отдать на исправленіе механику.

D. Глухой нивеллиръ съ уровнемъ, прикрѣпленнымъ къ обоймицѣ.

1) Ось уровня должна быть параллельна плоскости лимба.

Повѣрку дѣлаютъ какъ въ нивеллиры подъ лит. А. 2.

2) Цапфы должны представлять точный цилиндръ.

Повѣрку эту дѣлаютъ какъ подъ лит. А. 4.

E. Глухой нивеллиръ съ уровнемъ, прикрѣпленнымъ къ трубѣ.

1) Цапфы трубы должны представлять точный цилиндръ.

Повѣрка какъ подъ лит. А. 4, но исправленіе производится винтомъ при уровнѣ.

2) Ось уровня должна быть параллельна плоскости лимба.

Повѣрку дѣлаютъ какъ подъ лит. А. 2, но исправленіе производится винтомъ при цапфѣ.

Независимо отъ выше перечисленныхъ повѣрокъ:

Во 1-хъ, уровень, параллельный трубѣ, долженъ имѣть чувствительность достаточную и не излишнюю; другими словами, чувствительность уровня должна соотвѣтствовать силѣ зрѣнія трубы. Для повѣрки условія ставятъ рейку въ разстояніи 20—30 саженей отъ инструмента, приводятъ пузырекъ уровня на средину трубки и дѣлаютъ отсчетъ по рейкѣ. Послѣ этого нѣсколькими оборотами подъемнаго винта выводятъ пузырекъ уровня со средины и, несмотря въ трубу, снова устанавливаютъ его тѣмъ же винтомъ на прежнее мѣсто. Если послѣ вторичнаго приведенія пузырька на средину отсчетъ будетъ тотъ-же, то уровень достаточно, а можетъ быть даже и излишне, — чувствителенъ. Чтобы обнаружить излишнюю чувствительность, устанавливаютъ горизонтальную нить сѣтки на какой нибудь штрихъ рейки и замѣчаютъ положеніе пузырька: затѣмъ подъемнымъ винтомъ выводятъ нить со штриха и снова, наведя на тотъ же штрихъ, замѣчаютъ положеніе пузырька уровня. Если онъ занимаетъ прежнее положеніе, то уровень не имѣетъ излишней чувствительности. Уровень съ недостаточною или излишнею чувствительностью долженъ быть замѣненъ другимъ.

По отношенію къ точности работы лучше имѣть уровень съ небольшою излишнею чувствительностью, чѣмъ недостаточною.

Во 2-хъ, одна изъ нитей сѣтки трубы должна быть горизонтальна. Приводятъ инструментъ въ горизонтальное положеніе, ставятъ трубу по направленію двухъ подъемныхъ винтовъ, и на рейкѣ, стоящей по направленію трубы, замѣчаютъ точку, покрываемую изслѣдуемою нитью сѣтки, двигая трубу немного вправо и влѣво. Если замѣченная точка не будетъ сходить

© ГПБ РАН

при этомъ съ нити, то нить горизонтальна. Оказавшуюся невѣрность уничтожаютъ наклоненіемъ трубы боковыми подъемными винтами. Послѣ этого, дѣйствуя исправительными винтами, приводятъ пузырекъ поперечнаго уровня на средину. Это условіе нужно для того, чтобы визировать на рейку не пересѣченіемъ нитей, а одною горизонтальною нитью, что ускоряетъ работу. Вмѣстѣ съ тѣмъ это даетъ возможность исправлять невертикальную постановку рейки.

Въ 3-хъ, труба не должна быть конична. Въ случаѣ невозможности исправленія этой неточности, каковая допускается до 0,002, на одномъ концѣ трубы и ея цапфѣ дѣлается мѣтка, чтобы трубу класть всегда въ одномъ положеніи.

Произведя согласно вышеизложеннаго всѣ поправки можно приступить къ нивеллировкѣ, для чего прежде всего надо умѣть скоро и ловко устанавливать нивеллиръ. — Здѣсь требуется навыкъ. Эту установку лучше всего производить слѣдующимъ образомъ: прежде всего надо его поставить на скорую руку, болѣе или менѣе горизонтально безъ помощи винтовъ; затѣмъ, укрѣпивъ винты у треножника, ставятъ трубу по двумъ подъемнымъ винтамъ и дѣйствуя этими винтами сразу обѣими руками къ себѣ или отъ себя, т. е. во внутрь или наружу, приводятъ пузырекъ уровня на середину. Послѣ этого ставятъ трубу по третьему винту и при его помощи опять приводятъ пузырекъ на середину. Затѣмъ вновь ставятъ трубу по двумъ прежнимъ винтамъ и въ случаѣ схода, дѣйствуя ими на сколько возможно, одновременно во внутрь или наружу, приводятъ снова на середину. Если дѣйствовать одновременно, то при поворотѣ трубы на 90°, т. е. по прежнему третьему винту уровень не долженъ сойти; во всякомъ случаѣ не много придется подвинтить третьимъ винтомъ. Послѣ этого нивеллиръ долженъ уже стоять надлежаще и при поворотѣ трубы кругомъ уровень нисколько не долженъ сходить съ мѣста. Въ случаѣ нѣкотораго замиранія уровня, т. е. временной потери чувствительности, самымъ легкимъ горизонтальнымъ постукиваніемъ однимъ пальцемъ въ лимбъ можно оживить его и, въ случаѣ схода, пузырька провѣрить и исправить.

Зажимнаго винта не слѣдуетъ употреблять; и безъ него, т. е. безъ помощи микрометреннаго винта, легко навести трубу на рейку.

При снятіи съ мѣста нивеллира надо слѣдить, чтобы рабочій отпустилъ свободно всѣ три винта при ножкахъ.

При перевозкѣ винты у ножекъ нивеллира должны быть крѣпко завинчены, а еще лучше если завернуть ихъ, такъ какъ отъ сотрясенія винты развинчиваются и теряются.

Трубу слѣдуетъ снимать и на ходу держать въ рукахъ, а въ дождливое время прикрывать чахломъ, а нивеллировать подъ зонтикомъ.

Въ солнечное время и особенно при закатѣ солнца, необходимо надѣвать на трубу, имѣющійся всегда при инструментѣ въ ящикѣ жестяной колпачокъ, такъ называемый зонтикъ.

Реечники должны всегда, даже и въ тихую погоду слегка покачивать вдоль линіи рейкой, дабы она прошла черезъ отвѣсное положеніе и въ этотъ моментъ нивеллировщикъ, слѣдя въ трубу, долженъ схватить самое меньшее показаніе; оно и будетъ дѣйствительно вѣрное. Отвѣсъ при рейкахъ не достигаетъ цѣли, такъ какъ на практикѣ прежде всего вѣтеръ мѣшаетъ надлежащей его установкѣ. При нивеллировкѣ, если только мѣстность позволяетъ, надо нивеллировать со сложенными рейками, такъ какъ высокія показанія менѣе точны. Длину реекъ, а въ особенности реечныхъ лентъ передъ отъѣздомъ на изысканія надо провѣрять помощью металлической рулетки, сравнивая ихъ съ нормальной мѣрой.

Промежуточныя точки, но ни въ какомъ случаѣ не связочныя, разрѣшается брать съ топора или подымая рейку.

Успѣхъ работы по выбору направленія линіи опредѣляется скоростью производства нивеллировки, потому что только нивеллировка даетъ ясныя указанія на то, удачно ли избрано направленіе. Ни одна изъ техническихъ работъ по изысканіямъ не требуетъ такого навыка въ обращеніи съ инструментомъ, какъ нивеллированіе. Однообразіе этой работы скоро утомляетъ вниманіе неопытнаго работника, которому начинаетъ казаться, что инструментъ не вывѣренъ, онъ начинаетъ вывѣрять его точнѣе, и если съ большимъ трудомъ и добьется его вѣрной установки, то на смѣну является сомнѣніе въ правильности чтенія показаній рейки, въ правильности записей, и является состояніе неувѣренности въ себѣ, знакомое всѣмъ начинающимъ работать съ нивеллиромъ.

Слѣдуетъ замѣтить, что всегда выгоднѣе употреблять

инструментъ, приспособленый только для нивеллировки, какъ относительно быстроты работы, такъ и относительно прочности инструмента. Между тѣмъ, къ нивеллиру иногда присоединяютъ градусныя дѣленія и буссоль. Указанія магнитной стрѣлки при изысканіяхъ, несомнѣнно, весьма цѣнны, но для этого служитъ стрѣлка угломѣрныхъ инструментовъ. Когда буссоль соединена съ нивеллиромъ, то это прежде всего заставляетъ подъемные винты дѣлать мѣдными, а они при работѣ быстро стираются, и установка такого нивеллира становится затруднительной. Устройство волосковъ въ нивеллирѣ должно быть самое простое. т. е. двѣ нормально пересѣкающіяся нити, а при дальномѣрной трубѣ,—три горизонтальныя и одна вертикальная. Введеніе лишней нити требуетъ лишней затраты вниманія, а при такой однообразной работѣ, какъ нивеллировка, надо устранять все, что ведетъ къ непроизводительному утомленію. Устройство сѣтокъ нами описано выше. Наибольшая точность работы съ нивеллиромъ получается тогда, когда работа дѣлается почти механически, съ возможно меньшей затратой вниманія, что достигается каждымъ имѣвшимъ случай пронивеллировать нѣсколько сотенъ верстъ.

Рейки. Устройство реекъ разнообразно. Подробное ихъ описаніе можно найти въ каждой геодезіи.

Рейки, употребляемыя для нивеллировки, могутъ быть французскія или англійскія.

Французская рейка состоитъ изъ двухъ односаженныхъ кусковъ, шириною отъ 3-хъ до 4-хъ вершковъ, довольно широка, дѣленія обозначены крупными цифрами, которыя хорошо видны въ трубу нивеллира на разстояніи отъ 200 до 300 саженей и при томъ стоитъ дешево. Неудобства ее: слишкомъ тяжела и при сильномъ вѣтрѣ, по причинѣ большей плоскости, трудно ее держать вертикально.

Англійская рейка двухсаженная, состоитъ изъ трехъ частей, которыя входятъ одна въ другую; несравненно легче первой и уже, такъ что, во время самаго сильнаго вѣтра, можно ее держать довольно свободно въ требуемомъ вертикальномъ положеніи; цѣна ея втрое дороже французской. Англійскія рейки бываютъ иногда раздѣлены на тысячныя доли сажени; отъ этого рейки дѣлаются только темнѣе, чѣмъ затрудняется чтеніе, такъ что удобнѣе, если на нихъ обозначены разными

красками только сотенныя дѣленія. Нумера, показывающіе десятыя части сажени, должны быть написаны на оборотъ, т. е. низомъ вверхъ и идти по порядку, начиная отъ 0, снизу вверхъ.

Французскія рейки перегибаются пополамъ на петлѣ и закрѣпляются во время работы несложнымъ приспособленіемъ. Эти рейки имѣютъ то преимущество, что на большія разстоянія показанія на нихъ яснѣе видны, потому что онѣ по всей длинѣ имѣютъ одинаковую ширину, тогда какъ верхнее колѣно выдвижной рейки бываетъ такъ узко, что дѣленія на немъ и цифры иногда бываютъ плохо видимы на разстояніи ста и менѣе саженей.

Французскія рейки крѣпче англійскихъ почему, для желѣзнодорожныхъ изысканій онѣ чаще употребляются.

Очень полезно имѣть съ собою двухъ-саженную ленту, раскрашенную на подобіе рейки и, въ случаѣ порчи послѣдней, продолжать нивеллировку реечной лентою, прикрѣпивъ ее къ любой доскѣ.

Въ пониженныхъ точкахъ часто бываетъ недостаточно одной рейки, т. е. двухъ саженей; тогда поступаютъ такъ: одну рейку устанавливаютъ на точкѣ и на нее, съ лица, накладываютъ другую, удерживая послѣднюю на высотѣ нѣсколькихъ десятыхъ сажени, отсчитанныхъ по первой рейкѣ, или ставятъ рейку на топорѣ. Для полученія полнаго взгляда къ прочитанной въ нивеллиръ величинѣ, по наложенной рейкѣ, слѣдуетъ прибавить то число десятыхъ, какое было отложено по первой рейкѣ, такъ при высотѣ дополнительной 0,20 и при показаніи нивеллира 1.955 саж., полный взглядъ будетъ 1.955+0,200=2.155 саж. Къ подобному пріему прибѣгаютъ лишь на промежуточныхъ точкахъ. — Иногда вмѣсто подъема рейки на рейкѣ прибѣгаютъ къ постановкѣ рейки на топоръ, длина котораго точно измѣрена.

Въ мѣстности пересѣченной частыми глубокими оврагами съ удобствомъ можно примѣнять легкую 3-хъ саж. рейку своей заготовки изъ реечной ленты.

Въ первое время работъ, въ теченіи первой недѣли, дабы привыкнуть, реечники обязаны ставить рейку по отвѣсу и вообще всегда должны стоять прямо и свободно ничуть не облакачиваясь на рейку, держа ее прямо между ногъ, противъ носа; причемъ надо слѣдить, чтобы рабочій не надавливалъ ногой на точку забитую подъ рейку, слѣдя особенно въ не-

настное и морозное время за чистотой рейки снизу подошвы, очищая рейку отъ грязи, сору или снѣга.

Чтеніе по рейкѣ. Для изыскапій употребляются рейка, раздѣленная на сотыя доли сажени, причемъ сотыя эти окрашены поперемѣнно или въ: 1) черную и бѣлую краски или 2) въ бѣлую и красную. Высота рейки двѣ сажени, вторая сажень выдвижная или складная имѣетъ сотыя доли, окрашенныя поперемѣнно въ бѣлый и синій цвѣтъ. Римскія цифры поставлены въ обратномъ видѣ на десятыхъ доляхъ сажени: черныя или красныя на 1-ой сажени, а синія на 2-ой. Отсчетъ по рейкѣ слѣдуетъ производить отъ видимой черезъ трубу десятой доли вверхъ или внизъ, смотря по тому, какое дѣленіе покроетъ горизонтальный волосокъ трубы: верхнее или нижнее по отношенію къ видимой десятой долѣ рейки.

Примѣры: 1) Волосокъ покрываетъ 6-е дѣленіе выше 8 десятой (красной или черной). Отсчетъ слѣдовательно будетъ: 0,860 саж.

2) Волосокъ покрываетъ 2-е дѣленіе ниже 9 десятой синяго цвѣта. Отсчетъ будетъ: 1,880 саж.

3) Волосокъ прикрываетъ 2 сотки и 3 тысячный ниже 1 десятой—отчетъ будетъ 0,077.

Точки подъ рейкой должны быть обязательно пиленыя и крѣпко сидѣть въ грунтѣ, возвышаясь на одну сотку надъ землей. Ни въ какомъ случаѣ не допускается нивеллировка безъ точекъ, особенно на связочныхъ пунктахъ; такая нивеллировка недѣйствительна.

Существенное значеніе имѣютъ крайнія точки, связывающія на которыхъ ставятся рейки: задняя и передняя. Взгляды на нихъ должны быть сдѣланы при совершенно правильно установленномъ инструментѣ и, по возможности, быстро одинъ за другимъ, что очень важно, чтобы воспользоваться временемъ, когда инструментъ не измѣнилъ еще своего положенія, что всегда бываетъ, если стоянка инструмента продолжается значительное время. Когда эти крайніе взгляды сдѣланы и поочередно записаны, тогда можно взять и тѣ точки, которыя находятся между ними. Разумѣется, кто работаетъ быстро,—безъ ущерба правильности работы, можетъ располагать взгляды и иначе.

Предположимъ, что предстоитъ пронивеллировать пикеты: 6, 7, 8, 9 и 10-й. Выгоднѣе всего установить инструментъ на

сколько возможно по серединѣ противъ № 8, въ сторонѣ отъ линіи не менѣе 5-ти саженей, такъ какъ при меньшемъ разстояніи затруднительно наведеніе въ фокусъ окуляра. При этомъ надо замѣтить, что всегда выгоднѣе помѣстить инструментъ съ той стороны линіи, съ которой свѣтитъ солнце, потому что при этомъ рейки будутъ освѣщены и солнечные лучи не попадутъ въ трубу нивеллира, что иногда, при низкомъ стояніи солнца, дѣлаетъ чтеніе показаній рейки невозможнымъ. При переходѣ съ предъидущей стороны къ пикету 8-му, одна рейка, бывшая на переднемъ пикетѣ 6-мъ, остается на мѣстѣ и на нее берется задній взглядъ; вторая рейка идетъ по линіи до пикета 10-го *). Если нивеллировка ведется съ разсчетомъ на бо́льшую быстроту, тогда рейка № 2-й останавливается на пикетѣ № 9-й, и взгляды располагаются такъ: задній—на пикетъ 6-й, послѣ чего эта рейка № 1-й идетъ къ пикету 7-му; и вслѣдъ за этимъ записывается взглядъ на рейку пикета 9-го, тогда рейка № 2-й идетъ на пикетъ 10-й. Затѣмъ берется взглядъ на рейку, установленную на пикетѣ 7-мъ, послѣ чего реечникъ идетъ съ ней на пикетъ 8-ой, во время чего берется взглядъ на пикетъ 10-й; и затѣмъ послѣдній взглядъ на пикетъ 8-й, послѣ чего эта рейка переносится далѣе за пикетъ 10-й, на слѣдующую стоянку инструмента. Такимъ расположеніемъ взглядовъ достигается наибольшая быстрота и въ журналѣ получается запись, подобная слѣдующей приведенной здѣсь какъ образецъ нивеллировочнаго журнала. (См. стр. 76).

Нѣкоторые нивеллировщики, жадные упрощенія сокращаютъ цифры и пишутъ напр. вмѣсто 0.078 прямо 78.

Отмѣтки на связывающихъ точкахъ высчитываются помимо промежуточныхъ,—обыкновенно въ полѣ. Промежуточныя точки подсчитываются поочередно одна изъ другой.

Многіе ограничиваются для записи взглядовъ только двумя графами, при чемъ промежуточныя точки записываются въ графу вторую. На практикѣ это неудобно, такъ какъ при провѣркѣ журнала сложеніе взглядовъ, связывающихъ точекъ, затрудняется показаніями промежуточныхъ, кои при сложеніи слѣдуетъ пропускать.

Полезно имѣть запасную графу для отмѣтокъ, какъ потому,

*) И по пути становится на пикеты 7, 8 и 9.

Образецъ нивеллировочнаго журнала.

№№ пикетов. и промежут. точекъ.	Разголіе.	Взгляды на рейки точки. Заднюю.	Промежуточную.	Переда-точную.	Повышеніе. +	—	Отмѣтки. Условныя.	Относител. горизонта моря.	Примѣчаніе.
6	—	0.206	—	—	—	—	10.000		
1	—	—	0.284	—	—	0.078	9.922		
8	—	—	0.316	—	—	0,032	9.890		у мельницы.
9	—	—	0.061	—	0.255	—	10.145		
10	—	0.419	—	0.658	—	0.452	9.548		
a	20	—	0.511	—	—	0.092	9.456		пол-дорога.
11	—	—	—	0.710	—	0.291	9.257		
a	20	0.096	—	—	—	—	9.456		
b	30	—	1.730	—	—	1.634	7.822		нивеллировка
c	32	—	2.112	—	—	0.478	7.344		
d	36	—	1.842	—	0.270	—	7.614		оврага.
11	—	1.502	—	—	—	—	9.257		
a	15	—	0.908	—	0.594	—	9.851		
12	—	—	0.786	—	0.122	—	9.973		
13	—	—	—	0.502	1.000	—	10.257		
Итого.		2.127	—	1.870	1.000	0.743	10.000		
		1.870			0.743		+ 0.257		
		+0.257			+0.257				

Вѣрно: росписался (фамилія)

что ихъ часто приходится перечислять по другому горизонту, такъ и для нанесенія отмѣтокъ предполагаемой проектной линіи.

Какъ видно изъ образца нивеллировочнаго журнала, отмѣтки поверхности, вычисленныя во время работы, требуютъ повѣрки и дополненія вычисленій, если онѣ не были сдѣланы для всѣхъ пикетовъ.

Повѣрка вычисленій нивеллировки по тѣмъ записямъ, которыя находятся въ журналѣ, состоитъ изъ сложенія взглядовъ всѣхъ связывающихъ точекъ: заднихъ и переднихъ, затѣмъ производится между этими суммами вычитаніе и полученная разность сравнивается съ разностью, которая получается между крайними отмѣтками страницы; при вѣрномъ вычисленіи объ разности должны быть равны. Повѣрка промежуточныхъ точекъ производится проще,—а именно отмѣтка первой смѣжной связывающей точки, уже подсчитанная должна сойтись съ подсчетомъ ея, какъ промежуточной точки напр.:

$$9.851 + 0.122 = 9.973 = 9.257 + (1.502 - 0.786) = 9.973.$$

Надо замѣтить, что иногда ошибка въ вычисленіи происходитъ отъ ошибочного переноса послѣдней отмѣтки на другую страницу, на что слѣдуетъ обращать особенное вниманіе.

Въ мѣстахъ съ значительнымъ уклономъ иногда можно съ одной стоянки взять только два пикета, а на крутыхъ склонахъ, въ зависимости отъ разности высотъ, могутъ понадобиться и вводныя точки для установки реекъ, называемыя переходными. Такія точки забиваются безъ промѣра, такъ какъ онѣ нужны только для связи нивеллировки, притомъ съ тѣмъ разсчетомъ, чтобы возможно экономнѣе пользоваться всей длиной реекъ, чѣмъ значительно ускоряется работа. Запись взглядовъ на эти точки, какъ связывающія нивеллировку, ведется въ графахъ заднихъ и переднихъ взглядовъ, причемъ въ графѣ пикетовъ ставится какой нибудь опредѣленный знакъ, напримѣръ крестикъ.

При пользованіи этими вводными точками надо строго слѣдить, чтобы реечникъ, привыкнувъ къ быстрымъ переходамъ, не сходилъ съ мѣста безъ приказанія, потому что произвольная перестановка имъ рейки, проходящая часто незамѣченной, вводитъ въ нивеллировку трудно находимую ошибку, а въ случаѣ потери точки въ грунтѣ приходится нивеллировщику возвращаться.

Нивеллировочный журналъ необходимо подсчитывать въ полѣ ежедневно во время самой работы, въ особенности при сплошныхъ уклонахъ, когда безъ подсчета журнала, т. е. безъ отмѣтки грунта, нельзя вести линію. Нивеллировщикъ обязанъ въ такихъ случаяхъ всегда на вопросъ ведущаго линію говорить отмѣтку грунта. Въ мѣстности равнинной, съ разрѣ-

ОТИНТБОЕАТ

шенія ведущаго линію, нивеллировщикъ можетъ ограничиться вычисленіемъ отмѣтокъ дома, хотя рекомендуется связывающія точки съ провѣркою таковыхъ высчитывать въ полѣ.

Въ случаѣ ошибки болѣе крупной, около сажени или двухъ, надо провѣрить записи взглядовъ и вспомнивъ мѣсто зачастую ошибка сразу обнаруживается, въ особенности если вычерчивать ежедневно продольный профиль. Затѣмъ надо посмотрѣть вѣрны ли всѣ постраничные переносы послѣднихъ связывающихъ точекъ и ихъ отмѣтки и уже послѣ этого провѣривъ итоги и убѣдившись въ ошибкѣ пройти въ полѣ вторично съ нивеллиромъ.

Въ таблицѣ показана нивеллировка оврага, находящаяся между пикетами № 10 и № 11; для связи ея съ общей нивеллировкой взята точка + 20; причемъ всѣ взгляды въ оврагѣ отчеркнуты, чтобы при повѣркѣ вычисленій отмѣтокъ величинъ заднихъ и переднихъ взглядовъ не принимать въ разсчетъ. Для продолженія всей работы отмѣтка № 11 повторяется. Въ самой глубокой точкѣ оврага записанъ взглядъ равный 2,112, который получился какъ сумма взгляда на рейку, поставленную на колъ данной точки, равнаго 1,936, и высота кола 0,176, измѣреннаго рейкой; такимъ образомъ можно впрочемъ брать взгляды лишь на промежуточныя точки; а для связующихъ, если рейка остается вся ниже визирной линіи, необходима новая стоянка инструмента, такъ какъ непосредственное измѣреніе высоты кола не можетъ быть точнымъ.

Если по однѣмъ и тѣмъ же точкамъ провести двѣ нивеллировки съ возможною аккуратностью, то все-таки *) почти невозможно достигнуть полнаго равенства отмѣтокъ. Ошибки неизбѣжны и отъ нѣкоторой неточности самаго инструмента, и отъ неточности его установки, и отъ невѣрности чтенія показаній реекъ. Во избѣжаніе крупныхъ ошибокъ при предварительныхъ изысканіяхъ, въ особенности въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ линія идетъ предѣльнымъ уклономъ, слѣдуетъ нивеллировать въ два инструмента, причемъ вторая или контрольная нивеллировка можетъ быть сдѣлана не по всѣмъ, а лишь, по связующимъ точкамъ. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ вычисленныя отмѣтки сильно разнятся по своимъ величинамъ, необходимо сдѣлать

*) См. „Желѣзнодорожныя изысканія“ Инж. Л. А. Штукенберга.

третью невеллировку, которая должна дать цифры, близкія къ одной изъ двухъ; тогда отмѣтки вычисляются по двумъ схожимъ пивеллировкамъ. Если расходимость по двумъ нивеллировкамъ не особенно велика, то для отмѣтки берется средняя величина. Въ виду того, что ошибки при нивеллировкѣ измѣняютъ отмѣтки и въ положительную и отрицательную сторону, то предѣлы погрѣшностей, выражающіеся въ расходимости двухъ нивеллировокъ, находятся въ зависимости отъ протяженія нивеллировки. Обыкновенно на практикѣ при желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ предѣлы эти таковы: при разстояніи до 10 верстъ расходимость двухъ пивеллировокъ допускается до 0,01 на версту; при разстояніи до 50 верстъ—до 0,006 на версту, а свыше 50 верстъ — 0,005 на версту. При изысканіяхъ окончательныхъ очень часто линія идетъ вблизи и мѣстами пересѣкаетъ линію предварительныхъ изысканій или гдѣ сдѣлана нивеллировка магистрали, въ мѣстахъ пересѣченія обѣихъ линій слѣдуетъ брать для свѣрки взгляды и на нѣкоторыя точки предварительной линіи, чѣмъ избѣгается сплошная контрольная нивеллировка окончательной линіи. Такъ какъ при такомъ способѣ получаются при обѣихъ нивеллировкахъ отмѣтки не всѣхъ точекъ линіи, то для отмѣтокъ, вошедшихъ только въ одну нивеллировку производится равномѣрная разгонка погрѣшностей. Положимъ, нивеллировка идетъ отъ № 0 до № 50 и имѣетъ двойныя отмѣтки пикетовъ №№ 0, 8, 19, 26, 33 и 45; разница отмѣтокъ по двумъ нивеллировкамъ у № 0 — 0, № 8 — 0,008, № 19—0,014, № 26—0,007, № 33—0,016 и № 45—0,022. Между точками 0 и 8 разгоняется ошибка $\frac{0{,}008}{2}$, прибавляя (или убавляя) къ отмѣткамъ одной изъ нивеллировокъ № 2—0,001, № 4—0,002, № 6—0,003, № 8—0,004; разница ошибокъ между пикетами № 8 и № 19 разгоняется между этими пикетами и т. д. Для этихъ приведенныхъ отмѣтокъ полезно имѣть еще одну графу въ журналѣ.

Общія инструкціи и замѣчанія при нивеллировкѣ.

1) При нивеллировкѣ на льду требуется имѣть обязательно переносную деревянную точку вродѣ ступеньки на палкѣ или желѣзную устойчивую планку со штырями, на которую ставится рейка.—Рейку нельзя ставить прямо на ледъ, такъ какъ ледъ

подъ рейкой вслѣдствіе большей теплоты дерева таетъ и при этомъ легко потерять мѣсто гдѣ стояла рейка.

Задній реечникъ проходитъ мимо передняго, не мѣняя рейки и при слѣдующей стоянкѣ становится переднимъ, чего слѣдуетъ строго придерживаться. Этимъ способомъ уничтожаются погрѣшности отъ неточности реекъ. При чтеніи заднаго взгляда, необходимо спрашивать какой нумеръ, дабы узнать не сошелъ ли реечникъ случайно со связывающаго пикета или точки.

При установкѣ на точку, рейка часто соскакиваетъ съ нея на землю, на что слѣдуетъ обращать вниманіе реечниковъ.

2) Прежде чѣмъ поставить рейку на точку, рабочій долженъ осмотрѣть ее и, если на ней окажется напр. слой земли или песку — очистить. Для вѣрной величины взгляда, рейка должна стоять на точкѣ отвѣсно, для чего слѣдуетъ установить трубу нивеллира посредствомъ штифтиковъ (на обоймицахъ) такъ, чтобы вертикальный волосокъ ея совпалъ съ отвѣсною линіею, остается только слѣдить каждый разъ, чтобы ребро рейки совпадало съ вывѣреннымъ волоскомъ нивеллира *). Наклоненіе же рейки впередъ или назадъ легко устраняется извѣстнымъ положеніемъ рабочаго, которое опредѣляется опытомъ, а именно: установивъ рейку на точкѣ, рабочій прижимаетъ ее къ груди и держитъ твердо обѣими руками.—Положеніе это нѣсколько разъ, въ началѣ, вывѣряется по отвѣсу и потомъ усвоивается рабочимъ совершенно. Для вѣрности показаннаго необходимо, какъ выше было сказано, покачиваніе рейки взадъ и впередъ.—Самое меньшее показаніе будетъ истиннымъ. Разкладываніе рейки и укрѣпленіе ихъ зажимнымъ винтомъ долженъ нивеллировщикъ производить самъ, т. е. не долженъ этого поручать рабочему, какъ это часто имѣетъ мѣсто.

3) Вывѣренный инструментъ, при бережности, остается довольно долго безъ перемѣны; зато разстройство его можетъ произойти не только отъ перевозки, но и отъ неосторожнаго обращенія съ нимъ во время переноски. Не лишне будетъ замѣтить, что есть любители повѣрокъ, которые напр. при малѣйшей перемѣнѣ въ положеніи горизонтальнаго волоска, начи-

*) По знакамъ рукой нивеллировщика, рабочій приводитъ рейку въ требуемое положеніе.

наютъ вывѣрку инструмента; между тѣмъ, если брать въ этомъ случаѣ взглядъ средній изъ двухъ: одного — при положеніи трубы какъ она есть, а другого—по переложеніи ея въ обоймицахъ, то ошибка, какая могла быть, дѣлается совершенно ничтожною. — Необходимо обратить вниманіе на это обстоятельство потому, что весьма частая повѣрка инструмента легко доводитъ его до разстройства.—Винтики (для волосковъ) обыкновенно перекручиваются такъ, что завинченная часть ихъ остается въ отверстіи; а чтобы поправить это, требуются и время и средства; другіе винты также отчасти страдаютъ. Волоски сходятъ съ своихъ мѣстъ чаще и чаще и наконецъ совсѣмъ сваливаются; а изъ опыта извѣстно, что вновь прилаженные скорѣе подвергаются вторичному разстройству, нежели обдержавшіеся, съ которыми поступаютъ осторожно.

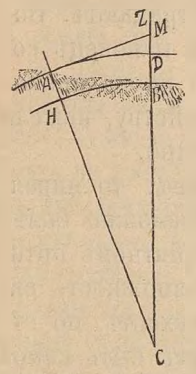
4) Если линія провѣшена и промѣръ сдѣланъ, то нивеллирующему выгоднѣе съ одной стоянки взять возможно болѣе точекъ. Труба хорошаго нивеллира, при благопріятномъ оптическмъ состояніи атмосферы, легко допускаетъ возможность видѣть показанія рейки на протяженіи саженъ двухсотъ, по сто саженъ въ сторону, причемъ пивеллировка можетъ быть самой точной. При болѣе сильной трубѣ, достаточной цѣнѣ уровня и спѣшной нивеллировкѣ можно брать показанія по 300 саж., т. е. по 150 въ каждую сторону.

Предлагаемое во всѣхъ геодезіяхъ, условіе установки нивеллира по серединѣ между связывающими точками не имѣетъ особаго значенія, при достаточной цѣнѣ уровня, напримѣръ до 20″, т. е. при надлежащей его чувствительности и исправности нивеллира. Такъ что напримѣръ, при стоянкѣ въ 100 саж. нивеллиръ можно ставить на 30 саж. съ одной и 70 саж. съ другой, не грѣша въ тысячныхъ доляхъ. Стоянки не слѣдуетъ допускать больше 100 саж., т. е. по 50 саж. въ каждую сторону. Промежуточныя точки можно брать на любомъ разстояніи и даже въ крайности ставить рейку въ упоръ къ трубѣ.

5. Поправка въ разности высотъ двухъ точекъ, зависящая отъ сферичности земли и рефракціи. Часть земного радіуса, опредѣляющая разность уровней двухъ точекъ земной поверхности, заключена между двумя дугами большихъ круговъ, изъ которыхъ одна дуга проходитъ чрезъ низшую данную точку B (черт. 18); стало быть, задача состоитъ въ томъ, какъ найти точку D,

лежащую на одномъ уровнѣ съ другою данною точкою A. Такъ какъ нѣтъ возможности визировать по направленію дуги, сливающейся съ дугою большого круга земного шара, а приходится визировать по линіи горизонтальной, то, вслѣдствіе этого, вводится нѣкоторая ошибка въ разности уровней двухъ точекъ.

Посмотримъ же, какъ велика эта ошибка. Горизонтальная линія перпендикулярна къ концу земного радіуса, слѣдовательно, проведенная изъ точки A, даетъ касательную линію къ дугѣ AD и, очевидно, идетъ выше точки D. Если, по направленію радіуса MB, будетъ поставлена отвѣсно въ B рейка, и на ней замѣчена точка M, — пересѣченіе рейки съ горизонтальною визирною линіею, идущею отъ глаза наблюдателя, расположеннаго въ точкѣ A, — то величина BM не выразитъ еще разности уровней данныхъ точекъ. Для полученія этой разности отъ длины MB надо отнять величину MD, называемую поправкою отъ сферичности земли.



Черт. 18.

Опредѣлимъ величину этой поправки. MD внѣшняя часть сѣкущей, AM касательная. Касательная же есть средняя пропорціональная величина между всею сѣкущею и внѣшнимъ ея отрѣзкомъ; слѣдовательно, можно написать такую пропорцію:

$$(2DC + MD) : AM = AM : DM,$$

обозначивъ для краткости AM буквой h, DC буквой R и MD буквой m, получимъ:

$$(2R + m) : h = h : m$$

откуда

$$2R \cdot m + m^2 = h^2$$

или

$$m = \frac{h^2 - m^2}{2R} = \frac{h^2}{2R} - \frac{m^2}{2R}$$

по незначительности величины $\frac{m^2}{2R}$, отбросимъ ее и тогда найдемъ:

$$m = \frac{h^2}{2R}.$$

Касательную h, безъ всякой погрѣшности, можно принять равною длинѣ хорды AD, или горизонтальному проложенію данной линіи AB, которую, для краткости, обозначимъ чрезъ D, тогда поправка отъ сферичности земли

$$m = \frac{D^2}{2R}.$$

Поправка эта пропорціональна квадрату разстоянія отъ наблюдателя до рейки, такъ что если $D = 100$ саж., то

$$m = \frac{10000}{12000 \cdot 500} = \frac{1}{600} \text{ саж.}$$

Вмѣстѣ съ этимъ, вслѣдствіе рефракціи лучи, идущіе отъ земныхъ предметовъ воздуха, переходя изъ болѣе плотныхъ слоевъ воздуха въ менѣе плотные, переломляются и идутъ къ глазу наблюдателя не прямолинейно, а по нѣкоторой кривой, поэтому наблюдатель усматриваетъ предметы повышенными сравнительно съ ихъ дѣйствительнымъ положеніемъ. Въ разсматриваемомъ случаѣ, наблюдатель увидитъ по направленію линіи AM нѣкоторую точку рейки, расположенную ниже точки M. Происходящая отъ этого погрѣшность называется *погрѣшностью отъ рефракціи*.

Если соединить поправку отъ рефракціи съ поправкою отъ сферичности земли, то сумма эта для различныхъ разстояній выразится слѣдующею формулою:

$$X = -\frac{0{,}42\ D^2}{R}.$$

И такъ при разстояніи 100 саж. ошибка $= 0{,}001$; при 200 с.$=0{,}003$; при 500 с.$=0{,}018$; при 1000 с.$=0{,}07$.—При желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ нивеллиръ ставится по серединѣ двухъ точекъ и эта ошибка, сама по себѣ ничтожная, взаимно уничтожается.

6) Показаніе на рейкѣ надо читать съ точностью до 0,001 сажени, что легко достигается на практикѣ.

Точность нивеллировки требуется:

a) при одной стоянкѣ до 0,002;

b) на разстояніи 1 версты до 0,01

c) на разстояніи отъ 10 до 50 вер. расходимость допускается на 1 версту въ 0,006, т. е. всего отъ 0,06 до 0,30, и ни въ

©ГПНТБ СССР

какомъ случаѣ, при большихъ разстояніяхъ не больше 0,004 на версту, а въ суммѣ 0,50 саж. Точность эта легко достижима.

7) При пересѣченіи линій разныхъ варіантовъ, а также линій изысканій разныхъ годовъ, слѣдуетъ связывать всѣ нивеллировки, а также планы смычкой, какъ сказано ниже. Такъ какъ при этомъ въ точкахъ пересѣченія линіи можетъ получиться нѣкоторая расходимость въ нивеллировкѣ и въ планѣ, то таковую, если она не превосходитъ выше указанной, слѣдуетъ разгонять пропорціонально разстоянію.

8) Очень частая ошибка (кромѣ другихъ происходящихъ отъ неисправности инструмента), которая встрѣчается при нивеллировкѣ, происходитъ отъ невѣрнаго чтенія показаній рейки; напримѣръ, въ трубу видно 1,45 саж., а записывается 0,45 саж., или на ооборотъ. Ошибки этой теорія не допускаетъ, однакожъ она встрѣчается довольно часто и всякій, кто былъ на изысканіяхъ, ей не удивится. Работа въ полѣ начинается обыкновеннно въ 6-ть часовъ утра и продолжается до 8-ми часовъ вечера. Можно поставить нивеллиръ 40—50 разъ и не сдѣлать ошибки; можно нивеллировать день, два, недѣлю хорошо; но работая нѣсколько мѣсяцевъ, можно наконецъ устать; кромѣ того, дурная погода, лежащія поперекъ просѣки деревья, вѣтви, стоянки на болотѣ или трясинѣ, не позволяющія свободно ходить вокругъ нивеллира, могутъ быть причиной вышесказанной ошибки.

9) При нивеллировкѣ, какъ вообще при всякой работѣ—должна быть извѣстная система, которой слѣдуетъ всегда придерживаться. Нивеллировщикъ долженъ стараться взять показаніе заднее и переднее, т. е. связывающихъ точекъ одно вслѣдъ за другимъ, а потомъ уже промежуточныхъ точекъ. Хотя для этого требуется излишнее время, но оно нужно для нивеллировщика для подсчета журнала; (затѣмъ уже неторопясь промежуточныя точки). Нивеллировщикъ долженъ на каждой стоянкѣ обращать вниманіе на мѣстность нѣтъ ли при записи взглядовъ случайнаго крупнаго прочета и пр. Иногда случается въ особенности на грунтѣ зыбкомъ, что если въ промежуткѣ между связывающихъ точекъ брать показанія промежуточныхъ точекъ, то при малѣйшемъ движеніи человѣка или неловкомъ прикосновеніи уровень легко можетъ сойти. Если показанія связывающихъ точекъ взяты, то погрѣшность послѣ этого при подвинчиваніи уровня для промежуточной точки и пр. не имѣетъ значенія, тогда какъ для связывающихъ точекъ оно не допускается и разрѣшается лишь при нивеллировкѣ на болотистой почвѣ.

10) Нивеллировка въ два нивеллира даетъ самые точные и вѣрные результаты; хотя и тутъ, въ сущности, ошибки неизбѣжны, но ихъ очень скоро можно отыскать. Когда вернулись домой, одинъ и другой нивеллировщики высчитываютъ свои отмѣтки—рѣзкая саженная разница одной и той же точки покажетъ ошибку. Въ нивеллировочномъ журналѣ записано мѣсто этой точки, его по пикетамъ легко найти и сдѣлать провѣрку на мѣстности. Кромѣ того могутъ происходить ошибки отъ неисправности самаго нивеллира.

При двойной нивеллировкѣ ошибки открываются гораздо скорѣе, такъ какъ тогда возможно провѣрять всякій день точность своихъ работъ.

Вслиду этого нивеллировка должна быть двойная, т. е. въ два нивеллира. Второй нивеллиръ, какъ сказано выше, не что иное, какъ контроль надъ первымъ и второй нивеллировщикъ, имѣя въ полѣ гораздо меньше работы, можетъ позже выходить на нее, а иногда совсѣмъ оставаться дома, и заниматься черновыми чертежными работами. При окончательныхъ изысканіяхъ требуется двойная нивеллировка всѣхъ отмѣтокъ, т. е. всѣхъ пикетовъ и промежуточныхъ точекъ профили.

11) Ежедневнымъ началомъ работы должна быть вывѣрка нивеллира и другихъ инструментовъ. Когда нивеллиръ вывѣренъ приступаютъ къ работѣ. Непремѣнно всякій разъ, передъ записываніемъ отмѣтки въ книжку, надо раньше посмотрѣть. точно-ли находится пузырекъ уровня на серединѣ. Не смотря на самую тщательную вывѣрку нивеллира, на практикѣ почти нельзя достигнуть безусловной его точности; а потому для вѣрности нивеллировки необходимо въ теченіи работы нѣсколько разъ въ день убѣдиться провѣркой не вышелъ ли уровень случайно отъ сотрясенія изъ параллельнаго положенія и въ случаѣ ошибки таковую исправить.

12) При нивеллировкѣ нивеллиръ, какъ мы уже сказали, ставятъ болѣе или менѣе по серединѣ между связывающими точками, но можно въ случаѣ надобности нивеллировать иначе,

а именно: устанавливая нивеллиръ надъ пикетомъ такъ, чтобы окуляръ проектировался какъ разъ на точку этого пикета визируютъ на рейку, стоящую въ другой точкѣ. Разность между этимъ показаніемъ и высотой центра окуляра надъ точкой, будетъ искомой разницей. Этотъ способъ называется нивеллировкой впередъ, и примѣняется только на очень крутыхъ оврагахъ, но для связывающихъ точекъ продольной нивеллировки не допускается.

13) Нивеллировщикъ долженъ въ графѣ примѣчаній журнала записывать нужныя замѣчанія, касающіяся нивеллировки, особенно состоянія погоды, положенія рейки, поперечныхъ профилей, горизонта водъ, льда, дна рѣчекъ, болотъ и проч. Считается тоже необходимой обязанностью нивеллировщика записывать въ этой графѣ въ надлежащихъ мѣстахъ всѣ углы по порядку, списывая полностью съ углового кола всю имѣющуюся на немъ надпись, слѣдя за порядкомъ нумеровъ. Вечеромъ записи угловъ въ пикетажной книжкѣ надлежитъ сличать и ошибку на грунтѣ выяснить.

Ситуаціонныхъ подробностей и другихъ, касающихся трассировки линій нивеллирующій не обязанъ вносить, такъ какъ это всецѣло лежитъ на обязанности ведущаго линію и пикетажиста.

14) Вечеромъ ежедневно послѣ окончанія нивеллировки, а также утромъ при началѣ работы нивеллировщикъ долженъ провѣрить лично на грунтѣ послѣднюю связывающую точку; если связывающей точкой будетъ точка вводная, такъ называемая иксъ, то слѣдуетъ это мѣсто хорошо обозначить, дабы утромъ ее легко найти. Утромъ, начиная нивеллировку полезно, для того чтобы убѣдиться, что нѣтъ ошибки, провѣрить разницу послѣднихъ связывающихъ точекъ.

15) При пересѣченіи линіей глубокихъ овраговъ, можно при нивеллировкѣ перекинуться однимъ взглядомъ съ одного края яра на другой, какъ будто оврага нѣтъ. Нивеллировка оврага дѣлается отдѣльно, ограничиваясь нивеллировкой одного только ската до дна оврага, а при большой крутизнѣ опредѣляя очертаніе ея ватерпасомъ. Запись подобной нивеллировки оврага надо внести въ журналъ, выдѣливъ ее отчетливо чертами отъ послѣдней связывающей точки продольной нивеллировки.

При обрывѣ линіи въ глубокій яръ и невозможности продолжать нивеллировку даже обходомъ, разрѣшается въ силу необходимости прибѣгать къ другимъ способамъ связи нивеллировки, какъ то: ватерпасъ, угломѣръ или даже простой отвѣсъ, каждый разъ извѣстивъ объ этомъ начальника партіи.

16) Если иногда для промежуточныхъ пикетовъ, т. е. не связочныхъ промежуточныхъ точекъ не хватаетъ рейки двухъ саженной, въ такомъ случаѣ можно ее поставить на вершинѣ большого колышка: потомъ, проходя около него, измѣрить вышину и прибавить къ отмѣткѣ. Предположимъ, когда рейка стояла на колышкѣ, въ трубу было видно 1,95; колышекъ вышиной 0,46—значитъ настоящее дѣйствительное показаніе на пикетѣ будетъ $1{,}95 + 0{,}46 = 2{,}41$. Можно ставить въ такихъ случаяхъ рейку на топорище или ставить рейку на рейку, т. е. какъ бы удлинять ее.

17) Очень часто случаются такіе крутые подъемы и спуски, что рейки, поставленной на пикетѣ, въ трубу нивеллира не видно, потому что она стоитъ или очень высоко, или слишкомъ низко. Ради такихъ случаевъ для связывающихъ точекъ нивеллировки, реечники должны всегда запасаться маленькими колышками. Когда рейки не видно, ее нужно перемѣстить на видное въ трубу мѣсто; потомъ рабочему дать условный знакъ; на мѣстѣ, гдѣ стояла рейка, онъ забиваетъ колышекъ; на него ставится рейка и только тогда берется взглядъ и записывается въ книгу. Пикетъ этотъ обозначается въ книгѣ х-мъ. По х-мъ этимъ спускаются всегда въ овраги и подымаются изъ нихъ.

18) Какъ принципъ для нивеллировки, надо принять чтобы рейка никогда не стояла, когда берутся взгляды, на землѣ, а всегда на колышкѣ. По взятіи взгляда рейку слѣдуетъ обворачивать задней стороной къ нивеллировщику.

19) При проведеніи линіи чрезъ лѣса, просѣка не дѣлается шире 0,50 саж.—обрубая вѣтви и кусты. Мало-опытный техникъ будетъ посылать своихъ рабочихъ уничтожать препятствія; но это лишняя потеря времени, а гораздо лучше переставить нивеллиръ или сдѣлать лишнюю стоянку, чѣмъ добиваться такимъ образомъ большихъ разстояній.

Лица, производящія изысканія по постройкѣ желѣзныхъ дорогъ, приступаютъ нерѣдко къ таковымъ, не предупредивъ владѣльцевъ или арендаторовъ земель о предстоящихъ работахъ,

и при этомъ, безъ крайней надобности, производятъ порубки садовъ, парковъ и лѣсовъ, уничтожаютъ въ широкомъ размѣрѣ посѣвы, портятъ постройки и т. п., и позволяютъ себѣ вторгаться въ частныя владѣнія, нанося собственникамъ земель убытки.

Поэтому министерствомъ предложено желѣзнымъ дорогамъ, чтобы производители изысканій приступали къ работамъ не иначе, какъ по предварительномъ извѣщеніи заинтересованныхъ владѣльцевъ земель и, въ случаѣ неизбѣжности производства порубокъ въ садахъ, благоустроенныхъ паркахъ и цѣнныхъ лѣсахъ, приступали къ такимъ порубкамъ лишь по соглашенію съ владѣльцами или ихъ повѣренными, а при невозможности достигнуть соглашенія, испрашивали указаній министерства путей сообщенія.

20) Отмѣтки должны быть вычисляемы всякій день и если результаты расходятся больше разрѣшенной нормы, то второй нивеллировщикъ долженъ вновь пронивеллировать и отыскать ошибку на мѣстности.

21) При каждой трубѣ имѣется зажимной винтъ для укрѣпленія трубы и микрометренный для незначительнаго передвиженія трубы и точнаго наведенія на рейку. При нивеллировкѣ не слѣдуетъ прибѣгать къ этому пріему; безъ него можно обойтись; между тѣмъ частое употребленіе зажимного винта не безъ вреда для точности нивеллировки. Трубу нивеллира надо вынимать и вставлять обѣими руками, также поворачивать трубу около оси не торопясь, т. е. придерживая одной рукой за окулярную часть, а другой за объективную часть трубы. Вообще при пользованіи инструментовъ слѣдуетъ избѣгать всякихъ косыхъ и боковыхъ усилій.

22) При нивеллировкѣ черезъ болото и кочки предпочитается перекидываніе черезъ болото на сколько позволяетъ труба. При этомъ конечно требуется самая тщательная точность установки нивеллира, рейки и чтенія показаній. Полезно забивать подъ ножки нивеллира толстые колья, если таковые имѣются подъ рукой. Вообще при этомъ требуются нѣкоторыя предосторожности: нивеллировщикъ долженъ встать вдоль линіи, такъ, чтобы могъ взять показанія взадъ и передъ, не сходя съ мѣста, а лишь только наклоняясь до окуляра, причемъ рабочій стоитъ по другую сторону нивеллира

вдоль линіи и нисколько не шевелясь, слѣдитъ за уровнемъ и таковой, въ случаѣ его схода, въ моментъ взгляда, наводитъ на середину. Подвинчиваніе подобное разрѣшается только на болотѣ, но ни въ какомъ случаѣ не допускается въ другихъ мѣстахъ.

23) Скорость работы нивеллировочной партіи очень различна: тогда какъ въ горныхъ мѣстахъ въ день съ трудомъ иногда можно сдѣлать одну версту, на равнинахъ, въ 10 часовъ денной работы, опытный нивеллировщикъ можетъ сдѣлать иногда 12 верстъ вполнѣ удовлетворительной нивеллировки.

Очень важно имѣть при нивеллировкѣ постоянныхъ рабочихъ, потому что навыкъ пріобрѣтаемый ими и ознакомленіе съ условными знаками имѣютъ существенное значеніе въ успѣшности и точности нивеллировки.

24) Сѣтку нивеллира требуется вывѣрять обязательно ежедневно, а уровень въ случаѣ надобности нѣсколько разъ въ день; другія поправки еженедѣльно. Необходимо замѣтить, что при стертыхъ нарѣзахъ подъемныхъ винтовъ провѣрки не помогутъ и такимъ нивеллиромъ лучше не работать. Винты и цапфы инструментовъ слѣдуетъ держать по возможности на серединѣ ихъ высоты и въ большой чистотѣ, а винты выдвигать осторожно, такъ какъ нарѣзка очень мелка и часто стирается.

25) При взглядѣ не слѣдуетъ держать глазъ слишкомъ близко къ окуляру, такъ какъ тогда при малѣйшемъ покачиваніи головой волосокъ колеблется на рейкѣ.

26) При установкѣ нивеллира слѣдуетъ принять съ успѣхомъ примѣняемый способъ, а именно: осадивъ достаточно крѣпко въ грунтъ двѣ ножки нивеллира и повернувъ трубу по ихъ направленію, слѣдуетъ взять въ руку третью ножку и навести приблизительно при ея помощи уровень на середину, опирая все время слегка ножку о грунтъ. Затѣмъ, повернувъ трубу по направленію этой ножки, таковую ножку слѣдуетъ осадить надлежаще, передвинувъ ее слегка по грунту насколько понадобится, пока уровень не прійдетъ на середину, послѣ чего остается осадить немного крѣпче всѣ ножки болѣе или менѣе ровно и завинтить винты при нихъ. Послѣ этого уже для окончательной установки нивеллира немного придется работать подъемными винтами. Пріемъ этотъ на практикѣ легокъ,

ОТПЕЧАТОК

удобенъ и очень способствуетъ успѣху работъ. Ножки инструмента должны быть достаточно крѣпко осажены.

Другой пріемъ предварительной установки нивеллира состоитъ въ томъ, что нивеллировщикъ (или опытный рабочій) осаживаетъ слегка одну ножку, а двѣ ножки держа въ рукахъ ставитъ грунтъ такъ, чтобы плоскость столика была на глазъ горизонтальной. При первомъ способѣ предварительной установки приходится для окончательной установки нивеллира меньше подвинчивать винты.

27) Въ ненастную погоду стекло покрывается водою, вслѣдствіе чего нельзя ясно видѣть рейку. Поэтому необходимъ при трубѣ предохранительный жестяной зонтикъ, надѣваемый на трубу.

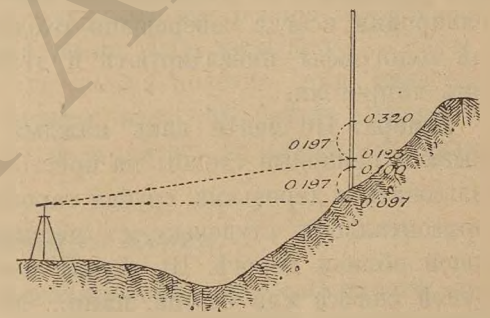
28) Для того чтобы узнать увеличеніе трубы слѣдуетъ разницу двухъ показаній на рейкахъ, поставленныхъ на нѣкоторомъ разстояніи раздѣлить на это разстояніе въ саженяхъ.

Практическое примѣчаніе дальномѣра при нивеллировкѣ. (Разстояніе дальномѣромъ, какъ уже сказано выше въ главѣ о промѣрахъ, опредѣляется по формулѣ $D = Ad + K$, но этой формулой при работахъ можно игнорировать, такъ какъ волоски дальномѣра сразу ставятся въ мастерскихъ въ самое удобное положеніе такъ, чтобы напр. одна сотка между волосками прочитанная на рейкѣ точно соотвѣтствовала одной сажени по разстоянію. Разстояніе между волосками можно легко самому поставить, самымъ удобнымъ для отчетовъ образомъ, смотря по силѣ трубы и снимаемому разстоянію, что топографы очень часто дѣлаютъ сами. При покупкѣ трубы съ постояннымъ отношеніемъ, обыкновенно 100, слѣдуетъ таковое непосредственнымъ промѣромъ въ полѣ провѣрить, и въ случаѣ неточности исправить или принять найденную расходимость въ разсчетъ, при промѣрахъ).

При нивеллировкѣ дальномѣръ значительно ускоряетъ работу. Тамъ гдѣ пришлось бы сдѣлать двѣ стоянки и болѣе, при трубѣ съ дальномѣромъ достаточно одной, а главное въ мѣстности косогористой или покрытой высокой травой, нивеллиръ съ дальномѣромъ является иногда просто спасительнымъ. Высокая трава прикрываетъ иногда внизу рейку, а мѣстности повыше никакъ не пріискать. Обладая дальномѣромъ вы ставите нивеллиръ, не стѣсняясь этимъ обстоятельствомъ.

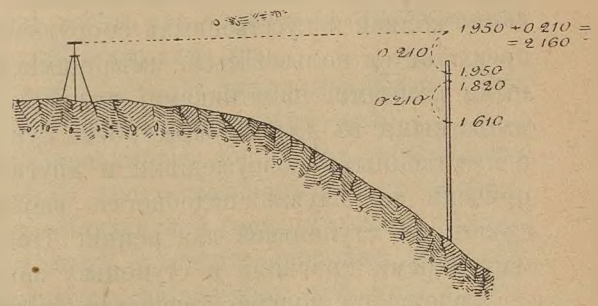
Пояснимъ сразу примѣромъ:

Если средній волосокъ упирается въ траву, и по крайнему верхнему волоску читаемъ напр., 0,123, тогда вращаютъ винтомъ ближайшимъ къ объективу до тѣхъ поръ, пока средній волосокъ не подымется на рейку и не покажетъ полнаго числа сотокъ, напримѣръ для удобства 0,100. Тогда одновременно читаютъ показаніе на рейкѣ по верхнему волоску напр., прочтутъ 0,320. Стало быть вращеніемъ винта верхній волосокъ описалъ такъ сказать дугу 0,320—0,123 = 0,197, нижній волосокъ описалъ, конечно, ту же дугу 0,197, а потому въ моментъ до вращенія винтомъ, т. е. когда взглядъ по верхнему волоску на рейкѣ былъ 0,123, то средній волосокъ упираясь въ траву показалъ бы на продолженной внизъ рейкѣ минусъ 0,097, т. е. 0,197—0,100. Это показаніе въ нивеллировочный журналъ записывается со знакомъ — и для наглядности во избѣжаніе ошибки подчеркивается, дабы это показаніе при подсчетѣ взять со знакомъ минусъ. Чертежъ 19.



Черт. 19.

Тоже самое если рейки не хватаетъ, напримѣръ по среднему волоску не видно рейки, а по нижнему читаемъ 1,820. Тогда вращаютъ винтомъ у трубы до тѣхъ поръ пока средній волосокъ не покажетъ для ровнаго счета напр.: 1,950. Въ этотъ моментъ нижній волосокъ покажетъ напр. 1,610. При этомъ движеніи нижній волосокъ опишетъ дугу 1,820 — 1,610 = 0,210. Конечно, средній волосокъ описалъ ту же дугу 0,210, т. е. горизонтальное положеніе



Черт. 20.

по среднему волоску равно 1,950 + 0,210 = 2,160. Въ журналѣ записывается взглядъ 2,160. (Чертежъ 20).

Я счелъ долгомъ остановиться на этомъ вопросѣ такъ подробно, въ виду того, что къ сожалѣнію очень и очень немногими изыскателями примѣняется дальномѣръ для нивеллировки. Подобная нивеллировка совершенно точна; намъ неоднократно приходилось провѣрять ее нѣсколькими нивеллировками, причемъ нивеллировки всегда совершенно сходились. При съемкѣ мензулой топографы нивеллируютъ и дѣлаютъ промѣры дальномѣромъ кипрегеля.

Репера. Не менѣе какъ каждыя двѣ версты необходимо врывать реперные столбы на крестовинѣ. Для этой цѣли лучше пользоваться деревьями, срубая таковыя въ пенекъ и выпиливая горизонтальную ступеньку, съ надписью въ сторону къ проходящей вблизи дорогѣ. Въ случаѣ необходимости въ особенно точной связкѣ или створа, напр., для тоннелей, на вершинѣ реперовъ обозначается сурикомъ красный крестъ, опредѣляющій точно искомыя точки. На столбѣ пишется надпись:

М. П. С.
1895.
Реп. № 1.

Все это заносится подробно въ пикетажную книжку и затѣмъ въ спеціальную вѣдомость реперовъ. При окончательной линіи подъ постройку требуется одинъ реперъ на версту, особенно вблизи искусственныхъ сооруженій и проч. Для реперовъ предлагается пользоваться, имѣющимися вблизи линіи постоянными камнями, памятниками, ступенями церквей, мельницами, извѣстными въ данной окрестности курганами, существующими искусственными сооруженіями и другими постояными точками, причемъ въ случаѣ надобности вкопывается на крестовинѣ столбъ, со ступенькой для рейки. Надписи надлежитъ дѣлать масляными красками и ступеньку закрашивать.

Репера съ полною точностью должны быть занесены въ нивеллировочномъ и пикетажномъ журналѣ, а потомъ нанесены на общую карту. Репера эти составляютъ важный матеріалъ для будущей съемки горизонталями, которая раньше или позже будетъ произведена и по всей Россіи.

Начальный столбъ и важнѣйшіе угловые, также поставленный въ концѣ каждаго участка, надо геометрически отнести

къ постояннымъ точкамъ, какъ репера, для облегченія будущаго возстановленія линіи.

Репера слѣдуетъ ставить на такомъ разстояніи отъ линіи, что бы при постройкѣ они не попали подъ откосы полотна и другія препятствія.

Репера должны быть связаны въ два нивеллира, а также и въ планѣ, потому что въ будущемъ эти репера служатъ для возстановленія и укрѣпленія линіи подъ постройку.

Кромѣ того требуется для связки полотна, при нанесеніи линіи на карту, засѣкать углами около 60° башни церквей въ городахъ, селахъ и пр., что надо дѣлать пользуясь стоянками угломѣра на углу.

Нивеллиръ Керна.

Для болѣе точныхъ нивеллировокъ, въ особенности при изслѣдованіи рѣкъ употребляется съ успѣхомъ швейцарскій нивеллиръ Керна *), а также нивеллиръ Брейтгаутта **).

Вообще говоря, каждый изъ инструментовъ имѣетъ свое точное назначеніе и чѣмъ устройство инструмента проще и крѣпче, тѣмъ инструментъ точнѣе и лучше.

Въ виду этого не слѣдуетъ въ одномъ инструментѣ соединять нивеллиръ съ угломѣрнымъ инструментомъ, т. к. на практикѣ двѣ эти работы, т. е. нивеллировка и снятіе becъ производится отдѣльно. Лучше имѣть два отдѣльныя инструмента, чѣмъ въ одномъ инструментѣ соединять два.

Подобное соединеніе встрѣчаемъ въ нивеллирѣ Керна. Эти нивеллиры употребляются у насъ сравнительно мало.

Существенное отличіе нивеллировъ Керна отъ обыкновенныхъ состоитъ еще въ весьма чувствительномъ уровнѣ особаго устройства и въ замѣнѣ въ сѣткѣ одной горизонтальной нити — тремя. Уровень не прикрѣпленъ, а лежитъ свободно на трубѣ и можетъ быть перекладываемъ независимо отъ трубы, что позволяетъ опредѣлить нѣкоторыя погрѣшности инструмента, не прибѣгая къ помощи реекъ; три горизонтальныя нити образуютъ дальномѣръ, опредѣляющій разстояніе отъ нивеллира до рейки, что даетъ возможность вычислить всѣ поправки для

*) Подробное описаніе можно найти въ Извѣстіяхъ Собранія Инженеровъ П. С. № 7 за 1884 годъ.

**) Подробное описаніе въ „Низшей Геодезіи“ Бика, часть III, стр. 65.

каждаго отдѣльнаго взгляда, увеличиваетъ точность отсчета на рейкѣ и, наконецъ, служитъ повѣркою отсчета.—Рейки снабжены уровнями, позволяющими установить ихъ совершенно вертикально.

Вообще о нивеллирахъ Керна можно сказать, что, по отношенію къ точности работъ, они надежнѣе обыкновенныхъ, даже въ томъ случаѣ, если пренебречь поправками. Въ обыкновенной нивеллировкѣ ошибки, чаще всего, происходятъ отъ наклоненія реекъ и невѣрности отсчета; между тѣмъ рейки съ уровнями стоятъ совершенно вертикально, а невѣрность отсчета, при нивеллирѣ Керна, сейчасъ же обнаруживается. Хотя отсчетъ трехъ показаній требуетъ больше времени, но эта потеря съ избыткомъ вознаграждается тѣмъ, что не нужно перекладывать трубы и, въ результатѣ, успѣхъ такой нивеллировки выходитъ почти одинаковый съ успѣхомъ обыкновенной; если же не соблюдать всѣхъ правилъ, предписываемыхъ требованіями особенной точности, то онъ даже больше успѣха обыкновенной. Это и видно изъ успѣховъ Сибирской и Урало-Каспійской нивеллировокъ.

Этотъ инструментъ служитъ спеціально для снятія горизонталей. Всѣ точки на каждой горизонтали снимаются угломъ по лимбу, а разстояніе по дальномѣру. Когда сняты всѣ точки по данной горизонтали и записаны въ спеціальный журналъ то нивеллиръ перестанавливается на слѣдующую по желанію горизонталь.

Единственное неудобство этихъ нивеллировъ составляютъ сложныя кабинетныя вычисленія, требующія отъ нивеллировщика извѣстной технической подготовки. (См. выноску стр. 97).

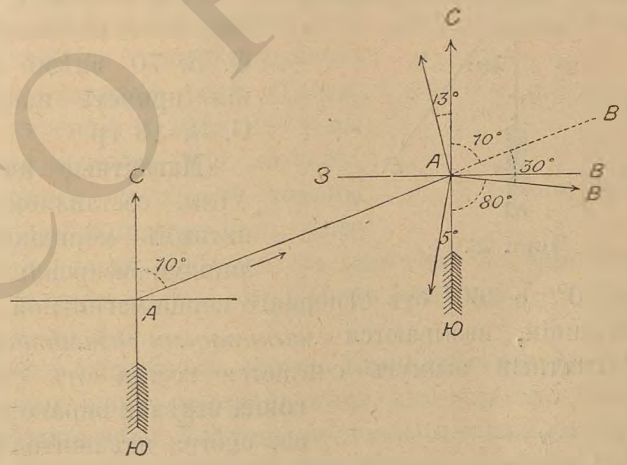
ГЛАВА VI.

Снятіе угловъ. Угломѣрные инструменты: Экеръ, Гоніометръ, Буссоль, Паптометръ, Теодолитъ, Тахеометръ. Тахеографометръ.

Углы. При желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ лучше не употреблять вовсе ни астролябическихъ, ни азимутальныхъ угловъ. Они только напрасно усложняютъ дѣло. **Гораздо удобнѣе брать внѣшніе углы.**

Обозначеніе странъ свѣта нѣмецкими буквами: Сѣверъ N. Востокъ O, Западъ W и Югъ S или англійскими—давно пора вывести изъ употребленія. Нѣмецкія буквы часто смѣшиваются съ англійскими, а именно Востокъ по Англійскій E, а не O, а западъ O вмѣсто W—что очень часто нашихъ техниковъ вводитъ въ заблужденіе.—У Русскихъ свои буквы С. В. З. Ю. также хороши, какъ и иностранныя.

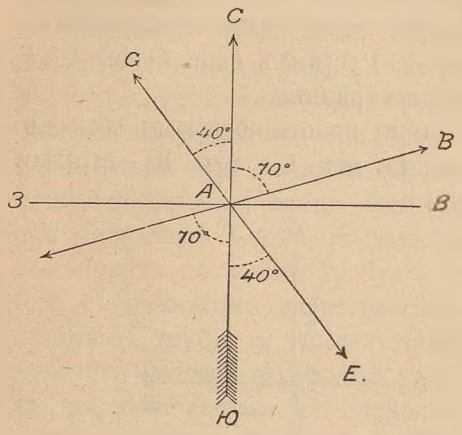
Румбъ, т. е. направленіе линіи по отношенію къ четыремъ странамъ свѣта, считается всегда отъ С. или Ю. стрѣлки,



Черт. 21.

смотря по тому, въ какую сторону приближается больше направленіе линіи. Каждая линія имѣетъ такимъ образомъ два румба противуположные себѣ, но равные по числу градусовъ. Наблюдатель, для лучшей оріентировки, долженъ представить себя помѣщеннымъ въ центрѣ лимба и глядѣть по направленію линіи; если послѣдняя идетъ по сѣверному полукругу, то румбъ слѣдуетъ считать отъ сѣвера, въ противномъ случаѣ отъ юга, причемъ если линія, исходя отъ центра инструмента направляется вправо отъ меридіана, то румбъ будетъ С. В. если влѣво то С. З. При направленіи линіи въ южный полукругъ румбъ будетъ Ю. В. или Ю. З. Численная величина читается по лимбу. Величина румба измѣряется числомъ градусовъ дуги между этими линіями. Такъ напримѣръ (см. черт. 21 и 22): линія по направленію отъ *А* до *В* имѣетъ румбъ СВ 70 гр. Линія въ

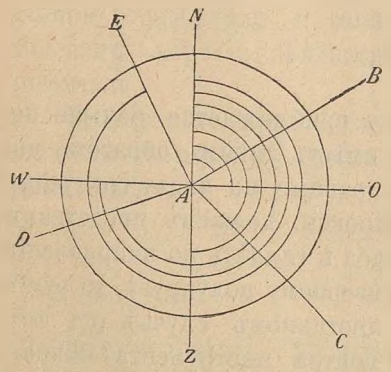
обратномъ направленіи отъ B до A имѣетъ румбъ ЮЗ 70 гр. Идя по линіи отъ A до B подъ румбомъ СВ 70 гр. и повернувъ на право 30 гр. линія перейдетъ въ южный полукругъ и приметъ направленіе ЮВ 80 гр. черт. 21. Если же повернуть отъ этой послѣдней линіи вправо еще на 85 гр., то румбъ измѣнится на ЮЗ—5 гр.



Черт. 22.

При поворотѣ отъ линіи A—B имѣющей румбъ С. В. 70° влѣво 83° линія приметъ направленіе С. З. 13 гр.

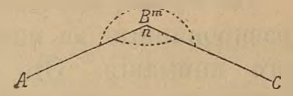
Магнитные азимуты. Углы, составляемые магнитнымъ меридіаномъ съ линіями визированія и считаемые отъ 0° до 360° отъ сѣвернаго конца магнитной стрѣлки до данной линіи, называются *магнитными азимутами* этой линіи. Магнитный азимутъ считается всегда отъ сѣвернаго конца стрѣлки вправо или влѣво, смотря изъ центра буссоли до направленія на предметъ. Такъ, напримѣръ, если AB (черт. 23) есть данная линія, а NZ направленіе магнитнаго меридіана, то уголъ между этими направленіями можно считать вправо отъ N до 360°, и, въ этомъ случаѣ, азимутъ будетъ около 60°. Его можно считать и влѣво отъ сѣвернаго конца стрѣлки, тогда величина угла будетъ около 300°. Такимъ образомъ, магнитный азимутъ вполнѣ опредѣляетъ положеніе линіи относительно магнитнаго меридіана. Нужно только условиться,— въ какую сторону считать азимутъ: къ востоку или западу.



Черт. 23.

Уголъ составляемый географическимъ меридіаномъ съ направленіемъ какой-нибудь линіи, называется *истиннымъ азимутомъ*. Истинные азимуты считаются въ ту же сторону, какъ и магнитные: отъ сѣвера вправо или влѣво, до направленія линіи.

Астролябическіе углы. Не трудно опредѣлить уголъ между двумя направленіями линій посредствомъ азимутовъ или румбовъ. При съемкахъ измѣряютъ углы, между линіями, ограничивающими участокъ: внутренніе углы или внѣшніе; но непремѣнно какіе-нибудь одни, дабы, при нанесеніи на бумагу, не послѣдовало ошибки. Если же измѣряютъ и тѣ и другіе, то тогда записываютъ ихъ въ журналѣ въ соотвѣтствующія графы для каждаго рода угловъ. Часто внутренніе и внѣшніе углы называютъ *правыми* или *лѣвыми*, смотря потому, съ какой стороны находится наблюдатель. Такъ, если при обходѣ участка наблюдатель идетъ отъ A (черт. 24) чрезъ B къ C, то уголъ ABC, означенный буквою n, будетъ правый, а уголъ m—лѣвый.



Черт. 24.

Углы эти называются также *астролябическими*.

При изысканіяхъ употребляются, какъ сказано выше, одни только **внѣшніе углы.** Таблицы составлены также для внѣшнихъ угловъ, а не для внутреннихъ. Это гораздо удобнѣе, такъ какъ внѣшній уголъ находится прямо передъ глазами ведущаго линію, онъ меньше и легче по нему оріентироваться, чѣмъ по внутреннему углу. Въ виду этого въ продольныхъ профиляхъ должны быть показаны внѣшніе углы, а не внутренніе, такъ какъ профили отъ этого будутъ отчетливѣе и въ кривыхъ будетъ меньше цифръ.

У насъ обыкновенно требуются еще азимутальные углы, но это излишнее требованіе, такъ какъ достаточно однихъ внѣшнихъ угловъ. Все это только понапрасну затрудняетъ ведущаго линію и ведетъ къ ошибкамъ.

Углы слѣдуетъ всегда дѣлать небольшіе—не больше 30°; ихъ легко прочесть по лимбу, не глядя даже на цифры. На каждомъ углу слѣдуетъ провѣрить по стрѣлкѣ румбъ направленной линіи. Если линія измѣняетъ постепенно свое направленіе небольшими углами, то при употребленіи внѣшнихъ угловъ, на

© ГПНТБ СО РАН

каждомъ углу въ полѣ, безъ всякихъ подсчетовъ, можно сразу сдѣлать эту провѣрку. Конечно поворотъ линіи можетъ быть въ общемъ многимъ болѣе 30°, но тогда линію слѣдуетъ повести нѣсколькими углами впритыкъ, то есть такъ, что когда одна кривая кончается, сейчасъ же другая начинается.

Во избѣжаніе ошибки, при съемкѣ угла, операція производится такимъ образомъ:

1) опредѣляется величина искомаго угла,
2) » » угла дополнительнаго.

Тоже самое слѣдуетъ продѣлать для повѣрки второй разъ, а также провѣрить румбъ.

На буквы, обозначающія страны свѣта и обыкновенно выгравированныя на инструментѣ, не слѣдуетъ обращать никакого вниманія. Это напрасный трудъ всѣхъ мастерскихъ. Буквы эти только путаютъ наблюдателя. Надо помнить лишь одно, что черный конецъ стрѣлки указываетъ всегда Сѣверъ и направленіе линіи относить къ этому меридіану. Практическое значеніе имѣли бы буквы С и Ю, на концахъ магнитной стрѣлки, а также В и З. на укрѣпленной перпендикулярно къ магнитной стрѣлкѣ тонкой иголкѣ, двигающейся вмѣстѣ со стрѣлкой и всегда такимъ образомъ указывающія страны свѣта.

Послѣ провѣрки угла, каждый разъ, прежде чѣмъ снять угломѣръ, слѣдуетъ обязательно закрѣплять винтомъ стрѣлку, чтобы таковая на ходу напрасно своимъ качаніемъ не портила ось, объ чемъ часто забываютъ наши инженеры и техники.

Углы поворотовъ предлагается дѣлать съ точностью до одного градуса, безъ минутъ, за исключеніемъ крутыхъ косогоровъ, гдѣ можно брать углы съ десятками минутъ. При предварительныхъ изысканіяхъ, для удобства, совѣтуется дѣлать углы на пикетахъ или на полныхъ десяткахъ саженей, что легко достигается, при заданныхъ радіусахъ, подборомъ соотвѣтственной величины угловъ, сумма тангенсовъ коихъ будетъ равна 25, 50, 75, 100 и т. д. саженямъ. Когда при окончательныхъ изысканіяхъ, въ особенности на косогорахъ, а тѣмъ болѣе при трассировкѣ встрѣчными линіями углы приходится дѣлать гдѣ прійдется на грунтѣ, то при этомъ конечно и разстояніе и уголъ будутъ дробными.

Для удобства предлагается пользоваться въ полѣ табличкой тангенсовъ, составленной, согласно вышесказанному, по точному подсчету. Табл. XIII.

Такимъ образомъ любую, длинную кривую можно легко и быстро, не затрудняя промѣровъ цѣпью, разбить съ почти совершенной точностью, не прибѣгая къ разбивкѣ кривой координатами. Всѣ пикеты будутъ приходиться или въ точкѣ касанія тангенсовъ, т. е. на кривой или же въ вершинахъ угловъ, которые поэтому легко можно вынести на кривую по биссектрисѣ. Разницу между всей кривой и тангенсами можно получить, взявъ сумму разницъ отдѣльныхъ угловъ изъ этой же таблицы (см. главу XIII: Разбивка закругленій).

При окончательномъ веденіи линіи въ полѣ, требуется точный подробный расчетъ кривой, съ разбивкой ея и нивеллировкой по кривой, со всѣми промежуточными точками, вынесенными по таблицамъ на кривую.

Каждый уголъ долженъ имѣть свой соотвѣтственный нумеръ по порядку. Углы считаются всегда внѣшніе, и на столбахъ нужно дѣлать надписи черной масляной краской, такимъ образомъ:

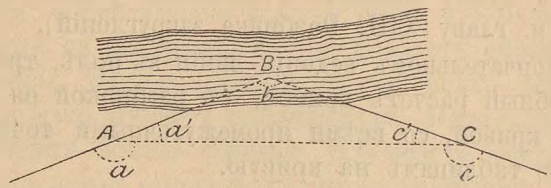
Уг. № 4
Пик. 420+10
∧
Влѣво 40°
С. З. 35° Рад. 300.

При окончательныхъ изысканіяхъ слѣдуетъ прибавлять еще тангенсъ и длину кривой. Угловые столбы слѣдуетъ ставить надписью въ сторону поворота, толщиною не менѣе пяти сотокъ, и забивать въ землю на 0,30 с., оставляя столько же надъ землею. Кромѣ этого надлежитъ ставить болѣе или менѣе высокія жерди съ пучкомъ травы или краснымъ флагомъ для болѣе удобнаго отыскиванія линіи. При окончательныхъ изысканіяхъ подъ постройку, угловые столбы надлежитъ вкапывать на крестовинѣ въ полдерева.

Разсмотримъ теперь нѣкоторые пріемы, употребляемые въ тѣхъ случаяхъ, когда уголъ не можетъ быть снятъ непосредственно:

а) для опредѣленія величины угла b (черт. 25), вершина котораго приходится въ водѣ, провѣшиваютъ и промѣриваютъ произвольную линію AC; непосредственной съемкой опредѣляютъ углы a' и c', а слѣдовательно опредѣляется и искомая величина b. Имѣя въ треугольникѣ ABC три угла и сторону AC, опредѣлятся и стороны AB и BC;

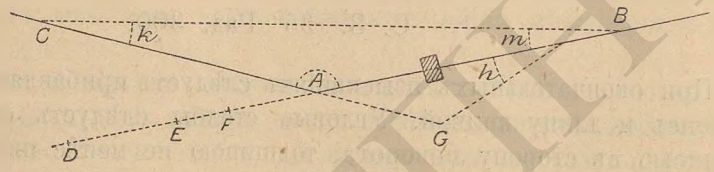
б) если непосредственной съемкѣ препятствуетъ, напримѣръ домъ, такъ, что ставъ въ вершинѣ угла A (черт. 26) не видно направленія AB, надо отходить отъ угла A до тѣхъ поръ, пока будутъ видны на AB нѣсколько вѣхъ; тогда изъ точки D ста-



Черт. 25.

вятся двѣ вѣхи: E и F и изъ вершины A опредѣляется уголъ CAD; если же послѣдній очень малъ (очень остръ), то уголъ DAG, который равенъ искомому CAB;

в) если встрѣтится препятствіе отойти на такое разстояніе, о какомъ только что говорено, то слѣдуетъ продолжить линію



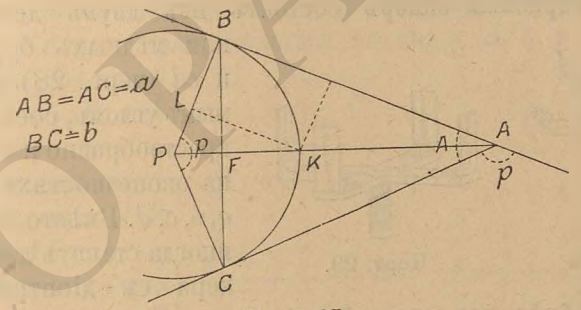
Черт. 26.

AC и снявъ углы G и h, опредѣлить дополнительный уголъ до искомаго, а слѣдовательно и искомый CAB;

г) если продолжить линію AC невозможно, то отходить по ней до тѣхъ поръ, пока будутъ видны вѣхи на линіи AB: тогда, снявъ углы k и m, опредѣлится и величина искомаго CAB.

Къ приведенному способу прибѣгаютъ только въ крайнихъ случаяхъ, стараясь вмѣсто этого замѣнить данный уголъ въ недоступной вершинѣ двумя другими, коихъ сумма равнялась бы дополненію до 180°.

За неимѣніемъ угломѣрныхъ инструментовъ, величина угла можетъ быть опредѣлена непосредственно при помощи эккера, ленты и таблицы кривыхъ по тангесу, а именно промѣривъ два любыхъ катета, отношеніе коихъ дасть намъ величину



Черт. 27.

тангенса, зная который по таблицамъ кривыхъ, находимъ искомый уголъ.

Уголъ можно также измѣрить, отмѣряя отъ вершины A по обѣимъ его сторонамъ равныя величины $AB = AC$; — измѣряютъ линію $BC = b$ тогда $sin\frac{A}{2} = \frac{2a}{b}$ и $A = arc\ sin\frac{b}{2a}$, но такъ какъ $BC = 2\,BT$, $sin\frac{A}{2} = cos\frac{P}{2}$ и $sin\frac{P}{2} = \sqrt{1 - cos\frac{P^2}{2}}$ то: $sin\frac{P}{2} = \sqrt{1 - \left(\frac{BT}{AB}\right)^2} = \sqrt{\frac{AB^2 - BT^2}{BA}}$ (см. черт. № 27).

Положимъ напримѣръ: будутъ отложены $AB = AC = a$ 100 саж., а величина $BC = b$ по измѣренію найдена 157,54 саж. тогда: 1000. $sin\frac{P}{2}$ = 616,059, а величина BF = 616,059 = A II; по таблицѣ находимъ P=76° 3′ 27″,5.

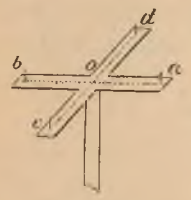
Вообще говоря для измѣренія угловъ, когда вершина недоступна прибѣгаютъ на практикѣ къ провѣшиванію и промѣру вспомогательныхъ линій и угловъ. Пріемовъ, много останавливаться надъ коими подробнѣе считаемъ излишнимъ.

ОТГТБ СОРАН

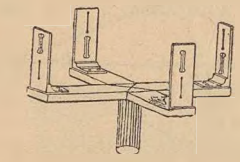
Употребленіе геодезическихъ угломѣрныхъ инструментовъ, называемыхъ эккерами, буссолями, гоніометрами, пантометрами, теодолитами и пр.

Эккера служатъ для возстановленія перпендикуляровъ; поперечныхъ профилей; при разбивкѣ кривыхъ, т. е. закругленій линій по координатамъ и пр.

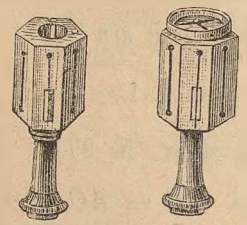
Крестообразный эккеръ состоитъ изъ двухъ деревянныхъ или мѣдныхъ брусковъ *ab* и *cd* (черт. 28) подъ прямымъ угломъ, соединенныхъ крестообразно и имѣющихъ на оконечностяхъ шпиньки *a, b, c, d*. Вмѣсто шпиньковъ иногда ставятъ діоптры. Эккера съ діоптрами, очевидно, удобнѣе для употребленія по своей прочности, нежели безъ діоптровъ (черт. 29).



Черт. 28.


Черт. 29.

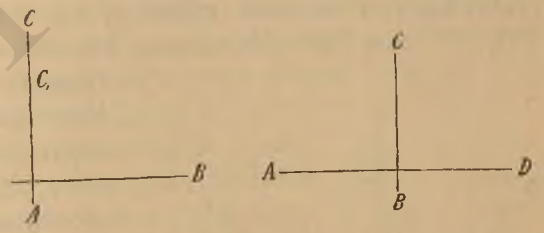
Цилиндрическій, восьмигранный и коническій эккеръ. Другого устройства эккера, называемые цилиндрическими (черт. 30), иногда коническими, состоятъ изъ пустого металлическаго цилиндра. На поверхности его располагаются діаметрально-противоположные четыре прорѣза, — это глазные и предметные діоптры, такъ что вертикальная плоскость, проведенная черезъ два изъ нихъ, перпендикулярна къ плоскости, проходящей черезъ другіе два прорѣза. Цилиндръ насаживается на колъ втулкою, прикрѣпленной къ его основанію.


Черт. 30.

Коническій эккеръ, употребляющійся въ южной Германіи и Австріи, представляетъ нѣкоторыя удобства въ гористой мѣстности, потому что даетъ возможность визированія болѣе наклонныхъ линій.

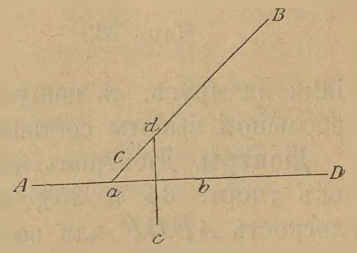
Эккеръ съ яблочнымъ шарниромъ, при посредствѣ коего можно провѣшивать линіи по косогорамъ съ большимъ удобствомъ, чѣмъ коническимъ эккеромъ, такъ какъ при помощи яблочнаго шарнира можно провѣшивать линію вверхъ и внизъ по уклону, наклоняя и укрѣпляя соотвѣтственно эккеръ. Подобный эккеръ особенно удобенъ при желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ въ гористой мѣстности. При помощи шарнира можно эккеръ сразу поставить въ горизонтальной плоскости, не трогая палки.

Употребленіе эккеровъ. Если изъ данной точки C нужно было бы опустить перпендикуляръ CB на линію AD (черт. 31), то въ этомъ случаѣ отходятъ съ эккеромъ по данной линіи до тѣхъ поръ, пока найдутъ мѣсто, въ которомъ одна пара шпиньковъ или діопровъ расположится по линіи AD, а другая будетъ закрывать точку C. Точка B, гдѣ установленъ эккеръ, окажется основаніемъ перпендикуляра CB къ линіи AD.



Черт. 31.

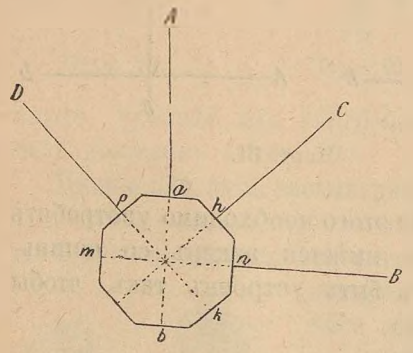
Еслибы нужно было изъ данной точки C провести линію, наклонную къ линіи AB подъ угломъ въ 45°, то для этого необходимо употребить восьмигранный эккеръ; если же имѣется эккеръ со шпиньками (черт. 35), то онъ долженъ быть устроенъ такъ, чтобы разстоянія отъ центра его o до каждаго шпинька были равны. При такомъ устройствѣ, для опредѣленія направленія aB, составляющаго съ линіею aD уголъ въ 45°, нужно поставивъ эккеръ на линіи AB близъ данной точки такъ, чтобъ надъ ней приходился шпинекъ a (черт. 32), направить шпиньки ab по направленію линіи AD; затѣмъ, выставивъ вѣху въ точкѣ B по направленію шпиньковъ ad, получимъ линію AB, наклоненную къ данной линіи AD въ данной точкѣ подъ угломъ 45°. Точно такъ же при помощи эккера можно разбивать на мѣстности линіи, параллельныя къ даннымъ, или же параллельныя къ даннымъ линіямъ и проходящія чрезъ извѣстныя точки. Всѣ эти задачи настолько просты, что всякій можетъ самъ рѣшать ихъ.



Черт. 32.

Эккера служатъ большею частью вспомогательными снарядами при другихъ угломѣрныхъ инструментахъ, но ими можно также производить съемку небольшихъ контуровъ, хотя съ меньшею точностью и съ меньшимъ удобствомъ, чѣмъ это дѣлается другими инструментами. При помощи эккера, разбивая прямоугольный треугольникъ и измѣривъ длину катетовъ или гипотенузы можно измѣрить тригонометрически любой уголъ.

Повѣрка эккеровъ. Прежде употребленія эккеровъ, нужно убѣдиться въ правильномъ ихъ устройствѣ, т. е. составляютъ ли визирныя плоскости діоптровъ углы, какіе они въ дѣйствительности должны имѣть, т. е., равны ли эти углы 90°, 45°, 135° или 180°. Положимъ, имѣемъ восьмигранный эккеръ. Ставятъ колъ съ надѣтымъ на него эккеромъ, по возможности вертикально, и затѣмъ ставятъ вѣхи, по направленію всѣхъ діоптровъ. Повѣрнувъ эккеръ на 45° и 90° выставленныя вѣхи, каждый разъ должны попадать на діоптры (черт. 33). Крестообразный и цилиндрическій эккеръ повѣряются такимъ же способомъ. Болѣе сложные эккера съ движеніемъ вокругъ оси, съ компасомъ, съ дѣленіями на кругѣ, съ ноніусомъ, съ передвижными діоптрами, — небольшой высоты составляютъ переходъ къ гоніометрамъ.

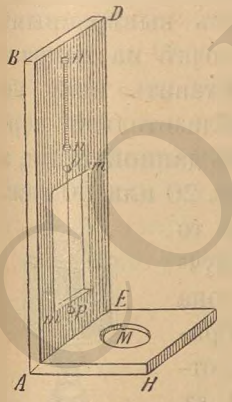


Черт. 33.

Діоптры. Діоптромъ называется мѣдный неравноплечій уголокъ (черт. 34 и 35), изогнутый по линіи AE такъ, что плоскость $ABDF$ или вообще прорѣзъ съ волоскомъ и глазнымъ отверстіемъ перпендикулярны къ $AEJH$. На короткой части діоптра сдѣлано круглое отверстіе, въ него вводятъ винтъ, помощью котораго діоптръ $ABDEJH$ прикрѣпляютъ къ алидадѣ или къ лимбу. Съ одной стороны короткой части діоптра придѣлываются два штифтика, вкладываемые въ соотвѣтствующія отверстія, сдѣланныя на алидадѣ или лимбѣ, дабы діоптръ не могъ вращаться на оси винта. На длинной сторонѣ дѣлается узкій прорѣзъ, называемый глазнымъ, и широкій, называемый предметнымъ. По серединѣ послѣдняго

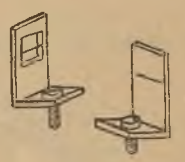
натянутъ волосокъ такъ, чтобы онъ служилъ продолженіемъ узкаго прорѣза.

Измѣреніе угловъ при визированіи должно быть возможно точнѣе. Точность визированія діоптрами зависитъ отъ ширины прорѣза глазного діоптра, отъ толщины волоска и отъ разстоянія между діоптрами. Такимъ образомъ, чѣмъ уже отверстіе глазнаго діоптра, чѣмъ тоньше волосокъ предметнаго діоптра и чѣмъ больше разстояніе между діоптрами, тѣмъ точнѣе можно **визировать.**



Черт. 34.

Двузеркальный эккеръ. Устраивается двузеркальный эккеръ такъ, какъ показано на чертежѣ 37-мъ. Къ металлической оправѣ, имѣющей видъ треугольной призмы, придѣлывается ручка съ крючкомъ, на которой можно но вѣшать отвѣсъ. Одна изъ граней оправы, перпендикулярныхъ грани D, открыта на всемъ своемъ пространствѣ; двѣ другія грани имѣютъ въ верхнихъ своихъ частяхъ четыреугольныя отверстія, а къ нижнимъ частямъ, внутри оправы, прикрѣплены два зеркала, плоскости которыхъ составляютъ двугранный уголъ въ 45°. Чтобы углу, составляемому зеркалами, дать, въ точности, величину равную 45°, между оправой и однимъ изъ зеркалъ помѣщается пружина шириною немного меньшею, чѣмъ ширина зеркала; особымъ повѣрительнымъ винтомъ, входящимъ въ оправу, можно надавливать немного на пружину и тѣмъ давать надлежащее положеніе плоскости зеркала.

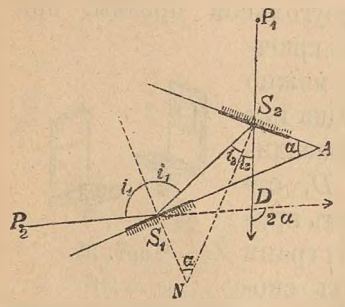

Черт. 35.

Уголъ, составленный лучами, идущими отъ двухъ предметовъ къ глазу наблюдателя, равенъ двойному углу, составляемому зеркалами, когда лучъ прямо-видимый, идущій отъ одного изъ предметовъ, и двояко-отраженный двумя зеркалами, идущій отъ другого предмета, совпадаютъ между собою. Поэтому, если уголъ между зеркалами равенъ 45°, то уголъ между предметами долженъ быть равенъ 90°.

Если глазъ наблюдателя находится въ D (черт. 36 и 37) и видитъ непосредственно предметъ P_1 поверхъ зеркала S_2, а лучъ,

идущій отъ P_2 къ D, отразившись два раза отъ зеркалъ S_1 и S_2, пойдетъ по тому же направленію, какъ и лучъ идущій отъ P_1, то въ точкѣ D образуется уголъ равный 2α, гдѣ α уголъ, составленный зеркалами, что видно изъ треугольниковъ AS_1S_2 и DS_2S_1.

Двузеркальный эккеръ съ большимъ успѣхомъ употребляется для разбивки перпендикуляровъ. Его употребленіе очень просто. Если требуется къ данной линіи возстановить перпендикуляръ, то съ этою цѣлью устанавливаются съ вывѣреннымъ эккеромъ въ какой угодно или въ данной точкѣ на направленіи данной линій, посылаютъ рабочаго поставить вѣху по направленію приблизительно перпендикулярному къ данной линіи, а когда онъ отойдетъ 20 или 30 саж. и поставитъ вѣху, то берутъ эккеръ за ручку такъ, чтобы она была отвѣсна, обращаютъ широкимъ отверстіемъ эккера въ сторону постановленной вѣхи, а чрезъ прорѣзы, имѣющіеся надъ зеркалами, визируютъ по направленію данной линіи, и въ точности устанавливаются по ней; даютъ соотвѣтственные сигналы рабочему, чтобы онъ переставлялъ вѣху до тѣхъ поръ, пока изображеніе ея въ зеркалѣ, видное наблюдателю, не окажется на направленіи сигналовъ, означающихъ данную линію. Тогда линія, идущая отъ вѣхи къ точкѣ земли, на которую указываетъ отвѣсъ, будетъ перпендикулярна къ данной линіи.



Черт. 36.


Черт. 37.

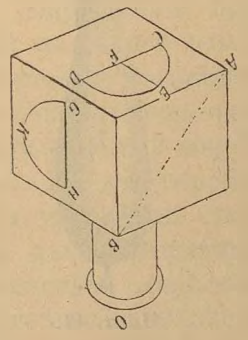
Если надо изъ данной точки опустить перпендикуляръ на данную линію, то, поставивъ вѣху въ данной точкѣ, наблюдатель устанавливается съ двузеркальнымъ эккеромъ по направленію данной линіи, въ точкѣ близкой къ искомой подошвѣ перпендикуляра и, обративъ широкое отверстіе эккера къ вѣхѣ, стоящей въ данной точкѣ, смотритъ въ узкіе прорѣзы, передвигается по данной линіи до тѣхъ поръ, пока не увидитъ въ зеркалѣ вѣху, поставленную имъ въ данной точкѣ, и, наконецъ, устанавливается въ точности такъ, чтобы эта вѣха видна была въ зеркалѣ по тому же направленію, по какому стоятъ сигналы на данной линіи. Точка, въ которую падаетъ отвѣсъ, будетъ искомымъ основаніемъ перпендикуляра.

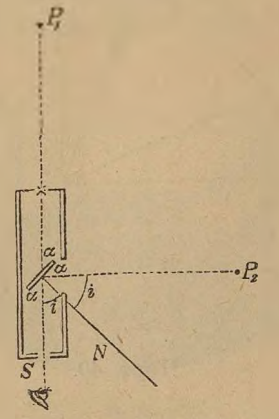
Двузеркальный эккеръ необходимъ на каменистыхъ косогорахъ, а также зимой, когда грунтъ мерзлый и установка простаго эккера съ палкой затруднительна.

Повѣрка двузеркальнаго эккера. Вывѣрка двузеркальнаго эккера производится такъ же, какъ и обыкновенныхъ эккеровъ, т. е. надо назначить, при помощи двузеркальнаго эккера, двѣ другъ къ другу перпендикулярныхъ линіи и повѣрять инструментъ поворотомъ его на 90°.

Однозеркальный эккеръ. Однозеркальные эккера устраиваются или въ видѣ трубки (черт. 39, или въ видѣ куба съ трубкою (черт. 38).

Точная установка зеркала подъ угломъ 45° къ визирной


Черт. 38.



Черт. 39.

оси совершается особымъ повѣрительнымъ винтомъ, входящимъ въ оправу эккера.

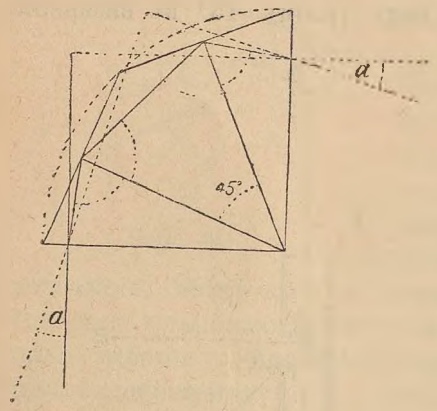
Употребленіе однозеркальныхъ эккеровъ такое же, какъ двузеркальныхъ.

Призматическій эккеръ. Призматическій эккеръ состоитъ изъ стеклянной равнобедренной призмы, обдѣланной въ металлическую оправу, покрывающую треугольныя основанія призмы, и ребра ея перпендикулярныя къ этимъ основаніямъ.

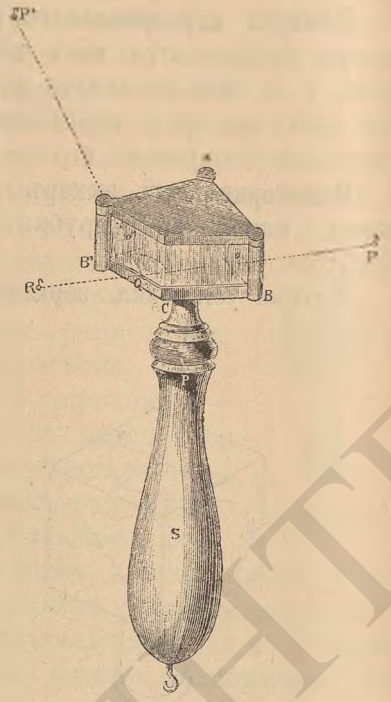
Къ металлической оправѣ придѣлывается ручка, за которую держатъ эккеръ во время разбивки перпендикулярныхъ линій (черт. 41).

Для призматическаго эккера берутъ также четырехъ-гранную призму, одинъ уголъ которой равенъ прямому углу (черт. 40), четырехъ-угольныя грани, прилегающія къ прямому углу, равны между собою, точно также равны между собою и двѣ другія грани.

Перпендикуляры, опущенные изъ вершины прямого угла на эти послѣднія грани, составляютъ между собою 45°. Изъ чертежа легко вывести для



Черт. 40.



Черт. 41.

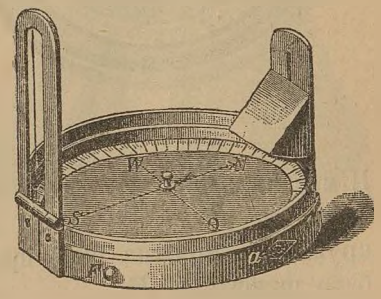
призмы четырехъ-гранной тотъ же законъ, что и для равнобедренной призмы, т. е. лучъ, прямовидимый и двояко-отраженный двояко-преломленный, прошедшій чрезъ призму, составляютъ между собою уголъ равный 90°.

Такого рода четырехъ-гранныя призмы, образующія собою эккера, обдѣлываются въ металлическую оправу (черт. 41). ABB', къ которой придѣлывается ручка S съ крючкомъ для отвѣса. Такимъ эккеромъ на линіи PR легко найти точку O, въ которой линія PP' перпендикулярна къ линіи PR.

Употребленіе призматическаго эккера. Чтобы возстановить

перпендикуляръ къ данной линіи однопризменнымъ эккеромъ, становятся на данной линіи, посылаютъ рабочаго поставить вѣху по направленію близкому къ перпендикуляру, держатъ эккеръ за ручку, направленную отвѣсно и поворачиваютъ его такъ, чтобы лучи, идущіе отъ сигналовъ, означающихъ данную линію, падали на одну плоскость призмы, составляющую прямой уголъ; когда въ другой сторонѣ, составляющей прямой уголъ, появятся изображенія этихъ сигналовъ, сливающіяся другъ съ другомъ, то, смотря поверхъ призмы, даютъ знаки рабочему, чтобы онъ переставлялъ вѣху въ ту или другую сторону до тѣхъ поръ, пока вѣхи рабочаго и сигналы, видимые въ призму, не будутъ находиться въ одной отвѣсной плоскости; тогда линія, идущая отъ поставленной вѣхи къ точкѣ, указываемой отвѣсомъ эккера, даетъ направленіе перпендикулярное къ данной линіи. Подробное описаніе этихъ эккеровъ, ихъ теорія и повѣрка можно найти въ Геодезіи проф. Богуславскаго.

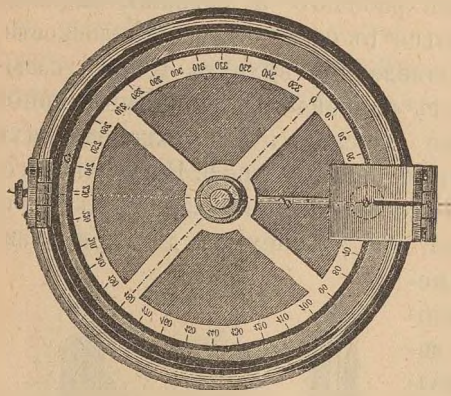
Буссоль Шмалькальдера. Буссоль эта принадлежитъ къ числу небольшихъ *ручныхъ буссолей*, употребляемыхъ для приблизительнаго опредѣленія положенія линій на земной поверхности относительно магнитнаго меридіана. Она состоитъ изъ мѣдной цилиндрической коробки B (черт. 42). На днѣ коробки, въ центрѣ ея, утвержденъ отвѣсный шпинекъ для навѣшиванія на него магнитной стрѣлки. На верху стрѣлки прикрѣпляется кольцо изъ тонкой мѣдной латуни, діаметромъ нѣсколько менѣе коробки. На латунномъ кольцѣ наклеивается бумажный кружокъ, раздѣленный на градусы. Нуль градусныхъ дѣленій находится при южномъ концѣ стрѣлки, и подпись дѣленій располагается отъ юга къ западу до 360°. Коробка закрывается стекломъ и, кромѣ того, при переноскѣ,—мѣдною крышкою. Къ одному краю коробки придѣланъ на шарнирѣ предметный діоптръ, а къ другому діаметрально противоположно прикрѣплена пластинка d (черт. 43), съ пазами, между которыми движется глазной діоптръ a. Прорѣзъ глазного діоптра окан-



Черт. 42.

СПЦНТБ СПбГАУ

чивается внизу круглою скважиною, противъ которой, по другую сторону діоптра, закрѣплена прямоугольная и равнобедренная хрустальная призма, обращенная своимъ выпуклымъ катетомъ къ кругу, а гипотенузою къ предметному діоптру. Такое устройство глазного діоптра даетъ возможность, въ одно и то же время, визировать при помощи волоска предметнаго діоптра на наблюдаемую точку или предметъ, а въ круглую скважину видѣть совпадающее съ этимъ волоскомъ дѣленіе кружка и градусную подпись въ увеличенномъ видѣ. Наружныя стороны призмы, за исключеніемъ обращенныхъ къ кругу и круглой скважинѣ глазного діоптра, покрыты мѣдною оправою. Градусныя подписи кружка означаются въ обратномъ видѣ для того, чтобы, по отраженіи въ призмѣ, онѣ представлялись въ прямомъ видѣ.



Черт. 43.

Въ дно буссоли ввинчивается втулка, которою буссоль надѣвается на верхушку кола, замѣняющаго штативъ, иногда же буссоль Шмалькальдера не устанавливаютъ на штативъ, а просто держатъ въ рукѣ. Во время переноски магнитная стрѣлка съ кружкомъ должна быть прижата къ стеклу при помощи особаго штифтика *F*.

Для разсматриванія дѣленій, глазной діоптръ подвигаютъ между пластинками *d* до тѣхъ поръ, пока сказанныя дѣленія представятся съ совершенною ясностью.

Визированіе производится такимъ образомъ: наблюдатель ставитъ къ себѣ глазной діоптръ и направляетъ діоптры по данной линіи. Затѣмъ, смотря въ круглое отверстіе, противъ призмы, читаетъ число градусовъ, указываемое волоскомъ предметнаго діоптра. Прочтенное число градусовъ будетъ азимутомъ линіи, по которой направлена визирная плоскость діоптровъ.

Горная буссоль съ діоптрами; при ней имѣется отвѣсъ въ

родѣ стрѣлки, по коей визируя по линіи уклона косогора можно опредѣлить поперечный уклонъ косогора или напластованіе въ немъ отдѣльныхъ породъ и слоевъ видимыхъ по обнаженіямъ.

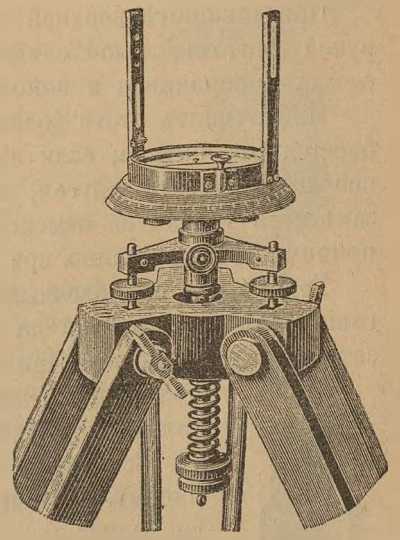
Гоніометръ.

При предварительныхъ желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ, тѣмъ болѣе рекогносцировкахъ совершенно достаточенъ для измѣренія угловъ обыкновенный **гоніометръ**. Гоніометръ черт. 44 это та же астролябія черт. 45 употребляемая при съемкахъ.

Основаніе гоніометра кругъ (лимбъ), раздѣленный на 360°, по направленію діаметра котораго расположенъ верхній кругъ (алидада), вращающійся горизонтально около оси, проходящей чрезъ центръ лимба. Какъ лимбъ, такъ и алидада снабжены діоптрами съ вертикальными волосками. На лимбѣ они укрѣплены неподвижно на концахъ діаметровъ, проходящихъ чрезъ 0° и 180° на алидадѣ же, имѣется двѣ пары діоптровъ подъ прямымъ угломъ; онѣ называются подвижными, и вмѣстѣ съ ней могутъ дѣлать полный поворотъ, т. е. 360°. Узкій діоптръ для глаза, а широкій съ волоскомъ—предметный.



Черт. 44.



Черт. 45.

Для измѣренія угла ставятъ гоніометръ въ вершину измѣряемаго угла, такъ чтобы отвѣсъ, прикрѣпленный къ треножнику-приходился надъ вершиной угла. На практикѣ отвѣса не употребляютъ; достаточно нѣсколькихъ дней практики, чтобы безъ него обойтись. Обративъ нулевыя черты лимба и ноніуса къ себѣ, приводятъ плоскость лимба въ горизонтальное положеніе на глазъ по магнитной стрѣлкѣ. Установка въ горизонтальномъ положеніи по магнитной стрѣлкѣ заключается въ томъ,

что наклоняютъ лимбъ до тѣхъ поръ, пока концы стрѣлки будутъ на одинаковыхъ разстояніяхъ отъ плоскости кольца буссоли. Направляютъ неподвижные діоптры на заднюю линію, а подвижные діоптры, т. е. верхнюю часть гоніометра (замѣняющую алидаду или трубу), направляютъ послѣ заданія угла на переднюю линію. Дугою, заключенною между нулевыми чертами лимба и ноніуса, опредѣлится градусная величина угла. Уголъ слѣдуетъ читать внѣшній; для провѣрки слѣдуетъ прочитать также дополнительный и провѣрить съ прочитаннымъ по лимбу, а также вычисленнымъ по румбу.

При поворотѣ верхней части гоніометра, дѣйствуя правой рукой винтомъ, лѣвой слѣдуетъ придерживать верхнюю часть, слегка поворачивая и помогая этимъ при передвиженіи винту.

Инструментъ этотъ долженъ быть хорошо вывѣренъ, когда берется отъ оптика; если имѣетъ самые маленькіе недостатки, необходимо взять другой, получше. Если же неисправность замѣтится только на изысканіяхъ то найденную, ошибку надо принимать во вниманіе при отсчитываніи угловъ.

Гоніометръ съ яблочнымъ шарниромъ. Это обыкновенный гоніометръ укрѣпленный на палкѣ на шарообразномъ шарнирѣ, зажимаемымъ винтомъ. При помощи яблочнаго шарнира, вмѣсто подъемныхъ винтовъ, можно гоніометръ моментально установить горизонтально черт. 46.



Черт. 46.

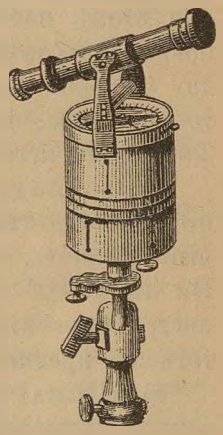
Всѣ гоніометры должны быть снабжены компасомъ. Разница въ цѣнѣ небольшая, а удобство громадное.

Въ мѣстности косогористой шарниръ этотъ представляетъ еще другое удобство. Визируя линію по крутому склону, нерѣдко послѣдняя исчезаетъ подъ горизонтомъ лимба и діоптровъ.—Вооруженный яблочнымъ шарниромъ гоніометръ имѣетъ то удобство, что гоніометръ и тѣмъ самимъ плоскость діоптровъ можно наклонить и такимъ образомъ, направивъ и увидавъ линію, задавать необходимые углы на косогорахъ.

Алидада, вращающаяся по нижнему кругу на вертикальной оси снабжена магнитной стрѣлкой, ноніусомъ, а также иногда зрительной трубой, вращающейся въ свою очередь въ вертикальной плоскости, вдоль лимба, дѣленнаго на градусы и опредѣляющаго такимъ образомъ вертикальные углы. При

желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ должны быть употребляемы гоніометры черт. 47 съ трубой, безъ вертикальнаго лимба, вмѣсто дорогостоющихъ пантометровъ.

Точнѣе и вмѣстѣ съ этимъ удобнѣе гоніометра это такъ называемая по каталогу Герляха Бусоль № 89 въ родѣ малой астролябіи, со складными діоптрами на шарнирахъ и съ дѣленіями по лимбу въ полградуса. Такъ какъ діоптри на ней открытые, крупныхъ размѣровъ, то визированіе очень удобно и глазъ не утомляется. — Этой астролябіи слѣдуетъ дать при изысканіяхъ болѣе широкое примѣненіе (черт. 45).



Черт. 47.

Всѣ винты: подъемные, повѣрительные, зажимные, микрометренные, а также діоптры, окуляръ стекла, цапфы и пр. надо содержать въ большой чистотѣ.

Всѣ угломѣрные инструменты снабжены магнитной стрѣлкой укрѣпленной на шпилѣ въ центрѣ алидады.

Самый простой угломѣрный инструментъ это буссоль, а для съемочныхъ работъ мензулой такъ называемый оріентиръ-буссоль.

Шпиль, на которомъ покоится стрѣлка, долженъ быть всегда острый и прямой, почему послѣ снятія угла слѣдуетъ обязательно сей часъ же зажимать стрѣлку, имѣющимся спеціально для этого винтикомъ.

Повѣрка буссоли. При повѣркѣ буссоли необходимо убѣдиться: 1) Не содержитъ ли буссоль въ себѣ желѣза. Для этого, вынувъ стрѣлку изъ буссоли, вѣшаютъ ее на вертикально поставленную иголку и когда стрѣлка успокоится, осторожно подносятъ къ ней коробку буссоли и слегка ее поворачиваютъ; если въ стрѣлкѣ не будетъ никакого движенія, то желѣза нѣтъ. Въ противномъ случаѣ буссоль не годится и ее надо послать въ мастерскую.

2) Вѣрно ли раздѣлено кольцо буссоли.—Для этого, раздвинувъ ножки циркуля на 5 градусныхъ дѣленій кольца, начинаютъ откладывать эту величину по окружности лимба, вправо или влѣво отъ 0° до 360°, замѣчая при этомъ—совпадаютъ ли ножки циркуля съ 10°, 15°, 20° и т. д. Пройдя та-

© ГПНТБ СССР

кимъ образомъ цѣлую окружность, повторяютъ тоже дѣйствіе, начиная съ 1° дѣленія; замѣчаютъ совпадаютъ ли ножки циркуля съ 11°, 16°, 21° и т. д. Тоже самое дѣлаютъ начиная съ 2°, 3°, 4° и 5°, если во всѣхъ случаяхъ ножки циркуля будутъ совпадать съ дѣленіями,— то дѣленія сдѣланы вѣрно. Въ противномъ случаѣ инструментъ не годенъ къ употребленію.

3) Перпендикулярна ли визирная плоскость дну коробки буссоли. — Приводимъ буссоль въ горизонтальное положеніе посредствомъ уровня и визируемъ на отвѣсъ. Если при этомъ волоски глазнаго и предметнаго діоптровъ будутъ покрывать отвѣсъ, то визирная плоскость перпендикулярна дну буссоли. Если же нѣтъ, то слѣдуетъ измѣнить положеніе того діоптра, который не вѣренъ, отвинтивъ его и подложивъ подъ него слой бумаги, согнутой нѣсколько разъ.

4) Совпадаетъ ли линія нулей буссоли съ визирною плоскостью.—Наводимъ діоптры на какой-нибудь отвѣсный предметъ, отвинчиваемъ ихъ, снимаемъ крышку буссоли. На точки 0° капаемъ воскомъ и втыкаемъ шпильки. Если инструментъ вѣренъ, то послѣднія должны быть наведены на тотъ же предметъ.

5) Шпиль долженъ быть всегда достаточно остръ, агатъ хорошо шлифованъ, и стрѣлка хорошо намагничена. Эти три условія повѣряются заразъ слѣдующимъ образомъ: дѣлаютъ отсчетъ по одному изъ концовъ стрѣлки, затѣмъ приближаютъ къ ней какую нибудь желѣзную или стальную вещь; при этомъ стрѣлка уклонится по направленію къ вещи и послѣ удаленія этой послѣдней она должна занять первоначальное положеніе, т. е. дать тотъ же отсчетъ. Если же полученъ другой отсчетъ, то стрѣлка снимается со шпиля, агатовая шляпка прочищается кисточкою, шпиль вывертывается и оттачивается. Доброкачественность шлифовки агата узнается при разсматриваніи его на свѣтъ или, еще лучше, въ лупу. Если стрѣлка по удаленіи стальной вещи приходитъ въ равновѣсіе быстро, то она хорошо намагничена.

6) Стрѣлка должна быть уравновѣшена. Настоящее условіе повѣряется приведеніемъ кольца буссоли въ горизонтальное положеніе. Если при этомъ верхняя плоскость стрѣки совпадаетъ съ плоскостью кольца, то есть ея концы одинаково возвышены надъ плоскостью кольца,—что видно на глазъ, тогда

оно выполнено. При невыполненіи же этого условія, налѣпляютъ на поднятый конецъ стрѣлки кусочекъ воска или сургуча.

7) Стрѣлка не должна имѣть эксцентриситета (внѣцентренности), иначе говоря она должна быть поставлена въ центрѣ градуснаго кольца буссоли. Приведя буссоль въ горизонтальное положеніе, записываютъ показанія обоихъ концовъ стрѣлки; затѣмъ, измѣнивъ положеніе верхней части буссоли, опять отсчитываютъ по концамъ стрѣлки, и такъ дѣлаютъ раза 4—5 на различныхъ мѣстахъ кольца. Если разность каждой пары отсчетовъ равна 180°, то стрѣлка эксцентриситета не имѣетъ; въ противномъ случаѣ нужно всегда брать полусумму отсчетовъ по обоимъ концамъ стрѣлки.

На практикѣ въ случаѣ потери или размагничиванія стрѣлки изыскателю приходится вдали отъ мастерскихъ самому намагнитить или даже сдѣлать новую стрѣлку.

Намагничиваніе стрѣлокъ производится двумя способами: 1-й способъ, называемый простымъ натираніемъ, состоитъ въ томъ, что, имѣя искусственный магнитъ въ видѣ прямой полосы, кладутъ стрѣлку горизонтально и, поставивъ на одинъ изъ концовъ ея перпендикулярно къ стрѣлкѣ магнитъ, проводятъ имъ нѣсколько разъ по всей длинѣ стрѣлки отъ одного конца до другого. На томъ концѣ стрѣлки, гдѣ окончилось натираніе, обнаружится полюсъ разноименный съ полюсомъ магнита, прилегавшимъ къ стрѣлкѣ. Если же магнитъ имѣетъ форму подковы, то взявъ его за середину въ одну руку и повернувъ полюсами къ верху, натираютъ стрѣлку другою рукою объ одинъ изъ концовъ магнита, начиная отъ середины стрѣлки; затѣмъ дѣлаютъ такое же натираніе другого конца стрѣлки объ другой конецъ магнита.

При 2-мъ способѣ болѣе сильнаго намагничиванія, извѣстномъ подъ названіемъ раздѣльнаго натиранія, кладутъ стрѣлку горизонтально и, поставивъ на средину ея подъ угломъ къ ней около 30° двѣ искусственныя магнитныя полосы разноименными полюсами, проводятъ ими одновременно отъ середины стрѣлки къ концамъ ея; послѣ чего снимаютъ магниты со стрѣлки, ставятъ ихъ на середину ея и снова проводятъ къ концамъ и т. д. Повторивъ это нѣсколько разъ, поворачиваютъ стрѣлку нижней стороной вверхъ и повторяютъ то же самое дѣйствіе. За неимѣніемъ магнита можно пользоваться дождевой

водой въ особенности во время грозы, для чего стрѣлку надо погрузить на нѣсколько часовъ въ воду.

Точность ноніуса. Какъ извѣстно **точность ноніуса**, то есть разность между однимъ дѣленіемъ лимба и однимъ дѣленіемъ ноніуса, равна одному дѣленію лимба помноженному на 60, т. е. превращенному въ минуты или секунды и дѣленному на число дѣленій ноніуса. Такъ напримѣръ: лимбъ раздѣленъ на полные градусы, а для ноніуса взято 59 дѣленій, раздѣленныхъ на 60 частей. Точность будетъ равна $\frac{1.60}{60} = 1$ минутѣ; второй примѣръ: лимбъ раздѣленъ на трети градуса, т. е. на части равныя 20 минутамъ, а на ноніусѣ 40 дѣленій. Точность по этому равна $\frac{20.60''}{40} = 30$ секундамъ; или иначе говоря: дѣленіе лимба въ первомъ случаѣ градусъ, взято такихъ дѣленій 59 и раздѣлено на 60, то стало быть каждое дѣленіе ноніуса меньше на $\frac{1}{60}$ градуса, т. е. на 1 минуту. Во второмъ примѣрѣ дѣленіе лимба 20 минутъ, взято такихъ дѣленій 39 и раздѣлено на 40 частей, стало быть каждая часть ноніуса меньше дѣленія лимба на $\frac{1}{40}$ дѣленія лимба, т. е., точность будетъ 30 секундъ.

Отсчетъ по лимбу и ноніусу. а) *Для инструментовъ, гдѣ дѣленія идутъ въ одну сторону отъ нуля ноніуса*, отсчитываютъ число цѣлыхъ градусовъ до самаго мелкаго дѣленія лимба включительно отъ нуля лимба до нуля ноніуса. Затѣмъ смотрятъ какая черта ноніуса совпала съ какимъ либо дѣленіемъ лимба. Помноживъ число дѣленій ноніуса до этой черты на точность ноніуса и придавъ полученный результатъ къ показанію лимба, получаемъ полный отсчетъ по лимбу и ноніусу.—

Примѣръ: пусть точность ноніуса $10''$; — отсчетъ по лимбу $30°20'$; — число дѣленій отъ нуля ноніуса до совпадающихъ чертъ 9. Тогда полный отсчетъ будетъ: $30°30' + 10'' \times 9 = 40°30' + 90'' = 30°31'30''$.

б) *Для инструментовъ, гдѣ у ноніуса дѣленія идутъ въ обѣ стороны отъ нуля* отсчетъ по лимбу производится какъ въ предъидущемъ случаѣ. Для чтенія же по ноніусу слѣдуетъ смотрѣть въ какой половинѣ ноніуса находится совпадающая черта и производить въ дальнѣйшемъ отсчетъ по ноніусу, соображаясь съ надписями на дѣленіяхъ означенной половины. Замѣтимъ при этомъ, что такого рода инструменты имѣютъ

обыкновенно ноніусъ съ точностью $5'$. По одну сторону нуля черезъ три дѣленія стоитъ цифра 15; черезъ 7—число 30; по другую сторону нуля стоитъ черезъ три дѣленія число 45, а черезъ 6 дѣленій число 30. По этому первое дѣленіе отъ нуля въ сторону число 15 соотвѣтствуетъ $5'$, а первое дѣленіе въ сторону 45 равносильно $35'$ и т. д.

Примѣры: 1) Пусть отсчетъ по лимбу даетъ $41°$ и съ какимъ либо дѣленіемъ лимба совпадаетъ одна изъ крайнихъ чертъ ноніуса (гдѣ стоитъ надпись 30). Тогда полный отсчетъ будетъ $41°30'$.

2) Отсчетъ по лимбу $43°$. Совпадаетъ 5-я черта ноніуса, находящаяся по лѣвую сторону отъ нуля ноніуса. Полный отсчетъ будетъ $43°25'$.

3) Отсчетъ по лимбу $43°$. Совпадаетъ 5-я черта ноніуса, находящаяся по правую сторону отъ нуля ноніуса. Полный отсчетъ будетъ $43°35'$.

Пантометръ.

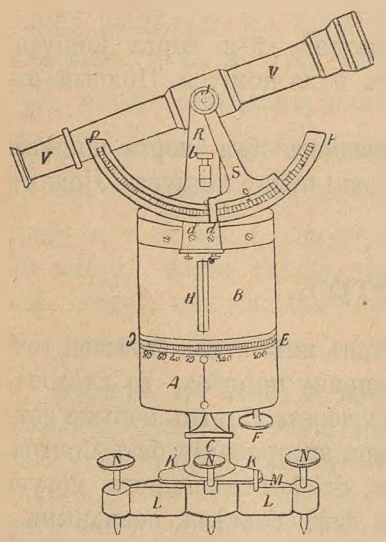
Такъ какъ глазной діоптръ долженъ имѣть, для большей точности визированія, наименьшую ширину прорѣза, то слѣдовательно, въ зрачекъ глаза поступаетъ черезъ діоптръ меньше свѣтовыхъ лучей отъ предмета, чѣмъ при визированіи безъ діоптра, поэтому отдаленные предметы или слабо-освѣщенные могутъ казаться въ діоптрѣ неясными или даже совсѣмъ невидными.

Визированіе діоптрами на предметы, отстоящіе отъ инструмента въ разстояніи 150 саженъ, довольно затруднительно и, во всякомъ случаѣ, совершается съ большою ошибкою; поэтому, чтобы лучше видѣть отдаленные вѣхи или сигналы, означающіе направленіе линій, къ геодезическимъ инструментамъ придѣлываютъ зрительныя трубы.

Пантометръ съ зрительною трубою (чер. 48) употребляется для измѣренія горизонтальныхъ и вертикальныхъ угловъ и состоитъ изъ двухъ полыхъ цилиндровъ A и B, каждый діаметромъ отъ $2^1/_2$ до 3 дюймовъ. Верхній цилиндръ имѣетъ два ноніуса, діаметрально противоположные. Точность ихъ дѣлается въ 1 или 2 минуты. На верхнемъ цилиндрѣ четыре діоптра H, черезъ каждые $90°$; прорѣзы двухъ изъ нихъ приходятся противъ нулей ноніусовъ. На нижнемъ цилиндрѣ

ОЦНТБ СОРАН

сдѣланъ высеребренный ободокъ ED, раздѣленный на градусы отъ 0° до 360°. Надписи идутъ, какъ видно изъ чертежа, справа на лѣво; верхній цилиндръ вращается на общей оси винтомъ F. По направленію діаметра, проходящаго черезъ 0° и 180°, на нижнемъ цилиндрѣ прорѣзаны два діоптра, играющіе роль неподвижныхъ діоптровъ; изъ нихъ глазной находится при 0 градусной надписи. Въ дно цилиндра A ввинченъ на глухо цилиндръ C, имъ пантометръ надѣвается на ось треугольной подставки LLL. Цилиндръ оканчивается внизу кругомъ KK и скрѣпляется съ подставкою LLL посредствомъ клещей и винта, а, по закрѣпленіи зажимательнымъ винтомъ, малое движеніе сообщается микрометреннымъ винтомъ M. Въ оконечности подставки LLL ввинчены подъемные винты NNN, устанавливаемые на треножникѣ обыкновеннаго устройства. Съ нижней стороны подставка LLL имѣетъ въ центрѣ гайку, въ нее ввинчивается становой винтъ треножника. Къ верхней части цилиндра B придѣлывается буссоль, раздѣленная на градусы отъ 0° до 360°. Дѣленія идутъ влѣво отъ нуля. Дѣленія на буссоли 0° и 180° находятся по направленію діоптровъ, совпадающихъ съ нулями ноніусовъ, такъ что нули буссоли и нули ноніусовъ цилиндра B находятся въ одной плоскости.



Черт. 48.

Къ буссоли привинчены двумя парами винтовъ dd подставки R съ подшипниками, въ нихъ вкладывается горизонтальная ось вращенія J зрительной трубы V.

На одной изъ подставокъ R, изъ одного съ ней куска мѣди сдѣлана дуга PP, раздѣленная на градусы. Нуль градусной подписи находится по серединѣ дуги, и дѣленія отъ 0° увеличиваются въ обѣ стороны. Другая подставка состоитъ изъ двухъ частей, свинченныхъ винтомъ. Ввинчивая или вывинчивая этотъ повѣрительный винтъ, можно удлинить немного или укоротить одну подставку и, слѣдовательно, измѣнить положеніе оси вращенія трубы. На оконечность горизонтальной оси трубы J надѣто наглухо кольцо съ алидадою S, имѣющей ноніусъ, для отсчитыванія мелкихъ частей дѣленій вертикальнаго сектора. Алидада S, служащая для измѣренія по вертикальному сектору, вращается вмѣстѣ съ движеніемъ зрительной трубы VV.

Въ серединѣ подставокъ R сдѣланы прорѣзы, въ нихъ помѣщаются концы оправы уровня, и, посредствомъ повѣрительнаго винта b, конецъ уровня можетъ быть повышаемъ или понижаемъ. Ось зрительной трубы VV расположена по направленію нулей буссоли и нулей ноніусовъ цилиндра B.

Окуляръ приходится подъ дѣленіемъ буссоли, означеннымъ 180°.

Трубу въ описываемомъ пантометрѣ нельзя вращать на всю окружность, такъ какъ концы трубы длиннѣе подставокъ, на которыхъ покоится горизонтальная ось вращенія.

При переноскѣ пантометра магнитная стрѣлка прижимается къ крышкѣ буссоли назначеннымъ для этой цѣли штифтикомъ.

Въ пантометрахъ иногда вмѣсто сектора ставятъ цѣлый вертикальный кругъ, и тогда трубу дѣлаютъ на столько короткою, чтобы можно ее вращать на полную окружность или, какъ говорятъ, переводить чрезъ зенитъ.

Изъ устройства пантометра видно, что если ослабить зажимательный винтъ, то втулка C, а вмѣстѣ съ нею и цилиндръ A могутъ быть вращаемы около вертикальной оси. По закрѣпленіи же клещей нижній цилиндръ дѣлается неподвижнымъ и малое движеніе ему дается микрометреннымъ винтомъ M. Иногда пантометры снабжаются двумя уровнями. Особый винтъ служитъ для передвиженія сѣточнаго колѣна трубы, два винта bb зажимаютъ кольцо сѣтки, кромѣ того имѣется иногда зажимательный винтъ у трубы и микрометренный.

Пантомеръ, а еще лучше теодолитъ, необходимъ лишь при разбивкѣ линіи подъ постройку, особенно для провѣшиванія длинныхъ прямыхъ линій, что особенно важно при пересѣченіи рѣкъ, при подходѣ къ станціи и проч. При изысканіяхъ пантометръ удобенъ въ мѣстности утесистой и пересѣченной крутыми оврагами, для провѣшиванія линіи чрезъ скалы, за

которыми вся линія прячется и сразу исчезаетъ. Провѣшить такую линію можно только при помощи пантометра или теодолита поворотомъ алидады на 180°, и визированіемъ въ трубу по задней линіи. При предварительныхъ изысканіяхъ лучшій угломѣръ это гоніометръ, съ зрительной трубой.

Отъ пантометра, при провѣшиваніи линіи и при снятіи угловъ, не требуется такая исправность и точность установки, какъ для нивеллира. Слѣдуетъ привыкнуть устанавливать пантометръ и гоніометръ безъ помощи отвѣса, сразу ставя его на глазъ надъ требуемой точкой.

Употребленіе пантометра для измѣренія угловъ въ горизонтальной плоскости. Для измѣренія горизонтальнаго угла на мѣстности ставятъ пантометръ такъ, чтобы отвѣсъ треножника приходился въ вершинѣ этого угла. Приводятъ подъемными винтами лимбъ въ горизонтальное положеніе, для чего, не трогая лимба, вращеніемъ алидады, ставятъ уровень то по двумъ подъемнымъ винтамъ, то по 3-ему, т. е. такъ, что всякій разъ поворачиваютъ алидаду приблизительно на 90°; затѣмъ приводятъ нулевое дѣленіе лимба или нижняго цилиндра, въ совпаденіе съ 0 ноніуса верхняго цилиндра.

Такъ какъ подписи на лимбѣ увеличиваются отъ 0° вправо, то наводятъ трубу сперва на правый предметъ и закрѣпляютъ клещи, затѣмъ движеніемъ верхняго цилиндра наводятъ трубу на лѣвый предметъ. Отсчетъ, прочитанный по ноніусу, выразитъ величину горизонтальнаго угла между предметами. Показанія же сѣвернаго конца магнитной стрѣлки буссоли, записанныя при каждомъ визированіи, опредѣлятъ величину румбовъ каждаго изъ направленій. Такъ какъ эти румбы въ данномъ случаѣ прочитаны въ точкѣ пересѣченія двухъ линій, то, зная ихъ, можно вычислить величину астролябическаго угла. Величину эту слѣдуетъ сравнить съ прочитанной по лимбу и, если окажется, что между ними есть небольшая разность, непревосходящая однако 2', то можно считать, что по лимбу отсчеты сдѣланы вѣрно.

Окуляръ въ пантометрѣ въ мастерскихъ не укрѣпляется ничѣмъ въ зрительной трубѣ, а прямо лишь вставленъ въ трубу и держится въ ней однимъ треніемъ, почему во время работы, особенно при переноскѣ пантометра въ лѣсу, можетъ выпасть если рабочій, неся неосторожно инструментъ, задѣнетъ за вѣтку. Въ нивеллирахъ окуляръ укрѣпленъ надлежаще соотвѣтственнымъ приспособленіемъ, помощію винтика и наклоннаго прорѣза, почему окуляръ не можетъ выпасть.

Повѣрка и поправка пантометра. I) Дѣленія ноніуса и лимба должны быть вѣрны. — Повѣрка эта показана при изложеніи повѣрокъ гоніометра.

II) Ось уровня должна быть параллельна плоскости лимба.—Движеніемъ верхняго цилиндра ставимъ уровень по направленію двухъ подъемныхъ винтовъ и, дѣйствуя ими, приводимъ пузырекъ уровня на средину трубки; потомъ направляемъ уровень по 3-ьему винту и также приводимъ пузырекъ въ точности на середину. Затѣмъ поворачиваемъ верхній цилиндръ на 180° около вертикальной оси. Если послѣ этого пузырекъ отойдетъ отъ средины трубки, то половину ошибки исправляемъ дѣйствуя винтомъ при уровнѣ до тѣхъ поръ, пока пузырекъ не приблизится къ серединѣ трубки на половину своего отклоненія отъ этой середины, а другую половину ошибки исправляемъ тѣмъ, что приводимъ пузырекъ въ точности на средину трубки дѣйствуя подъемнымъ винтомъ.

III) Ось вращенія трубы должна быть перпендикулярна оси трубы.—Наводимъ точку пересѣченія нитей трубы на отвѣсную линію. Если при этомъ центръ сѣти, при опусканіи или подниманіи трубы, не будетъ сходить съ отвѣса, то инструментъ удовлетворяетъ условіямъ повѣрки, если же центръ сѣтки пересѣчетъ отвѣсную линію въ двухъ точкахъ, то, закрѣпивъ трубу, замѣчаемъ насколько отходитъ этотъ центръ отъ отвѣса и передвигаемъ нити боковыми винтами (вывинчивая одинъ и ввинчивая другой) до тѣхъ поръ, пока пересѣченіе нитей не займетъ середину этого отклоненія и повторяемъ этотъ пріемъ до тѣхъ поръ, пока центръ сѣтки не будетъ вовсе сходить съ отвѣса или же будетъ пересѣкать сей послѣдній только въ одной точкѣ.

IV) Ось вращенія трубы должна быть горизонтальна.—Если послѣ повѣрки III, при опусканіи или подниманіи трубы, центръ сѣтки сойдетъ съ отвѣса, пересѣкая его въ одной точкѣ, то необходимо винтикомъ при цапфѣ трубы опустить или приподнять цапфу дотѣхъ поръ, пока пересѣченіе нитей не будетъ болѣе сходить съ отвѣса.

V) Плоскость вращенія трубы должна совпадать съ визирною плоскостью прорѣзовъ цилиндра.—Этому

условію будетъ удовлетворено, если по наведеніи прорѣзовъ на отвѣсную вѣху, стоящую на довольно далекомъ разстояніи, при вращеніи трубы, пересѣченіе нитей не будетъ сходить съ отвѣса. Въ противномъ случаѣ необходимо, отвинтивъ немного винтики, которыми цапфа трубы прикрѣплена къ верхнему цилиндру,—двигать трубу вправо или влѣво до тѣхъ поръ, пока центръ сѣти не покроетъ вѣху; затѣмъ—завинтить надлежитъ снова винты.

VI) Нуль ноніуса вертикальнаго лимба долженъ совпадать съ нулемъ этого лимба, когда визирная ось трубы горизонтальна. — Для этого выбираемъ на покатой мѣстности два пункта: A и B и вбиваемъ въ нихъ колышки съ горизонтальною поверхностью. Устанавливаемъ пантометръ въ A такъ, чтобы окуляръ какъ разъ приходился надъ A и въ B ставимъ рейку. Устанавливаемъ пантометръ горизонтально, сводимъ нуль ноніуса верхняго цилиндра съ нулемъ вертикальнаго лимба и нуль сего лимба съ нулемъ ноніуса. Направляемъ трубу на какое-нибудь дѣленіе h рейки. Пусть при этомъ высота центра окуляра надъ A будетъ i. Затѣмъ переносимъ пантометръ въ B, а рейку въ A, получаемъ соотвѣтственныя величины h_1 и i_1.

Если во 1-хъ, $\frac{i+i_1}{2} - \frac{h+h_1}{2} = 0$, то условіе требуемое повѣркою выполнено.

Если во 2-хъ, $\frac{i+i_1}{2} - \frac{h+h_1}{2} = +k$, то къ h необходимо прибавить это k. При этомъ нуль вертикальнаго ноніуса отойдетъ отъ нуля вертикальнаго лимба на нѣкоторый уголъ x. При измѣреніи вертикальныхъ угловъ необходимо вычитать это x, когда углы направлены внизъ отъ горизонтальной линіи и прибавлять, когда они направлены вверхъ отъ горизонтальной линіи.

Если же въ 3) $\frac{i+i_1}{2} - \frac{h+h_1}{2} = -k$, то въ этомъ случаѣ все сказанное въ предъидущемъ пунктѣ остается, но только съ обратными знаками.

Примѣчаніе. Если $\pm k < 0{,}003$, то этою величиною можно свободно пренебречь. Если же $\pm k > 0{,}003$, то можно исправить неточность инструмента, передвинувъ секторъ вертикальнаго лимба и произведя V повѣрку вторично.

VII) Оси вращенія алидады и лимба должны совпадать. Приведя ось уровня въ положеніе параллельное плоскости лимба, повертываемъ послѣдній, не трогая алидады, на 180°. Если пузырекъ уровня отойдетъ отъ середины, то оси вращенія лимба и алидады не совпадаютъ.

Исправленіе этой ошибки невозможно. Но инструментъ можно употреблять, при условіи, чтобы, при измѣреніи нѣсколькихъ угловъ съ одной точки лимбъ не вращать около его оси.

Примѣчаніе. Если послѣ повѣрки III, не трогая алидады, повернемъ весь лимбъ на 180°, и пузырекъ уровня сойдетъ съ середины, то ось вращенія алидады и лимба не совпадаютъ. Инструментъ тѣмъ не менѣе возможно употреблять въ дѣло при условіи, что не будемъ вращать лимба, когда придется измѣрять нѣсколько угловъ съ одной и той же точки.

Теодолиты.

Теодолиты назначаются также какъ и пантометры для измѣренія угловъ въ горизонтальной и вертикальной плоскостяхъ, но съ точностью до долей минуты.

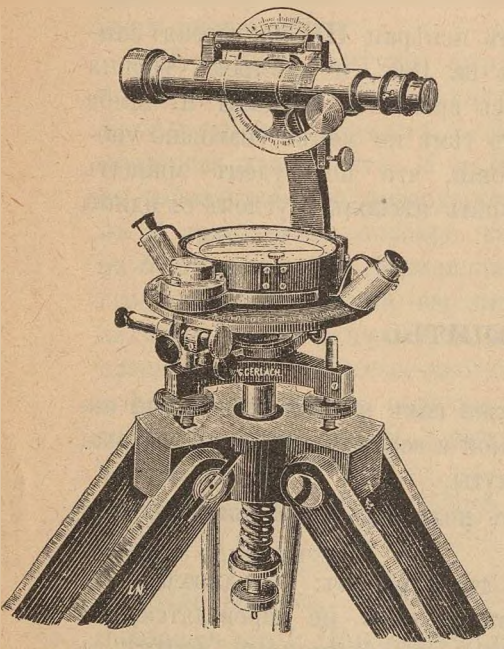
Теодолиты бываютъ или съ полнымъ вертикальнымъ кругомъ, или съ секторомъ.

Первые изъ нихъ бываютъ трехъ родовъ: въ однихъ трубы переводятся черезъ зенитъ, въ другихъ не переводятся, въ третьихъ трубы перекладываются въ обоймицахъ, вмѣстѣ съ осью и вертикальнымъ кругомъ.

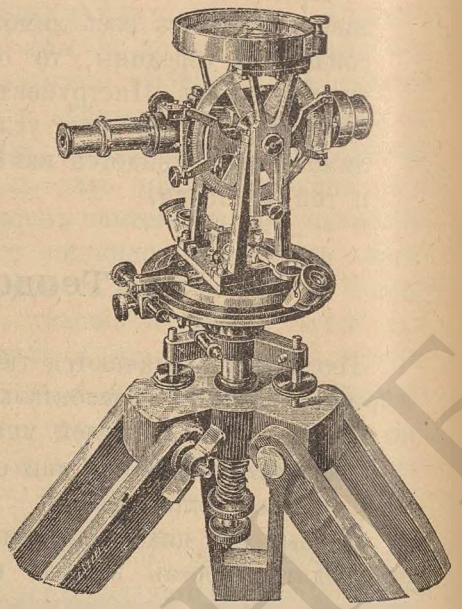
Въ теодолитахъ съ вертикальнымъ сектромъ, трубы или вовсе не перекладываются и не переводятся чрезъ зенитъ или же только перекладываются въ обоймицахъ, причемъ ось вращенія ихъ и секторъ остаются на прежнемъ мѣстѣ. Уровни прикрѣпляются къ алидадѣ горизонтальнаго лимба, или къ подставкамъ на которыхъ покоится ось вращенія трубы. Теодолиты, у которыхъ можетъ вращаться не только алидада, но и лимбъ, называются повторительными. Теодолиты же, у которыхъ можетъ вращаться одна алидада, называются простыми.

Вообще говоря при предварительныхъ изысканіяхъ для веденія линіи удобнѣе простой пантометръ съ трубой и діоптрами,

а еще лучше хорошій гоніометръ со стрѣлкой и зрительной трубой. Теодолитъ необходимъ, во 1-хъ, при провѣшиваніи длинныхъ прямыхъ въ горныхъ участкахъ, во 2-хъ, въ трудныхъ мѣстахъ, когда предѣльные уклоны расположены на кривыхъ малаго радіуса и линія состоитъ большей частью изъ кривыхъ, въ 3-хъ, когда линія проектируется съ плана горизонталей на



Черт. 49.



Черт. 50.

крутомъ извилистомъ косогорѣ. На такихъ косогорахъ теодолитъ или пантометръ можно примѣнять одновременно для съемки поперечныхъ профилей, въ 4-хъ, при провѣшиваніи, для провѣрки, длинныхъ прямыхъ линій, въ особенности при постройкѣ.

Для удобства необходимо при желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ имѣть теодолитъ съ трубой переходящей черезъ зенитъ.

Изъ числа теодолитовъ рекомендуемъ для трассировки линіи взамѣнъ пантометровъ, такъ называемый малый повторительный теодолитъ съ буссолью конструкціи Герляха по катологу № 16. Буссольприкрѣплена въ немъ на алидадѣ горизонтальнаго круга съ двумя ноніусами съ точностью до одной минуты. Труба увеличивающая въ 14 разъ, съ постояннымъ дальномѣромъ 1:100 и съ уровнемъ на ней для нивеллировки. Зрительная труба помѣщена на одной подставкѣ особой конструкціи, не закрывающей буссоли переводимой черезъ зенитъ. Вертикальный кругъ съ 1 ноніусомъ до 2 минутъ (черт. 49). Также удобенъ и проченъ тсодолитъ съ отдѣльной буссолью на оси зрительной трубы № 15 (черт. 50).

Измѣреніе угловъ теодолитомъ. Установивъ инструментъ надъ вершиной измѣряемаго угла при помощи отвѣса, приводимъ лимбъ въ горизонтальное положеніе, закрѣпляемъ алидаду и, вращая лимбъ, направляемъ трубу по одной сторонѣ угла. Когда волосокъ трубы покроетъ сигналъ, закрѣпляемъ лимбъ зажимомъ, микрометреннымъ же винтомъ приводимъ въ наточнѣйшее совпаденіе волосокъ съ сигналомъ. Дѣлаемъ отсчеты по ноніусамъ (если ноніусовъ два, то два отсчета: если четыре, то четыре отсчета). Затѣмъ, не трогая лимба, а поворачивая лишь алидаду, направляемъ трубу по второй сторонѣ измѣряемаго угла, закрѣпляемъ алидаду и микрометреннымъ винтомъ ея приводимъ въ возможно точнѣйшее совпаденіе съ сигналомъ волосокъ трубы. Дѣлаемъ отсчеты по ноніусамъ согласно предъидущему. Если ноніусовъ два, то разность между отсчетами 1-го раза и отсчетами 2-го раза даетъ намъ искомый уголъ. Если же ноніусовъ четыре, то уголъ получится, какъ средняя ариѳметическая изъ четырехъ разностей.

Повѣрка теодолита. Повѣрка эта дѣлается согласно повѣркъ I, II, III, IV и VI пантометра.

Примѣчаніе къ повѣркѣ II. По окончаніи этой повѣрки закрѣпляемъ алидаду, ослабляемъ становой винтъ лимба и поворачиваемъ весь лимбъ на 180°. Если пузырекъ уровня сойдетъ съ середины уровня, то существуетъ несовпаденіе осей вращенія лимба и алидады и, во избѣжаніе ошибокъ, приходится не вращать лимба при измѣреніи угловъ, а брать отсчеты при первомъ положеніи алидады и при второмъ. Разность отсчетовъ даетъ истинную величину угла.

Примѣчаніе къ повѣркѣ VI. При вышесказанномъ совпаденіи, пузырекъ уровня на трубѣ теодолита долженъ быть по серединѣ уровня. Въ теодолитахъ съ трубою, которую можно перевести черезъ зенитъ, можно произ-

вести ту же повѣрку слѣдующимъ образомъ. Надо измѣрить зенитное разстояніе какой-либо точки; перевести трубу черезъ зенитъ, повернуть алидаду на 180°, измѣрить вновь зенитное растояніе той же точки. Если при этомъ надписи на вертикальномъ кругѣ идутъ отъ 0° до 360°, то надо изъ полусуммы обоихъ показаній вычесть 180°, полученная величина выразитъ собою величину ошибки (Примѣръ. Пусть первое зенительное разстояніе = 80°, второе — 282°. Ошибка будетъ $\frac{282^\circ + 80^\circ}{2} - 180^\circ = \frac{362^\circ}{2} - 180^\circ = +1^\circ$, (т. е. ко всѣмъ вертикальнымъ угламъ надо будетъ прибавлять 1°). Если же надписи на вертикальномъ кругѣ идутъ въ обѣ стороны отъ нуля, то величина ошибки будетъ равна полуразности показаній.

Тахеометры и Тахеографометры.

Въ гоористй мѣстности, когда съемка прямоугольными координатами, нивеллиромъ или ватерпасомъ потребовала бы слишкомъ много времени, можно съ успѣхомъ прибѣгать къ съемкѣ полярными координатами, употребляя для этого высотомѣръ съ дальномѣромъ: тахеометръ иначе скоромѣръ.

При помощи хорошаго тахеометра можно снять планъ горизонталей съ одной точки на 200 с. во всѣ стороны, читая по инструменту одновременно высоту точки, разстояніе отъ инструмента и уголъ съ магистралью. Переставивъ тахеометръ въ другую точку магистрали и связавъ ее съ предыдущей, продолжаютъ дальше снимать участокъ.

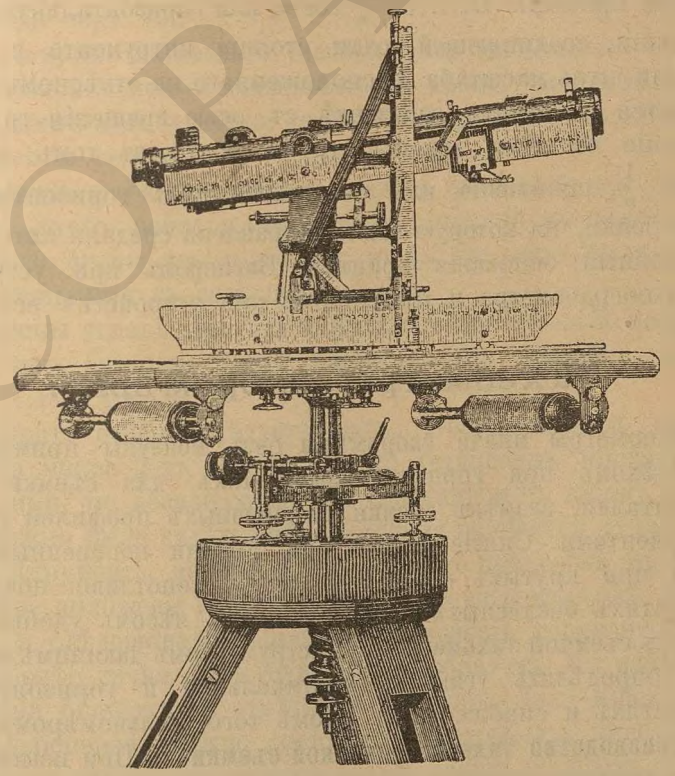
Инструменты эти примѣняются съ успѣхомъ только въ безлѣсной мѣстности.

Тахеографометръ Вагнера. Къ числу мензулъ слѣдуетъ отнести также и тахеографометръ Вагнера.

У насъ тахеографометръ Вагнера употребляли нѣсколько разъ при изысканіяхъ на Кавказѣ. Лучшее подробное описаніе тахеографометровъ, т. е. скоромѣровъ съ мензулой, имѣется въ Геодезіи проф. Богуславскаго, стр. 230. Почему скажемъ о немъ лишь въ общихъ чертахъ.

Представимъ себѣ кипрегель, имѣющій линейку, болѣе широкую, чѣмъ бываетъ обыкновенно и соединенную непосредственно съ алидадой лимба, покоющагося на подъемномъ механизмѣ

штатива. На краю линейки находится пазъ; въ немъ движется прямоугольный треугольникъ однимъ своимъ катетомъ; у гребня паза помѣщена шкала. Къ трубѣ придѣлана также шкала, касающаяся треугольника, когда трубу вращаютъ въ отвѣсной плоскости. Нули обѣихъ шкалъ совпадаютъ съ отвѣсною плоскостью, проходящею чрезъ горизонтальную ось вращенія трубы;



Черт. 51.

въ трубѣ устроенъ дальномѣръ. Установивъ подобный инструментъ горизонтально и направивъ визирную ось трубы, подъ угломъ α къ горизонту, на рейку, поставленную въ какой-нибудь точкѣ, саженяхъ въ 200 или менѣе отъ инструмента, прочтя между крайними волосками трубы по рейкѣ, напр., число g, умноживъ это число на коэффиціентъ $A = 100$ или 200, отложивъ полученную величину въ масштабѣ $\frac{1}{n}$ на

шкалѣ, придѣланной къ трубѣ, и подведя треугольникъ отвѣснымъ катетомъ къ дѣленію,—на нижней линейкѣ, у вершины прямого угла, получимъ, проекцію длины $\frac{Ag}{n}$, т. е. $\frac{Ag}{n}\cos\alpha = D$. Если D вновь отложить на линейкѣ трубы и придвинуть къ этому дѣленію вертикальный катетъ прямоугольнаго треугольника, то на нижней линейкѣ, у вершины прямого угла, вновь найдемъ проекцію D, т. е. $\frac{Ag}{n}\cos^2\alpha$, или горизонтальную проекцію линіи, соединяющей точки стоянія интрумента и рейки.

Если нуль масштаба, расположеннаго на отвѣсномъ катетѣ, находится на одномъ горизонтѣ съ осью вращенія трубы, то показаніе на немъ линейки трубы дастъ въ томъ же масштабѣ $\frac{1}{n}$, пониженіе или повышеніе надъ горизонтомъ той точки рейки, на которую была направлена средняя нить трубы. Изложенныя основанія приняты Вагнеромъ при устройствѣ его тахеографометра и Крейтеромъ при устройствѣ его тахеометра.

Тахеометры (скоромѣры).

Тахеометры иначе скоромѣры безъ мензулы примѣняются съ успѣхомъ при горныхъ изысканіяхъ, для съемки плана горизонталей, взамѣнъ съемки поперечныхъ профилей другими инструментами. Снятіе высотъ при помощи поперечныхъ профилей при крутыхъ косогорахъ очень копотливо; почему въ мѣстностяхъ безлѣсныхъ или съ рѣдкимъ лѣсомъ удобно замѣнять пхъ съемкой тахометромъ, инструментомъ дающимъ возможность опредѣлять углы въ вертикальной и горизонтальной плоскостяхъ и снабженныхъ, кромѣ того, дальномѣромъ.

Производство тахеометрической съемки *). При изысканіяхъ для желѣзныхъ дорогъ въ трудныхъ пересѣченныхъ мѣстахъ Кавказа неоднократно примѣнялись тахеометрическія съемки, тахометромъ Муано. Это—теодолитъ съ дальномѣромъ Порро; круги горизонтальный и вертикальный раздѣлены на 400° **).

*) Составлено по курсу Геодезіи проф. Богуславскаго и А. Бика.

**) Инж. Штукенбергъ въ своемъ руководствѣ: „желѣзнодорожныя изысканія“ рекомендуетъ на стр. 64 и 65 способъ нахожденія на мѣстности послѣдовательнаго ряда точекъ черезъ каждую горизонталь помощью нивеллира съ горизонтальнымъ лимбомъ и выбора лучшей средней линіи по плану, составленному по найденнымъ точкамъ. Пріемы эти

Съемка эта ведется слѣдующимъ образомъ: вибирается рядъ магистральныхъ линій, между ними измѣряются углы. Вершины этихъ угловъ принимаются за *репера*, т. е. за постоянныя точки, и съ нихъ съемка дѣлается полярными координатами, т. е. берется направленіе на всѣ точки, окружающія репера, и разстоянія отъ репера до нихъ измѣряются дальномѣромъ тахеометра. Высоты всѣхъ точекъ опредѣляются при помощи высотомѣра черт. 52.

Если ширина снимаемаго участка столь значительна, что изъ точекъ базисовъ нельзя визировать на точки, находящіяся по краямъ снимаемаго участка, то надо выбирать вспомогательные магистрали и репера.

Вершины угловъ магистрали должны быть выбраны такимъ образомъ, чтобы рейка и инструментъ, стоящій въ одномъ изъ нихъ, были видны изъ другого и, чтобы изъ нихъ были видны точки, невидимыя съ сосѣднихъ угловъ.

Вершины угловъ слѣдуетъ опредѣлить относительно постоянныхъ точекъ (каковы: уголъ какого-нибудь строенія, крестъ церкви и т. п.).

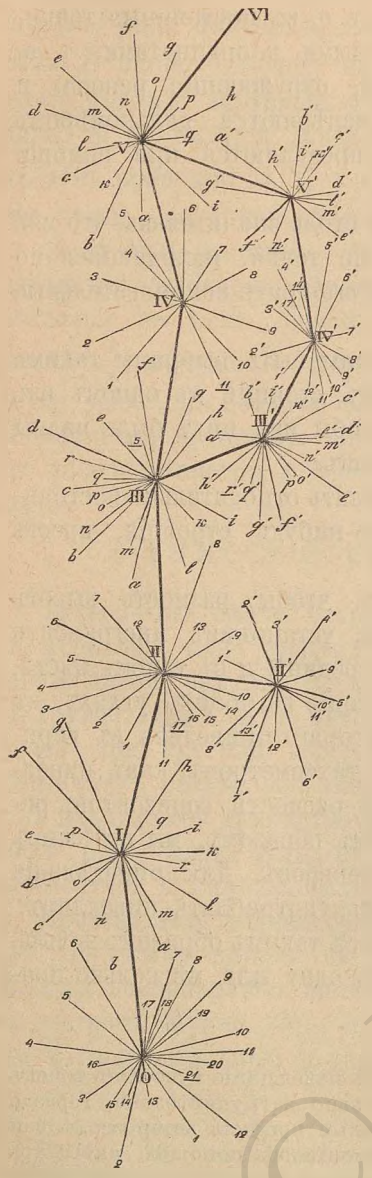
Выбирать репера слѣдуетъ такъ, чтобы разность высотъ ихъ была менѣе 2-хъ саженъ, тогда, установивъ инструментъ между ними, по возможности, на серединѣ и въ такомъ мѣстѣ, чтобы можно было видѣть рейки, стоящія на обоихъ углахъ, въ трубу инструмента, визирная ось котораго приведена въ горизонтальное положеніе и дѣйствовать тахеометромъ, какъ нивеллиромъ, а слѣдовательно опредѣлить разность горизонтовъ реперовъ болѣе точно. Дѣйствуя такимъ образомъ, мы избѣжимъ накопленія ошибокъ въ отмѣткахъ реперовъ. Для опредѣленія отмѣтокъ реперовъ можно совѣтовать употреблять нивеллиръ.

Если случиться, что выбрать репера такимъ образомъ нельзя, то въ такомъ случаѣ придется взять одну или нѣсколько промежуточныхъ точекъ.

мѣшкотни и неудобны, черт. 53 такъ какъ нахожденіе искомыхъ точекъ на мѣстности и составленіе плана довольно затруднительно, гораздо лучше и проще снять къ линіи поперечные профиля ватерпасомъ или другими способами. Снятіе плана горизонталей помощью нивеллира Керна представляетъ работу болѣе сложную и трудную, чѣмъ снятіе поперечныхъ профилей, кои иногда могутъ быть снимаемы хорошо грамотными десятниками. Нивеллиръ Шорта (Short's patent) служащій для съемки плана цѣлесообразнѣе и несравненно удобнѣе. См. гл. X.

© ЛитРес

Съемку тахеометромъ можетъ прозводить одно лицо, но такъ какъ это оченъ затруднительно, то удобнѣе, когда производитель съемки имѣетъ нѣсколькихъ помощниковъ или, по крайней мѣрѣ, одного. Реечниковъ надо имѣть, по крайней мѣрѣ, трехъ.



Черт. 52.

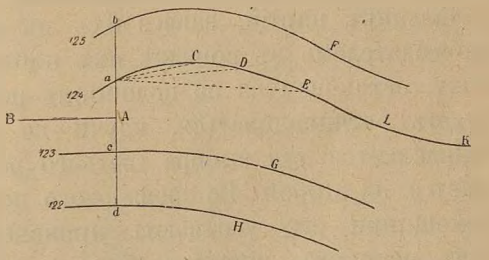
Журналы и кроки. Начальникъ партіи разбиваетъ мысленно мѣстность на треугольники, могущіе быть разсматриваемы какъ плоскіе и наноситъ ихъ пунктиромъ въ книжкѣ, спеціально для того назначенной. Книжку для этихъ черновыхъ чертежей (брульоновъ или кроки) дѣлаютъ такихъ же размѣровъ, какъ и журналъ. Линіи, назначенныя такимъ образомъ пунктиромъ будутъ линіями одного уклона. При этомъ, не заботясь о сохраненіи масштаба, его измѣняютъ, смотря по тому, находятся ли точки на большемъ или меньшемъ разстояніи отъ репера. Всего болѣе преслѣдуется ясность чертежа. Если хотятъ получить связный кроки, то употребляютъ длинную бумагу, свернутую въ видѣ гармоники и однимъ концомъ прикрѣпленную къ твердому переплету, но это менѣе удобно.

Боковыя точки означаются въ кроки и въ записной книжкѣ тахеометра въ томъ порядкѣ, въ какомъ производятся наблюденія. Для того, чтобы избѣжать ошибки въ нумерахъ и узнать, къ какому реперу относятся боковыя цифры, въ кроки, при

нумерѣ точки, ставятъ внизу нумеръ репера, напр., первая боковаа точка репера 32 обозначается 1 (2), пятая 28-ого репера 5 (8). Для того, чтобы каждая точка была означена тѣмъ же нумеромъ въ кроки, какъ и въ записной книжкѣ тахеометра, записывающій читаетъ вслухъ нумера точекъ.

Начальникъ партіи, выбравъ начальный реперъ и распорядившись обозначеніемъ его, осматриваетъ мѣстность и замѣчаетъ, какія точки могутъ быть сняты съ этого починнаго пункта, назначаетъ затѣмъ эти точки въ кроки и указываетъ реечникамъ, по какому направленію каждый изъ нихъ долженъ двигаться и гдѣ устанавливать рейку.

Сдѣлавъ выборъ слѣдующей точки стоянія и распорядившись означеніемъ репера, начальникъ партіи оставляетъ реечника на реперѣ и указываетъ ему тѣ мѣста, гдѣ тотъ долженъ установить рейку послѣ того, какъ визированіе на реперъ будетъ окончено и самъ возвращается къ предыдущему углу, гдѣ, тѣмъ временемъ, наблюдатель установитъ тахеометръ, надлежащимъ образомъ вывѣривъ его, измѣритъ высоту центра окуляра, при горизонтальномъ положеніи визирной оси и пр.



Черт. 53, къ примѣчанію стр. 129.

Когда реечникъ означитъ реперъ и поставитъ на немъ рейку, наблюдатель отпускаетъ магнитную стрѣлку и поворачиваетъ инструментъ до тѣхъ поръ, пока она не будетъ близка къ совпаденію съ линіей нулей и закрѣпляетъ становой винтъ. Затѣмъ наводитъ зрительную трубу на рейку, давая трубѣ положеніе, насколько возможно близкое къ горизонтальному, такъ какъ въ этомъ случаѣ ошибки въ опредѣленіи разстоянія и высоты будутъ наименьшія. Послѣ этого наблюдатель закрѣпляетъ зрительную трубу помощью зажимательнаго винта, возвращается къ магнитной стрѣлкѣ и, когда та придетъ въ покой, приводитъ ее на нуль помощью микрометрическаго винта лимба; поворачиваетъ алидадный кругъ и, приведя въ точности вертикальную нить сѣтки на средину рейки, читаетъ по лимбу азимутъ первой линіи. Начальникъ партіи, прійдя къ мѣсту

стоянія инструмента на первомъ реперѣ, указываетъ сигналисту тѣ точки — гдѣ останавливать реечниковъ. Сигналистъ долженъ имѣть нѣсколько флаговъ, причемъ каждый реечникъ знаетъ свой флагъ и когда сигналистъ поднимаетъ соотвѣтственный флагъ, то реечникъ поднимаетъ рейку и переставляетъ ее вправо или влѣво, выше или ниже по знакамъ сигналиста.

Начальникъ партіи заноситъ точки стоянія реекъ въ кроки и соединяетъ пунктиромъ тѣ изъ нихъ, которыя лежатъ на линіяхъ одного уклона, при этомъ пренебрегаетъ мелкими и случайными изгибами этихъ линій. Какъ только реечникъ поставитъ рейку, наблюдатель читаетъ показанія рейки на волоскахъ трубы.

Когда мѣстность очерчена, и остается снять только три или четыре точки и реечники поставили уже на эти точки рейки, начальникъ партіи, занеся ихъ въ кроки и, условившись съ наблюдателемъ въ порядкѣ ихъ наблюденій, указываетъ реечнику, остающемуся на починномъ реперѣ, гдѣ тотъ долженъ будетъ останавливаться, идучи ко второму реперу, а самъ отправляется для выбора третьяго репера, послѣ чего возвращается на второй. Во время этого перехода начальника партіи, помощники его успѣваютъ пронивеллировать между 1-мъ и 2-мъ реперомъ, причемъ дѣлаютъ запись въ особую нивеллировочную книжку.

Веденіе журнала при тахеометрической съемкѣ. Каждая страница журнала, при производствѣ тахеометрической съемки, дѣлится на шестнадцать графъ, заголовки которыхъ показываютъ ихъ назначенія.

Надъ графами 5-й, 10-й, 7-й и 2-й поставлены римскія цифры I, II, III, IV для того, чтобы показать, въ какомъ порядкѣ слѣдуетъ записывать величины, полученныя измѣреніями. Послѣ того, какъ величины D и i вычислены по логариѳмической линейкѣ и записаны въ графѣ 8-й и 9-й, вычисляютъ, при помощи величинъ i и V, повышеніе или пониженіе и, записавъ полученную величину, въ одну изъ графъ, 11-ю или 12-ю, въ другую ставятъ кавычки. Для того, чтобы получить величину записываемую въ графу 13-ю, прибавляютъ J (графа 2) къ отмѣткѣ репера, которая или дана, если это починный реперъ, или же вычислена, если это реперъ промежуточный; получивъ такимъ образомъ отмѣтку оптической оси при гори-

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
№ точекъ стоянія инструмента.	Высота горизонтальной визирной оси.	№ точекъ визированія.	Горизонтальный уголъ.	Показаніе крайнихъ волосковъ.	Разность между показаніями волосковъ.	Вертикальный уголъ.	Горизонтальное разстояніе.	Высота.	Показаніе средняго волоска.	Повышеніе $i+V$ / Пониженіе $V-i$	Пониженіе $V-i$ / Повышеніе $i+V$	Отмѣтки. Горизонтальной визирной оси.	Точекъ.	Отмѣтки надъ уровнемъ моря.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
163	0,614	167	—	870 100	770 766	103,91 104,24	76,40	5,101	485	—	5,500	384,010	383,396	
Въ саду на лѣвой сторонѣ рѣки.		169	223,60	952 700	252	107,24 107,57	24,70	2,950	826	—	3,776	—	—	
		1	15,36	1662 1500	162	99,89 100,22	16,20	0,056	1,591	—	1,525	—	382,471	
Въ ущельѣ съ правой стороны.		2	309,80	1645 200	1445	91,46 91,79	142	18,410	0 922	16,810	—	—	400,806	
169	0,650	168	—	1052 800	252	90,85 91,18	24,70	3,350	0,926	2,524	—	381,478	380,828	
		170		721 500	221	108,70 109,03	21,88	3,138	0,612	—	3,750	—	—	
		Побочн. реперъ 170-го	199,26 700	1530	830	102,66 102,94	82,9	3,890	1,115		5,014	—	376,164	

5 сентября 1876 г. Съемка Добидачаснаго ущелья.

$a = c + J - 3{,}776 - 0{,}014 = 3{,}162$

$3{,}174 - 3{,}162 = 0{,}006$ / 2

$a = 3{,}168$

стѣд. отмѣтка 169 равна $383{,}996 - 3{,}168 = 380{,}828$.

Вычисленіе средней отмѣтки и замѣчанія.

ОТГИПРОСОРАН

зонтальномъ положеніи, прикладываютъ число, стоящее въ графѣ 11-й, или вычитаютъ изъ нея число, стоящее въ графѣ 12-й, и полученную величину заносятъ въ графу 14-ю.

Порядокъ наблюденій и записей въ журналъ ведется слѣдующимъ образомъ: наблюдатель, установивъ тахеометръ на реперѣ, ставитъ нули лимба и алидады въ совпаденіе, приводитъ движеніемъ лимба отвѣсную нить сѣтки въ совпаденіе съ серединой рейки, стоящей вертикально на заднемъ реперѣ, закрѣпляетъ лимбъ, въ точности приводитъ микрометрическимъ винтомъ лимба вертикальный волосокъ въ окончательное совпаденіе съ серединою рейки. Затѣмъ, ослабивъ алидаду, поворачиваетъ ее, чтобы смотрѣть на рейку, стоящую на переднемъ реперѣ и, повторивъ тѣ же дѣйствія, читаетъ показаніе на волоскахъ, показаніе на вертикальномъ кругѣ и, наконецъ, показаніе на горизонтальномъ лимбѣ. Такимъ же образомъ поступаютъ на всѣхъ остальныхъ реперахъ.

Ведущій журналъ въ графѣ 1-й ставитъ нумеръ репера, въ графѣ 3-й нумера—задняго и передняго реперовъ. Послѣ этого онъ означаетъ въ той же графѣ побочные репера, если таковые имѣются и, наконецъ, боковыя точки. Во 2-й графѣ записываетъ высоту инструмента. Затѣмъ приступаетъ къ записыванію цифръ, диктуемыхъ наблюдателемъ. Если у него остается между двумя наблюденіями время, то онъ дѣлаетъ вычисленія.

Наблюденія начинаютъ съ реперовъ, причемъ требуется наибольшая точность, поэтому наблюденія на нихъ повторяются нѣсколько разъ. Прежде чѣмъ перейти къ другимъ точкамъ, вычисляютъ разстояніе между реперами, причемъ изъ двухъ разностей между волосками (g) берутъ среднее. Если послѣ этого вычисленныя разстоянія сильно разнятся между собою, то повѣряютъ вертикальный уголъ; если и послѣ этой повѣрки разность между горизонтальными разстояніями двухъ точекъ получается такая, что не можетъ быть допущена, то, покончивъ наблюденія съ репера, на которомъ уже установленъ инструментъ, возвращаются на предыдущій реперъ и тамъ, производятъ наблюденія вновь.

Сдѣлавъ наблюденія и вычисленія относительно главныхъ реперовъ, дѣлаютъ наблюденія на вспомогательные репера, если таковые имѣются; затѣмъ послѣдовательно наблюдаютъ боковыя точки.

При чтеніи на рейкѣ и на лимбахъ надлежитъ постоянно слѣдовать опредѣленному порядку, чтобы избѣжать ошибокъ. Обыкновенно, наблюдатель наводитъ верхнюю нить на какое-нибудь круглое число, напримѣръ, 200, 300 и т. п., и начинаетъ съ чтенія на рейкѣ, причемъ произноситъ показанія верхней, нижней и средней нити, затѣмъ переходитъ къ чтенію вертикальнаго угла и, наконецъ, къ чтенію угла горизонтальнаго.

Напримѣръ, если наблюдатель читаетъ: 986,200; 593; 109,18; 203,28, то записывающій знаетъ изъ порядка чтенія, что 986 и 200 суть показанія крайнихъ волосковъ, 593 показаніе средняго волоска, что 109,28 вертикальный уголъ и 203,28 горизонтальный уголъ. По мѣрѣ того, какъ наблюдатель произноситъ показанія, ведущій журналъ повторяетъ продиктованное и къ вертикальному углу прибавляетъ алгебраически ошибку, если она имѣется, отъ негоризонтальнаго положенія визирной оси, при совпаденіи 100° и 300° вертикальнаго круга съ нулями ноніуса, вычитаетъ изъ показанія нижней нити показаніе верхней и полученный результатъ заноситъ въ графу шестую (g) журнала, вычисляетъ изъ показаній крайнихъ нитей показаніе средней, т. е. беретъ полусумму показаній крайнихъ нитей и, если величина, найденная вычисленіемъ, разнится отъ прочтенной наблюдателемъ болѣе, чѣмъ на $0^c,001$, заявляетъ о томъ наблюдателю, который въ такомъ случаѣ повторяетъ чтеніе на рейкѣ.

Графа 16-я имѣетъ два назначенія: она служитъ графою замѣчаній;—такъ, въ ней отмѣчаютъ главнѣйшія боковыя точки, и, кромѣ того, въ этой графѣ дѣлаютъ вычисленія разности уровней между смежными реперами изъ двухъ наблюденій. Помощью величинъ, записанныхъ въ эту графу, можно въ каждый моментъ повѣрить работу и увидѣть, на сколько разнятся между собою двѣ вычисленныя величины разности высотъ двухъ смежныхъ реперовъ и если, дѣйствительно, онѣ разнятся между собою, то не превышаетъ ли разность между разностями высотъ назначеннаго двойного предѣла точности въ опредѣленіи отмѣтокъ реперовъ. Если бы оказалось иначе, то надо убѣдиться въ вѣрности положенія нуля вертикальнаго круга и повторить наблюденія. Взявъ полусумму вычисленныхъ величинъ, найдемъ разность уровней болѣе вѣроятную, нежели

въ отдѣльности каждая изъ нихъ. Полученную среднюю величину надо прибавить или вычесть изъ отмѣтки перваго репера. чтобы получить отмѣтку второго.

Этотъ способъ находить среднюю ошибку даетъ возможность судить о томъ, чѣмъ вызвана ошибка, равная полуразности высотъ,—инструментомъ или наблюденіемъ. Ошибка должна быть приписана невѣрности инструмента, если, для нѣсколькихъ послѣдовательныхъ точекъ, она повторяется постоянно въ одномъ направленіи; если же она колеблется то въ томъ, то въ другомъ направленіи,—она должна быть приписана наблюденію.

Въ томъ случаѣ, когда вычисленіе покажетъ, что второй реперъ выше перваго, т. е. когда мы имѣемъ пониженіе и повышеніе, то не представляетъ никакого затрудненія рѣшить, нужно ли эту среднюю величину разностей уровней прибавить или отнять; когда же получаются два раза пониженія или повышенія. то, чтобы рѣшить, какая изъ точекъ ниже, наблюдатель приводитъ оптическую ось въ горизонтальное положеніе и визируетъ на рейку; если при этомъ средняя нить сѣтки ниже подошвы рейки, то передняя выше задней, если же средняя нить выше вершины рейки, то передняя точка ниже задней. Наконецъ, если средняя нить покрываетъ какое-нибудь дѣленіе рейки, то показаніе средней нити укажетъ, выше или ниже передняя точка, смотря по тому, меньше или больше это показаніе высоты инструмента. Выше мы сказали, что лучше находить разность высотъ реперовъ непосредственною нивеллировкою, независимо отъ величинъ пониженія и повышенія, вычисленныхъ такъ, какъ сказано здѣсь.

Нанесеніе на бумагу результатовъ съемки тахеометромъ. Наносить магистральную линію на бумагу слѣдуетъ по азимутамъ или румбамъ, для каковой цѣли на всѣхъ листахъ долженъ быть назначенъ меридіанъ. Линію не слѣдуетъ назначать на длинныхъ листахъ или сверткахъ бумаги, а лучше на малыхъ листахъ формата 20×24 дюйма, и никакъ не длиннѣе 36 дюймовъ. Это потому, что при употребленіи небольшихъ листовъ не требуется много мѣста, нѣтъ надобности соображать, какъ лучше расположить на бумагѣ линію; ошибка, сдѣланная на одномъ листѣ, мало вліяетъ на вѣрность работы на послѣдующихъ листахъ и легко исправима посредствомъ лишь новой пригонки двухъ смежныхъ листовъ. Кромѣ того, при короткихъ

листахъ бумага никогда не свертывается, а отъ того не рвется, лежитъ на столѣ плоско. Для сохраненія листовъ, во время полевой работы, полезно имѣть легкій металлическій ящикъ съ тремя или четырьмя не высокими отдѣленіями, размѣра, соотвѣтствующаго величинѣ листовъ бумаги.

Листы прикладываются одинъ къ другому по мѣрѣ нанесенія послѣдующихъ вершинъ угловъ, причемъ дальнѣшіе листы прикладываются къ предыдущимъ, подъ тѣмъ или другимъ угломъ. Два смежные листа скрѣпляются кнопками и на послѣдующемъ листѣ вычерчивается линія, по которой этотъ листъ прикладывается къ предыдущему. На каждомъ листѣ вычерчивается меридіанъ такъ, чтобы онъ проходилъ, по возможности, ближе къ серединѣ листа. Каждый листъ снабжается соотвѣтственнымъ нумеромъ и названіемъ мѣста, гдѣ производится съемка; свѣдѣнія эти записываются всегда въ одномъ углу листа, напримѣръ въ правомъ.

Каждая вершина угла назначается по координатамъ, для чего можно пользоваться особымъ листомъ бумаги, на которомъ назначены перпендикулярныя другъ къ другу линіи, а также различные углы, на манеръ того, какъ сдѣланъ масштабъ высотъ, но только углы здѣсь должны быть назначены въ настоящую свою величину. При этомъ, для вычерчиванія координатъ, надо имѣть металлическую тяжелую линейку въ 24 дюйма и треугольникъ. Всѣ пикеты назначаются и каждый пятый пикетъ нумеруется, точно также нумеруются всѣ углы и на всѣхъ углахъ ставятся отмѣтки.

Инженеръ, или лицо производящее кроки горизонталей въ полѣ, долженъ быть снабженъ компасомъ, чертежными принадлежностями, тонкою чертежною доскою и кожаною сумкою съ нѣсколькими листами бумаги, съ начерченною на нихъ линіей, опредѣленной наканунѣ, съ выписанными на ней отмѣтками угловъ и боковыхъ точекъ.

При каждомъ съемщикѣ должно быть не менѣе 4-хъ рабочихъ, снабжаемыхъ одною ленточною цѣпью.

Назначая горизонтали на планѣ, слѣдуетъ также обозначать грунтъ земной поверхности.

Для того, чтобы магистраль не слишкомъ уклонялась отъ предположеннаго направленія, необходимо каждый вечеръ наносить его на планъ, чтобъ опредѣлить положеніе его отно-

сительно предварительно уже назначеннаго на картѣ. Помощью этой работы, которая требуетъ немного времени, рѣшаютъ, какъ направить работы на слѣдующее утро и узнаютъ, не вкралась ли какая-нибудь ошибка и не слѣдуетъ ли повторить наблюденія на нѣкоторыхъ реперахъ. Полезно наносить ежедневно не только магистральную линію, но и всю съемку, и далѣе не идти въ поле, пока не проведены на планѣ горизонтали и не выбрано наивыгоднѣйшее направленіе оси проекта.

Но такъ какъ въ практическомъ отношеніи это неудобно, во первыхъ потому, что партія, состоящая изъ трехъ или четырехъ человѣкъ техниковъ, при такомъ способѣ работъ, сдѣлаетъ съемку въ продолженіи лѣта на слишкомъ маломъ участкѣ, и, во вторыхъ потому, что бо́льшая половина затраты на рабочихъ будетъ пропадать непроизводительно, то можно совѣтовать имѣть при партіи еще, по крайей мѣрѣ, двухъ чертежникомъ, которые бы успѣвали нанести на бумагу, въ продолженіе вечеча и части ночи, планъ снятой техниками мѣстности днемъ и назначить главныя горизонтали, или же имѣть двойной составъ техниковъ, работающихъ въ полѣ черезъ день.

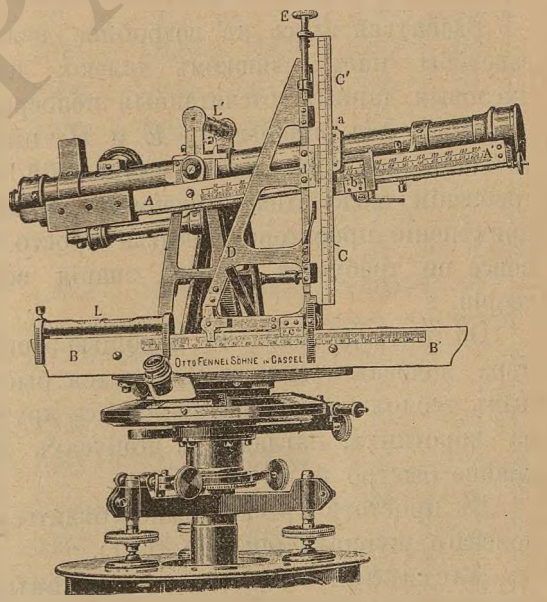
Скоромѣры-тахеометры системы Вагнеръ-Феннель.

Всѣ имѣющіеся по нынѣ тахеометры: Шарно, Крейтера, Ришера, Тиши, Муано и др., далеко уступаютъ новому тахеометрому Вагнера-Феннеля, несравненно болѣе удобному. Скоромѣры, изображенные на прилагаемомъ чер. 54 получили золотую медаль на выставкѣ въ Парижѣ 1900 г.—Они существенно отличаются отъ обыкновенныхъ теодолитовъ-тахеометровъ тѣмъ, что, вмѣсто вертикальнаго круга, они снабжены проекторомъ.

Извѣстно, что при употребленіи тахеометровъ съ вертикальными кругами горизонтальное разстояніе и высоту точки на мѣстности по отношенію къ точкѣ позиціи прибора приходится вычислять, пользуясь прочитаннымъ дѣленіемъ рейки и угломъ высоты, посредствомъ счетной линейки или отыскивая ихъ во вспомогательныхъ таблицахъ. Въ случаѣ же примѣненія скоромѣровъ системы Вагнеръ-Феннель, обѣ эти кропотныя работы—вычисленіе и отыскиваніе—становятся излишними, такъ какъ,

благодаря проектору, имѣется возможность отсчитать на самомъ приборѣ горизонтальныя разстоянія и абсолютныя высоты точекъ.

Въ общемъ, проекторы состоятъ изъ слѣдующихъ частей: изъ линейки BB', постоянно пребывающей въ горизонтальномъ положеніи во время производства измѣреній, изъ линейки AA', помѣщающейся параллельно къ трубѣ и слѣдующей всѣмъ ея уклонамъ и, наконецъ, изъ линейки CC', постоянно сохраняющей вертикальное положеніе. Всѣ эти линейки снабжены дѣленіями на миллиметры. По линейкѣ AA' скользитъ ползунокъ (шиберъ) поддерживающій два ноніуса: a и b (послѣдній служитъ для отсчитыванія дѣленій на линейкѣ AA', первый—на линейкѣ CC'). Линейка CC' образуетъ вертикальный катетъ мѣднаго треугольника D, передвигающагося вдоль линейки BB', посредствомъ роликовъ. Къ горизонтальному катету этого треугольника придѣланъ ноніусъ c для отсчитыванія дѣленій на линейкѣ BB'; къ прибору принадлежитъ еще дистанціонная рейка, съ весьма простымъ приспособленіемъ для установки ея въ вертикальномъ направленіи къ оси трубы; нулевая точка дистанціонной рейки помѣщается на высотѣ 1,5 метр. надъ основаніенъ перпендикуляра.



Черт. 54.

Въ соединеніи съ этой рейкой, примѣненіе проектора крайне просто: труба устанавливается по направленію рейки, одинъ изъ волосковъ ставится на нулевую точку, послѣ чего отсчитывается положеніе другого волоска; данное число устанавливаютъ, посредствомъ ноніуса b, на линейкѣ AA', треугольникъ

съ вертикальной шкалой прикатываютъ къ ноніусу a, послѣ чего абсолютная высота отсчитывается на вертикальной шкалѣ a, разстояніе позиціонной точки рейки—на горизонтальной.

При этомъ, для искомыхъ величинъ—разстояніе E и высоты надъ уровнемъ моря M—проектора автоматически вычисляютъ два слѣдующихъ уравненія:

I. $E = (CJ - c)\ cos\ a \pm G\ sin\ a$

II. $H = A + F \pm (C\ L + c)\ sin\ a\ G\ cos\ a.$

Вдаваться здѣсь въ подробное изложеніе этихъ формулъ завелобы насъ слишкомъ далеко; достаточно сказать, что числовыя данныя, отсчитанныя непосредственно на приборѣ и служащія для опредѣленія E и H, имѣютъ совершенно туже точность, какъ результаты вычисленій, получаемыхъ при употребленіи теодолитнаго тахеометра. Особенно важно то, что примѣненіе проектора донельзя просто и что отъ наблюдателя вовсе не требуется точнаго знанія всѣхъ подробностей его теоріи.

Опытомъ дознано, что помощью этого проекціоннаго скоромѣра полевая съемка производится быстрѣе, чѣмъ обыкновеннымъ теодолитнымъ тахеметромъ съ кругомъ высотъ, такъ какъ на короткихъ, наглядныхъ ноніусахъ данныя отсчитываются крайне быстро и легко.

Въ простотѣ съемки можно убѣдиться изъ нижеслѣдующаго полеваго журнала (см. стр. 141).

Наставленіе касательно полевыхъ съемокъ со скоромѣромъ системы Вагнера-Феннель.

Когда, при началѣ работъ, приборъ будетъ наведенъ центрально и установленъ горизонтально въ первой позиціи (I), а рейка—на второй (II), то, въ нижеуказанномъ порядкѣ считываютъ и заносятъ слѣдующія данныя:

1) Отмѣчаютъ обсолютную высоту A позиціи (высоту надъ пунктомъ NN.

2) На шнурѣ отвѣса отсчитываютъ значеніе Z (т. е. разность между нормальной высотой 1,5 метр. и дѣйствительной высотой прибора) и данную цифру записываютъ.

3) Вычисляютъ разность $A—Z$, записываютъ ее и устанавливаютъ у ноніуса d проекціоннаго угла, послѣ чего устанавливаютъ проекціонный уголъ на приборѣ.

Полевой журналъ.

Снятыя точки.	Отсчетъ на рейки и установка по ней.	Горизонтальное разстояніе.	Высота.	Горизонтальный уголъ.	
				Град.	Минут.
Позиція I: $A = 327{,}85$ $Z = 0{,}15$ $A - Z = 327{,}70$					
Башенный шпиль. . .	—	—	—	0	00
II	1,734	171,80	334,70	250	33
1. Межевой камень .	0,256	84,35	331,25	250	05
2. —	1,235	120,90	342,85	243	30
3. Дорожная канава .	1,931	92,80	336,00	301	35
„	—	—	—	—	—
„	—	—	—	—	—
34. Гребень плотины .	1,930	190,55	359,95	103	40
Позиція II: $A = 340{,}70$ $Z = 0{,}13$ $A - Z = 334{,}57$					
I	1,734	171,85	327,85	20	50
III	1,361	135,75	338,10	34	09
35. —	1,141	112,20	331,25	36	45
36. Пешеходн. дорога.	0,973	95,45	347,35	48	00
37. Подошва канавы .	0,718	71,00	739,40	67	25

4) Наставляютъ приборъ по рейкѣ, устанавливаютъ верхній волосокъ на нулевой точкѣ, отсчитываютъ показанія нижняго волоска (помѣщающагося въ верхней части рейки), записываютъ найденное число и устанавливаютъ его у ноніуса b.

5) Придвигаютъ проекціонный уголъ къ краю вращающагося ноніуса a, отсчитываютъ по ноніусу c горизонтальное разстояніе отъ основанія перпендикуляра рейки до отвѣсной точки прибора, а по ноніусу a абсолютную высоту точки позиціи рейки и эти двѣ данныя записываютъ.

6) Отсчитываютъ горизонтальный уголъ и заносятъ въ журналъ. Такимъ путемъ положеніе пункта II опредѣляется вполнѣ

ОТНПРОРАН

точно. Для послѣдующихъ при съемкѣ побочныхъ пунктовъ—достаточно отмѣтки записей, указанныхъ въ п.п. 4—6.

Въ вышеприведенномъ примѣрѣ полеваго журнала предполагается, что и линія базиса (пункты I, II, III и т. д.) опредѣлена исключительно тахиметрическимъ путемъ.

При этомъ слѣдуетъ еще указать, что точный контроль высотъ и горизонтальныхъ разстояній всѣхъ позицій получается вслѣдствіе опредѣленія каждаго разстоянія и каждой высоты, имѣющихся на линіи позицій, какъ въ наступательномъ, такъ и въ обратномъ направленіи.

Отсчитыванія и установки на позиціяхъ производятъ особенно тщательно. Разность между результатами визированія впередъ и назадъ, на разстояніи до 200 метровъ, не должна превышать 0,05 метровъ въ высотахъ и 0,3 метр. въ долготахъ.

Въ предѣлахъ этихъ границъ, какъ доказалъ опытъ, держаться не трудно.

Тахеометръ Вагнера-Феннеля съ большимъ успѣхомъ былъ примѣненъ при съемкахъ на Восточно-Китайской ж. дор. въ 1899—1900 г.г. Въ продолженіе двухъ мѣсяцевъ одинъ лишь техникъ могъ справляться съ нимъ одинъ, безъ малѣйшаго утомленія, причемъ приборъ этотъ допускалъ съемки по 200 метровъ ширины, при разности высотъ въ $\pm$ 40 метровъ. Этотъ инструментъ несомнѣнно вытѣснитъ другіе тахеометры.

Описаніе нивеллира Gradient Telemeter Lewel Short's patent нами дано въ гл. X.

ГЛАВА VII.

Практическія указанія раціональнаго содержанія инструментовъ, ихъ сбереженіе и починки.

Многолѣтній опытъ, пріобрѣтенный при работахъ и вывѣркѣ геодезическихъ инструментовъ, заставилъ насъ сгруппировать и вкратцѣ изложить условія раціональнаго и правильнаго за таковыми инструментами ухода. Соблюденіе означенныхъ условій гарантируетъ до нѣкоторой степени точность инструментовъ и продолжаетъ срокъ полезнаго ихъ дѣйствія.

Помѣщенныя здѣсь правила кромѣ того даютъ необходимыя указанія и въ тѣхъ случаяхъ, когда, по отдаленности населенныхъ центровъ и вообще фабрикъ, невозможно пользоваться услугами механиковъ, вслѣдствіе чего технику поневолѣ приходится самому приводить инструменты въ пригодное для пользованія оными состояніе и производить мелкія починки.

Постоянное содержаніе геодезическихъ инструментовъ въ томъ видѣ, въ какомъ они получены отъ фабрикантовъ, составляетъ первое условіе правильнаго за ними ухода.

Каждый техникъ по изысканіямъ долженъ умѣть не только пользоваться, но также умѣть сохранять и въ случаѣ надобности починить инструментъ, на сколько это будетъ возможно во время полевыхъ работъ. Это умѣніе обращаться съ инструментами не дается сразу. Многіе изъ техниковъ, а также инженеровъ относятся со страхомъ къ инструментамъ, въ случаѣ надобности въ починкѣ при малѣйшемъ ихъ поврежденіи. Конечно, въ случаѣ поломки и пр. требуется мастеръ и мастерская, но въ большинствѣ случаевъ тамъ, гдѣ опытный техникъ знакомый съ пріемами починки умѣетъ исправить инструментъ, малоопытный техникъ требуетъ новаго инструмента, считая свой инструментъ при малѣйшей его неисправности негоднымъ. Конечно дѣло мастера боится, вотъ почему наши инженеры и техники по изысканіямъ должны быть хорошо знакомы съ инструментами, должны умѣть не только вывѣрить ихъ, но также должны умѣть разобрать и собрать таковыя во всѣхъ ихъ частностяхъ, а также исправить на сколько возможно, если въ немъ окажется поврежденіе. Инженеръ и техникъ должны быть поэтому хорошо знакомы съ практическими пріемами по уходу, сбереженію и починкѣ инструментовъ, безъ чего немыслимо производство геодезическихъ полевыхъ работъ. Это знаніе на столько необходимо, на сколько необходимо и обязательно для неграмотнаго новобранца-солдата знаніе и навыкъ въ сборкѣ и разборкѣ его ружья.

Приведенныя здѣсь указанія нами выработаны совмѣстно съ завѣдующимъ фабрикой геодезическихъ инструментовъ г. Герляхъ и состоятъ въ нижеслѣдующемъ.

1. Всѣ инструменты надлежитъ сохранять во время работъ въ **совершенной чистотѣ** предохраняя отъ сырости и

пыли, почему вернувшись съ работы надлежитъ инструменты очистить спеціальною кистью съ пыли, затѣмъ, давъ имъ въ зимнее время отпотѣть, вычистить до суха, и вытереть мягкой замшей.

2. Рейку разкладывать и устанавливать точно по чертѣ долженъ самъ нивелировщикъ, а главное подъ винтъ, во избѣжаніе раскола рейки, слѣдуетъ подкладывать дубовую или березовую подкладку, иначе рейки, при неосторожномъ съ ними обращеніи трескаютъ. — Реечники послѣ работы должны рейки носить домой обязательно на рукахъ, отнюдь не допуская класть ихъ на повозки.—Въ обѣденное время въ полѣ, въ особенности во время дождя, рейки надлежитъ ставить подъ крышу или въ тѣни подъ деревомъ. — Реечники не должны мѣнять своихъ реекъ; хорошо если на рейкѣ съ боку помѣтить карандашомъ имя рабочаго. При перевозкѣ рейки слѣдуетъ обертывать въ холстъ или чистыя цыновки, дабы не стиралась краска и цифры. — Все это хорошо извѣстно нивелировщикамъ, и опытные техники строго преслѣдуютъ всѣ эти указанія.

3. Вечеромъ по окончаніи полевой работы надлежитъ самимъ инженерамъ или техникамъ, не торопясь, уложить всѣ инструменты въ ящики соотвѣтственнымъ всегда образомъ, недопуская ни въ какомъ случаѣ при закрытіи нажатія крышки ящика. Во время обѣда въ полѣ нѣтъ надобности укладывать инструменты въ ящики; достаточно, осадивъ крѣпче ножки треножника въ землю, закрыть ихъ чехломъ отъ пыли и дождя, а главное ставить ихъ въ безопасномъ мѣстѣ отъ домашнихъ животныхъ и любопытства прохожихъ. — Уходя съ работы домой рабочіе должны всѣ инструменты, также и треноги нести на рукахъ. — Если путь далекъ и рабочіе очень устали, то рабочимъ можетъ быть разрѣшено поѣхать домой на повозкѣ, но въ такомъ случаѣ рейки, треноги, а тѣмъ болѣе ящики съ инструментами они обязаны, подъ присмотромъ никеажиста, держать все время пути на колѣняхъ, въ рукахъ.—Если рейки и треноги класть на повозку безъ надлежащей, умѣлой упаковки, то таковыя разбиваются, краска на рейкахъ стирается, винты у треногъ отъ тряски развинчиваются и теряются.

Перевозка геодезическихъ инструментовъ должна производиться при соблюденіи возможной предосторожности, съ устраненіемъ сильныхъ сотрясеній и ударовъ *). Вообще всякій геодезическій инструментъ долженъ оставаться на постоянномъ попеченіи пользующагося имъ техника, причемъ рабочіе употребляются лишь для переноски ящиковъ съ инструментами.

Сборка для дѣйствія, какъ равно и укладка геодезическихъ инструментовъ въ ящики, какъ выше сказано, рабочими не должна быть допускаема.

4. Уровни. Уровни, служащіе для установки геодезическихъ инструментовъ, тѣмъ чувствительнѣе, чѣмъ точнѣе инструменты, а потому уровни требуютъ постояннаго наблюденія и неоднократной вывѣрки.

Перевозка инструментовъ, лучи солнца, сильный вѣтеръ, внезапное измѣненіе температуры, а даже и дыханіе наблюдателя прямо на уровень при дѣйствіи инструментомъ,—вотъ причины, вліяющія на неустойчивость чувствительныхъ уровней, въ виду чего нельзя требовать отъ нихъ постоянной неизмѣняемости.

Уровни, при всѣхъ поворотахъ вокругъ оси инструмента на 360° должны показывать одно и то же отклоненіе пузырька. Постоянная измѣнчивость отклоненій въ такомъ случаѣ часто устраняется надлежащею чисткою и смазкою оси инструмента.

Если помимо того и послѣ неоднократныхъ провѣрокъ уровня пузырекъ отклоняется отъ середины, то это указываетъ, что ось или выработалась, или поцарапалась и таковой инструментъ для точныхъ измѣреній негодится и долженъ быть переданъ въ починку механику, если самому технику неудается это исправить хотя бы очисткой оси.

Надо имѣть въ запасѣ нѣсколько тщательно выбранныхъ уровней, чтобы замѣнять ими разбитые въ полѣ, что впрочемъ рѣдко случается. Замѣна уровня—операція очень не трудная.

Если уровень входить въ обдѣлку свободно и остается снизу зазоръ, то его можно поднять снизу бумагой или чѣмъ нибудь упругимъ, такъ чтобы уровень былъ прижатъ къ обдѣлкѣ верхнею своею частью съ дѣленіями. Концы уровня въ

*) Уѣзжая на изысканіе Амурской ж. д. линіи, мы отправили всѣ инструменты, поставленные намъ геодезической мастерской г. Герляха сухимъ путемъ, на почтовыхъ. Несмотря на быструю ѣзду и тряскую дорогу инструменты прибыли въ полной исправности. Инструменты г. Герляха очень прочны; при покупкѣ не требуютъ повѣрки.

трубкѣ обыкновенно заливаются гипсомъ. Въ полѣ для этого вполнѣ пригодны сургучъ, воскъ или пробка.

5. Винты. Существуетъ ложное мнѣніе, будто бы причина отклоненія уровней зависитъ отъ свободнаго движенія повѣрительныхъ или подъемныхъ винтовъ. Винты эти не должны шататься, а потому при нихъ имѣются зажимы, регулирующіе ихъ ходъ, но вообще необходимо слѣдить, дабы винты имѣли свободное движеніе такъ, чтобы возможно было легко ими управлять. Въ противномъ случаѣ регулированіе и установка уровня будутъ затруднительны и даже совсѣмъ не возможны. Упомянутые винты необходимо чистить и смазывать для устраненія ихъ порчи.

Тѣ же самыя правила касаются и остальныхъ винтовъ, служащихъ для установки инструмента, а именно нажимныхъ и микрометренныхъ винтовъ.

Всѣхъ прочихъ винтовъ, которыми на глухо соединены отдѣльныя части инструмента, не слѣдуетъ трогать, дабы такимъ образомъ избѣгать разрегулировки инструмента.

При установкѣ въ горизонтальное положеніе инструментовъ слѣдуетъ всегда дѣйствовать винтами, равномѣрно держа ихъ всегда на одной высотѣ и возможности по серединѣ ихъ длины, дабы избѣжать перекрючиванія нарѣзки. Вообще всѣ вывѣрки надлежитъ дѣлать осторожно, такъ какъ винты нарѣзаны мелко и потому легко срѣзаются, въ особенности у сѣтки черезмѣрное нажатіе этихъ винтовъ можетъ раздавить стекло, на которомъ начертана сѣтка. Съ микрометренными винтами и въ особенности кремольеркой слѣдуетъ обращаться очень осторожно. При малѣйшемъ треніи и сопротивленіи надлежитъ остановиться, и вычистить кисточкой нарѣзку и зубчатку, отнюдь не употребляя силу. Послѣ работы становой винтъ и боковые у ноженъ треноги надлежитъ завинтить, въ противномъ случаѣ винты теряются, инструментъ расшатывается и даже можетъ сорваться и упасть со столика.

6. Круги съ дѣленіями. Лимбы и ноніусы должны быть очень чисто сохраняемы, — всякую пыль, могущую ихъ царапать и производить треніе, слѣдуетъ устранять мягкой бобровой кисточкой.

Лимбовъ и ноніусовъ развинчивать не слѣдуетъ; на случай искривленія какого-либо изъ нихъ, нужно инструментъ отправить механику для починки, такъ какъ употребленіе такого инструмента влечетъ за собою дальнѣйшую его порчу.

7. Зрительная труба. Чтобы устранить параллаксъ окуляровъ въ зрительныхъ трубахъ, придается имъ винтовое движеніе, которое позволяетъ приближать или удалять окуляръ отъ волосковъ, пока не увидимъ этихъ послѣднихъ точно изображенными черными и неподвижными. Эти паутинные волоски, надлежаще вытянуты и крѣпко приклеены, не должны подвергаться перемѣнамъ температуры. Иногда, по желанію, главнымъ образомъ для инструментовъ, предназначенныхъ въ дальнія страны, паутина замѣняется сѣтками, нарѣзанными тонко на шлифованномъ стеклѣ; это имѣетъ нѣкоторыя преимущества, но не вѣрно въ основаніи, потому что безполезное введеніе отражающихъ и поглощающихъ свѣтъ плоскостей и срединъ противно основаніямъ устройства оптическихъ системъ.

Таковая стекляная сѣтка однакоже имѣетъ тотъ недостатокъ, что будучи въ фокусѣ зрительной трубы (окуляра), показываетъ намъ въ увеличеніи малѣйшую пыль, попавшую на ея поверхность, а запотѣвшая портитъ эффектъ трубы даже съ наилучшими стеклами. Въ такихъ случаяхъ необходимо подвергнуть чисткѣ и самую стекляную сѣтку,—что затруднительно и хлопотливо.

Чтобы добраться до таковой сѣтки нужно вынуть изъ зрительной трубы окуляръ, вывинтить малый винтикъ, направляющій его въ самомъ прорѣзѣ.

Иногда достаточно вычистить стекляную сѣтку только съ наружной стороны, что можно сдѣлать не вынимая ея изъ зрительной трубы. Этимъ избѣгается вторичное регулированіе волосковъ.

Если стекляная сѣтка запылена или запотѣвшая съ обѣихъ сторонъ, то надо ее вынуть изъ окуляра и тщательно вытереть совершенно чистой замшей или кускомъ чистаго полотна. Оставшіяся еще мелкія пылинки и волоски, не примѣченныя невооруженнымъ глазомъ, нужно устранять маленькою мягкою, совершенно чистою, кисточкою, употребляя для контролированія этой работы тотъ же окуляръ.

Окуляръ и объективъ должны быть тоже сохраняемы въ чистотѣ. Для этой цѣли необходимо вытирать наружныя стекла,

что если не поможетъ, надо ихъ вывинтить изъ зрительной трубы, для очистки съ внутренней стороны.

Здѣсь необходимо замѣтить, что вслѣдствіе эксцентричности каждаго объектива, всякое вывинчиваніе его изъ зрительной трубы, можетъ повлечь за собою необходимость новаго регулированія волосковъ.

Во время производства полевыхъ работъ часто приходится замѣнять волоски. Они рвутся большею частью когда приходится вынимать окуляръ для чистки стеколъ. Образующаяся вслѣдствіе тренія металлическая пыль происходитъ отъ стиранія окраски внутренности трубы, она садится на стекла и мѣшаетъ визированію. Соръ этотъ иногда садится на волоски, такъ что вслѣдствіе этого ихъ приходится мѣнять. При навыкѣ замѣна волосковъ требуетъ времени не болѣе 20-ти минутъ, но эта потеря времени и труда съ избыткомъ вознаграждается успѣшностью дальнѣйшей работы, такъ какъ хорошо натянутые волоски составляютъ существенное условіе отчетливости визированія и чтенія по рейкѣ.

Чтобы натянуть волоски, надо, вынувъ окуляръ, отвинтить ту металлическую рамку, на которой они натягиваются. Чертежъ сѣтки, нами данъ въ гл. VI черт. 15 и 16. Счистивъ осторожно лакъ, которымъ къ рамкѣ прикрѣпляются концы волосковъ, легко замѣтить два діаметральныхъ прорѣза, назначенныхъ къ помѣщенію въ нихъ волосковъ; если этихъ прорѣзовъ нѣтъ, то ихъ не трудно сдѣлать. Для этого на листѣ бумаги тщательно вычерчивается по циркулю окружность и въ ней двѣ взаимноперпендикулярныя линіи длиной, равной радіусу внѣшней окружности рамки. Тогда рамка тщательно укладывается на эти линіи такъ, чтобы положеніе ея приблизительно соотвѣтвѣствовало тому, какое она должна имѣть въ трубѣ, указаніемъ чему служатъ ввинчиваемые въ нее нажимные винты. На рамку надо осторожно наложить гибкую линейку такъ, чтобы концы ея совпали съ одной изъ пересѣкающихся линій, и тогда на металлической закраинѣ рамки, острой иглой слѣдуетъ прочертить линіи; тоже самое по направленію другой линіи. Затѣмъ можно приступить къ наложенію волосковъ.

Лучшимъ матеріаломъ для волосковъ служитъ паутина, но большею частью, какъ болѣе прочная шелковая нить. Для этого надо всегда имѣть въ запасѣ нити сырцеваго шелка;

если же ихъ подъ руками не найдется, то годится всякая шелковая нить, хотя бы добытая изъ шелковой ткани. Обыкновенно продажный шелкъ составляется изъ нѣсколькихъ нитей шелкопряда; на волоски же годится только натуральная нить, такъ какъ соединеніе двухъ или нѣсколькихъ нитей черезъ окуляръ будетъ слишкомъ толсто. Нить прикрѣпляютъ концами къ раскрытому дюйма на три циркулю, къ ножкамъ котораго нить и прикрѣпляется помощью воска или сургуча. Когда оба конца нити укрѣплены, тогда надо раздвинуть нѣсколько ножки циркуля, съ нѣкоторой осторожностью, чтобы нить не лопнула. Когда нить хорошо натянута, что можно достигнуть хотя бы и порвавъ предварительно нѣсколько нитей, то она, вмѣстѣ съ циркулемъ, укладывается осторожно въ прорѣзы. Для закрѣпленія волосковъ лучше всего употреблять спиртовый лакъ, который переносится въ видѣ маленькой капли помощью иглы. Пока лакъ на мѣстѣ не высохнетъ, не надо трогать циркуль. Хорошій лакъ сохнетъ быстро и когда онъ высохъ, то концы нити обрѣзываютъ ножницами. Второй волосокъ, перпендикулярно къ первому, натягивается точно также. Топографы сами устраиваютъ дальномѣръ, причемъ отношеніе, т. е. коэффиціентъ A (см. описаніе дальнометра) берутъ произвольное 50, 100, 200 и въ рѣдкихъ случаяхъ, при хорошей трубѣ болѣе 200.

8. **Буссоль.** Быстрое опусканіе стрѣлки на штифтъ, производитъ скорое изнашиваніе сего послѣдняго. Поврежденный такимъ образомъ штифтъ царапаетъ камень иголки, отъ чего происходитъ треніе обоихъ частей, вредно вліяющее на чувствительность прибора.

По той же причинѣ необходимо избѣгать всякаго лишняго движенія магнитной стрѣлки, а тѣмъ болѣе наклоненія инструмента, когда стрѣлка въ движеніи. По окончаніи наблюденія стрѣлка должна быть немедленно приподнята. Для этой цѣли буссоль должна быть снабжена подъемнымъ винтомъ, служащимъ для медленнаго опусканія иголки. Поднятую стрѣлку надлежитъ всегда закрѣплять зажимнымъ винтомъ, отпуская ее лишь при снятіи показанія на стоянкѣ угла. Это обстоятельство очень важно; оно обыкновенно легко упускается изъ виду и забывается, почему рабочій, который носитъ инструментъ долженъ обязательно напоминать на каждомъ углу объ

стрѣлкѣ; рабочій, не долженъ имѣть права снимать инструментъ пока стрѣлка не зажата.

Стекло у буссоли снимается; для этого надо вынуть круглую проволочную рамку, которой стекло прижато. Стрѣлку, въ случаѣ надобности, можно самому намагнитить и даже сдѣлать новую, объ чемъ мы уже говорили въ главѣ VI объ инструментахъ.

Въ случаѣ замѣченной большой неточности дѣйствія магнитной стрѣлки лучше отослать буссоль механику для починки. Вставка запасныхъ иголокъ и шпилей самимъ наблюдателемъ точно также слишкомъ затруднительна. Только въ крайнихъ случаяхъ, вдали отъ ближайшихъ центровъ, покупка таковыхъ запасныхъ частей оправдывается.

Точно также трудно надлежаще исправить стрѣлку намагничиваніемъ, такъ какъ причина нечувствительности ея чисто механическаго свойства отъ изношенія штифта и камня.

Вообще развинчивать буссоль безъ крайней надобности не слѣдуетъ, лучше сразу передать весь инструментъ въ починку спеціалисту.

9. Оси инструментовъ. Развинчиваніе и вообще разборка геодезическихъ инструментовъ на части допускается лишь въ крайнихъ случаяхъ. При встрѣтившейся надобности развинтить данный инструментъ, необходимо имѣть въ виду указанныя ниже условія:

Главная часть всякаго геодезическаго инструмента это ось его. При наилучшемъ состояніи всѣхъ остальныхъ частей, инструментъ не можетъ дѣйствовать правильно, если ось его не въ порядкѣ.

Инструментъ долженъ свободно вращаться около своей оси,—если вращеніе затруднительно, что въ большинствѣ случаевъ происходитъ отъ застыванія смазки, недостатка ея или затертости оси, ее слѣдуетъ разобрать, очистить и вновь смазать. Для этого нужно гайку, находящуюся на концѣ оси, отвинтить спеціальнымъ ключемъ, обыкновенно придаваемымъ къ инструменту, если же его нѣтъ, то остроконечными щипцами или отверткою, смотря по конструкціи, послѣ чего ось, съ соединенными съ нею частями инструмента, легко вынимается. Таковую разборку слѣдуетъ исполнять въ комнатѣ, а не на воздухѣ, дабы избѣгнуть нанесенія пыли на внутреннія части инструмента. Опытный глазъ съ внѣшняго вида разобранныхъ частей можетъ заключить о причинѣ тугаго хода оси, будетъ ли это отсутствіе смазки, засореніе или затертость. Всякая пыль, соръ, а также и старая смазка, должны быть совершенно устранены кускомъ мягкаго полотна, сначала насыщеннаго керосиномъ, признаннымъ наилучшимъ для этой цѣли средствомъ; послѣ чего всѣ части должны быть чистымъ полотномъ тщательно вытерты. Эту очистку откладывать не слѣдуетъ во избѣжаніе большой порчи. Если замѣтимъ на оси или во втулкахъ слѣды затертости (царапины), инструментъ долженъ быть переданъ механику—такъ какъ въ подобномъ случаѣ возобновленіе смазки недостаточно и ничего не поможетъ. Впрочемъ, какъ ниже сказано, опытные техники помощью крокуса умѣючи полируютъ затертость.

Передъ новой смазкой слѣдуетъ еще разъ ось и втулки какъ можно аккуратнѣе вытереть мягкой замшей или старымъ чистымъ полотномъ, внимательно слѣдя, дабы мельчайшія пылинки или волоски не остались на оси и на втулкѣ. По этой причинѣ вата и хлопчатая бумага, оставляющія на поверхности волоски, не пригодны.

Родъ употребляемой смазки имѣетъ не маловажное значеніе,—лучше всего употреблять тотъ сортъ масла, который употребляетъ фабрика. За неимѣніемъ соотвѣтственной смазки допускается масло, употребляемое часовыхъ дѣлъ мастерами. Масло слѣдуетъ наносить любою чистою палочкою каплями на ось, съ 3-хъ или 4-хъ сторонъ всей ея поверхности, а также и на боковой зазоръ; затѣмъ необходимо ось положить на свое мѣсто и повернуть нѣсколько разъ, одновременно вкладывая и вынимая ее, дабы масло разошлось по всей поверхности. Излишекъ смазки вредитъ оси, не дозволяя ей хорошо прилегать ко втулкѣ.

Особенно зимой смазываніе должно быть самое умѣренное, потому что всякая смазка застывая сгущается и вмѣсто пользы приноситъ вредъ. Нѣкоторые техники потребляютъ для смазки чистый вазелинъ,—онъ не такъ пригоденъ и на сколько возможно долженъ быть замѣненъ чистымъ масломъ.

При двухъ концентрическихъ осяхъ напр. при повторительныхъ теодолитахъ, каждую ось слѣдуетъ смазывать отдѣльно. Тоже самое касается и колецъ съ нажимными и микрометренными винтами.

Если по исполненіи очистки и смазки ходъ инструмента остался по прежнему затруднительнымъ, то причина неточности другая и ее можетъ устранить только спеціалистъ механикъ.

Въ инструментахъ замѣчается иногда коловращеніе, т. е. расшатываніе оси во втулкѣ. Инструментомъ можно работать въ теченіе многихъ лѣтъ безъ образованія замѣтнаго коловращенія; получается же оно вслѣдствіе того, что при переноскѣ инструмента отъ одной стоянки до другой, было упущено закрѣпленіе оси, причемъ труба, перевѣшиваясь и качаясь, производила удары, образовавшіе зазоръ между осью и втулкой. Въ такомъ случаѣ слѣдуетъ разобрать и осмотрѣть его ось. Если то утолщеніе оси, которое находится какъ выступъ въ верхней ея части, касается верхней части втулки и при вращеніи скользитъ по ней, то иногда достаточно бываетъ подпилить немного выступающій верхъ втулки,—тогда ось опускается ниже, зазоръ уничтожается, а съ нимъ прекращается и коловращеніе. Иногда для этого достаточно бываетъ напудрить ось и втулку сверху крокусомъ и пришлифовать ихъ верхнюю поверхность вращеніемъ. Не бѣда, если крокусъ попадетъ съ боковъ между осью и втулкой. Разумѣется, все это возможно, пока коловращеніе не достигло большой степени; въ послѣднемъ случаѣ нужно инструментъ послать къ мастеру. Предлагаемую нами здѣсь починку надо дѣлать только въ случаѣ послѣдней крайности и при томъ очень осторожно.

Исправленіе иныхъ поврежденій инструментовъ, будь это поломка треноги, разрывъ цѣпи, поломка рейки и пр., не затруднительно и объ нихъ говорить излишне.

10. Общія указанія. Какъ мы уже выше сказали вывѣренный инструментъ при умѣломъ и бережливомъ съ нимъ обращеніи можетъ служить многіе годы. Порча инструментовъ происходитъ не только отъ перевозки, но и отъ неосторожнаго съ ними обращенія при употребленіи, а также вслѣдствіе слишкомъ частой, напрасной повѣрки инструмента, которая его можетъ довести до разстройства, почему излишнихъ повѣрокъ и поправокъ слѣдуетъ избѣгать.

Въ дождливое время слѣдуетъ работать подъ зонтикомъ, а при переноскѣ прикрывать чехломъ, а трубу держать спрятанною въ рукавѣ или подъ пальто.

Зубчатка, выдвигающая окуляръ нивеллира, часто портится только по недосмотру. Если она установлена на мѣстѣ и движеніе трубки идетъ правильно, то зубцы служатъ долго. Зубчатку надо сохранять въ большой чистотѣ и выдвигивать окуляръ только при помощи зубчатки, слегка лишь способствуя этому лѣвой рукой держа за окуляръ. Достаточно произойти случайной порчѣ въ одномъ зубцѣ и затруднительность перемѣщенія окуляра можетъ усилиться до того, что нельзя будетъ производить его безъ нѣкоторыхъ усилій и тогда зубчатка можетъ совершенно испортится, почему въ такихъ случаяхъ зубчатку слѣдуетъ немедля очистить кистью.

При пользованіи инструментами надо избѣгать малѣйшихъ ударовъ и толчковъ. Осаживаніе ножекъ треногъ надо производить плавнымъ нажатіемъ, ничуть не допуская удара. При поворачиваніи зрительной трубы надо употреблять пару силъ, т. е. производить поворотъ двумя руками. При поворачиваніи алидаднаго круга въ гоніометрѣ и пантометрѣ надлежитъ, вращая правой рукой винтъ находящійся внизу лимба, лѣвой рукой слегка помогать этому движенію, держа пальцами съ обоихъ боковъ алидадный кругъ.

При переноскѣ инструментовъ во время работы со стоянки на стоянку ось должна быть надлежаще закрѣплена становымъ винтомъ, а также зрительная труба и стрѣлка.

Ящикъ. Ящики для упаковки геодезическихъ инструментовъ должны быть постоянно сохраняемы въ полной исправности, а такъ какъ вообще ящики выдѣлываютъ изъ дерева, то они часто, вслѣдствіе перемѣны влажности воздуха и температуры, подвергаются неизбѣжной порчѣ.

Особенное вниманіе слѣдуетъ обращать на исправность внутренней упаковки ящика, особенно въ случаѣ перевозки на лошадяхъ, отъ которой въ значительной мѣрѣ зависитъ надлежащая сохранность инструмента.

ГЛАВА VIII.

Изысканія вообще.

Раздѣленіе желѣзныхъ дорогъ на разряды. До производства изысканій желѣзной дороги слѣдуетъ опредѣлить ея разрядъ, т. е. будетъ ли она:

ОТЕЧЕСТВО

1) первостепенною дорогою (или магистралью, транзитной),
2) второстепенною дорогою (не магистралью, но транзитной),
3) малою дорогою (или мѣстною),
4) вѣтвью (или подъѣзднымъ путемъ),
5) узкоколейной жел. дор.

Въ зависимость отъ разряда дороги Министерствомъ П. С. утверждаются соотвѣтственныя техническіе условія.

Независимо отъ этого раздѣленія жел. дорогъ, изысканія подраздѣляются:

1) рекогносцировочныя,
2) предварительныя,
3) повѣрочныя или дополнительныя;
4) окончательныя.

Основы для выбора рода дороги.

Родъ дороги опредѣляется:

1) по величинѣ и характеру ожидаемаго движенія (мѣстное движеніе и сквозное движеніе),
2) по длинѣ дороги,
3) по характеру пересѣкаемой мѣстности, равнинной, предгорной и горной,
4) по имѣющимся къ осуществленію дороги средствамъ.

1. Изслѣдованіе величины движенія.

Для дорогъ мѣстныхъ, т. е. несоединяющихся съ другой дорогой или такихъ, которыя должны примыкать лишь однимъ концомъ своимъ къ существующей дорогѣ, принимается въ соображеніе только мѣстное движеніе, для тѣхъ же дорогъ, которыя примыкаютъ обоими своими концами къ существующимъ дорогамъ или морскимъ портамъ, слѣдуетъ принимать въ разсчетъ и сквозное, т. е. транзитное движеніе.

а) Мѣстное движеніе.

Судить о будущемъ движеніи на желѣзной дорогѣ по движенію на обыкновенныхъ шоссейныхъ дорогахъ, имѣющихъ

направленіе устраиваемой желѣзной дороги неосновательно, въ виду того, что движеніе это, вслѣдствіе лучшихъ передвижныхъ приспособленій и удешевленія значительно возрастаетъ. Необходимо подробное собраніе у мѣстныхъ властей статистическихъ данныхъ относительно движенія грузовъ, отправляемыхъ и получаемыхъ отдѣльными мѣстностями, расположенными въ районѣ устраиваемой дороги, а также его производительности. Лучшимъ мѣриломъ можетъ служить сравненіе результатовъ движенія на сосѣднихъ желѣзныхъ дорогахъ, представляющихъ мѣстность сходственнаго характера.

Районъ движенія вновь устраиваемой дороги въ общемъ будетъ распространяться до середины между сосѣдней ипроектируемой желѣзной дорогой, причемъ, однако, рѣки, не имѣющія мостовъ и горные кряжи, составятъ значительныя препятствія. Слѣдуетъ также принять въ разсчетъ жителей мѣстностей, находящихся въ полосѣ смежной желѣзной дороги, хотя бы въ нѣкоторомъ дробномъ числѣ.

Кромѣ числа жителей, на движеніе имѣетъ вліяніе родъ жизни, занятіе и среднее благосостояніе народонаселенія. Среднее годовое число проѣздовъ въ Европейскихъ государствахъ по Michel'ю колеблется между 2,5 для землепашцевъ или бѣднаго населенія и 7 для ремесленнаго или зажиточнаго населенія, считая на голову каждаго человѣка населенія. Для большихъ городовъ или значительныхъ фабричныхъ мѣстностей, гдѣ большая часть рабочихъ и иныхъ жителей ежедневно ѣдутъ по желѣзной дорогѣ—туда и обратно, слѣдуетъ къ упомянутому разсчету сдѣлать особое добавленіе, къ чему причисляются также курорты, мѣстности народнаго увеселенія, мѣстности богомолья и т. п.

Для товарнаго, мѣстнаго движенія слѣдуетъ опредѣлить количество грузовъ среднее на одного человѣка, а также общее на все населеніе согласно статистическихъ данныхъ. Подъ названными грузами (товарами) слѣдуетъ понимать все, необходимое для жизни человѣка и скота, а именно продукты пропитанія, одежда, обувь, матеріалы для топки и освѣщенія, удобрительныя средства, строительный матеріалъ и т. д. Для мѣстностей добыванія и потребленія тяжеловѣсныхъ матеріаловъ, какъ-то: угля, желѣзной руды, каменоломней, производствъ кирпича и т. д., отправляющихъ свои продукты на далекія разстоянія,

© ЦНТБ СОЮЗА

или же получающихъ для своихъ издѣлій сырецъ, слѣдуетъ добавить еще нѣкоторое число, спеціально изслѣдуемое. Точно также—хлѣбные грузы. Данныя, для количества этого товара съ легкостью могутъ быть получены отъ соотвѣтственныхъ правительственныхъ учрежденій, заводовъ и фабрикъ.

Въ европейскихъ цивилизованныхъ странахъ движеніе пассажирское и грузовое можетъ быть легко изслѣдуемо и опредѣлено. Въ менѣе образованныхъ мѣстностяхъ Россіи, гдѣ точное количество народонаселенія (перепись) и его производительность не изслѣдованы, движеніе по желѣзной дорогѣ должно быть изслѣдуемо особенно тщательно. Но такъ какъ такого рода желѣзныя дороги обыкновенно имѣютъ цѣль вызывать движеніе, а не приспособляются къ существующему положенію, то вопросъ этотъ большаго значенія не имѣетъ.

Для опредѣленія количества движенія по желѣзной дорогѣ и предусматриваемыхъ доходовъ на ней не только необходимо знать приблизительное число пассажировъ и количество грузовъ, но и разстояніе, на которое таковые должны быть перевозимы. Если въ этомъ отношеніи нѣтъ возможности извлечь на мѣстѣ, хотя бы приблизительныхъ данныхъ, какъ это весьма часто практикуется для мѣстныхъ желѣзныхъ дорогъ, то необходимо пользоваться результатами подходящихъ дорогъ, основанныхъ на статистическихъ выводахъ.

б) Сквозное движеніе.

На желѣзнодорожныхъ линіяхъ соединяющихся съ существующими дорогами слѣдуетъ кромѣ того ожидать скозного движенія, такъ какъ новая линія въ этомъ случаѣ для извѣстнаго направленія послужитъ сокращеніемъ длины провоза. Величина этого движенія опредѣлится изъ статистическихъ данныхъ этихъ соединяемыхъ линій, но слѣдуетъ при этомъ замѣтить, что не всѣ товары передаются на новую линію, уменьшающую провозное разстояніе. На самомъ дѣлѣ можно однако разсчитывать на увеличеніе принимаемаго въ соображеніе уже существующаго сквозного движенія, такъ какъ при удешевленіи перевозочной стоимости товаровъ уменьшается ихъ собственная стоимость, что влечетъ за собою и большій спросъ на нихъ.

Въ зависимости отъ величины и рода разсчитываемаго движенія и ожидаемыхъ отъ нихъ доходовъ слѣдуетъ проектировать новую линію, задавать колеи таковой и прочее. Чѣмъ менѣе будетъ движеніе и чѣмъ болѣе будетъ проявляться характеръ мѣстнаго сообщенія, тѣмъ раціональнѣе будетъ довольствоваться второстепенною линіею или даже узкоколейною.

Грандіозный примѣръ сквозного движенія, а въ особенности пассажирскаго и грузовъ болѣе цѣнныхъ представляетъ Сибирская желѣзная дорога.—Она безспорно будетъ великимъ транзитнымъ путемъ,—торной міровой дорогой, которая современемъ остановитъ міровое пассажирское движеніе черезъ Суезскій каналъ *).

2. Вліяніе длины дороги.

Въ общемъ длина пути не вліяетъ на то, будетъ ли желѣзная дорога первостепеннаго значенія или второстепеннаго. Тѣмъ не менѣе въ мѣстахъ уже имѣющихъ желѣзнодорожную сѣть, слѣдуетъ строить желѣзную дорогу, когда длина ея проектируется незначительною—второстепенной, потому что достигаемое сокращеніе во времени при движеніи тѣмъ менѣе, чѣмъ короче линія. Когда линія имѣетъ большую длину, то она сокращаетъ время транзита болѣе значительно и тогда ее слѣдуетъ строить первостепенной желѣзной дорогой. Во всякомъ

---

*) Когда нѣтъ картъ данной мѣстности и она мало изслѣдована, то, конечно, трудно установить какія бы то ни было техническія условія. Не только профиль пути, т. е. уклоны и радіусы, но и само движеніе, т. е. пропускная и провозная способность—гадательны. Грандіознымъ этому доказательствомъ служатъ техническія условія и первоначальное предполагаемое движеніе по Сибирской дорогѣ. Этотъ путь предполагалось строить узкоколейнымъ съ деревянными мостами и пр., во всемъ примѣнясь къ условіямъ времени и мѣста, т. е. предполагалось индивидуализировать дорогу, въ ожиданіи всего лишь трехъ поѣздовъ съ конца въ сутки, со включеніемъ въ этотъ путь паровой переправы цѣлыхъ поѣздовъ ледоколами черезъ оз. Байкалъ. Дорога проектировалась на скорость 20 верстъ въ часъ, почему допущены были легкіе рельсы. И была бы Сибирская дорога выстроена узкоколейной съ деревянными мостами! При такомъ узкомъ взглядѣ можно было погубить все предпріятіе. Къ счастью — Державный умъ Императора Александра III, отгадавъ великое мировое значеніе Сибирской жел. дороги, сразу поднялъ ее на должную высоту одного изъ самыхъ выгоднѣйшихъ и благодѣтельнѣйшихъ предпріятій XIX вѣка. Еще не окончилась постройка, а этотъ путь еще такъ недавно проектируемый узко-

случаѣ раціонально всѣ желѣзныя дороги устраивать такъ. чтобы въ случаѣ необходимости, можно было ихъ перестроить въ первостепенныя, не затрачивая на то большихъ средствъ. Это выгоднѣе, чѣмъ еслибы ихъ строить сразу какъ первостепенныя желѣзныя дороги. Послѣднее обстоятельство слѣдуетъ имѣть тѣмъ болѣе въ виду, чѣмъ длиннѣе устраиваемая желѣзная дорога. Въ малонаселенныхъ мѣстностяхъ на окраинѣ Имперіи цѣлесообразно, какъ короткія, такъ и длинныя мѣстнаго значенія линіи сначала устраивать второстепенными съ самыми облегченными техническими условіями,—но съ тѣмъ. чтобы ихъ съ небольшими затратами возможно было перестроить, въ случаѣ надобности, на первостепенныя магистрали. Въ данномъ случаѣ слѣдуетъ ожидать, что эти пути при процвѣтаніи открываемой ими страны будутъ служить коренными дорогами и потребуютъ со временемъ увеличенія скорости и пропускной способности.

3. Вліяніе топографическихъ условій и характера прорѣзаемой дорогою мѣстности.

Эти условія имѣютъ большое вліяніе на выборъ желѣзной дороги. Въ мѣстности гористой, заставляющей допускать крутые подъемы, малые радіусы и пр. слѣдуетъ проектировать второстепенные пути, а не магистрали, такъ какъ на ней едвали

колейнымъ, съ деревянными мостами сдѣлался великимъ мировымъ транзитнымъ путемъ, удивляющимъ весь міръ своими грандіозными желѣзными мостами черезъ Иртышъ, Обь, Енисей и пр.

Вотъ почему особенно важенъ этотъ примѣръ для Россіи, обладающей необъятыми пространствами Азіатской Россіи. Всѣ будущія рекогносцировочныя изысканія Азіатской Россіи, выясняя техническія условія новыхъ путей въ Азіи должны имѣть въ виду, что нынѣ мировое значеніе Суэскаго канала значительно потеряно, не только въ отношеніи движенія пассажирскаго, но и товарнаго.

Когда, вообще говоря, трудно за неимѣніемъ картъ, а также статистическихъ данныхъ и пр. выработать подробныя техническія условія, то главной задачей рекогносцировочныхъ экспедицій. обратить прежде всего должное вниманіе на то значеніе, какое проектируемый путь можетъ имѣть въ скоромъ будущемъ. Данныя Министерствомъ первоначальныя техническія условія можетъ быть окажется необходимымъ измѣнить, увеличивая или уменьшая уклоны и радіусы, пропускную способность дороги и пр.

можетъ быть преодолѣваемо большое сквозное движеніе. Вмѣстѣ съ тѣмъ, въ виду допускаемыхъ при устройствѣ второстепенныхъ дорогъ, большихъ уклоновъ и закругленій съ малыми радіусами, можно при устройствѣ ихъ разсчитывать на тѣмъ большія сбереженія чѣмъ гористѣе мѣстность. Въ гористыхъ мѣстностяхъ отъ этого получается гораздо болѣе сбереженій, чѣмъ въ равнинныхъ, такъ какъ примѣненіе закругленій съ малыми радіусами допускаетъ слѣдованіе по изогнутымъ ущельямъ или же прилаживаніе линіи къ неровностямъ горныхъ склоновъ, чѣмъ достигается значительное сбереженіе въ земляныхъ работахъ и мостовыхъ сооруженіяхъ.—Иногда и на первостепенныхъ дорогахъ напр. Сибирской выдѣлены цѣлые горные участки съ подъемомъ 0,017 и радіусомъ 125 саж., чего однако слѣдуетъ избѣгать.

4. Вліяніе имѣющихся въ распоряженіи средствъ.

Значительное вліяніе на выборъ рода желѣзной дороги оказываютъ имѣющіяся въ распоряженіи суммы.

Разница въ стоимости постройки второстепенной желѣзной дороги въ сравненіи съ магистральной желѣзной дорогой въ равнинной мѣстности вовсе незначительна, но за то въ гористой мѣстности дорогостоющіе тоннели и віадуки могутъ иногда погубить осуществленіе самой дороги.

При проложеніи линіи въ мѣстахъ болѣе населенныхъ, вблизи городовъ и вообще дорогомъ отчужденіи точно также можно достигнуть значительнаго сбереженія уменьшеніемъ ширины полосы отчужденія.

Если тѣмъ не менѣе рѣшено строить дорогу ширококолейной—первостепенной, то проектъ такой дороги долженъ быть составленъ возможно экономнѣе, съ облегченными техническими условіями, во всемъ примѣняясь къ условіямъ времени и мѣста, т. е. индивидуализируя насколько возможно дорогу или хотя бы ея постройку, а въ особенности въ мѣстахъ менѣе населенныхъ, гдѣ нельзя ожидать сразу значительнаго движенія.

Намъ трудно слѣдовать примѣру Европейскихъ государствъ, а тѣмъ болѣе Соединенныхъ Штатовъ Сѣверной Америки, которые, признавая во всемъ величіи значеніе этой экономической истины, облегчаютъ техническія условія насколько только

возможно. При постройкѣ Канадской желѣзной дороги на отдаленныхъ ея участкахъ были временно допущены вмѣсто рельсъ деревянные прогоны обитые стальнымъ уголкомъ; были допущены въ мѣстахъ безлѣсныхъ, гористыхъ вмѣсто деревянныхъ шпалъ каменныя подушки. Съ открытіемъ транзитнаго движенія и первою возможностью доставить рельсы и шпалы, таковые немедля, взамѣнъ деревянныхъ прогоновъ и каменныхъ подушекъ были уложены въ путь. Деревянные эстакады выстроенные взамѣнъ насыпи, вагоны вмѣсто жилыхъ помѣщеній и пр. оставались еще долго послѣ открытія дороги и только съ достаточнымъ увеличеніемъ доходности были замѣнены надлежащими сооруженіями.

Для уменьшенія стоимости постройки при выборѣ направленія линіи приходится прежде всего заботиться объ уменьшеніи количества строительныхъ работъ. Чѣмъ ближе уклоны полотна дороги подходятъ къ уклонамъ мѣстности, тѣмъ меньше нужно земляныхъ работъ для возведенія полотна. При заданныхъ предѣлахъ уклоновъ приходится поэтому выбирать на мѣстности такія направленія для линіи, которыя бы по возможности не превышали эти предѣлы.

Для уменьшенія расходовъ по искусственнымъ сооруженіямъ число отверстій и размѣры ихъ должны быть доведены до возможнаго минимума; вслѣдствіе этого выгоднѣе или придавать направленіе линіи ближе къ водораздѣламъ, гдѣ число водотековъ уменьшается и они имѣютъ меньшій расходъ воды, или вести ее по луговой долинѣ, гдѣ притоки теряютъ большую скорость теченія и поэтому, вообще говоря, нѣсколько водотековъ можетъ быть сведено въ одно отверстіе отводными канавами, вырытыми вдоль полотна. Самый невыгодный случай въ этомъ отношеніи представляютъ крутые косогоры, гдѣ всѣ тальвеги со всѣми ихъ развѣтвленіями требуютъ большаго количества искусственныхъ сооруженій, гдѣ каждый небольшой оврагъ весной имѣетъ видъ бурнаго потока и требуетъ особаго отверстія въ полотнѣ для пропуска водъ.

Большіе подъемы требуютъ особо устроенныхъ паровозовъ, съ увеличеніемъ подъема возрастаетъ стоимость передвиженія поѣздовъ, изнашиваніе рельсовъ, а также бандажей, вслѣдствіе необходимаго тормаженія на уклонахъ. Перевозка извѣстнаго количества грузовъ требуетъ большаго числа поѣздовъ, причемъ

перевозится больше мертваго груза, состоящаго изъ паровозовъ и тендеровъ: требуется устройство большаго числа сараевъ для нихъ, а также большаго числа мастерскихъ для ремонта, вообще увеличенія эксплоатаціонныхъ расходовъ.

Чѣмъ болѣе, слѣдовательно, ожидаемое движеніе на желѣзной дорогѣ, тѣмъ болѣе необходимо стараться, возвышая первоначальную стоимость устройства, проектировать возможно меньшіе подъемы, послѣдствіемъ чего окажется пониженіе стоимости эксплоатаціи.

Выборъ направленія вообще.

При выборѣ направленія линіи между двумя пунктами можетъ представиться нѣсколько случаевъ. 1) Оба конечные пункты, (въ большинствѣ случаевъ города и селенія), расположенные въ долинахъ рѣкъ, могутъ оба въ одной и той же долинѣ, напримѣръ Амурская линія отъ ст. Срѣтенскъ до г. Хабаровска на протяженіи около 2.000 вер. вся расположена въ долинѣ рѣки Амура, что составляетъ первый случай, 2) если линія идетъ по водораздѣлу, 3) если для соединенія двухъ конечныхъ пунктовъ линій ей придется пересѣчь одинъ водораздѣлъ и въ 4) если надо пересѣчь нѣсколько водораздѣловъ. Къ первому случаю слѣдуетъ также отнести такое расположеніе конечныхъ пунктовъ, при которомъ одинъ изъ нихъ лежитъ въ долинѣ тальвега перваго порядка, а другой въ долинѣ тальвега второго порядка, впадающаго въ первый.

Разсмотримъ подробнѣе каждый случай отдѣльно.

1) Когда долина, вдоль которой должна быть направлена линія, опредѣлена, тогда являются вопросы: по какому берегу вести ее,—по правому или по лѣвому? въ какомъ разстояніи отъ тальвега? не выгоднѣе ли проложить ее по террасамъ бокового косогора? и т. д. Само собой разумѣется, что при проведеніи линіи важно, чтобы она наиболѣе близко прилегала къ прямой, соединяющей на картѣ отдѣльные пункты, но такъ какъ вообще долины рѣкъ имѣютъ извилистыя очертанія, то направленіе далеко отходитъ отъ прямой линіи, и наивыгоднѣйшимъ направленіемъ будетъ нѣкоторая средняя линія, нахожденіе которой не можетъ быть сдѣлано на картѣ, а требуетъ изысканій на мѣстности.

Если долина рѣки идетъ по меридіану, то выгоднѣе въ большинствѣ случаевъ повести ее по восточному берегу рѣки, который, согласно теоріи Бэра долженъ быть низменнымъ, о чемъ нами сказано въ главѣ II *).

2) Если по ситуаціоннымъ знакамъ на картѣ водораздѣлъ представляетъ собой рѣзко очерченный хребетъ горъ, то проведеніе линіи по нему, даже если бы это представляло выгоды въ уменьшеніи длины, по большей части невозможно, тѣмъ болѣе, что уменьшеніе это можетъ быть только кажущимся, такъ какъ при проложеніи линіи на мѣстности, планъ ея можетъ имѣть видъ очень извилистой линіи, обходящей всѣ отдѣльныя вершины. Если водораздѣлъ представляетъ собой плоскую ровную возвышенность, раскинувшуюся широкой полосой, то проведеніе линіи по немъ представляетъ много выгодныхъ сторонъ; во-первыхъ, на немъ можно достигнуть большей прямизны линіи, чѣмъ на склонахъ долины и въ луговой ея части, гдѣ она, слѣдуя извилинамъ рѣки, тоже извилиста; во-вторыхъ, пересѣченіе тальвеговъ будетъ выгоднѣе. Невыгода такихъ водораздѣловъ заключается въ томъ, что они нерѣдко служатъ скопищами болотъ и озеръ; сухіе же водораздѣлы усложняютъ вопросъ о водоснабженіи станцій.

Если, судя по картѣ, водораздѣлъ высокъ и вообще гористъ, то долженъ быть обезпеченъ какъ подъемъ на него, такъ и спускъ, если оба конечные пункта находятся въ долинѣ; для этого должны быть выбраны по картѣ тальвеги наиболѣе удовлетворяющіе, какъ по направленію своему, такъ и по возможности хорошаго подъема, почему не слѣдуетъ выбирать короткихъ долинъ, имѣющихъ всегда болѣе крутой уклонъ. Иногда, если возможно, слѣдуетъ вывести линію изъ района водораздѣла, хотя бы только на нѣкоторомъ протяженіи и помѣстить ея на террасѣ косогора.

---

*) По свѣдѣніямъ взятымъ изъ „Hydrographie“ И. Ѳ. Штукенберга уклоны нѣкоторыхъ русскихъ рѣкъ, приведенныхъ здѣсь какъ примѣры, выразятся въ слѣдующихъ величинахъ:

Западный Бугъ имѣетъ уклонъ — 0,0000104. Неманъ отъ Гродно до Прусской границы—0,0000105. Цна—0,000021. Боровицкіе пороги на протяженіи 30 верстъ—0,000198. Волховъ—0,000006. Нева—0,000029. Ангара отъ озера Байкалъ до порога Падунъ—0,000032. Донецъ—0,000025. Днѣпръ на порогахъ—0,00059. Припять—0,000014. Сясь на порогахъ—0,00008.

3) Перейдемъ теперь къ третьему случаю назначенія линіи на картѣ, а именно когда конечные пункты линіи раздѣлены однимъ поперечнымъ водораздѣломъ. Рѣшеніе этой задачи тѣмъ сложнѣе, чѣмъ выше водораздѣлъ, такъ какъ тѣмъ труднѣе найти долину, которая дала бы возможность подняться на водораздѣлъ предѣльнымъ уклономъ. Поэтому первое, на что надо обратить вниманіе при выборѣ направленія линій, относящихся къ этому случаю, это на отысканіе на картѣ возможно низкой точки на водораздѣлѣ, черезъ которую и намѣтить линію, не упуская, конечно, изъ виду возможной ея прямизны. Для поднятія на эту точку водораздѣла и спуска съ него пользуются какими-нибудь долинами рѣкъ и рѣчекъ, руководствуясь при выборѣ ихъ соображеніями о прямизнѣ линіи по нимъ предѣльнымъ уклономъ и возможно меньшими работами.

4) Въ четвертомъ случаѣ выбора направленія линіи по картѣ, когда конечные пункты предполагаемой линіи раздѣлены нѣсколькими водораздѣлами, такъ же какъ и въ предыдущемъ случаѣ, линія должна пересѣкать водораздѣлы въ пониженныхъ точкахъ, перевалахъ, чѣмъ достигается уменьшеніе и дѣйствительной и виртуальной длины линіи. Разсуждая теоретически, наивыгоднѣйшее направаеніе линіи, пересѣкающей нѣсколько водораздѣловъ, будетъ вполнѣ опредѣлено, если будутъ найдены всѣ max. и min., т. е. самыя пониженныя точки водораздѣловъ и наилучшія пересѣченія долинъ.

Топографическія препятствія (а также рѣки, озера и пр.), болѣе или менѣе видны на картѣ и при назначеніи линій таковыя можно обходить. Однако встрѣчаются иногда препятствія, кои на картѣ не указаны, напримѣръ солончаки, представляющіе собой плоскія равнины на сотни верстъ, лишенныя воды, съ самымъ ничтожнымъ подъемомъ отъ моря. Громадныя равнины на сѣверѣ и востокѣ отъ Каспійскаго моря покрыты сплошь солончаками. Серьезное для постройки дороги представляютъ тоже препятствіе движущіеся песчаные холмы, которые нерѣдко подымаются надъ уровнемъ моря на 30—40 саж. Холмы эти или барханы, какъ ихъ называютъ, разбросаны въ совершенномъ безпорядкѣ и обладаютъ свойствомъ перемѣщаться при сильномъ вѣтрѣ, Случается, что въ сутки образуется барханъ высотою 10—15 саженъ, но эти барханы или дюны встрѣчаются чаще всего во многихъ прибрежныхъ стра-

нахъ, на берегу морей и большихъ озеръ; ихъ наблюдаютъ и на берегу Чернаго моря между Перекопомъ и устьемъ Днѣпра. Солончаки при постройкѣ желѣзной дороги представляютъ собой серьезныя препятствія, вслѣдствіе своей безводности, а дюны кромѣ того увеличиваютъ расходъ по эксплоатаціи дороги, вслѣдствіе песчаныхъ заносовъ и развѣванія насыпей, сдѣланныхъ изъ песку, кои поэтому приходится надлежаще укрѣплять.

Техническія условія на сооруженіе линіи желѣзной дороги, утверждаемыя Министромъ Путей Сообщенія, опредѣляютъ или только два крайнихъ пункта или еще нѣсколько другихъ, чрезъ которые должна пройти дорога.

Опредѣленное такимъ образомъ направленіе дороги должно служить основаніемъ къ окончательному выбору линіи и составленію ея проекта, для каковой цѣли и должны быть произведены подробныя и окончательныя изысканія.

Совокупность работъ по изысканіямъ должна заключаться въ слѣдующихъ восьми главныхъ отдѣлахъ:

1) Предварительное нанесеніе линіи на карту;
2) Рекогносцировки и пробныя линіи;
3) Трассировка, пикетажъ и нивеллировка линіи;
4) Составленіе черновой профили, поперечныхъ профилей и пр.;
5) Геологическія изысканія и статистическія изслѣдованія;
6) Разныя дополнительныя работы и собираніе разныхъ свѣдѣній, для разсчета отверстій и пр.;
7) Изслѣдованія водоснабженія;
8) Составленіе проекта дороги.

Выборъ линіи на картѣ.

До приступа къ полевымъ работамъ по изысканіямъ, линія желѣзной дороги должна быть выбрана по картамъ нанесена предварительно, въ общихъ чертахъ, на карту возможно крупнаго масштаба. Для чего, соединивъ главные пункты прямыми линіями, слѣдуетъ на картѣ отыскать, примѣнительно къ заданнымъ техническимъ условіямъ, направленія дороги, возможно близкія къ этимъ прямымъ, а слѣдовательно и наиболѣе короткія.

Изыскатель, обязанный соединить желѣзнодорожной линіей

два отдаленныхъ пункта, долженъ начать съ проектировки этой линіи на картѣ, по возможности бо́льшаго масштаба и затѣмъ долженъ таковую линію постепенно переносить на имѣющіяся карты и съемки бо́льшаго масштаба.

Для этой цѣли можно пользоваться генеральной картой Россіи въ масштабѣ 60 верстъ въ дюймѣ, изданія Министерства Путей Сообщенія или другой. Пункты, черезъ кои, согласно инструкціи Министерства Путей Сообщенія, должна пройти дорога соединяются предварительно прямыми линіями.

При проектированіи линіи по картѣ надо имѣть въ виду, что прямая линія на картѣ не есть, вообще говоря, мѣрой кратчайшаго разстоянія между двумя точками. Какъ извѣстно изъ сферической геодезіи это кратчайшее разстояніе есть часть дуги большого круга между этими двумя точками. При изысканіяхъ Амурской линіи въ 1894—96 г.г., какъ нами ниже сказано, за неимѣніемъ картъ, для опредѣленія дѣйствительно точнаго положенія главныхъ точекъ линіи было примѣнено астрономическое опредѣленіе широтъ и долготъ. Точное кратчайшее разстояніе опредѣлялось по формулѣ сферической геодезіи частью дуги большого круга между отдѣльными точками по формулѣ $\cos a = \cos b \,.\, \cos c$ и другимъ, гдѣ a искомая длина, b разница между широтами, и c разница между долготами заданныхъ точекъ.—Въ главѣ XII нами вычислено точное разстояніе между Петербургомъ, Москвой и Варшавой, по широтѣ и долготѣ этихъ мѣстъ и разница эта, какъ примѣръ, нами указана.

Въ послѣднее время карты составляются по конической проектіи Гауса, съ удержаніемъ подобья въ безконечно малыхъ частяхъ, почему масштабъ данный на этихъ картахъ, для двухъ среднихъ параллелей, совершенно почти точекъ и для крайнихъ параллелей. Въ виду этого можно совершенно свободно пренебречь вышесказанною разницею, между вычисленнымъ астрономическихъ разстояніемъ и дѣйствительнымъ примѣромъ на картѣ. Скорѣе можетъ произойти разница вслѣдствіе осадки и осушки бумаги, послѣ наклейки, а также и вытягиванія бумаги при печатаніи, въ общей суммѣ около 2%.

Конечно почти всегда приходится ломать линію въ обходъ разныхъ препятствій или вслѣдствіе желанія приблизить линію къ заводу, городу и другимъ пунктамъ, насколько это можетъ

©ГПНТБ СССР

представить выгодъ въ смыслѣ увеличенія пассажирскаго и грузоваго движенія.

По имѣющимся картамъ и съемкамъ надлежитъ изучить всѣ препятствія и таковыя отмѣтить. Если отклоненіе дороги вообще отъ кратчайшаго направленія потребуетъ значительнаго увеличенія издержекъ на постройку, то надо запроектировать оба направленія, какъ кратчайшее, такъ и отклоняющееся отъ него.

Когда окончено назначеніе дороги на генеральной картѣ, то слѣдуетъ перенести всѣ углы переломовъ линіи съ генеральной карты на, такъ называемую, спеціальную карту въ масштабѣ 10 верстъ въ дюймѣ. Такая карта, всей Европейской Россіи изданная военно-топографическимъ Отдѣломъ, имѣется въ продажѣ.

На этой спеціальной картѣ придется назначить еще болѣе промежуточныхъ точекъ, нежели на генеральной, руководствуясь соображеніями, указанными выше, при назначеніи точекъ на генеральной картѣ. Наконецъ, всѣ переломы линіи, назначенные на спеціальной картѣ, слѣдуетъ перенести на военно-топографическую карту, 3-хъ верстнаго масштаба въ дюймѣ. Листы этой карты имѣются также въ продажѣ почти для всей западной части Европейской Россіи, а также въ Военно-Топографическомъ Отдѣлѣ Гл. Штаба.

Недостатки нашихъ топографическихъ съемокъ для цѣлей изысканій заключаются въ томъ, что на нихъ не назначены глубины водъ и болотъ и мало цифровыхъ данныхъ относительно высотъ точекъ; дороги нанесены безъ должнаго подраздѣленія.

Лучше всего исполнена 3-хъ-верстная карта для западныхъ, пограничныхъ пространствъ, а также для юга Россіи и вообще всѣ карты трехъ-верстныя, исполненныя на основаніи съемокъ послѣ 1877 года, болѣе совершенны.

Кромѣ трехъ-верстной карты, по особому заказу военно-топографическому отдѣлу, можно получить фотографическіе снимки съ полевыхъ брульоновъ, составленныхъ въ масштабѣ 250 саженъ въ дюймѣ; на такихъ брульонахъ, составленныхъ съ 1877 г., имѣются и горизонтали.

Пособіемъ при опредѣленіи высотъ точекъ могутъ также служить: генеральныя карты Европейской Россіи, изданія Министерства Путей Сообщенія: 1) карта высотъ, 2) карта длины всѣхъ рѣкъ, на которой назначены, чрезъ каждыя 5 саж., отмѣтки лѣтняго горизонта воды, и, наконецъ, 3) гипсометрическая карта съ горизонталями. При помощи этихъ картъ можно опредѣлить отмѣтки нѣкоторыхъ точекъ топографической карты.

Часто съ генеральной карты точки спроектированной линіи переносятъ прямо на трехъ-верстную, пропуская десятиверстную карту, но казалось бы, что дѣлать этого не слѣдуетъ, такъ какъ выборъ направленія на десятиверстной картѣ удобнѣе, потому что здѣсь является возможность сразу видѣть большее пространство. Для тѣхъ мѣстностей, для которыхъ нѣтъ въ продажѣ картъ трехъ-верстнаго масштаба, десятиверстная карта является единственною подробною картою. Для нѣкоторыхъ мѣстностей Европейской Россіи въ магазинѣ Главнаго Штаба имѣются въ продажѣ также карты одноверстнаго, двухъ-верстнаго и пяти-верстнаго масштаба.

Передъ нанесеніемъ направленія линіи на картѣ полезно обвести всѣ водораздѣлы линіями одного цвѣта, а тальвеги — другого, тогда карта дѣлается рельефнѣе. Иногда изыскателю, дабы спроектировать линію на картѣ или съемочнымъ листамъ, приходится таковыя карты раскладывать на полу, подбирая листы по нумерамъ; вмѣсто линейки приходится прибѣгать для большей точности къ ниткѣ.

Независимо отъ нанесенія линіи на картѣ, начальникъ изысканій обязанъ получить изъ Министерства Путей Сообщенія техническія условія и всѣ инструкціи, затѣмъ изъ архивовъ всѣ предшествующіе проекты изысканій, планы, съемки, а также долженъ познакомиться съ литературой данной мѣстности, — ея статистикой, топографіей, геологіей, метереологіей, этнографіей и пр.

Когда такимъ образомъ линія изучена и насколько возможно въ кабинетѣ, спроектирована на съемкахъ самаго большого масштаба и вычерчена, то надо транспортиромъ опредѣлить углы и румбы отдѣльныхъ линій и промѣрить точно ихъ длину. Румбы этой линіи, превративъ снятые съ карты астрономическіе румбы въ магнитные, слѣдуетъ записать точно въ пикетажную книгу и по ней повести линію въ полѣ, примѣняясь уже на грунтѣ ко всѣмъ топографическимъ условіямъ мѣстности.

Кромѣ кратчайшаго направленія, надлежитъ нанести на карту и всѣ возможные варіанты. Обсужденіе линіи по картѣ и письменнымъ источникамъ, это изысканія передъ изысканіями и всегда приводятъ къ правильному выбору направленія. Длину линій, по данному масштабу, измѣряютъ циркулемъ, но лучше измѣрять съ помощью мало растяжимой нити и булавокъ, которыя втыкаются на картѣ въ мѣстахъ изгибовъ линіи и затѣмъ нить натягивается по нимъ съ одинаковымъ напряженіемъ для каждаго изъ сравниваемыхъ направленій. Еще удобнѣе для этого спеціально приспособленный инструментъ, кривомѣръ или курвиметръ въ видѣ небольшого колеса, надѣтаго нарѣзкой на винтъ.

Когда опредѣлены нѣсколько линій и ихъ протяженіе по масштабу измѣрено, слѣдуетъ опредѣлить частныя протяженія до различныхъ пунктовъ, обозначенныхъ на картѣ; это необходимо для составленія наглядной схематической сокращенной профили линіи. Составленіе такихъ профилей желательно. Оно приноситъ, по своей наглядности, много пользы, какъ при сравненіи варіантовъ, такъ и для составленія идеи о предстоящихъ трудностяхъ по производству изысканій.

Когда не имѣется съемокъ, ни даже болѣе или менѣе вѣрныхъ картъ, то трудъ изыскателя гораздо труднѣе и въ такихъ случаяхъ приходится изыскателю вести линію сразу по мѣстности, а въ болѣе трудныхъ мѣстахъ производить самому съемки.

Прежде чѣмъ приступить къ описанію производства изысканій, дадимъ мѣсто нѣкоторымъ общимъ свѣдѣніямъ о вывыборѣ направленія линіи и практическимъ указаніямъ, касающимся производства полевыхъ работъ.

Нѣкоторыя дополнительныя указанія къ изысканіямъ вообще.

Для производства предварительныхъ изысканій частными лицами и обществами, требуется правительственное разрѣшеніе на прохожденіе изысканій по землѣ чужой собственности. Разрѣшеніе это должно быть испрашиваемо у соотвѣтствующаго Министерства, съ указаніемъ на главные пункты, черезъ которые желѣзаая дорога будетъ слѣдовать, а также съ выясненіемъ цѣли и приблизителяной стоимости поостройки дороги.

Разрѣшеніе къ приступу къ предварительнымъ изысканіямъ дозволяетъ предпринимателю не только проходить черезъ земли чужой собственности, но и при необходимости таковыя земли повреждать, уплачивая за нанесенный ущербъ.

При составленіи проекта желѣзной дороги, вообще не слѣдуетъ выбирать ту линію, которая требуетъ наименьшій расходъ на устройство, но ту, которая по соображенію на дальнѣйшее время дастъ наименьшіе расходы по содержанію и эксплоатаціи. Стоимость же содержанія и эксплоатаціи часто находятся въ обратномъ отношеніи къ стоимости устройства дороги.

Инженеръ, проектирующій линію обязанъ поэтому тщательно взвѣшивать и сравнивать различныя стоимости, и выбрать ту линію, которая по ожидаемому движенію представитъ наибольшую совокупную выгоду.

На совокупную стоимость имѣетъ большое вліяніе:

1) **Направленіе линіи вообще**,—почему оно должно быть по возможности прямѣе, съ цѣлью достиженія наименьшей стоимости провоза и эксплоатаціи.

При существованіи перевѣса сквозного сообщенія между конечными пунктами, устройство по возможности короткой сквозной линіи съ вѣтвью, въ случаѣ надобности, къ лежащему въ сторонѣ пункту предпочтительнѣе; напримѣръ, вѣтвь къ г. Томсу отъ Сибирской ж. д. Если же движеніе отъ промежуточнаго пункта болѣе значительное и линія не имѣетъ значенія первостепеннаго, транзита, то слѣдуетъ провести главное направленіе черезъ промежуточный пунктъ.

2) **Число и расположеніе станцій.** Число устраиваемыхъ на желѣзной дорогѣ станцій имѣетъ большое вліяніе, какъ на стоимость устройства дороги, такъ и на стоимость содержанія и эксплоатаціи ея, ибо стоимость устройства станцій составляетъ значительную часть совокупной стоимости дороги и чѣмъ больше будетъ число станцій, тѣмъ увеличится число служащихъ и рабочихъ.

Между тѣмъ станціи составляютъ почти единственные источники дохода желѣзной дороги, и движеніе въ мѣстности, которое должно открыться, можетъ быть только поднято устройствомъ станцій, почему назначеніе каждой лишней станціи сверхъ требуемыхъ техническими условіями должно быть документально оправдано цифровыми данными.

ОТПЕЧАТОК

Станцію слѣдуетъ устраивать по возможности вблизи: селеній, городовъ, фабрикъ, хорошо устроенныхъ проѣздныхъ дорогъ и пр., такъ какъ таковыя только въ данномъ случаѣ могутъ доставить желѣзной дорогѣ хорошее движеніе. Станціи должны быть расположены по возможности на открытой и равнинной мѣстности, имѣющей кругозоръ, на прямой или же на закругленіяхъ съ большимъ радіусомъ и на пологихъ подъемахъ и пр.

3) Строеніе почвы и климатическія условія. Полотно дороги слѣдуетъ строить на твердомъ, устойчивомъ и, по возможности, сухомъ основаніи. Поэтому слѣдуетъ болѣе всего избѣгать торфяную, солонцеватую и болотистую почву. Точно также слѣдуетъ обходить, насколько возможно, песчаные косогоры и вообще песчаныя мѣста, такъ какъ постройка такой дороги и эксплоатація ея требуетъ излишнихъ значительныхъ расходовъ.

Весьма неблагопріятно вліяетъ на постройку глинистая подпочва. Когда она встрѣчается сплоченными массами, то происходитъ при частыхъ дождяхъ смягченіе и вспучиваніе грунта, который затѣмъ вдавливается въ подпочву насыпи и служитъ причиною осадокъ.. Когда глина встрѣчается тонкими полосами между водоносными слоями, въ скалистой мѣстности и т. д., какъ это наблюдается особенно въ дилувіальныхъ и аллувіальныхъ образованіяхъ въ горныхъ кряжахъ, то легко могутъ произойти сползанія, устраненіе коихъ часто требуетъ значительныхъ расходовъ. Особенно слѣдуетъ обращать вниманіе на положеніе и уклонъ слоевъ. Обрушеніе скалы и сползаніе ея, возможно лишь, избѣжать сильно уменьшая уклонъ откоса и устроивая хорошій дренажъ водоносныхъ слоевъ.

Геологическія изслѣдованія мѣстности, имѣютъ наконецъ большое значеніе для отысканія строительныхъ матеріаловъ, камня, балласта и пр. также источники водоснабженія и пр. Проектирующій дорогу инженеръ и въ этомъ отношеніи долженъ дѣлать всѣ необходимыя изысканія, почему мы выше дали мѣсто болѣе подробному описанію геологическимъ изслѣдованіямъ.

Климатическія условія, какъ напримѣръ, сильные морозы до 40° и болѣе и въ связи съ этимъ промерзаніе почвы сильно удороживаютъ земляныя работы, сокращая срокъ рабочаго періода и превращая обыкновенный грунтъ въ мерзлый, котораго разработка стоитъ дороже разработки скалы. Водоснабженіе станціи крайне затруднительно, вслѣдствіе промерзанія трубъ, кои приходится прокладывать ихъ въ отопляемыхъ галереяхъ и пр. Кладку искусственныхъ сооруженій приходится класть въ теплякахъ и, наконецъ, сама эксплоатація дороги при сорока градусныхъ морозахъ стоитъ дороже.

4) Подъемы и закругленія. Для эксплоатаціи желательно устроить желѣзную дорогу по возможности въ прямомъ направленіи и горизонтально, такъ какъ каждое закругленіе и каждый подъемъ, какъ выше сказано, увеличиваютъ сопротивленіе поѣзда при движеніи, чѣмъ повышаются расходы, потребные на передвиженіе его. О виртуальной длинѣ говорится подробно ниже, въ Главѣ XII.

5) Положеніе линіи относительно водъ; отчужденіе земель и др. Насыпь желѣзной дороги должна быть всегда въ сухомъ состояніи, вслѣдствіе чего слѣдуетъ избѣгать соприкосновенія мѣстностей, изобилующихъ источниками или же по возможности осушать подпочву. Съ этою цѣлью всѣ осадки, выпадающіе въ сутки на путь или же стекающіе съ вышележащихъ мѣстностей, должны быть отведены къ искусственнымъ сооруженіямъ и по возможности въ тѣхъ же мѣстахъ, гдѣ вода протекала раньше до постройки дороги. Во всякомъ случаѣ слѣдуетъ озаботиться избѣгать застоя воды около насыпи, способствующей размягченію послѣдней или же пропитыванію ея иломъ, почему слѣдуетъ устраивать достаточное число мостовъ и трубъ требуемыхъ размѣровъ.

Техническими условіями требуется поднятіе полотна выше высокихъ водъ отъ 0,30 до 0,50 саж. въ рѣкахъ. Горизонтъ высокихъ водъ долженъ быть документально завѣренъ актами, о чемъ говорится нами ниже.—При проектированіи линіи вдоль морского берега, поднятіе полотна иногда необходимо до 3-хъ и болѣе саженей надъ горизонтомъ высокихъ водъ, во избѣжаніе всплесковъ волнъ.

Въ отношеніи водоснабженія станцій жел. дорога должна быть надлежаще обезпечена водой, не только для заданной пропускной способности, но и на случай развитія движенія она должна въ достаточномъ количествѣ удовлетворять всѣмъ нуждамъ.

Переходъ черезъ большія рѣки и озера иной разъ производится помощью паромовъ съ цѣлью сбереженія расходовъ на устройство моста или желѣзной дороги.

При постройкѣ Сибирской ж. дороги была первоначально запроектирована переправа черезъ Байкальское озеро на паровыхъ паромахъ-ледоколахъ, взамѣнъ постройки Круго-байкальской жел. дор. Блестящіе результаты изысканій Кругобайкальской ж. дороги и доказанная подробными геологическими изслѣдованіями возможность строить дорогу непосредственно по косогору, вокругъ озера Байкала, склонили Правительство въ пользу постройки желѣзной дороги. Мы коснулись здѣсь этого вопроса, дабы указать на одно изъ новыхъ условій и зависимости полотна дороги отъ воды. Очень сильныя на Байкалъскомъ озерѣ волны доходятъ у скалистыхъ береговъ до 2 и болѣе саженъ высоты; а брызги доходятъ иногда и выше. При сильныхъ въ Сибири морозахъ и большихъ волнахъ Байкала рельсы могли бы вслѣдствіе этого обледенять, и само движеніе было бы затруднительно. Поэтому техническими условіями этой дороги была обусловлена необходимость поднять бровки полотна выше высокаго горизонта Байкала на столько, чтобы всплески волнъ не могли падать на полотно. Въ иныхъ мѣстахъ приняты мѣры къ защитѣ полотна отъ означенныхъ всплесковъ, что значительно удорожило постройку этой дороги.

Подошвы насыпей, подверженныхъ подмыву рѣчнымъ теченіемъ или волненіемъ, должны быть защищены струеотводными сооруженіями.

Что касается отчужденія и сноса строеній необходимо указать, что желѣзнодорожныя изысканія въ мѣстахъ густо населенныхъ и застроенныхъ, не встрѣчая топографическихъ препятствій, состоятъ въ выборѣ по плану самаго дешеваго направленія, при условіи наименьшого сноса строеній. Изысканія эти иногда превращаются въ чисто кабинетныя работы и собраніе необходимыхъ данныхъ и свѣдѣній о стоимости сносимыхъ построекъ и отчуждаемой земли съ его огородами и садами. Интересны въ этомъ отношеніи были изысканія Московско-Виндавской ж. дороги, а именно подходъ къ Москвѣ. Въ главѣ объ окончательныхъ изысканіяхъ нами говорится объ этомъ подходѣ и представленъ планъ и профиль подхода къ Москвѣ этой дороги.

Полевыя геодезическія работы по изысканіямъ.

Когда линія на картѣ спроектирована, то длину ея опредѣляютъ особымъ инструментомъ называемымъ кривомѣромъ (курвиметромъ). Пикетажъ линіи, т. е. опредѣленные по картѣ: румбъ и разстояніе отдѣльныхъ частей линіи отъ угла до угла заносятъ въ отдѣльную книжку, для пользованія ими и соображеній при веденіи линіи. Конечно только въ мѣстности ровной, гдѣ нѣтъ столь частыхъ препятствій, возможно вести линію по грунту, въ точности по угламъ снимаемымъ съ карты, т. е. болѣе или менѣе возстановляя линію съ карты. Во всякомъ случаѣ ими надлежитъ руководствоваться, чтобы не сойти слишкомъ безъ надобности, съ избраннаго по картѣ кратчайшаго направленія.

Спроектировавъ такимъ образомъ линію на картѣ и собравъ всѣ нужные въ Министерствѣ и другихъ учрежденіяхъ матеріалы и необходимыя данныя, начальникъ изысканій со своими партіями можетъ приступить къ производству полевыхъ геодезическихъ работъ.

Ведя линію по мѣстности почти всегда приходится ее измѣнять въ зависимости отъ топографіи мѣстности и пр., все время болѣе или менѣе отступая отъ намѣченнаго проекта на картѣ. Линія трасспруемая по грунту, то приближается, то удаляется отъ линіи спроектированной на съемочныхъ планахъ, то пересѣкаетъ ее, а иногда впрочемъ идетъ точно по картѣ. Ведущій линію долженъ ежедневно вычерчивать планъ своей линіи въ масштабѣ съемки и таковую, копируя на кальку, наносить аккуратно на имѣющіяся съемки и сопоставлять съ избранной на картѣ линіею. Дальнѣйшее направленіе линіи будетъ всегда зависѣть отъ положенія конца нашей линіи разбитой на грунтѣ.

1) **Склоненіе стрѣлки.**—Географическія карты и съемки топографовъ оріентируются по астрономическому или иначе географическому меридіану. Этотъ меридіанъ долженъ быть на каждой картѣ и планѣ въ отдѣльности вычерченъ. Въ дѣйствительности же, какъ извѣстно, магнитный меридіанъ каждой мѣстности не совмѣщается съ астрономическимъ меридіаномъ и от-

стаетъ отъ него на нѣкоторый уголъ отъ 0 до 10° и болѣе. называемый склоненіемъ магнитной стрѣлки. Это склоненіе отъ астрономическаго меридіана бываетъ восточное или западное, смотря по тому, въ какую сторону отклоняется стрѣлка: къ востоку или западу. Склоненіе стрѣлки измѣняется съ перемѣною мѣста на земной поверхности, что видно изъ слѣдующей таблицы, содержащей склоненія на различныхъ точкахъ Россійской Имперіи приведенныя къ эпохѣ 1899 года. (См. таблицу).

Это склоненіе каждый годъ измѣняется. Въ таблицѣ дано годовое увеличеніе склоненія независимо отъ мѣстныхъ измѣненій.

Измѣненіе склоненія стрѣлки замѣчается не только на различныхъ точкахъ земной поверхности, но и въ одной и той же точкѣ ея. Эти измѣненія бываютъ: вѣковыя, суточныя и случайныя. Періодъ вѣкового измѣненія точно неизвѣстенъ, но, во всякомъ случаѣ, онъ превышаетъ 300 лѣтъ. Кромѣ этихъ, болѣе или менѣе правильныхъ измѣненій, склоненіе стрѣлки подвержено еще измѣненіямъ случайнымъ (возмущеніямъ), корыя обусловливаются различными космическими и мѣстными причинами, каковы: сѣверное сіяніе, землетрясеніе, вулканическое изверженіе, направленіе и сила вѣтра, желѣзная руда, нѣкоторыя болота, отчасти сосновый лѣсъ и т. п. Величины случайныхъ измѣненій склоненія различны и зависятъ отъ степени дѣйствія той или другой причины; онѣ доходятъ до 1 и даже 2 градусовъ. Особенно дѣйствуетъ на стрѣлку близость руды. Она можетъ отклонить стрѣлку на нѣсколько десятковъ градусовъ. Атмосферная гроза имѣетъ нѣкоторое вліяніе на магнитную стрѣлку, но не столь сильное, какое имъ прежде приписывали,

Для полученія вѣрнаго склоненія стрѣлки данной мѣстности необходимо опредѣлить таковое непосредственнымъ наблюденіемъ на мѣстности. Это опредѣленіе сводится къ опредѣленію направленія астрономическаго меридіана, т. е. полуденной линіи. Уголъ между этой линіей и направленіемъ магнитной стрѣлки будетъ дѣйствительнымъ склоненіемъ стрѣлки.

Обыкновенно инженеры-изыскатели уѣзжая, на работы въ полѣ обращаются въ ближайшую астрономическую обсерваторію за полученіемъ склоненія стрѣлки требуемой мѣстности.

Это склоненіе выведенное обсерваторіей изъ общихъ наблюденій по всей Имперіи не всегда вѣрно и иногда расходится съ дѣйствительнымъ склоненіемъ градусовъ на десять и болѣе. Топографы, не удовлетворяясь показаніями обсерваторіи, сами непосредственно опредѣляютъ это склоненіе на мѣстности. При производствѣ изысканій болѣе длинныхъ линій на окраинахъ Имперіи изыскатели должны сами опредѣлить это склоненіе, иначе трудно пользоваться картами и оріентироваться по стрѣлкѣ на мѣстности.

Направленіе это опредѣляется слѣдующимъ образомъ: выбираютъ мѣсто, незакрываемое тѣнью окружающихъ предметовъ, вкапываютъ столбъ, на которомъ утверждается въ горизонтальномъ положеніи гладко выструганная доска. На доскѣ описываютъ нѣсколько концентрическихъ круговъ а въ центрѣ ихъ ттверждаютъ вертикально (посредствомъ треугольника) остроконечный шпиль M, высотою 3—4 дюйма. Наблюденія производятся отъ 8-ми часовъ утра до 4-хъ дня; вершина тѣни будетъ послѣдовательно находиться на окружностяхъ. И такъ, начиная съ 8-ми час. утра, тщательно отмѣчаютъ концы тѣней до и послѣ полудня (на тѣхъ же самыхъ окружностяхъ). Углы между каждой парой тѣней дѣлятъ пополамъ и, если точки дѣленій A, B, C, D.... будутъ лежать по направленію одной прямой линіи, то тѣмъ повѣрится точность наблюденія, и тогда прямая линія $ABCD$ означитъ направленіе истиннаго меридіана: если же эти точки, по соединеніи, составятъ ломаную линію, то проводятъ среднюю прямую между этими точками, которую и принимаютъ за направленіе истиннаго меридіана.

По опредѣленіи направленія истиннаго меридіана, вынимаютъ шпиль и изъ произвольной точки линіи $ABCD$ описываютъ дугу радіусомъ, равнымъ половинѣ стрѣлки, имѣющейся въ буссоли. Дугу эту при помощи транспортира дѣлятъ на градусы, въ центрѣ утверждаютъ вертикально небольшой остроконечный шпиль (напр., половину иглы—остріемъ вверхъ) и, надѣвъ на него магнитную стрѣлку, опредѣляютъ число градусовъ и минутъ въ углу, образуемомъ осью магнитной стрѣлки съ истиннымъ меридіаномъ, т. е. иначе склоненіе стрѣлки, западное или восточное, (смотря по тому, куда отклоняется сѣверный конецъ стрѣлки отъ линіи истиннаго меридіана).

ОГПИБ СО РАН

Назначеніе линіи истиннаго меридіана по этому способу *) приноситъ на практикѣ болѣе пользы для повѣрки часовъ, чѣмъ для опредѣленія склоненія магнитной стрѣлки, такъ какъ съ какой бы тщательностью ни производили дѣйствія, рѣдко можетъ случиться, чтобы обошлось безъ ошибки въ опредѣленіи направленія истиннаго меридіана, до градуса и болѣе.

Если, сверхъ того, принять во вниманіе тѣ ошибки, которыя происходятъ отъ неаккуратнаго утвержденія шпиля (гнома), отъ неточности дѣленія дуги на градусы и, наконецъ, отъ отсчитыванія показанія стрѣлки, то сдѣлается понятнымъ, почему ошибку въ найденномъ склоненіи надобно предполагать больше одного градуса. При этомъ необходимо еще принять во вниманіе трудность утвержденія доски въ горизонтальномъ положеніи, а также продолжительность времени наблюденія (отъ 8-ми час. утра до 4-хъ час. дня).

Опредѣленіе направленія истиннаго меридіана при помощи угломѣрнаго инструмента. Направленіе истиннаго меридіана можно получить съ помощью гоніомера слѣдующимъ образомъ. Въ данной точкѣ устанавливаютъ гоніометръ: направляютъ подвижные діоптры на діаметръ солнца, при заходѣ его, и замѣчаютъ на лимбѣ положеніе нуля ноніуса. Не измѣняя положенія лимба, на другой день утромъ вновь направляютъ подвижные діоптры на діаметръ солнца, при восходѣ его, и замѣчаютъ положеніе нуля ноніуса на лимбѣ. Получаютъ такимъ образомъ на лимбѣ дугу, стягивающую уголъ между двумя направленіями на діаметръ солнца при его закатѣ и восходѣ. Очевидно, линія, дѣлящая этотъ уголъ пополамъ, есть направленіе истиннаго меридіана. Если эту линію обозначить на мѣстности вѣхами, то, при помощи буссоли, можно узнать величину склоненія.

Отсчеты по лимбу берутъ въ тотъ моментъ, когда тѣнь отбрасываемая лимбомъ на вертикально поставленный экранъ (листъ бумаги), будетъ прямоугольникъ, т. е., когда лимбъ и солнце будутъ на одномъ уровнѣ.

При помощи угломѣра съ зрительной трубой опредѣленіе направленія истиннаго меридіана производится такимъ образомъ. Центрируютъ инструментъ въ какой-либо точкѣ мѣстности, приводятъ въ горизонтальное положеніе лимбъ и, закрѣпивъ его неподвижно, направляютъ линію визированія черезъ трубу на діаметръ солнца (гдѣ бы послѣднее ни находилось на небесномъ сводѣ). При этомъ замѣчаютъ положеніе нуля ноніуса на горизонтальномъ лимбѣ и нуля ноніуса на вертикальномъ лимбѣ. Затѣмъ въ теченіе этого дня, или слѣдующаго, визируютъ опять на діаметръ солнца въ тотъ моментъ, когда оно находится на другой сторонѣ небеснаго свода и когда линія визированія имѣетъ тотъ же уголъ наклоненія, какъ и при первомъ визированіи, и снова отмѣчаютъ точку положенія нуля ноніуса на горизонтальномъ лимбѣ. Если уголъ, стягиваемый дугою, между двумя отмѣченными положеніями нуля ноніуса на горизонтальномъ лимбѣ, раздѣлить пополамъ, то равнодѣлящая линія представитъ направленіе истиннаго меридіана *).

Прежде чѣмъ приступить къ подробному изложенію производства изысканій во всѣхъ ихъ частностяхъ, укажемъ здѣсь въ чемъ именно вообще состоятъ полевыя, геодезическія работы

*) Какъ говоритъ въ своемъ руководствѣ „Низшей Геодезіи“ г.Ославскій.

*) Вопросъ о времени появленія компаса оставался до сихъ поръ невыясненнымъ, несмотря на то, что имъ интересовались спеціалисты въ продолженіе всего истекающаго столѣтія. Какъ несомнѣнное, извѣстно только то, что китайцы съ незапамятныхъ временъ пользовались подвижнымъ магнитнымъ указателемъ, которому они придавали видъ возницы; приборъ этотъ служилъ имъ путеводителемъ при передвиженіяхъ ихъ по безбрежнымъ лессовымъ равнинамъ Срединной Имперіи, во многомъ напоминавшимъ въ древности просторъ и пустынное однообразіе моря. На колесницѣ китайскаго компаса возница изображенъ обращеннымъ лицомъ на югъ, и самый приборъ этотъ названъ китайцами „тси-нанъ“, т. е. юго-указатель. По образцу сухопутнаго компаса, впослѣдствіи былъ изготовленъ морской компасъ, который перешелъ къ европейскимъ мореплавателямъ чрезъ посредство арабовъ. Во всякомъ случаѣ, долго существовавшее убѣжденіе, будто компасъ изобрѣтенъ въ 1320 году итальянцемъ Флавіо Джіоа, считается теперь окончательно опровергнутымъ, такъ какъ теперь доподлинно извѣстно, что еще въ XII столѣтіи европейскіе мореплаватели пользовались компасомъ, состоявшимъ изъ плавучихъ магнитовъ, привинченныхъ къ деревяннымъ дощечкамъ. Вопросъ о времени появленія въ Европѣ компаса можетъ считаться выясненнымъ съ приблизительною точностью, благодаря послѣднимъ историческимъ изслѣдованіямъ Шарля де ля Роншэра. Въ статьѣ, помѣщенной въ 58-мъ томѣ „Bibliothèque de l'Ecole des Chartes“, онъ, на основаніи найденнаго имъ документа, доказалъ, что въ корабельномъ дневникѣ имѣется указаніе отъ 1294 года, слѣдовательно за 25 лѣтъ до

СПбГУ

при изысканіяхъ: A) рекогносцировочныя, B) предварительныя, C) повѣрочныя или дополнительныя, D) окончательныя, а также, что отъ нихъ требуется вообще.

A) **Рекогносцировочныя изысканія состоятъ:**

1) Въ инструментальномъ измѣреніи длины линій и варіантовъ, снятіи угловъ и нивилировкѣ отдѣльныхъ болѣе трудныхъ участковъ: на сплошныхъ подъемахъ, при переходѣ черезъ большіе разливы, перевалы и пр.

2) Въ барометрической нивелировкѣ (анероидами) всѣхъ остальныхъ болѣе или менѣе попутныхъ переваловъ, а также въ опредѣленіи длины: шагомѣромъ, ѣздой верхомъ и пр., болѣе легкихъ мѣстъ, а также и тѣхъ долинъ, по коимъ можно предполагать развитіе линіи.

3) Въ снятіи главныхъ поперечныхъ профилей, въ болѣе трудныхъ мѣстахъ тамъ, гдѣ линію, судя на глазъ, можно улучшить по плану въ обходъ значительныхъ работъ.

4) Въ составленіи сокращеннаго продольнаго профиля линіи и варіантовъ не только пройденныхъ нивелиромъ на грунтѣ, но также и менѣе трудныхъ участковъ по топографическимъ съемкамъ, а именно тѣхъ участковъ линіи и варіантовъ, по

итальянца Флавіо Джіоа, что на французскомъ суднѣ „Sanct Nicolas“, въ плаваніе его въ Мессину, имѣлись двѣ „морскія иглы“, т. е. 2 компаса. Найдены еще болѣе древнія указанія на существованіе компаса. Такъ, въ описаніи путешествія Аре Фродиса въ Исландію въ 1120 г. упоминается о „путеводномъ камнѣ“ (leadstone), висѣвшемъ на тонкой веревочкѣ. Болѣе ясно о магнитѣ говорится въ одномъ стихотвореніи, читанномъ въ 1181 году при дворѣ Фридриха I въ Майнцѣ; въ этомъ стихотвореніи прямо сказано, что „моряки берутъ съ собою въ море черный камень, къ которому пристаетъ желѣзо; этотъ камень постоянно поворачивается остріемъ къ той звѣздѣ на небѣ, которая остается всегда неподвижною». Любопытны и названія, какія разные народы давали сперва магниту, а впослѣдствіи магнитной иглѣ. Французы, на основаніи того, что къ нему льнетъ желѣзо, назвали его „laimant“, а итальянцы, находя сходство между пристающимъ къ желѣзу магнитомъ и древесною лягушкою, прилипающею лапками къ листвѣ, назвали его „calamita“; бирманцы на томъ же основаніи называютъ магнитъ по имени ящерицы геко, присасывающейся къ стѣнамъ. Слово „буссоль“ также происходитъ отъ итальянскаго названія буковаго дерева—„bussa“; наконецъ, самое слово „компасъ“ происходитъ, какъ полагаютъ, отъ итальянскаго выраженія „compassio“ (сочувствія) и выражаетъ въ данномъ случаѣ понятіе о сочувствіи, существующемъ между сѣвернымъ и южнымъ полюсами.

коимъ линія не пройдена инструментально на грунтѣ. Подобные профиля надо представлять не иначе какъ съ оговоркой, что таковые составлены въ кабинетѣ съ топографическихъ съемокъ. Болѣе легкіе участки могутъ быть пропущены; достаточно одной длины и короткаго описанія мѣстности.

Опытный изыскатель, объѣхавъ мѣстность по избранному направленію и имѣя хорошія съемки Военно-Топографическаго Отдѣла въ достаточно большомъ масштабѣ, можетъ составить въ кабинетѣ по этимъ съемкамъ предварительный профиль линіи съ достаточной для рекогносцировочныхъ изысканій точностью. При тщательной проектировкѣ можно достигнуть большей точности; количество земляныхъ работъ и каменной кладки искусствен. сооруженій подсчитанное по этому профилю, можетъ разниться отъ результатовъ окончательныхъ инструментальныхъ изысканій при удачной проектировкѣ на $20^0/_0$—$15^0/_0$.

5) Въ изслѣдованіи и описаніи косогоровъ, болотъ и другихъ болѣе серьезныхъ препятствій, кои могутъ повлечь за собою удорожаніе работъ.

6) Въ собраніи всѣхъ этихъ данныхъ по всѣмъ направленіямъ, кои могутъ между собою оспаривать первенство наиболѣе выгоднаго направленія.

Примѣчаніе. При рекогносцировкахъ не слѣдуетъ задаваться сплошной нивеллировкой и промѣромъ всей линіи, о чемъ говорится ниже.

Для производства рекогносцировочныхъ изысканій, какъ и для другихъ, Министерствомъ Путей Сообщенія даются обыкновенно спеціальныя инструкціи и техническія условія. Но такъ какъ рекогносцировочныя изысканія производятся большею частью въ мѣстностяхъ мало извѣстныхъ, или съ цѣлью выясненія лишь приблизительной стоимости будущей желѣзнодорожной линіи, то и сами инструкціи для производства такихъ изысканій не могутъ быть редактированы съ достаточною опредѣленностью. Вслѣдствіе этого начальникомъ рекогносцировочныхъ изысканій дается болѣе простора при составленіи проекта съ тѣмъ однакожъ условіемъ, чтобы при наименьшихъ денежныхъ затратахъ были имъ представлены такія данные, на основаніи которыхъ было бы вполнѣ возможно составить продольный профиль проектируемой дороги съ цѣлью опредѣленія приблизительной ея стоимости.

B) **Предварительныя изысканія**, они же **подробныя**, состоятъ:

1) Въ производствѣ подробныхъ рекогносцировокъ по всѣмъ болѣе или менѣе подходящимъ направленіямъ, дабы выяснить и документально оправдать выбранное направленіе. Причемъ слѣдуетъ пользоваться вмѣстѣ съ этимъ трудами предшествующихъ рекогносцировокъ и другихъ изысканій, если таковыя до этого производились.

2) Въ инструментальной точной разбивкѣ на грунтѣ всей выбранной линіи и магистрали (если она была снята для плана горизонталей по всей ея длинѣ).

3) Въ измѣреніи всей длины лентой, въ снятіи угловъ и двойной нивеллировкѣ главнаго направленія и одиночной на варіантахъ.

4) Въ разбивкѣ кривыхъ, въ мѣстахъ болѣе гористыхъ, когда въ полѣ сразу трассируется линія будущей дороги.

5) Въ снятіи плановъ горизонталей, т. е. поперечныхъ профилей въ болѣе трудныхъ мѣстахъ, дабы вычертивъ таковыя послѣ пріѣзда съ изысканій въ городъ можно было выбрать и спроектировать по нимъ линію наивыгоднѣйшимъ образомъ.

6) Весь проектъ долженъ быть составленъ согласно техническихъ условій, данныхъ Министерствомъ Путей Сообщенія и приведенныхъ нами ниже. Техническія условія для первостепенныхъ линій (магистрали) выработаны и утверждены постановленіемъ Инженернаго Совѣта Министерства Путей Сообщенія въ 1899 г. — Для второстепенныхъ линій, равнинныхъ, предгорныхъ и горныхъ нами даны техническія условія въ главѣ XI «О предварительныхъ изысканіяхъ».

Примѣчаніе. На участкахъ снятыхъ въ горизонталяхъ и спроектированныхъ съ плана возстановленіе линіи на грунтѣ, а тѣмъ самымъ разбивка кривыхъ на грунтѣ при предварительныхъ изысканіяхъ не обязательна.

Подробныя указанія и инструкціи предварительныхъ изысканій даны нами въ отдѣльной главѣ: «Предварительныя изысканія». На основаніи вышеперечисленныхъ, добытыхъ на мѣстности матеріаловъ, составляется проектъ дороги.

C) **При повѣрочныхъ или дополнительныхъ изысканіяхъ** геодезическія и др. работы состоятъ въ томъ же какъ и при предварительныхъ.—Проектъ составляется полнѣе и какъ само

названіе указываетъ всѣ данныя предшествующихъ изысканій должны быть вполнѣ на мѣстности строго провѣрены, изслѣдованы и дополнены.

D) **Отъ окончательныхъ изысканій требуется:**

1) Собрать изъ архивовъ Министерства Путей Сообщенія и пр., передъ отъѣздомъ, всѣ матеріалы и проекты: продольные профили, планы, вѣдомости, разцѣнки и прочія данныя всѣхъ предшествующихъ рекогносцировокъ и предварительныхъ изысканій, произведенныхъ по данному направленію.

Собравъ весь этотъ матеріалъ, критически и всесторонне изучивъ его и сравнивъ всѣ направленія, слѣдуетъ избрать лучшія, болѣе выгодныя направленія. Эти лучшія направленія слѣдуетъ провѣрить въ болѣе трудныхъ мѣстахъ на грунтѣ и убѣдившись, что нѣтъ существенныхъ пропусковъ въ проектѣ надлежитъ избрать лучшее направленіе и пройти таковое инструментально окончательными изысканіями.

Иногда случается, что, не смотря даже на многолѣтнія изысканія, — лучшее направленіе упущено изъ виду. Начальникъ экспедиціи и начальники партіи, какъ производители окончательныхъ изысканій, должны поэтому всесторонне изслѣдовать всю мѣстность и убѣдиться, что нѣтъ другого лучшаго направленія. По избранному окончательно наилучшему, какъ равно по всѣмъ необходимымъ варіантамъ надлежитъ пройти окончательными изысканіями.

Отъ окончательныхъ изысканій требуется, кромѣ высказаннаго:

1) пройти вновь всю линію инструментально, на сколько возможно улучшая профиль въ смыслѣ уменьшенія строительныхъ работъ, а также виртуальной длины, т. е. уменьшая подъемы и увеличивая радіусы;

2) разбить всю линію по пикетамъ и точкамъ на грунтѣ, промѣрить и пройти ея въ два нивеллира, разбить закругленія по всей линіи безъ исключенія;

3) на болѣе трудныхъ участкахъ, гдѣ красная линія была спроектирована по плану горизонталей, требуется возстановить таковую на грунтѣ, со снятіемъ всѣхъ угловъ въ натурѣ, разбивкой всѣхъ кривыхъ, то есть съ составленіемъ окончатель-

ОТПЕЧАТАН

наго продольнаго профиля снятаго инструментально на грунтѣ и разбивкою его подъ постройку;

4) въ снятіи поперечныхъ исполнительныхъ профилей къ красной (окончательной) линіи для подсчета земляныхъ работъ и прочее;

5) въ собраніи всѣхъ необходимыхъ самыхъ подробныхъ данныхъ для подсчета отверстій искусственныхъ сооруженій, а также геологическихъ, статистическихъ и другихъ данныхъ по отчужденію и сносу строеній, по водоснабженію станцій, по опредѣленію будущаго движенія пассажирскаго и грузоваго и прочее;

6) въ снятіи плановъ переходовъ всѣхъ большихъ рѣкъ; подходовъ къ городамъ; отвода шоссе на болѣе трудныхъ участкахъ, а также и другихъ болѣе дорогихъ, дополнительныхъ работъ.

Подробныя инструкціи для окончательныхъ изысканій изложены въ главѣ «Окончательныя изысканія» и въ главѣ «Составленіе проекта». Техническія условія для окончательныхъ изысканій тѣ же, что и для предварительныхъ изысканій, такъ какъ таковыя условія зависятъ конечно не отъ рода изысканій, а отъ рода дороги.

Изложивъ въ общихъ чертахъ въ чемъ состоитъ производство полевыхъ работъ по изысканіямъ: рекогносцировочнымъ, предварительнымъ и окончательнымъ, приступимъ къ подробному описанію таковыхъ въ отдѣльности.

ГЛАВА IX.

Рекогносцировочныя изысканія.

Окончательное выясненіе линіи сопровождается всегда массою рекогносцировокъ и дополнительныхъ изысканій. Въ мѣстности, гдѣ никогда не только нивеллиръ, но и нога человѣческая не была, однолѣтнія изысканія несомнѣнно никого не удовлетворятъ. Не было примѣра въ исторіи дорогъ, чтобы дорога въ мирное время строилась безъ предварительныхъ и повѣрочныхъ изысканій, а тѣмъ болѣе рекогносцировокъ. Эти предварительныя изысканія производятся не только передъ самымъ началомъ постройки, но также и ранѣе по нѣскольку разъ, какъ напримѣръ, на Уфа-Златоустовской жел. дор. и

многихъ другихъ. — Первыя изысканія на Уфа-Златоустовской жел. дор. были сдѣланы въ 1873 г., затѣмъ въ 1883 и 1884 г.г. новыя предварительныя изысканія, въ 1886 году повѣрочныя изысканія (строителя) и въ 1887 году еще изысканія (окончательныя). Итого было сдѣлано пять изысканій, для того, чтобы въ мѣстности, которая считалась непроходимой, не только избѣжать уклона въ 0,015, полученнаго при первыхъ изысканіяхъ, но достигнуть уклона въ 0,0085.

Если нѣтъ времени достаточнаго для всестороннихъ изысканій, въ виду исключительныхъ военныхъ или коммерческихъ цѣлей, то въ такихъ случаяхъ надлежитъ соотвѣтственно увеличить число партій и ихъ личный составъ и повести заразъ не одну, а нѣсколько параллельныхъ линій, какъ это дѣлается въ подобныхъ случаяхъ заграницей, назначивъ при этомъ участки несравненно меньше, дабы ни въ какомъ случаѣ не пострадала сами дорога.

Въ главѣ I объ изысканіяхъ вообще мы указали на все великое значеніе изысканій и рекогносцировокъ.

Для производства рекогносцировочныхъ изысканій и составленія рекогносцировочнаго проекта вырабатываются Министерствомъ П. С. каждый разъ особыя техническія условія, болѣе общаго характера, чѣмъ для предварительныхъ и окончательныхъ изысканій. Если проектируемая дорога будетъ лишь мѣстной, т. е. не транзитной, то техническія условія сооруженія зависятъ болѣе отъ мѣстнаго движенія и топографическихъ трудностей мѣстности.—Если же проектируемая дорога включенная въ общую сѣть дорогъ въ Имперіи будетъ транзитнымъ путемъ, то техническія условія ея примѣняются прежде всего къ условіямъ пропускной способности и пр. смежныхъ существующихъ уже дорогъ.

Когда имѣются хорошія съемки мѣстности и размѣры будущаго движенія болѣе или менѣе извѣстны, то можно, не уѣзжая въ поле, задаться техническими условіями въ кабинетѣ и даже раздѣлить всю линію на тракціонные участки: равнинные, подгорные и горные. Точно также имѣя вѣрныя статистическія данныя о движеніи грузовъ и пассажировъ и пр. можно задаться пропускной и провозной способностью дороги. Во всякомъ случаѣ съ точки зрѣнія экономической не слѣдуетъ сразу затрачивать большихъ капиталовъ на постройку—стараясь

ОТЦНТБ СОВАН

индивидуализировать дорогу, насколько возможно примѣняясь къ условіямъ времени и мѣста, какъ это дѣлаютъ американцы.

О необходимости и пользѣ производства рекогносцировокъ въ самыхъ широкихъ размѣрахъ—мы уже говорили въ гл. I.

Рекогносцировочныя изысканія въ мѣстахъ: 1) равнинныхъ: 2) холмистыхъ и 3) гористыхъ. Окончивъ рекогносцировочную поѣздку, инженеръ долженъ составить себѣ изъ всего наблюденнаго программу дальнѣйшихъ дѣйствій. Чѣмъ мѣстность волнистѣе, тѣмъ сложнѣе изысканія и ходъ работъ по изысканіямъ въ мѣстностяхъ ровныхъ, холмистыхъ и гористыхъ нѣсколько различенъ.

1) Если мѣстность легкая и ровная, напримѣръ, если уклонъ тальвега очень малъ и тальвегъ имѣетъ широкую долину, то при изысканіяхъ приходится руководствоваться только планомъ мѣстности для обхода всѣхъ препятствій, въ родѣ большихъ болотъ, озеръ, отдѣльныхъ возвышенностей, заботясь лишь о наибольшей прямизнѣ линіи,—это такъ называемыя изысканія въ **равнинныхъ** мѣстностяхъ, когда напр. рѣка, долиной которой пользуются для веденія линіи, большая, имѣющая на всемъ нужномъ для линіи, протяженіи ровныя террасы или луговую долину.

2) Если рекогносцировка опредѣляетъ необходимость пользованія значительными уклонами и небольшими радіусами для подъемовъ на водораздѣлы, но въ общемъ въ мѣстности не очень трудной, т. е. если мѣстность пересѣченная, холмистая, но въ общемъ ровная, то изысканія получаютъ названіе изысканій въ **холмистыхъ** мѣстахъ.

3) Если уклонъ долины очень крутъ и по наглядному опредѣленію сразу не гарантируетъ возможности подъема по данной долинѣ на водораздѣлъ безъ пересѣченія его тоннелемъ или глубокой выемкой или если мѣстность вообще гористая, хотя бы линія шла небольшимъ подъемомъ, но косогоръ крутъ и пересѣченный падями и оврагами, напримѣръ, Кругобайкальская линія, вдоль озера Байкала, то при проложеніи линіи по такимъ долинамъ мы будемъ имѣть дѣло съ **изысканіями горными**; при нихъ выборъ линіи въ одинаковой мѣрѣ зависитъ и отъ плана и отъ рельефа мѣстности.

Точное опредѣленіе характера мѣстности по отношенію къ изысканіямъ очень важно, такъ какъ для каждаго изъ трехъ

видовъ изысканій существуетъ свой особенный планъ работъ, описаніе коихъ будетъ сдѣлано ниже.

Изысканія линіи какой-либо желѣзной дороги рѣдко носятъ характеръ изысканій одного вида на всемъ протяженіи: линія разбивается на отрѣзки, относящіеся къ разнымъ видамъ, и таковые при регносцировкѣ должны быть по возможности точно опредѣлены. Если рекогносцировка не даетъ точныхъ указаній, какое изъ направленій въ одной и той же долинѣ выгоднѣе: слѣдуетъ ли линію вести по водораздѣлу, по склонамъ или по луговой долинѣ, то тогда можетъ случиться, что и самый видъ изысканій будетъ не вполнѣ точно опредѣленъ, такъ какъ веденіе линіи по луговой долинѣ иногда можетъ быть отнесено къ первому виду, а по склонамъ и водораздѣлу ко второму виду изысканій. Каждый изъ варіантовъ будетъ имѣть въ такомъ случаѣ свой особенный планъ работъ.

Въ гористой мѣстности покрытой лѣсомъ и пересѣченной въ разныхъ направленіяхъ горными рѣчками, отдѣльными хребтами и извилистымъ водораздѣломъ не только изысканія, но и рекогносцировки требуютъ иногда нѣсколькихъ лѣтъ, крайне хлопотливыхъ и тяжелыхъ для изыскателя полевыхъ работъ. Эти работы, несмотря на имѣющіяся съемки Военно-топографическаго отдѣла приходится превращать нерѣдко въ подробнѣйшую спеціальную съемку плана горизонталей, со снятіемъ нѣсколькихъ магистралей и съ цѣлою сѣтью поперечныхъ профилей для спроектированія полотна желѣзной дороги.

При подобномъ собраніи матеріаловъ и одтѣльныхъ нивелировокъ чрезъ перевалы требуется большая опытность, дабы безъ надобности не производить излишнихъ работъ по тѣмъ направленіямъ и мѣстамъ отъ коихъ, по одному лишь обзору мѣстности, надлежитъ сразу отказаться.

Бываютъ тоже случаи когда, наоборотъ, при благопріятныхъ условіяхъ, въ мѣстности легкой можно иногда представить при рекогносцировочныхъ изысканіяхъ въ короткое время и при небольшихъ средствахъ продольный профиль какъ напр. Рекогносцировка въ 1886 г. отъ Покровской слободы до города Уральска черезъ Новоузенскъ. Если на этотъ примѣръ указываетъ въ «Геодезіи» проф. Богуславскій, то это не значитъ что инженеры, производящіе рекогносцировки должны задаваться производствомъ сплошной нивеллировки вдоль всей

линіи. Наоборотъ, инженеръ, производящій рекогносцировки, долженъ имѣть въ виду прежде всего пройти инструментально какъ нами уже было сказано только самые трудные участки, затѣмъ только менѣе трудные совсѣмъ пропуская равнинные. Къ сожалѣнію, большая часть нашихъ малоопытныхъ инженеровъ, увлекаясь желаніемъ блеснуть представленіемъ сплошной продольной профили, забываетъ о существенномъ, что не въ числѣ верстъ нивеллировки состоитъ ихъ задача.

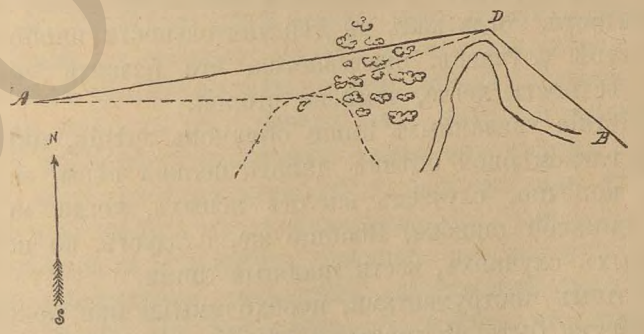
Летучія рекогносцировки ограничиваются въ мѣстахъ легкихъ, ровныхъ лишь объѣздомъ и осмотромъ мѣстности.

Въ мѣстахъ особенной трудности и важности, напр. при длинныхъ подъемахъ на водораздѣлы, при развитіи линіи петлями и зигзагами, въ мѣстахъ, покрытыхъ обширными лѣсами, не позволяющими составить понятіе объ общемъ видѣ земной поверхности на значительномъ протяженіи, и т. п., производятся **инструментальныя рекогносцировки**, состоящія, кромѣ общаго осмотра мѣстности и глазомѣрной съемки, также изъ нѣкоторыхъ геодезическихъ работъ, имѣющихъ цѣлью выяснить характеръ мѣстности и заключающихся въ проведеніи пробныхъ магистралей съ летучею нивеллировкою ихъ, въ снятіи длинныхъ поперечныхъ профилей въ характерныхъ мѣстахъ, въ опредѣленіи высотъ водораздѣловъ, горныхъ отроговъ, долинъ, рѣкъ и пр.

Общія замѣчанія къ рекогносцировкамъ (и изысканіямъ вообще).

1) **Отступленіе отъ техническихъ условій. Рекогносцировки летучія.** Первая обязанность изыскателя при рекогносцировкахъ это примѣнить составленіе проекта къ техническимъ условіямъ, даннымъ Министерствомъ, раздѣливъ проектируемую линію на вышеуказанные тракціонные участки. Въ случаѣ крайней необходимости отступить въ чемъ-нибудь отъ техническихъ условій, напримѣръ, въ случаѣ необходимости уменьшить радіусы, увеличить уклоны и пр. начальникъ рекогносцирочныхъ изысканій долженъ для этого представить при проектѣ всѣ необходимыя для этого документальныя данныя: нивеллировки и планы, какъ по главной линіи, такъ и по всѣмъ варіантамъ.

2) При рекогносцировочныхъ изысканіяхъ иногда приходиться установливать **большія вѣхи** съ красными флагами, приблизительно въ тѣхъ пунктахъ, гдѣ на основаніи свѣдѣній, собранныхъ рекогносцировкой, предстоятъ изломы линіи. Если, стоя у одной вѣхи, двѣ сосѣднія можно увидѣть, то положеніе окончательной линіи будетъ вполнѣ опредѣлено. Чтобы вѣхи были видимы лучше, можно въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ предполагается изломъ линіи, ставить вѣхи и не на самой линіи, а гдѣ-либо вблизи на возвышенности и замѣтить въ памятной книжкѣ въ какомъ примѣрно разстояніи отъ вѣхи надо вести линію. Если вслѣдствіе мѣстныхъ условій рельефа нельзя установить такихъ вѣхъ видимыхъ издали, то можно прибѣгать къ



Черт. 55.

вѣшенію пробныхъ линій, кои приходится вести на глазъ. Пробныя линіи даютъ возможность судить, позволяетъ ли мѣстность провести окончательную линію въ прямомъ направленіи. или необходимо отклоненіе отъ этого направленія. При веденіи пробной линіи полезно измѣрять разстояніе между вѣхами шагами или шагомѣромъ. Пояснимъ примѣромъ: положимъ изъ точки A (черт. 55) по направленію AB ведена пробная линія, которая въ точкѣ B уперлась въ болото, и чтобы отвести линію отъ него, нужно придать линіи направленіе AC; если извѣстна длина BC и AB, то уголъ отклоненія линіи отъ первоначальнаго направленія AB—α, будетъ

$$tg\alpha = \frac{BC}{AB}$$

и такимъ образомъ зная по направленію AC можетъ быть проведена окончательная линія.

СПБГАСУ

3) **Оптическія обманы и пр.** (См. стр. 22). При производствѣ регносцировокъ и осмотрѣ мѣстности вообще надо имѣть ввиду оптическіе обманы и топографическія особенности конфигураціи почвы нами вышеизложенныя. Перевалы въ хребтахъ очень часто прячутся и ихъ издали трудно усмотрѣть. въ особенности когда одинъ хребетъ залѣзаетъ за другой и его прикрываетъ.

Количество земляныхъ работъ въ мѣстности покрытой лѣсомъ, кустарникомъ, колючкой а тѣмъ болѣе холмистой кажется всегда болѣе дѣйствительнаго.

Если по рѣчной долинѣ, по скатамъ выступаютъ отвѣсныя скалы, то можетъ показаться, что въ такой мѣстности труднѣе провести дорогу, чѣмъ въ мѣстности, имѣющей мягкія, но длинныя покатости, тогда какъ въ дѣйствительности наоборотъ, въ большинствѣ случаевъ, оказывается, что развить уклоны въ первой мѣстности легче, чѣмъ во второй.

Вслѣдствіе указанныхъ выше обмановъ зрѣнія, никогда не слѣдуетъ глазомѣрной оцѣнкѣ давать полной вѣры, за исключеніемъ, конечно, случаевъ вполнѣ ясныхъ, когда можно не бояться никакой ошибки. Вообще же, слѣдуетъ, во всѣхъ сомнительныхъ случаяхъ, вести пробныя линіи.

При этомъ инструментами, необходимыми при рекогносцировкѣ, могутъ быть инструменты, болѣе простой конструкціи, коимъ нами отведена слѣдующая цѣлая глава.

4) **Попутныя шоссейныя и грунтовыя дороги.** При производствѣ желѣзнодорожныхъ изысканій надлежитъ первымъ долгомъ обратить вниманіе и изучить на мѣстности всѣ имѣющіяся въ данной мѣстности попутныя, шоссейныя и грунтовыя дороги а также въ мѣстахъ необитаемыхъ лѣсныя и горныя тропы, такъ какъ изыскателю очень часто приходится пользоваться ихъ направленіемъ, для проведенія желѣзной дороги.

5) Рекогносцировку надо начинать прежде всего съ самыхъ сомнительныхъ и трудныхъ мѣстъ, какъ то: съ пересѣченій большихъ рѣкъ, длинныхъ подъемовъ предѣльнымъ уклономъ на значительную высоту, переходовъ горныхъ хребтовъ и ихъ отроговъ и проч., такъ какъ осмотръ этихъ мѣстъ можетъ выяснить полную непригодность ихъ для проведенія дороги.

6) Съ тою же цѣлью, всѣ геодезическія измѣренія должны производиться лишь съ приблизительною точностью. Итакъ:

измѣреніе пробныхъ магистралей, съ подъемами менѣе предѣльнаго, можно дѣлать шагами, а въ равнинныхъ участкахъ мѣрить по подробной картѣ. Нивеллировку слѣдуетъ вести лишь по самымъ характернымъ мѣстамъ, горизонтальные углы можно измѣрять буссоллью или даже на глазъ; обыкновенная нивеллировка нивеллирами съ большою выгодою можетъ быть замѣнена барометрическимъ нивеллированіемъ, особенно при употребленіи анероидовъ, въ гористыхъ мѣстахъ и т. д. (См. гл. X).

7) Въ мѣстахъ особенной трудности, гдѣ выборъ линіи на глазъ не можетъ быть исполненъ достаточно скоро и удовлетворительно, таковой выборъ дѣлается по горизонталямъ рекогносцировочныхъ плановъ, снятыхъ съ мѣстности.

8) Дорога тѣмъ совершеннѣе, чѣмъ менѣе ея виртуальная длина, а эта послѣдняя тѣмъ менѣе; чѣмъ профиль дороги подходитъ ближе къ среднему уклону ея, т. е. къ уклону прямой, соединяющей крайніе пункты дороги. Отсюда слѣдуетъ, что при назначеніи линіи на поверхности земли надо, по возможности, стараться избѣгать безполезныхъ подъемовъ и спусковъ, а также, если является необходимость въ подъемѣ или спускѣ на значительную высоту, то проектировать его однообразнымъ *) и, по возможности, сплошнымъ уклономъ, прерывая его горизонтальными площадками лишь тамъ, гдѣ это требуется техническими условіями. Но само собою разумѣется, что этими соображеніями приходится жертвовать, если они могутъ быть достигнуты лишь путемъ значительнаго увеличенія количества работъ. Всякое сокращеніе длины линіи, вообще, желательно; но, съ другой стороны, надо имѣть въ виду, что иногда болѣе короткая линія оказывается въ то же время и болѣе дорогой.

9) Для составленія приблизительнаго понятія о стоимости земляныхъ работъ необходимы указанія о грунтѣ мѣстности, что можетъ быть сдѣлано по строенію береговъ рѣкъ и овраговъ, въ обрушившися частяхъ которыхъ видно напластованіе грунта, и по выемкамъ уже существующихъ дорогъ; инженеръ съ достаточно навыкшимъ глазомъ можетъ опредѣлить приблизительную стоимость работъ въ зависимости отъ качества грунта. Присутствіе камня, имѣющаго большое вліяніе на увеличеніе

*) Въ частномъ случаѣ—предѣльнымъ.

стоимости работъ по выемкамъ, можетъ быть опредѣлено и по естественнымъ разрѣзамъ почвы и по указаніямъ мѣстныхъ жителей.

10) Кромѣ всѣхъ этихъ свѣдѣній о рекогносцировкѣ должны быть составлены хотя бы приблизительныя данныя о всѣхъ большихъ, имѣющихъ торговое значеніе дорогахъ, какъ желѣзныхъ, такъ и иныхъ, которыя должны быть пересѣчены намѣченной линіей, о мѣстахъ наиболѣе подверженныхъ заносамъ, о высотѣ весеннихъ водъ на рѣкахъ, долинами коихъ приходится пользоваться для веденія линіи или которыя приходится пересѣкать; должны быть также собраны свѣдѣнія о торговомъ и промышленномъ значеніи городовъ и большихъ селъ встрѣчающихся на пути, о водоснабженіи станцій и пр. Вообще при рекогносцирвкѣ вниманіе инженера, предпринявшаго ее, должно быть распространено на всѣ обстоятельства, могущія имѣть вліяніе какъ на стоимость постройки, такъ и на расходы и доходы эксплоатаціи дороги. Конечно очень трудно предусмотрѣть все, что будетъ имѣть значеніе впослѣдствіи и на что именно обратить большее вниманіе, поэтому не слѣдуетъ пренебрегать никакими данными, хотя бы кажущимися на первый взглядъ маловажными и заносить ихъ въ памятную книжку.

11) Данныя эти собираются на основаніи личныхъ наблюденій и частью по указаніямъ мѣстныхъ жителей. Должны быть осмотрѣны косогоры, которыми приходится пользоваться для веденія линіи; не носятъ ли они на себѣ характера сплывовъ и обваловъ, что по преимуществу бываетъ, если у подошвы косогоровъ замѣтны ключи, указывающіе на присутствіе подземнаго водоноснаго слоя, выклинивающагося на поверхность земли у ключей, слоя, по которому нерѣдко происходитъ сдвиганіе всей горы. Такія мѣста должны быть особенно избѣгаемы.

12) **Направленіе по водораздѣлу.**—Передъ изыскателемъ обыкновенно стоятъ два естественныхъ пути: водораздѣлъ или долина рѣки, а иногда высокія террассы рѣчныхъ долинъ. Направленіе по водораздѣлу выгодно въ томъ отношеніи, что полотно свободно отъ искусственныхъ сооруженій, за весьма рѣдкими исключеніями; тогда какъ, при веденіи линіи по косогорамъ вдоль рѣки каждый оврагъ представляетъ вслѣдствіе крутизны—бурный потокъ, требующій устройства дорого стоющихъ трубъ или мостиковъ и зачастую спеціальнаго устройство лотковъ на цементѣ. Кромѣ того, за неимѣніемъ на водораздѣлѣ косогоровъ и кручей получается громадныя экономія вслѣдствіе отсутствія необходимости въ постройкѣ подпорныхъ стѣнокъ. Весь вопросъ въ этомъ случаѣ состоитъ въ пріисканіи удобнаго подъема на водораздѣлъ и удовлетворенія требованіямъ водоснабженія.

Если водораздѣлъ представляетъ собой плоскую и широкую возвышенность, то проведеніе линіи на немъ представляетъ большія выгоды. Въ мѣстности же гористой водораздѣлы представляютъ очень много затрудненій и часто совершенно не доступны, вслѣдствіе своей извилистости какъ въ планѣ, такъ и въ вертикальной плоскости. За исключеніемъ Кавказа и Уральскихъ горъ, почти всѣ водораздѣлы Европейской Россіи ровны и удобны для проведенія по нимъ жел. дорогъ.

Ведя линію по водораздѣлу, надо обратить вниманіе попутенъ ли онъ, не слишкомъ ли извилистъ и гористъ, нѣтъ ли на немъ топкихъ болотъ, удобенъ ли онъ по отношенію къ водоснабженію станцій и пр. Въ затруднительныхъ мѣстахъ нивеллировки и профили обязательны.

При веденіи линіи или магистрали по водораздѣлу, таковую при проходѣ чрезъ перевалъ (сѣдловину) выгодно всегда направлять линію по діагонали, т. е. переходить съ одной стороны водораздѣльнаго хребта на другую (чер. 56, стр. 193) во избѣжаніе лишнихъ угловъ, а также большихъ земляныхъ работъ.

Если водораздѣлъ гористъ, то очень часто перевалы находятся на разной высотѣ.

Главная забота при рекогносцировкахъ линіи водораздѣломъ состоитъ въ отысканіи его и въ опредѣленіи отмѣтокъ всѣхъ сѣделъ, дабы переходя изъ одного на другое, заблаговременно узнать, какимъ подъемомъ или спускомъ вести линію по водораздѣлу, отъ одного перевала до другаго.

Выемки на перевалахъ.—Очень часто изыскатели проектируя въ полѣ линію стѣсняются задаваться большой выемкой на перевалѣ, а иногда ошибочно задаются даже нулемъ. Это влечетъ за собой повышеніе всей линіи надъ дномъ тальвега и напрасное увеличеніе работъ по всей долинѣ, при пересѣченіи боковыхъ притоковъ и пр. Поэтому если хребетъ пересѣкаемый линіей узокъ и имѣетъ сразу у перевала крутые скаты,

ОТПЕЧАТОК

то такой хребетъ всегда выгоднѣе пересѣкать, вообще говоря большими работами, задаваясь глубокой выемкой или тоннелемъ. Максимальную глубину выемки въ скалѣ слѣдуетъ допускать не больше 8—10 сажени; а въ обыкновенномъ грунтѣ отъ 10—12 саж. въ зависимости отъ качества грунта *).

Высокій и узкій, въ особенности скалистый перевалъ, всегда выгоднѣе пересѣкать тоннелью, чѣмъ выемкой.

13) **Перевалъ и развитіе линіи.** Рекогносцировками должны быть опредѣлены: длина и высота подъема всѣхъ попутныхъ долинъ. Положимъ, что высота подъема H, а предѣльный уклонъ разрѣшенъ 0,01; требуемая длина для подъема равняется $\frac{H}{0,01}$. Если измѣренная длина меньше на L верстъ, то на таковое количество верстъ требуется развить, т. е. удлинить линію, для того, чтобы, подъискавъ на всемъ пути подъема грунтъ, соотвѣтствующій проектнымъ отмѣткамъ, подняться на перевалъ безъ большихъ работъ.

Изъ этого ясно, насколько необходимо при рекогносцировкахъ изучать всѣ боковыя долины. Частные примѣры развитія линіи нами даны въ концѣ этой главы.

Главное вниманіе при рекогносцировкѣ должно быть обращено на водораздѣлы, или наперевалы, раздѣляющіе бассейны двухъ смежныхъ рѣкъ, при этомъ необходимо выяснить по какимъ боковымъ рѣкамъ и тальвегамъ лучше всего подняться на водораздѣлъ и по какимъ спуститься съ него. Лучше всего воспользоваться короткими попутными тальвегами, лишь бы они допускали развитіе линіи съ предѣльнымъ уклономъ.

При веденіи линіи надо стараться уменьшать насколько возможно подъемы и спуски и увеличивать радіусы, сообразуясь съ мѣстностью, имѣя ввиду, что дорога тѣмъ лучше проведена, чѣмъ короче ея виртуальная длина. При прямой и горизонтальной виртуальная длина равна дѣйствительной.

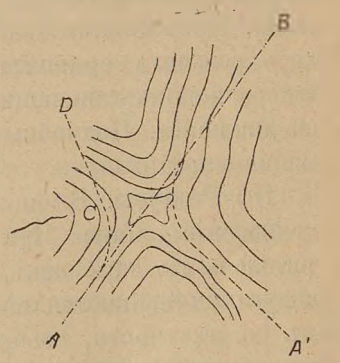
Въ случаѣ большаго перевала и необходимости развить линію, слѣдуетъ быть очень осмотрительнымъ въ выборѣ боковыхъ долинъ 2-го и 3-го порядка, въ которыя можно завернуть, дабы развить линію. Случается, что и на пологихъ откосахъ можно развить линію. Иногда приходится прибѣгать

*) Туннель, вообще говоря, можно допустить при меньшей выемкѣ въ скалѣ, если не требуется укрѣпленія тоннеля каменнымъ сводомъ.

къ зигзагамъ, петлямъ, даже двойнымъ тупикамъ спиралямъ и т. п. всячески удлиняя линію, лишь бы достаточно ее развить и успѣть подняться на перевалъ. См. п. 24 стр. 200.

Если уклонъ долины больше предѣльнаго, то при веденіи линіи, развивая ее на сколько нужно по расчету, слѣдуетъ все время итти съ перевала сплошнымъ предѣльнымъ спускомъ, а ни какъ не меньшимъ. Не слѣдуетъ даже увлекаться мѣстными уменьшеніями работъ, а итти все время сплошнымъ предѣльнымъ спускомъ, за исключеніемъ, конечно, очень значительнаго уменьшенія работъ. Правило это очень важно и нарушеніе его вызываетъ напрасное увеличеніе работъ, а также длины линіи.

15) **Обходъ хребтовъ.** При подходѣ съ линіею къ водораздѣльному хребту надо быть очень осмотрительнымъ, дабы слѣдуя съ линіей вверхъ по долинѣ не попасть въ боковой притокъ, а слѣдовать по коренному, самому длинному. Въ вершинахъ всѣ тальвеги развѣтвляются на многіе ущелья.—Вотъ почему опытные изыскатели совѣтуютъ, выбравъ перевалъ, вести линію спускомъ съ водораздѣла, а не подъемомъ. Если линія, повидимому, должна пройти черезъ нѣсколько водораздѣловъ, то надо, прежде всего, опредѣлить, нельзя-ли минуя эти водораздѣлы, повести линію нѣсколько правѣе или лѣвѣе отъ назначеннаго по картѣ направленія. Если же обойти водораздѣлы нельзя, то рекогносцировка должна открыть на нихъ наиболѣе пониженныя сѣдловины, какъ сказано выше. Затѣмъ, опредѣливъ тѣмъ или другимъ путемъ, хотя бы приблизительно, разность высотъ этихъ сѣдловинъ относительно нижайшей между ними точки по прямому направленію, слѣдуетъ высчитать длину необходимаго развитія линіи, принимая во вниманіе предѣльные уклоны горизонтальныя подраздѣляющія площадки и станціи. Предпочтеніе надо отдать тому направленію, для котораго виртуальная длина будетъ самой короткой, т. е. тому, на коемъ будетъ меньше уклоновъ и кривыхъ, въ особенности малаго радіуса 150—300 саж. Изъ двухъ направленій, одинаково



Черт. 56, къ п. 13, стр. 191.

удовлетворяющихъ всѣмъ указаннымъ выше условіямъ, слѣдуетъ, конечно, отдать предпочтеніе тому, которое стоитъ дешевле.

Въ горной мѣстности при рекогносцировкѣ необходимо опредѣлить разности высотъ возможно большаго числа точекъ max. и min. и насколько позволятъ средства промѣрить, проневиллировать и составить профиля.

При назначеніи длинъ участковъ и распредѣленіи вспомогательныхъ депо надлежитъ имѣть въ виду, что нѣтъ разсчета проектировать безъ особой надобности короткіе горные участки съ уклономъ въ 0,017. Такія мѣста лучше обходить, удляняя линіи. Представляя такіе варіанты изыскатель обязанъ приложить разсчетъ сравнительной ихъ разцѣнки въ зависимости отъ расходовъ зависящихъ отъ движенія и мало зависящихъ отъ движенія. Подробныя указанія даны нами въ главѣ:—«Сравненіе варіантовъ».

16) **Радіусы.** Выборъ радіуса имѣетъ большое вліяніе на уменьшеніе работъ. При назначеніи его надо быть очень осмотрительнымъ, такъ какъ, конечно, не всегда съ уменьшеніемъ радіуса уменьшаются работы. Радіусъ долженъ быть выбираемъ по мѣстности, соображая каждый разъ на сколько выгодно и необходимо его уменьшеніе.

Вообще для уменьшенія расходовъ эксплоатаціи выгоднѣе выбирать радіусы большихъ размѣровъ; но въ случаѣ синусообразныхъ, т. е. двухъ, въ обратныя стороны, кривыхъ, формула виртуальной длины даетъ обратное указаніе, т. е. съ увеличеніемъ радіуса даетъ увеличеніе виртуальной длины, что впрочемъ понятно и безъ формулы (см. черт. 57, стр. 197).

При рекогносцировочныхъ изысканіяхъ нѣтъ надобности разбивать кривыя. На косогорахъ и вообще на крутыхъ поперечныхъ склонахъ слѣдуетъ лишь брать биссектрису. При рекогносцировкахъ можно тоже пренебрегать подсчетомъ кривыхъ, т. е. разницей въ длинѣ отъ промѣра не по тангенсамъ, а по кривой. Для запаса даже лучше оставлять промѣръ по тангенсамъ безъ подсчета длины кривой. Точно также разрѣшается отсутствіе вставокъ, скрещеніе тангенсовъ, ошибки въ неудачномъ проложеніи линіи по косогору и прочія небольшія шороховатости, которыя должны быть устранены при предварительныхъ изысканіяхъ.

Величина предѣльнаго радіуса закругленій колеблется отъ 150 саж. (въ рѣдкихъ случаяхъ 125 саж.) до 1000 саж., смотря какими техническими условіями установлены радіусы и на какихъ уклонахъ. Удачный выборъ того или другого радіуса зависитъ отъ опытности изыскателя—глазомѣрно оріентироваться на мѣстности. Радіусъ этотъ зависитъ отъ топографическаго направленія горизонталей на косогорѣ и пр., а также отъ размѣра земляныхъ работъ и приблизительно можетъ быть опредѣленъ при небольшомъ углѣ по наивыгоднѣйшему отстоянію середины кривой, гдѣ всегда максимумъ работъ. Сразу помѣстить удачно кривую, особливо въ горной мѣстности, довольно трудно. При рекогносцировочныхъ изысканіяхъ не требуется вовсе правильная трассировка линіи, а требуется главнымъ образомъ удачный выборъ направленія линіи и собраніе для этого всѣхъ необходимыхъ матеріаловъ. Прибѣгая къ ускоренной разбивкѣ кривыхъ малыми углами (см. Глава: «О предварительныхъ изысканіяхъ» легко можно усмотрѣть во время работы насколько кривыя удачно ложатся на косогорѣ. При веденіи линіи малыми углами всегда можно своевременно остановиться, по чему большихъ угловъ совѣтуется не употреблять.

Дальше нами изложены пріемы веденія линіи и нивеллировки попикетно по кривымъ безъ разбивки закругленій и безъ выноса пикетовъ на кривую.

17) **Уклоны** обыкновенно назначаются техническими условіями отъ 0,001 до 0,017 и для спеціальныхъ горныхъ дорогъ до 0,025. На нѣкоторыхъ горныхъ дорогахъ существуютъ уклоны больше, какъ напримѣръ на Карской 0,028; на Тквибульской ж. д. до 0,04. Радіусы самые меньшіе 80 саж.

Ведущій линію, долженъ все время полевыхъ работъ стараться изучать мѣстность, пріучивая свой глазъ, дабы пріобрѣсти необходимую опытность и изыскательную сноровку.

18) **Проводники.** Въ мѣстности гористой, покрытой лѣсомъ, единственный способъ оріентироваться и отыскать водораздѣлъ въ цѣломъ хаосѣ хребтовъ, долинъ и отдѣльныхъ сопокъ: это взбираться на высокія сопки т. е., вершины горъ и съ ихъ высоты опредѣлять, который изъ этихъ хребтовъ главный и которые изъ нихъ II разряда. Безъ этого единственнаго способа, ведущій линію будетъ постоянно сбиваться и блуждать,

ОТДЕЛ РЕДКОСТЕЙ

теряя напрасно время и рабочія силы. Не слѣдуетъ даже иногда останавливаться передъ необходимостью произвести нѣкоторую рубку лѣса на сопкѣ, дабы открыть горизонтъ мѣстности; или же влѣзать съ компасомъ и биноклемъ на вершины деревьевъ, дѣлая насколько возможно глазомѣрную съемку всего видимаго горизонта. Изыскатель, знакомясь съ мѣстностью, а также нерѣдко при веденіи линіи, особенно въ лѣсахъ, долженъ прибѣгать къ помощи проводниковъ. Услуги проводниковъ очень важны, но таковым и надо умѣть пользоваться, провѣряя ихъ показаніями у другихъ старожилъ, а также личнымъ осмотромъ. При веденіи линіи въ мѣстности покрытой хребтами, лѣсомъ или застроенной, можно при заданіи угла, пользуясь показаніями проводника иногда сразу удачно направить линію въ обходъ препятствія, въ желаемомъ разстояніи, для чего, провѣшивъ линію, по указанію проводника, надо, дабы направленіе линіи онъ точно провѣрилъ, вставъ у инструмента на линіи.

Въ послѣднее время усовершенствованы новые пріемы съемки мѣстности, а именно фототеодолитомъ, фототопографіей съ воздушнаго шара и прочіе, коимъ нами ниже отведена цѣлая глава.

19) **Рекогносцировочныя съемки.**—Когда нѣтъ съемокъ данной мѣстности, то таковыя съемки изыскателю зачастую приходится снимать самому. См. п. 35 стр. 204.

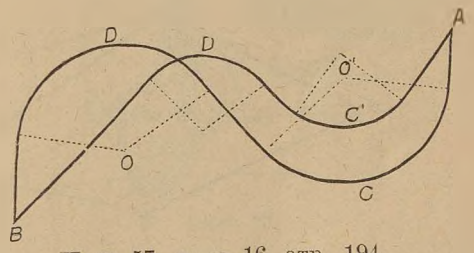
Для глазомѣрной съемки лучше всего употреблять простой компасъ, возможно большихъ размѣровъ, анероидъ съ поправкою изъ обсерваторіи, графленую бумагу, наклеиваемую на папку или портфель, шагомѣръ (на чистомъ мѣстѣ) и карманный дальномѣръ Сушье, а также горную буссоль и карманный нивеллиръ Герляха. Черт. 61 стр. 205.

Наносить надо всѣ детали ситуаціи и конфигураціи почвы, даже самыхъ отдаленныхъ предметовъ. Высоты, по показанію одного анероида, приведеннаго къ 0° ртутнаго барометра довольно точны и получаются прямо изъ табл. III, стр. 12, приложенной въ концѣ книги. По пути слѣдуетъ при такой съемкѣ наносить главнымъ образомъ точки maximum и maximum относительныхъ высотъ, а главное устья всѣхъ долинъ и ихъ отдѣльные перевалы.

Разстоянія мѣренныя шагами слѣдуетъ повѣрять по времени

часовъ или верхомъ, опредѣливъ точно и заблаговременно аллюръ лошади. Подобной съемкой въ гористой и трудной мѣстности не слѣдуетъ пренебрегать. Чѣмъ больше затрачено времени и труда на подготовительныя рекогносцировки, тѣмъ дешевле и лучше будутъ самыя изысканія. При этомъ не совѣтуется торопиться рѣшеніемъ успѣха результатовъ какого-нибудь варіанта, не имѣя точныхъ цифровыхъ данныхъ и вообще къ дѣлу слѣдуетъ относиться безпристрастно и не увлекаясь. (См. гл. I).

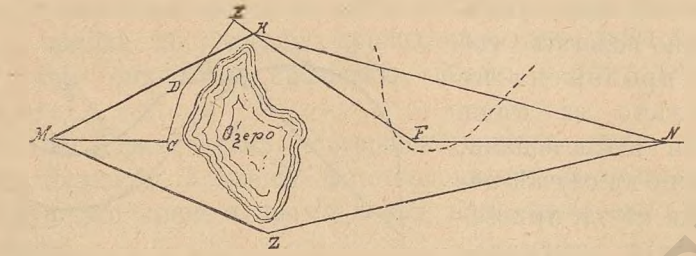
20) **Препятствія внутри угловъ.**—Первое основное правило хорошо спроектированной линіи то, чтобы всѣ препятствія были внутри кривыхъ, т. е. внутри угловъ и чтобы не было угла безъ препятствія внутри его (черт. 58 на стр. 198). Разъ это правило не соблюдено, смѣло можно полагать, что линія проложена не правильно за очень рѣдкими исключеніями, (а именно въ случаѣ недостатка мѣста, при пересѣченіи нѣсколькихъ препятствій на очень близкомъ разстояніи). И такъ при правильной трассировкѣ линіи всѣ кривыя въ оврагахъ и падяхъ должны лежать дугой къ вершинѣ. При пересѣченіи выступающихъ мысовъ кривая должна лежать выпуклой стороной внизъ по уклону и ни въ какомъ случаѣ не наоборотъ. При соблюденіи этого правила никогда не будетъ лишнихъ угловъ. Зачастую неопытный изыскатель, упершись въ препятствіе, уходитъ отъ него, т. е. сворачиваетъ съ линіи и тогда вмѣсто двухъ угловъ (черт. 59 стр. 199) получается четыре.



Черт. 57, къ п. 16, стр. 194.

21) **Относъ линіи.**—Для рекогносцировокъ и даже предварительнаго изысканія можно предложить простой способъ пройти линіей, соблюдая вышеуказанное правило черезъ нужныя точки, обойдя надлежаще всѣ препятствія, и не возвращаясь назадъ, а именно: прибѣгая къ относу линіи на желаемое мѣсто. Промѣривъ величину этого относа, находимъ по тангенсу въ таблицахъ Кренке уголъ, на который слѣдуетъ измѣнить направленіе линіи, дабы пройти точно черезъ

выбранную точку внѣ препятствія; длина линіи A, B будетъ играть роль радіуса, а длина относа $B\ C$—касательной. Умноживъ послѣднюю величину на $1000 : A$ ищемъ полученную длину въ таблицахъ Кренке, въ графѣ тангенсы. Половина соотвѣтствующаго угла будетъ искомый уголъ относа, на который слѣдуетъ измѣнить предыдущій уголъ (см. черт. 59). На отнесенной линіи не будетъ доставать нѣсколькихъ отмѣтокъ, но таковыя можно прикинуть профилями или даже въ ровной мѣстности оставить временно тѣ же. Продолжая далѣе линію и снова натолкнувшись на препятствіе, вновь прибѣгаютъ къ относу, дабы пройти черезъ нужную точку, въ обходъ препятствія и, поступая такимъ образомъ все время, трассируемъ ли-



Черт. 58.

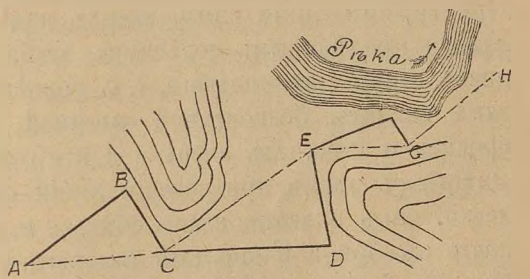
нію черезъ нужные пункты, причемъ нѣтъ ни одного лишняго угла и всѣ препятствія будутъ находиться внутри угловъ. Пріемъ этотъ достаточно точенъ для рекогносцировочныхъ линій, когда ее ведутъ, не прибѣгая къ помощи плана, а сразу заносятъ высчитанный уголъ въ пикетажъ. При предварительномъ изысканіи надлежитъ послѣ этого второй разъ и послѣдній пройти уже по окончательному направленію и сразу получить лучшую желанную линію. Во всякомъ случаѣ при рекогносцировкѣ можно не возвращаться назадъ съ цѣлью исправленія линіи.

22) **Обходъ препятствій.**—При рекогносцировкахъ, въ случаѣ рубки въ лѣсу, толстыя деревья и вообще крупныя препятствія, разрѣшается обходить простой перестановкой угломѣрнаго инструмента по другую сторону препятствія, довольствуясь провѣшаніемъ дальнѣйшей линіи по румбу задней линіи, безъ всякой другой связи въ планѣ съ задней линіей. Этотъ пріемъ

разрѣшается при рекогносцировочныхъ изысканіяхъ, когда имѣется нѣкоторый запасъ въ планѣ прямой линіи.

23) **Линія вдоль рѣки.**—При проложеніи линіи вдоль рѣки или оврага, слѣдуетъ осмотрѣть обѣ стороны, отдавъ предпочтеніе той сторонѣ, которая положе и менѣе пересѣчена боковыми рѣчками и балками.

Направляя линію вдоль рѣкъ, изыскатель обязанъ насколько возможно близко познакомиться съ бытовыми условіями рѣки, а также съ качествомъ и напластованіями горныхъ породъ по косогорамъ. Впрочемъ главное и самое серьезное вниманіе надлежитъ обратить на то, нѣтъ ли гдѣ на косогорахъ: плывуновъ, обваловъ, сдвиговъ, трясинъ и проч., а также изслѣдовать всѣ топкія и мокрыя мѣста по косогорамъ и возможность осушенія таковыхъ или отведенія грунтовыхъ водъ въ сторону, такъ какъ грунтовыя воды иногда бываютъ причиной большихъ разрушеній въ полотнѣ. Въ случаѣ болѣе серіозныхъ препятствій—таковыя мѣста лучше обойти.



Черт. 59.

Рекогносцировка должна выяснить, по какой сторонѣ долины вести линію. Кромѣ вышеуказанныхъ данныхъ лучше необходимы нивеллировки самаго высокаго горизонта воды въ теченіи послѣдняго столѣтія, сопровождаемые актами. Эти горизонты выяснятъ и документально докажутъ, имѣлъ ли право изыскатель направить линію по лугамъ, если они не заливаемы.

При веденіи линіи по косогору рѣки, слѣдуетъ держаться съ красной отмѣткой на 0,30 выше горизонта самыхъ высокихъ водъ, а по разливамъ большихъ рѣкъ 0,50 саж., а иногда 0,75, согласно техническимъ условіямъ. Вести линію выше безъ особенныхъ причинъ не слѣдуетъ, во избѣжаніе пересѣченія всѣхъ боковыхъ овраговъ большими насыпями.

Если рѣка судоходна, но судоходство по мелководью не обезпечено, то постройка дороги въ такихъ мѣстахъ обойдется дороже, такъ какъ линію придется строить въ крутыхъ обры-

вахъ на подпорныхъ стѣнкахъ на цементѣ, дабы отсыпями и отвалами отработаннаго грунта не съужать и вообще не засорять русла *). Эти соображенія и др., въ зависимости отъ бытовыхъ условій рѣкъ, изыскатель всегда долженъ имѣть въ виду при выборѣ линіи и проектировкѣ ея вдоль рѣкъ.

24) **Необходимость вести линію спускомъ.** — Въ случаѣ сплошного предѣльнаго ската, слѣдуетъ всегда вести линію съ перевала внизъ уклономъ, хотя бы даже была извѣстна высота перевала и разстояніе. Это необходимо потому, что если бы оказалось, что, слѣдуя предѣльнымъ спускомъ, линія повисла бы надъ дномъ тальвега, то, имѣя всегда грунтъ подъ ногами можно развить линію, заходя въ боковыя долины и пр. При веденіи линіи снизу вверхъ подъемомъ, въ случаѣ когда, слѣдуя предѣльнымъ подъемомъ линія оказалась бы слишкомъ низко, ниже дна тальвега, т. е. совсѣмъ уперлась бы въ землю, такъ сказать, безконечной выемкой, то пришлось бы линію бросить и начинать вновь, проектируя начало подъема раньше. Вмѣстѣ съ этимъ при веденіи линіи снизу вверхъ по тальвегу легко, какъ сказано выше, сбиться и изъ главной долины попасть въ боковой короткій тальвегъ и сразу упереться въ хребетъ **). Сказанное относится только къ рекогносцировкамъ и предварительнымъ изысканіямъ, когда неизвѣстны точно высоты переваловъ и длины долинъ. При окончательныхъ изысканіяхъ этотъ пріемъ не практируется, во избѣжаніе слишкомъ частыхъ, ненормальныхъ пикетовъ.

25) **Линія по косогору зигзагомъ.** При веденіи линіи косогоромъ долины, когда знаемъ отмѣтку и разстояніе перевала, слѣдуетъ все время слѣдить за разностью отмѣтокъ грунта и проэктной, при заданномъ подъемѣ и затѣмъ, если линія врѣзалась въ выемку, то слѣдуетъ повернуть въ сторону долины и на оборотъ, свалившись напрасно въ насыпь—поворачивать въ гору, лишь бы не возвращаться, т. е. можно вести линію зигзагомъ. Имѣя подобную, доведенную до конца профиль и получивъ разрѣшеніе начальника партіи, легко уже ее надлежаще исправить и повести окончательно.

---

*) Напримѣръ, какъ это имѣло мѣсто при постройкѣ Забайкальской ж. д. вдоль р. Ингоды.

**) Инженеры изыскатели въ Америкѣ всегда придерживаются этого пріема.

26) **Говорящая линія.** Способъ вышеизложенный довольно затруднителенъ и требуетъ большой исправности теодолита, почему предлагается лучше вести линію по отмѣткѣ, то есть слѣдить все время въ полѣ за проектной отмѣткой. Хорошо имѣть впереди линіи одну рейку и при помощи дальномѣра опредѣлять уклонъ, т. е. итти такъ называемой говорящей линіей, а еще лучше чертить сокращенный профиль въ пикетажной книжкѣ, подсчитывая отмѣтки въ полѣ.

Въ мѣстности открытой, постепенно возвышающейся, общій подъемъ которой оканчивается видимымъ переваломъ, —для того чтобы убѣдиться о возможности перехода этого перевала и пр. сотеннымъ подъемомъ, безъ развитія линіи, можно воспользоваться простымъ нивеллиромъ и рейкой. Отмѣривъ возможно точнѣе лентой 10 до 50 саж, ставятъ на этомъ разстояніи отъ нивеллира рейку, выбравъ для этого болѣе или менѣе ровное мѣсто. Приводятъ нивеллиръ точно въ горизонтальное положеніе и читаютъ показаніе на рейкѣ, напр. 1,10 саж., затѣмъ однимъ винтомъ или двумя, смотря по положенію трубы, приподнимаютъ или опускаютъ конецъ трубы съ объективомъ на 0,10 или 0,50 саж. смотря по разстоянію и визируютъ на рейку. Если визирная линія проходитъ черезъ верхъ перевала видимаго на горизонтѣ, то понятно, что на перевалъ возможно взойти сотеннымъ уклономъ см. п. 27.

27) **Летучія профиля.** Въ мѣстности болѣе трудной, но все-таки легкой и открытой прибѣгаютъ къ помощи летучихъ профилей, вычертивъ которые въ полѣ на планчикѣ, иногда сразу опредѣляютъ точки найменьшихъ работъ, почему совѣтуется брать съ собой необходимыя чертежныя принадлежности. При большомъ количествѣ профилей, таковой планчикъ надо ежедневно вычерчивать дома и, спроектировавъ линію, на слѣдующій день въ полѣ повести уже настоящую линію.

28) **Линія опредѣленнаго уклона на мѣстности.** При помощи теодолита съ дальномѣрной трубой и рейки можно назначить на земной поверхности линію опредѣленнаго уклона. Для этого надо поставить нуль ноніуса такъ, чтобы отсчетъ по кругу и ноніусу былъ равенъ углу, соотвѣтствующему опредѣленному уклону или тангенсу, что можно сдѣлать при помощи таблицъ логариѳмовъ (см. табл. XX). Когда нуль ноніуса вертикальнаго круга поставленъ на соотвѣтствующее

мѣсто, то измѣряютъ при помощи рейки высоту оси вращенія инструмента надъ точкою, въ которой стоитъ теодолитъ, устанавливаютъ цѣль рейки точно на эту высоту и посылаютъ рабочаго поставить рейку въ нѣкоторой точкѣ мѣстности въ разстояніи ста или болѣе саженей отъ теодолита, затѣмъ, направивъ трубу теодолита на рейку вращеніемъ алидады или лимба, смотрятъ на горизонтальный волосокъ трубы и ставятъ ощупью трубу на волосокъ. Нѣсколькими перестановками реечника можно достигнуть того, что, наконецъ, рейка будетъ поставлена въ такой точкѣ, что линія, соединяющая эту точку съ точкой стоянія теодолита, имѣетъ уклонъ, соотвѣтствующій углу наклоненія визирной оси. Конечно, для этого необходимо, чтобы теодолитъ былъ вполнѣ вѣренъ, относительно уровня и относительно мѣста нуля вертикальнаго круга. Переставивъ теодолитъ въ точку, гдѣ стояла рейка, можно продолжать работу по прежнему и назначить линію даннаго уклона.

Чтобы не искать въ таблицахъ логариѳмовъ тангенсы, полезно составить табличку угловъ соотвѣтственно тѣмъ уклонамъ, какіе придется разбивать на мѣстѣ, хотя бы съ точностью до 1 минуты.

Величина уклона.	Величина угла.	Величина уклона.	Величина угла.	Величина уклона.	Величина угла.
	° ′ ″		° ′ ″		° ′ ″
0,005	0 17 10	0,014	0 48 10	0,035	2 0 20
0,006	0 20 40	0,015	0 51 30	0,040	2 17 30
0,008	0 27 30	0,020	1 8 40	0,045	2 34 40
0,010	0 34 20	0,025	1 26 0	0,050	2 51 40
0,012	0 41 10	0,030	1 43 10	0,010	5 42 40

Практика дѣла показала, что употребленіе теодолита съ цѣлью обозначенія на мѣстѣ линіи съ уклономъ можетъ дать въ результатѣ значительное ускореніе работы *).

При опредѣленіи вертикальныхъ угловъ теодолитомъ будетъ практически достаточно, если съ помощью его можно опредѣлять углы съ точностью до минуты.

Понятно, что пользованіе этой таблицей возможно только

*) См. пунктъ 25.

тогда, когда теодолитъ тщательно вывѣренъ и работающій настолько освоился съ этимъ инструментомъ, что обращеніе съ нимъ не представляетъ для него трудностей.

29) **Варіантъ на города и заводы.** Въ тѣхъ случаяхъ, когда выбранное по картѣ направленіе проходитъ мимо городовъ, заводовъ и, вообще, населенныхъ пунктовъ, всегда полезно изслѣдовать какъ варіанты, на сколько возможно, направленія, заходящія въ эти пункты, если отклоненіе отъ дороги на картѣ было сдѣлано вслѣдствіе трудности и невыгодности проведенія ея чрезъ нихъ. если они находятся или въ котловинахъ, или на возвышенностяхъ. (См. Гл. XIII, мѣстное и сквозное движенія стр. 55.

30) **Разспросы у старожилъ.** При рекогносцировкахъ, какъ сказано выше, слѣдуетъ обращаться съ разспросами къ мѣстнымъ старожиламъ, но какъ бы достовѣрными ни казались свѣдѣнія, добытыя такимъ путемъ необходимо самому подробно провѣрять ихъ, такъ, напр. изъ разспросовъ мѣстныхъ жителей можно придти къ заключенію, что данный пунктъ, чрезъ который предполагается провести дорогу, непроходимъ, то, конечно этому нельзя вѣрить, и прежде чѣмъ согласиться съ этимъ, надо самому изслѣдовать это мѣсто. Иногда лучшіе пути кажутся неопытнымъ несвѣдущимъ людямъ недоступными и наоборотъ мѣста съ уклономъ болѣе предѣльнаго, недоступныя, но ровныя кажутся иногда легкими. Даже мало опытные изыскатели часто въ этомъ отношеніи ошибаются.

31) **Пояснительная записка.** Всѣ свѣдѣнія, собранныя какъ личными наблюденіями, такъ и при помощи разспросовъ мѣстныхъ жителей, независимо отъ описанія мѣстности и всѣхъ статистическихъ данныхъ, слѣдуетъ записывать въ особую книжку сейчасъ же по полученіи этихъ свѣдѣній, не надѣясь на память. Въ этой книжкѣ полезно отмѣтить всѣ тѣ мѣста, чрезъ которыя, нельзя провести дорогу вслѣдствіе тѣхъ или другихъ соображеній, хотя дорога на картѣ назначена проходящею чрезъ эти мѣста. На основаніи этихъ данныхъ составляется подробная пояснительная записка. См. Приложенія Пояснительная записка, Тифлисъ—Карсъ ж. д. и др.

32) **Планы горизонталей.** Рекогносцировочныя данныя должны быть таковы, чтобы на основаніи этихъ данныхъ имѣлась возможность въ мѣстахъ болѣе затруднительныхъ соста-

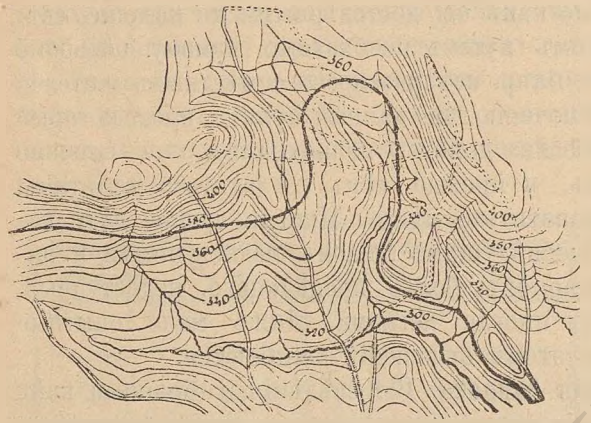
© ГПБ СПбГАУ

вить продольные профиля, подробные или сокращенные, смотря по мѣсту и согласно полученныхъ инструкцій.

Въ такихъ мѣстахъ снимаются въ случаѣ надобности рекогносцировочные планы горизонталей, дабы по нимъ можно составить рекогносцировочный профиль.

33) **Разцѣнка рекогносцировочной линіи.** Должно быть выяснено экономическое значеніе и сравнительныя преимущества каждаго изъ изслѣдованныхъ рекогносцировками направленій опредѣленіемъ примѣрной разцѣнки сооруженія линій, и ожидаемой приблизительной доходности, т. е. движенія пассажирскаго и грузового.

34) **Вѣдомости работъ.** На основаніи всѣхъ собранныхъ свѣдѣній, требуется представить вѣдомости искусственныхъ сооруженій и количества земляныхъ работъ, составленныхъ по рекогносцировочнымъ профиля и осмотру линій на мѣстности. Другихъ вѣдомостей обыкновенно не требуется.

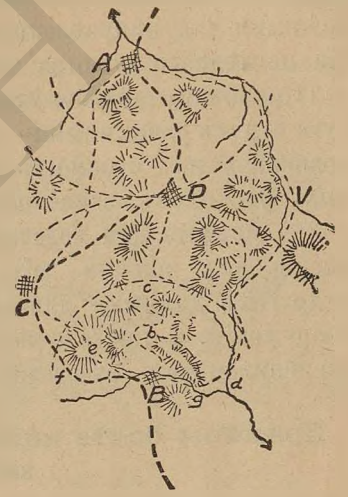


Черт. 60.

При производствѣ рекогносцировки, слѣдуетъ также обратить вниманіе на грунтъ земли, по которому пролегаетъ линія, чтобы можно было составить себѣ понятіе о дороговизнѣ или дешевизнѣ земляныхъ работъ. Кромѣ того, необходимо собирать насколько возможно будетъ, у мѣстныхъ жителей свѣдѣнія о строительныхъ матеріалахъ. Иногда жители, не желая постройки жел. дороги, скрываютъ и вообще даютъ невѣрныя показанія, почему таковыя обязательно провѣрять у мѣстныхъ правительственныхъ властей.

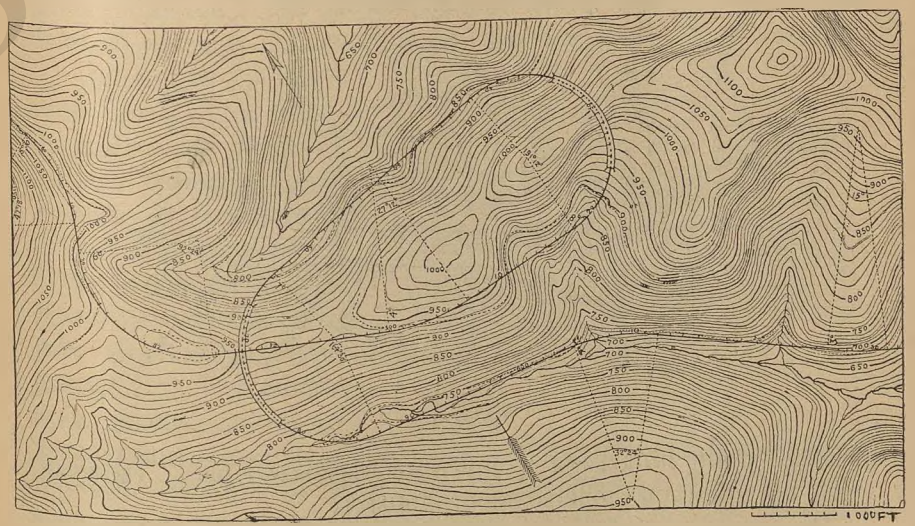
35) **Варіанты.** Когда для мѣстности, по которой производятся рекогносцировочныя изысканія, нѣтъ подробныхъ топографическихъ картъ даже десятиверстнаго масштаба, то рекогносцировку надлежитъ произвесть не по одной линіи, а по нѣсколькимъ, по мѣрѣ надобности, направленіямъ.

Черт. 61 представляетъ намъ рекогносцировочный планъ, снятый рекогносцировочными инструментами, совершенно достаточный для рекогносцировочнаго выбора лучшаго направленія линіи среди отдѣльныхъ сопокъ и падей. Все искусство изыскателя состоитъ именно въ умѣніи, пользуясь рекогносцировочными, иногда самыми простыми инструментами, произвести всѣ нужныя полевыя работы и выбрать лучшее направленіе затративъ минимумъ времени и средствъ. Здѣсь требуется однако на ряду съ большой опытностью и знаніемъ желѣзнодорожнаго дѣла своего рода артизмъ. См. п. 19 стр. 196.



Черт. 61.

Въ большинствѣ случаевъ начальными и конечными пунктами дороги, оказываются либо города, либо станціи желѣзныхъ дорогъ, почему рекогносци-



Черт. 62.

ровка должна выяснить точно, гдѣ нужно расположить начальную и конечную станціи.

ОТПЕЧАТОК

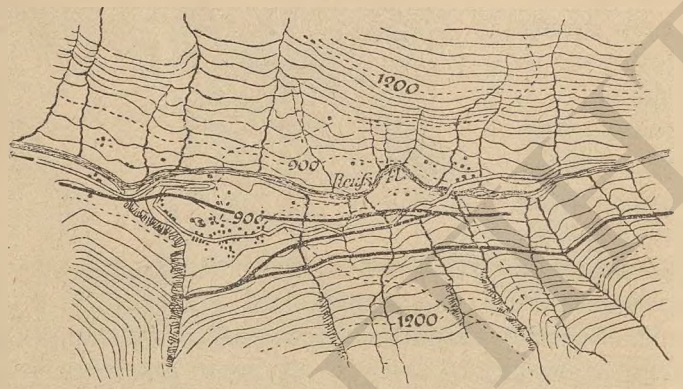
Вся эта площадь должна быть снята, хотя бы приблизительно и изучена по всѣмъ направленіямъ, кои окажутся возможными для направленія дороги хотя бы только на основаніи нагляднаго осмотра мѣстности.

При этомъ должно выяснить, какіе участки проектируемаго пути будутъ равнинными—какіе, предгорными и какіе, горными, сравнивая ихъ стоимость въ зависимости отъ эксплоатаціонныхъ расходовъ, зависящихъ отъ движенія и профили пути.

36) **Данныя для подсчета отверстій и водоснабженія.** Рекогносцировка должна дать ясное представленіе о бассейнахъ и другихъ данныхъ для выясненія отверстій искусственныхъ сооруженій, а также о водоснабженіи, хотя бы по таблицамъ (приближенныхъ отверстій).

Примѣры болѣе интересныхъ топографическихъ затрудненій.

Въ Россійской Имперіи много интересныхъ примѣровъ удачнаго развитія линіи на Кавказѣ и Уралѣ. Тѣмъ не менѣе наши техническія условія не разрѣшаютъ намъ петель, т. е. пересѣченія віадукомъ линіи. Какъ примѣръ подобнаго пере-



Черт. 63.

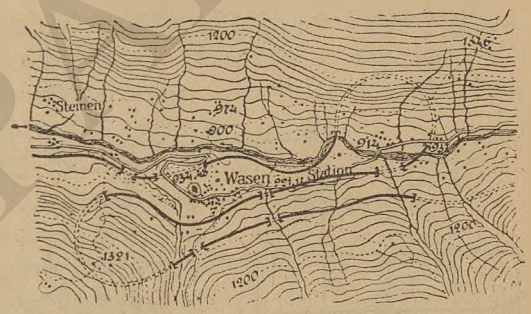
сѣченія линіи віадуками и притомъ нѣсколько разъ, укажемъ ниже на примѣры дорогъ иностранныхъ.

Въ случаѣ, если длина протяженія отъ начальной точки до водораздѣла будетъ больше, чѣмъ это требуетъ подъемъ долины,

*) Примѣчаніе къ стр. 207: Повороты показанные пунктпромъ — представляютъ тоннели въ косогорахъ.

то послѣдній конечно слѣдуетъ уменьшить, вводя болѣе пологіе подъемы въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ это окажется цѣлесообразнымъ, для сбереженія расходовъ на постройку.

Въ тѣхъ мѣстахъ однако, гдѣ длина линіи не будетъ достаточна для господствующаго подъема, нужно будетъ особымъ способомъ достичь удлиненія линіи.

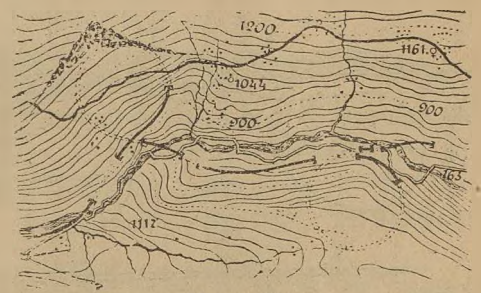


Черт. 64.

Исполнить это возможно смотря по характеру мѣстности и состоянію грунта посредствомъ въѣздовъ въ боковыя долины (черт. 60), помощью образованія двоіиныхъ поворотовъ въ главной долинѣ (черт. 64), образованіемъ петель (черт. 62 и 65) примѣненіемъ двухъ тупиковъ (чер. 63, 69 и 71) *).

Также можно воспользоваться двумя близь лежащими боковыми долинами, когда расположенный между ними бугоръ можетъ быть прорѣзанъ незначительною выемкою или же тоннелемъ.

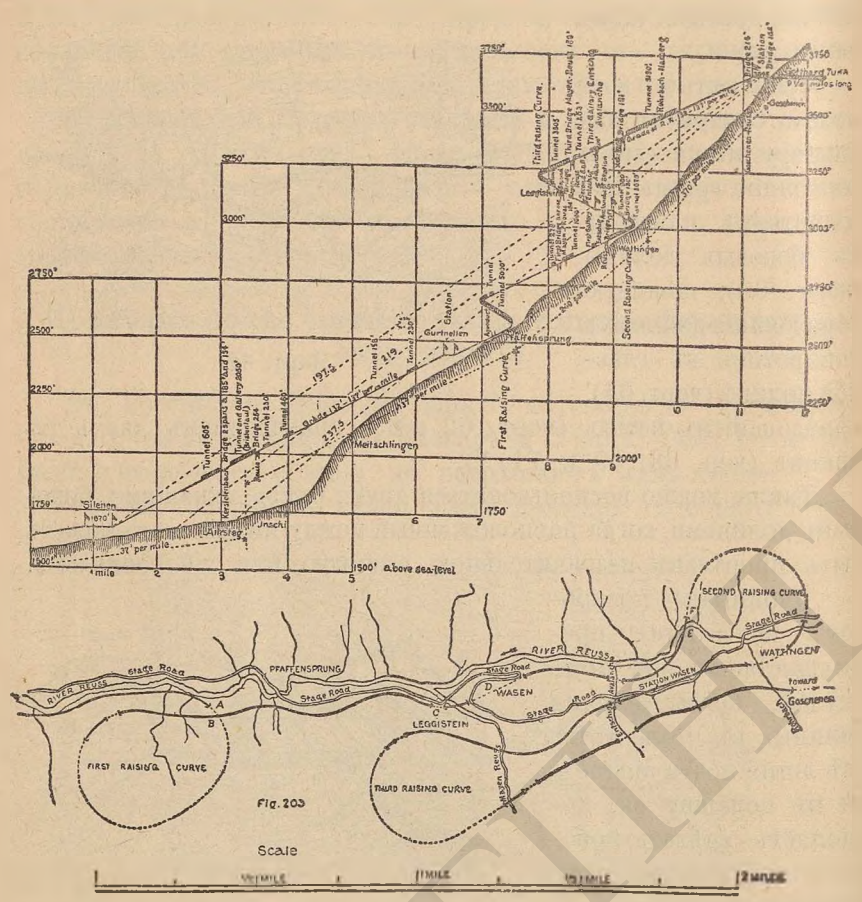
Двойнымъ поворотомъ пользуются преимущественно въ томъ случаѣ, когда ширина долины, въ томъ мѣстѣ гдѣ линія почти врѣзается въ подошву ея, дозволяетъ сдѣлать поворотъ полукругомъ наименьшаго радіуса, не врѣзаясь значительно въ откосы долины (черт. 64 и 65). Повернутая линія, при постоянномъ подъемѣ слѣдуетъ до тѣхъ поръ по противоположному склону, пока опять уширеніе, образованное большею частью впадающей боковой долины, дозволитъ расположить вторичный поворотъ на дальнѣйшемъ подъемѣ линіи по главной долинѣ.



Черт. 65.

*) Подобное развитіе линіи дешево, но для движенія опасно. Въ Германіи оно примѣнено на нѣсколькихъ дорогахъ.

Въ указанныхъ примѣрахъ линія трассирована по тремъ почти параллельнымъ направленіямъ, лежащимъ на разныхъ высотахъ. Такого рода развитіе линіи встрѣчается на Шварцвальдской и С.-Готтардской желѣзныхъ дорогахъ (черт. 66). На С.-Готтардской желѣзной дорогѣ встрѣчаются сплошные пре-

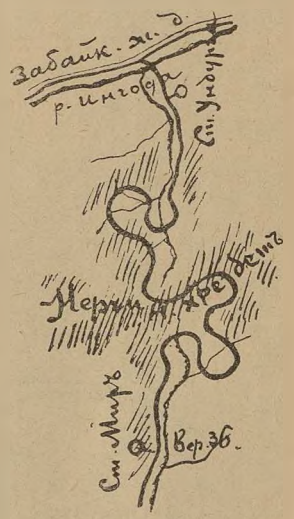


Черт. 66.

дѣльные подъемы въ 26‰ на протяженіи отъ 8 до 9 км. безъ всякихъ подраздѣляющихъ площадокъ.

Петли примѣняемыя въ ущельяхъ, которыя допускаютъ этотъ поворотъ образуютъ кругъ съ подъемомъ. Слѣдуетъ пользоваться при этомъ, а также при обратномъ поворотѣ боковыми долинами для возможности вести линію въ открытой мѣстности, но есть примѣры построекъ и совершенно безъ присутствія боковыхъ долинъ, причемъ устроены поворотные туннели въ крутыхъ косогорахъ, что часто встрѣчается на С.-Готтардской желѣзной дорогѣ.

Примѣненіе двухъ тупиковъ (черт. 63) хотя составляетъ самый дешевый способъ поднятія вверхъ, но движеніе по нимъ вслѣдствіе нѣсколькихъ тупиковыхъ станцій неудобно и даже опасно *). Въ Германіи такой примѣръ встрѣчается около Эльмы при подъемѣ на водораздѣлъ между Майномъ и Фульдою. Въ Австріи они встрѣчаются на протяженіи Клостерграбъ-Молдава, затѣмъ въ Перу на желѣзной дорогѣ Лима — Ороя и въ Синихъ горахъ въ Австраліи, а также на нѣкоторыхъ желѣзныхъ дорогахъ Сѣверной Америки.



Черт. 67.

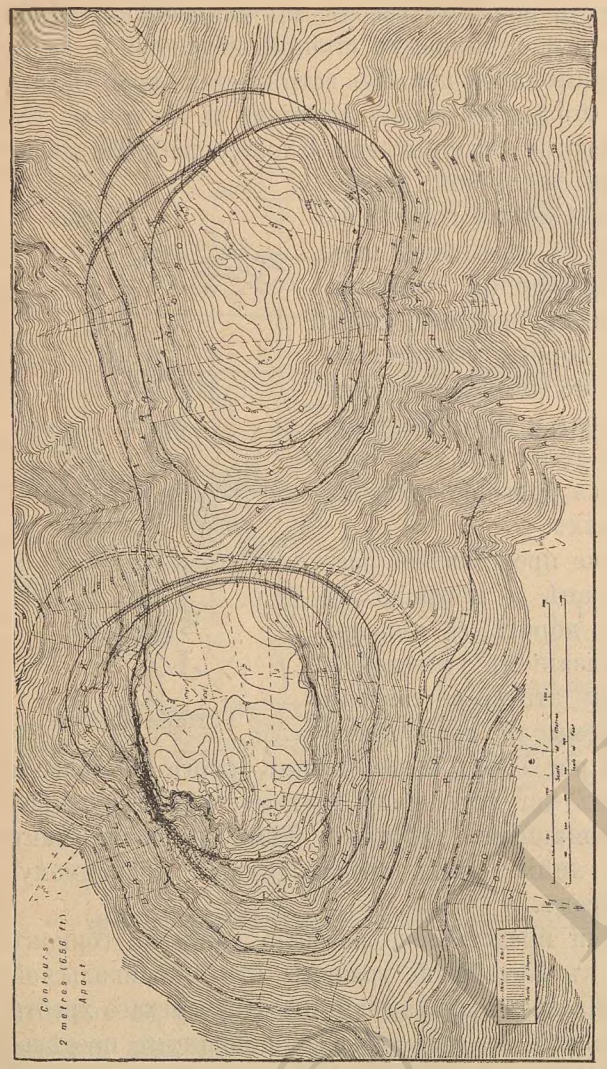
Помощью этихъ приспособленій подъемъ желѣзной дороги значительно можно уменьшить, но стоимость этихъ приспособленій велика и употреблять въ дѣло ихъ слѣдуетъ только въ томъ случаѣ, когда ожидается большое движеніе въ крайнихъ случаяхъ.

На черт. 66 нами представлено развитіе линіи, въ планѣ и профили на С.-Готтардской жел. дорогѣ, со стороны Швейцаріи съ показаніемъ туннелей и віадуковъ. Проектъ этотъ составленъ не экономно, въ смыслѣ громадныхъ эксплоатаціонныхъ расходовъ и несомнѣнно дорога эта должна будетъ со временемъ уступить мѣсто другимъ, лучше и раціональнѣе спроектированнымъ дорогамъ. Тѣмъ не менѣе, какъ образецъ развитія линіи среди непроходимыхъ, повидимому, горъ, очень интересенъ.

На черт. 67 нами представлено развитіе линіи на горномъ участкѣ, на вѣтви къ Китайской границѣ отъ Забайкальской желѣзной дороги. На всемъ протяженіи отъ Нерченскаго хребта спускъ запроектированъ въ обѣ стороны сплошнымъ предѣльнымъ уклономъ 0,017 при радіусѣ 150 саж. на протяженіи 36 верстъ. Благодаря этому удачному развитію линіи, безъ всякихъ петель и тупиковъ, удалось достигнуть значительной эконо-

*) У насъ въ Россіи подобное развитіе линіи не допускается.

міи и сокращенія транзита. За невозможностью развить линію съ южной стороны, дабы избѣжать слишкомъ большихъ работъ, пришлось устроить ст. Бабажа на площадкѣ, длиной по продольному профилю въ 100 саж. съ устройствомъ двухъ хвостовъ съ тупиками въ одной горизонтальной плоскости съ самой станцей.



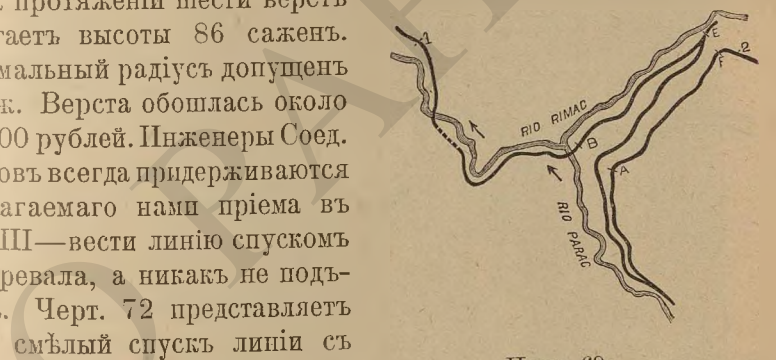
Черт. 68.

На черт. 68 нами приведенъ рѣдкій примѣръ сложной петли (Чучилло) выстроенной на Уніонъ Пассификъ жел. дор. въ С. Америкѣ, гдѣ развитіе линіи между двумя точками отстоящими между собою на 80 саж. достигло около 5 вер. при предѣльномъ подъемѣ. Вся дорога выстроена среди безальтовыхъ скалъ съ віадуками на спиралях.

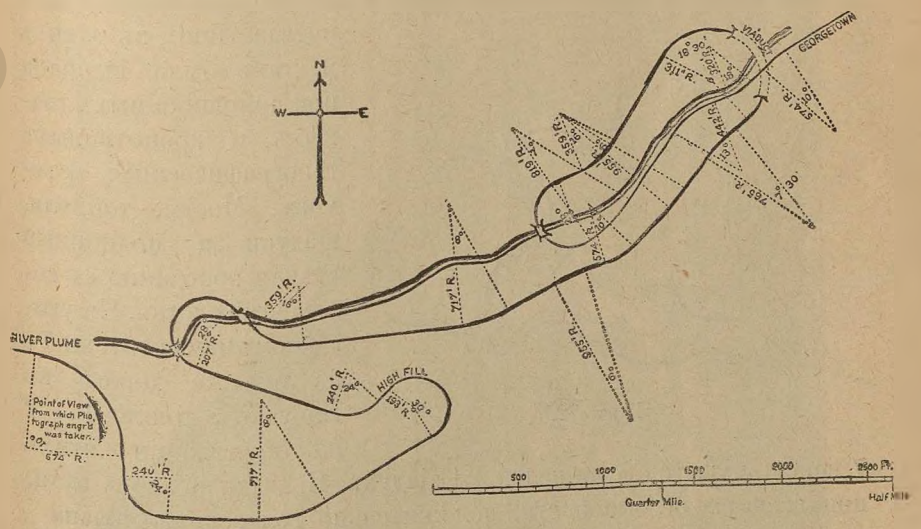
На черт. 70 и 73 нами представлено развитіе линіи на вѣтви къ Джорж-Тоуэнъ Уніонъ-Пасифик. ж. д. съ желѣзными мостами, выстроенными на кривыхъ и віадуками черезъ рѣку, съ петлями и пр.

Это единственный примѣръ самаго смѣлаго развитія линіи

съ желѣзнымъ віадукомъ на кривой радіусомъ 45 саженъ. Панорама (черт. 73) представляетъ общій видъ этой мѣстности. Предѣльный подъемъ 0,03. Линія на протяженіи шести верстъ достигаетъ высоты 86 саженъ. Минимальный радіусъ допущенъ 29 саж. Верста обошлась около 176.000 рублей. Инженеры Соед. Штатовъ всегда придерживаются предлагаемаго нами пріема въ Гл. VIII—вести линію спускомъ съ перевала, а никакъ не подъемомъ. Черт. 72 представляетъ очень смѣлый спускъ линіи съ горы *E* въ долину рѣки Амэка. Разстояніе отъ *E* до *A* по прямойлиніи $7^1/_2$ вер., при высотѣ перевала *E* надъ точкой *A* всего 269 саженей. Представлены на черт. 72 два варіанта:



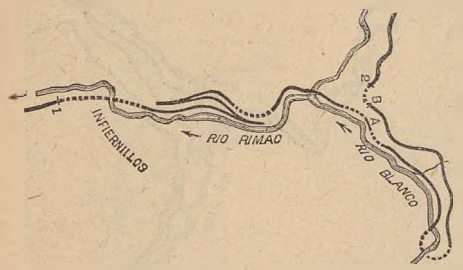
Черт. 69.



Черт. 70.

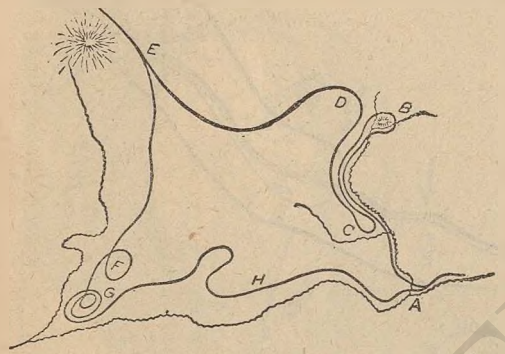
съ лѣвой стороны—варіантъ *GFH* представленъ нами отдѣльно на черт. 68, со съемкой горизонталей всей мѣстности. Вся спираль расположена въ узкомъ скалистомъ ущельи, среди ба-

зальтовыхъ скалъ. Произведенныя здѣсь топографическія съемки, кои мы имѣли возможность видѣть въ оригиналѣ на мѣстности поражаютъ чистотой и отчетливостью чертежа, несмотря на самую большую крутизну скатовъ. Съ правой стороны представленъ отдѣльный варіантъ *EDCBA*.



Черт. 71.

Черт. 69 представляетъ станцію съ тупикомъ по линіи Лима Оройа въ Пэру. (Идея эта у насъ въ Россіи нашла приложеніе на нѣкоторыхъ дорогахъ.) Разстояніе между точками 1 и 2 равно $7^1/_2$ верстъ; высота же точки 1 надъ 2 около 3 верстъ. Горизонтальное разстояніе между точками *E* и *F* равно 66 саж.; вертикальное же разстояніе, т. е. высота точки *F* надъ *E* равна 76 саж., стало быть крутизна косогора болѣе одиночнаго. Много подобныхъ мѣстъ, недоступныхъ для двуногихъ сдѣлали американскіе изыскатели доступными для же лѣзнодорожнаго поѣзда. Линія въ такихъ мѣстахъ была выбрана при помощи самыхъ точныхъ и кропотливыхъ топографическихъ съемокъ. Мосты, тоннели, віадуки и подпорныя стѣнки постоянно съ собою чередуются. На указанномъ нами чертежѣ 71 на той же дорогѣ въ Пэру отъ точки 1 — 2 на протяженіи этихъ 7 верстъ имѣется 8 тоннелей и 4 віадука. Поѣздка по этому пути, при всей ея безопасности, положительно головокружительна.

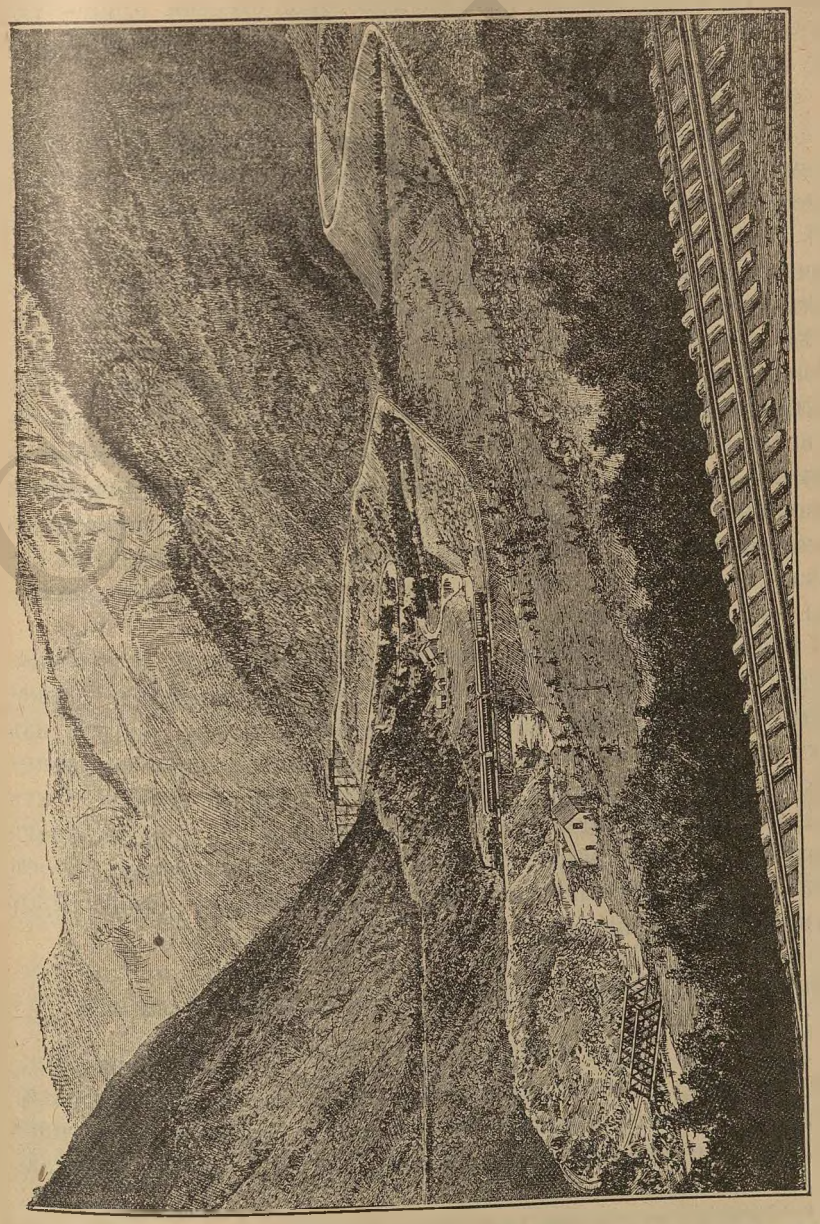


Черт. 72.

Профиль этого пути извѣстенъ подъ названіемъ Готическій, а сама дорога — дорогой сильныхъ ощущеній.

Станціонныя площадки, глядя на продольный профиль главнаго пути, имѣютъ мѣстами длину лишь 50 саженъ. Все горизонтальное развитіе станціи распредѣлено по горизонта-

лямъ косогора въ планѣ, помощью, такъ сказать, хвостовъ съ



Черт. 73.

тупиками, такъ что въ планѣ длина горизонтальныхъ площадокъ имѣетъ саж. 300 и 400, хотя по продольному профилю площадки

саж. 50, дабы не терять разстоянія для подъема линіи на перевалъ. Эта идея нашла у насъ въ нѣкоторой степени приложеніе на вѣтви отъ Забайкальской ж. д. къ Китайской границѣ на ст. Бабажа, объ чемъ сказано выше.

Всѣ указанные нами здѣсь пути ширококолейные.

Подобное облегченіе техническихъ условій, какое мы встрѣчаемъ въ западной Европѣ, а въ особенности въ Америкѣ, даетъ возможность, индивидуализируя дороги, строить ихъ тамъ, гдѣ безъ этого постройка ихъ была невозможна. Все экономическое развитіе и обогащеніе края обязано главнымъ образомъ этой свободѣ. Облегченію условій, какими владѣютъ, умѣючи пользуясь инженеры въ Америкѣ при постройкѣ желѣзныхъ дорогъ. Американцы на путяхъ первостепенныхъ не жалѣютъ средствъ на изысканія, дабы пріискать лучшія направленія и развить линіи, не допуская крутыхъ подъемовъ и малыхъ радіусовъ, но за то, умѣючи пользуясь техническими условіями, недоступныя даже для четвероногихъ животныхъ косогоры — они дѣлаютъ доступными для цѣлыхъ желѣзнодорожныхъ поѣздовъ, взбираясь среди горныхъ ущельевъ на крутыя вершины горныхъ хребтовъ.

Вышеуказанные намл примѣры развитія линіи и техническихъ условій за границей въ другихъ государствахъ приведены, конечно лишь для иллюстраціи и далеко не всѣ изъ нихъ могутъ служить примѣрами раціонально спроектированныхъ линіи. Напримѣръ развитіе линіи помощью петель съ ихъ віадуками и тоннелями на С. Готардской ж. д. представляетъ поразительный примѣръ смѣлаго замысла изыскателей, но съ точки зрѣнія экономической, какъ выше сказано, дорога спроэктирована нераціонально.

Рекогносцировки и изысканія Амурской линіи *).

Какъ примѣръ, производства у насъ лучшихъ рекогносцировочныхъ работъ надлежитъ указать на рекогносцировки, предшествовавшія изысканіямъ Амурской линіи въ Восточной Сибири. Эти работы представляютъ богатый вкладъ и когда-

*) Рекогносцировочныя изысканія, производившіяся у насъ отъ Покровской слободы, находящейся на лѣвомъ берегу Волги, противъ Саратова, чрезъ г. Новоузенскъ къ г. Уральску, въ 1886 г. должны были

нибудь сослужатъ свою службу. При этихъ изысканіяхъ впервые у насъ широко были примѣнены: барометрическія нивеллировки. совмѣстныя работы изыскателей съ топографами, промѣры и нивеллировки при помощи дальномѣра и другіе рекогносцировочные пріемы и инструменты, а также впервые у насъ было примѣнено опредѣленіе широтъ и долготъ астрономически, съ цѣлью опредѣленія разстояній между заданными точками и выясненія вѣрнаго ихъ на картѣ положенія. Опредѣленія широтъ и долготъ, за неимѣніемъ какихъ бы то ни было картъ глухой тайги, вызывала необходимость и эти работы были произведены. На каждую партію было взято по три анероида, также по одному хронометру и секстанту.

На нѣкоторыхъ участкахъ рекогносцировки захватили широкую полосу до 100 вер. и болѣе и были изслѣдованы рекогносцировками очень многія направленія.

Итакъ, напримѣръ, между станицами Рейново и Черняево, были пронивеллированы барометрически четыре направленія.

1) По долинѣ р. Амура непосредственно по косогору вдоль самой рѣки:

состоять въ осмотрѣ мѣстности и только въ затруднительныхъ случаяхъ въ разбивкѣ линіи, измѣреніи ея протяженія и въ опредѣленіи относительныхъ высотъ. На основаніи этихъ результатовъ, полагалось составить самыя приблизительныя вѣдомости главнымъ строительнымъ работамъ и планы съ профилями только самыхъ трудныхъ мѣстъ.

На самомъ же дѣлѣ, изыскателямъ удалось на отпущенныя для рекогносцировокъ средства пройти всю линію около 400 верстъ и представить весь проектъ дороги съ сплошною профилью со всѣми вѣдомостями и разцѣнкою. Тоже самое можно сказать по поводу рекогносцировокъ отъ Уфы до Екатеринбурга, а также отъ Уфы на Златоустъ до Челябинска въ 1883—1885 годахъ и пр.

Изъ этого примѣра вовсе не слѣдуетъ, чтобы при рекогносцировкахъ требовалась сплошная нивеллировка всей линіи (см. Гл. IX, стр. 184). Вышеуказанный примѣръ въ Геодезіи проф. Богуславскаго приведенъ, какъ примѣръ исключительный, въ мѣстности совершенно ровной и степной.

Рекогносцировки въ 1895—1896 году Китайской вѣтви отъ Забайкальской дороги до Цурухайтуя и дальше въ Маньчжурію могли бы ввести въ заблужденіе послѣдующихъ изыскателей и строителей. Правда, что инженеры, производившіе рекогносцировки Китайской вѣтви въ 1895—1896 г. представили 440 верстъ сплошной профили, и много красиво разрисованныхъ чертежей, но что же изъ этого, когда все избранное ими направленіе, оказалось въ послѣдствіи совершенно неудачнымъ. Ни одинъ пикетъ, ни одинъ шагъ ихъ труда не принесъ пользы. Все пройденное ими направленіе, начиная отъ неправильно избранной начальной точки Забайкальской жел. дор. ст. Ононъ до самаго конца

2) по водораздѣльному хребту Нюкжа параллельному къ рѣкѣ Амуру;

3) по р. Уркану, переваливъ въ эту долину черезъ перевалъ хребта Нюкжа;

4) по верхнимъ террасамъ косогора р. Амура, во избѣжаніе подпорныхъ стѣнокъ.

При длинѣ участковъ въ 200 вер. было произведено до 800 верстъ рекогносцировокъ на одну партію т. е. въ 4 раза болѣе длины участка.

Ко всѣмъ этимъ основнымъ направленіямъ пришлось снять много отдѣльныхъ варіантовъ, а также произвести съемки мѣстности гоніометромъ и лентой, съ барометрической нивеллировкой и горизонталями, прибѣгая для скорости къ самымъ упрощеннымъ пріемамъ рекогносцировочными инструментами, независимо отъ опредѣленія широтъ и долготъ астрономически, а также точнѣйшихъ измѣреніи и нивеллировокъ при окончательныхъ изысканій 1895—96 гг. Полевыя работы по рекогносцировкамъ 1894 г., произведеннымъ, согласно предлагаемыхъ нами указаніи, стр. 178, дали возможность выбрать и документально, оправдать лучшее, изъ числа многихъ, направленіе. Въ трудныхъ мѣстахъ были составлены планы горизонталей, по коимъ спроектированная линія была большей частью возстановлена на мѣстности. За неимѣніемъ картъ пришлось ежедневно вычерчивать планъ линіи и уменьшая его въ маасштабѣ карты наносить линіи на карту, дабы какъ мореплавателю въ морѣ коему не чѣмъ въ пути среди водъ ориентироваться не сбиться съ пути и правильно по лучшему, кратчайшему направленію провести линію дальше. Безъ этого пріема, морякъ и изыскатель, не обладающіе картой, положительно могутъ заблудиться.

Образцово составленныя инструкціи и техническія условія для производства Амурскихъ изысканій, въ особенности барометрическихъ нивеллировокъ и опредѣленія широтъ и долготъ секстантами и хронометрами *), кои, къ сожалѣнію, не вышли отдѣльнымъ выпускомъ въ продажу, послужили мнѣ лучшимъ матеріаломъ для составленія подробныхъ практическихъ инструкцій для производства изысканій. Хотя рѣдко у насъ можетъ встрѣтиться надобность при рекогносцировкахъ въ опредѣленіи широтъ и долготъ, тѣмъ не менѣе эти инструкціи спеціально нами выработаны и помѣщены въ этомъ руководствѣ.

линій Цурухайтуй и дальше пришлось бросить. При окончательныхъ изысканіяхъ, коими было выяснено пять разныхъ по этому направленію путей, найдено лучшее—направленіе линіи отъ ст. Кайдалово на Нагаданъ-Мутной-Хайларъ.

Одной изъ партіи въ 1897 г. при длинѣ участка въ 90 верстъ было пройдено рекогносцировочными линіями по разнымъ направленіямъ и варіантамъ около 600 верстъ и по всѣмъ этимъ направленіямъ были составлены рекогносцировочныя профиля, причемъ до 260 верстъ барометрически. Такимъ образомъ отношеніе длины рекогносцировочной линіи 620 къ длинѣ участка 90 равна около семи. Въ мѣстахъ гористыхъ, трудныхъ это отношеніе должно быть отъ 5 до 10. Труды эти сторицей оправдались. Только благодаря этимъ рекогносцировкамъ была открыта возможность обхода р. Аргуни, чѣмъ достигнута многомилліонная экономія. Между тѣмъ при изысканіяхъ этой вѣтви въ 1895—96 гг. очевидно вовсе не производились рекогносцировки.

Вмѣстѣ съ этимъ удачнымъ направленіемъ линіи, и измѣненіемъ исходной точки удалось достигнуть въ общемъ неимовѣрной экономіи. На протяженіи линіи отъ Кайдалово до Хайлара около 650 верстъ, длина линіи была сокращена до 500 верстъ, т. е. на 150 вер., и горные участки значительно сокращены. Результатъ таковыхъ изысканій далъ сбереженіе до 25 милліоновъ рублей, то есть экономія достигнутая изысканіями (вмѣстѣ съ капитализаціей экономіи отъ уменьшенія эксплоатаціонныхъ расходовъ) представляетъ сумму большую, чѣмъ вся стоимость вѣтви. Начатую уже постройку

вѣтви отъ ст. Ононъ пришлась бросить и, вслѣдъ за окончаніемъ изысканіи, было приступлено къ постройкѣ по новому направленію отъ ст. Кайдалово.

Если при рекогносцировкахъ Восточной Китайской жел. дор. съ западной стороны, а именно на Китайской вѣтви, излишнее увлеченіе первыхъ изыскателей сплошной нивеллировкой въ 1895—1896 г. по одному направленію по всей линіи представило въ результатѣ трудъ безполезный, который могъ ввести только въ заблужденіе, за то съ восточной ея стороны, отъ Владивостока постановка рекогносцировочныхъ работъ была совершенно правильной. Начальникомъ партіи не была представлена сплошная нивеллировка линіи, но за то было рекогносцировочно изслѣдовано имъ пять разныхъ направленій; имъ были собраны всѣ нужные матеріалы, пробные профиля черезъ избранные перевалы отдѣльными кусками, пройденные нивеллиромъ или барометромъ, но несвязанные безъ нужды съ другими сквозной нивеллировкой, были опредѣлены высоты отдѣльныхъ переваловъ и длины долинъ, сняты отдѣльные планы затруднительныхъ мѣстъ и пр. по всѣмъ направленіямъ и т. п. цѣнные для опытнаго изыскателя матеріалы. Благодаря этимъ матеріаламъ сразу было выяснено лучшее направленіе.

Конечно результатъ понятенъ. Подробный профиль по Ононъ-Цурухайтую, по первому случайному направленію ввелъ только въ заблужденіе и остался заброшеннымъ, какъ никуда не годный, тогда какъ разумно собранные матеріалы по всей широкой площади хребта Хингана съ восточной стороны сразу выяснили лучшее направленіе.

*) Независимо отъ брошюры: „Барометрическія нивеллировки“ Срезневскаго, мореходной астрономіи Зыбина и многихъ др.

Для Россіи обладающей столь громадными неизслѣдованными еще территоріями, желѣзнородожнымъ изыскателямъ, не разъ еще придется прибѣгнуть къ этимъ работамъ.

ГЛАВА X.

Рекогносцировочные инструменты для промѣра, нивеллировокъ, снятія угловъ и пр., также нѣкоторые пріемы облегчающіе производство изысканій.

Общее замѣчаніе. Для ускоренія работъ при рекогносцировкахъ надо стараться принять всѣ облегченные пріемы и способы ихъ производства.

Въ этой главѣ мы выдѣлили инструменты болѣе простыхъ системъ, кои однако, употребляются не только при рекогносцировочныхъ изысканіяхъ, но также и при предварительныхъ и окончательныхъ; примѣняются при нивеллировкахъ поперечныхъ профилей и другихъ короткихъ линій: уклона сухихъ овраговъ, водоснабженія, какъ равно при снятіи бассейновъ и проч. Инструментамъ этимъ при изысканіяхъ вообще слѣдуетъ дать болѣе широкое примѣненіе, чѣмъ то, которое они нынѣ имѣютъ на самомъ дѣлѣ.

Опытный техникъ изыскатель при помощи лишь анероида съ шагомѣромъ, карманной буссоли и какого-нибудь планшета, — одинъ съ двумя или тремя рабочими можетъ сдѣлать отъ 10 до 15-ти верстъ въ день рекогносцировочной пробной профили, съ глазомѣрной съемкой, достаточно точной, чтобы выяснить относительную стоимость сомнительныхъ направленій и опредѣлить, которыя изъ нихъ стоитъ пройти предварительными изысканіями.

На сколько въ дѣлѣ окончательныхъ изысканій требуется возможно большая точность, на столько въ предварительныхъ изысканіяхъ, а тѣмъ болѣе при рекогносцировкахъ изыскатель долженъ имѣть въ виду не столько точность въ работахъ, не математику, а выборъ линіи и собраніе необходимыхъ данныхъ по всѣмъ направленіямъ, кои только могутъ между собою конкурировать, дабы выяснить лучшее направленіе въ самый короткій срокъ.

Производство рекогносцировокъ требуетъ несомнѣнно знаній и практики, но еще болѣе своего рода искусства и личнаго руководства со стороны Начальника партіи, дабы сдѣлано было все необходимое безъ лишнихъ затратъ времени и труда. Изыскатель долженъ прежде всего быть хорошо знакомъ съ конфигураціей земли и топографическими особенностями вообще, равно какъ и съ оптическими обманами, чтобы съ пользой онъ могъ хорошо оріентироваться въ полѣ и въ горахъ, при всѣхъ условіяхъ мѣстности, а затѣмъ уже достаточной опытности въ дѣлѣ эксплоатаціи и постройки желѣзныхъ дорогъ.

Инструменты должны употребляться самые удобные и практичные, соотвѣтствующіе данной цѣли, почему таковыми займемся въ этой главѣ.

Измѣреніе разстояній шагами. Во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда нѣтъ надобности въ большой точности, а требуется скорое исполненіе работы, разстоянія измѣряютъ съ меньшею точностью, именно шагами, глазомѣромъ, а также по времени.

Для измѣренія разстояній шагами, употребляютъ, кромѣ того шагомѣры,—инструменты, имѣющіе видъ карманныхъ часовъ, привѣшиваемыхъ къ жилету или верхнему платью. Механизмъ такихъ шагомѣровъ устроенъ такимъ образомъ, что при ходьбѣ, каждый разъ, какъ лицо, снабженное такимъ инструментомъ, ступаетъ ногою, большая стрѣлка шагомѣра отъ сотрясенія балансира передвигается на одно дѣленіе большого циферблата. Педометръ или шагомѣръ примѣнимъ при рекогносцировкахъ, въ ровной мѣстности, гдѣ нѣтъ по пути препятствій, кои пришлось бы обходить или переложить черезъ нихъ. Точность шагомѣра зависитъ, конечно прежде всего отъ пѣшехода, т. е. отъ размѣра и правильности его шага.

Шагъ человѣка средняго роста равенъ одному аршину, при ровной и неторопливой ходьбѣ. Каждый съемщикъ долженъ однако опредѣлить длину пары своихъ шаговъ, проходя, нѣсколько разъ, по какой-либо линіи, заранѣе измѣренной. Надо опредѣлить непремѣнно длину пары шаговъ, а не одного шага, потому что у большинства людей шаги лѣвой и правой ноги различны. Опредѣливъ величину своего шага, слѣдуетъ сдѣлать масштабъ шаговъ, т. е. на масштабѣ съемки написать кромѣ цифръ, выражающихъ саженн, цифры шаговъ, соотвѣтствующія саженямъ.

Измѣряя линію шагами, счетъ ихъ надо вести подъ одну ногу. Если изъ конца линіи, измѣренной шагами, приходится возвратиться опять въ ея начало, то идя обратно по той же линіи, слѣдуетъ измѣрять ее вновь шагами и взять среднюю ариѳметическую двухъ измѣреній.

Прежде чѣмъ измѣрять разстояніе шагомѣромъ, его слѣдуетъ вывѣрить, т. е. сравнить его показанія съ дѣйствительнымъ числомъ шаговъ, сдѣланныхъ съемщикомъ и сосчитанныхъ имъ непосредственно.

Неудобство шагомѣровъ заключается въ ихъ частой порчѣ и трудности исправленія ихъ самимъ съемщикомъ.

Опредѣленіе разстояній глазомѣромъ. Для приблизительнаго опредѣленія разстояній глазомѣрно требуется большая сноровка. Лица, занимающіяся съемками вырабатываютъ въ себѣ этотъ навыкъ. Надлежитъ стараться выработать въ себѣ эту способность опредѣляя разстоянія на глазъ во время самаго промѣра.

Опредѣленіе разстояній по времени. При глазомѣрныхъ рекогносцировкахъ въ Россіи (за неимѣніемъ картъ) приходится опредѣлять разстояніе по времени, какое употребляетъ лошадь на пробѣгъ того или другого разстоянія. Для возможности измѣренія такимъ образомъ разстояній, ѣздокъ долженъ испытать сначала скорость, шагъ и рысь своей лошади. Еслибы оказалось, напр., что лошадь проходитъ двѣ версты шагомъ въ 24 минуты, а рысью въ 10 минутъ, то надо составить два масштаба для двухъ алюровъ лошади, шагомъ и рысью. Для этого откладывается въ масштабѣ съемки двѣ версты, т. е. если взятъ масштабъ 250 саж. въ дюймѣ, то откладываются двѣ линіи каждая по 4 дюйма и одна изъ нихъ дѣлится на 20 частей, а другая на 48 частей; на каждой изъ этихъ двухъ линій противъ сдѣланныхъ дѣленій ставится два ряда надписей, однѣ выражающія время, другія число саженей.

Опредѣленіе разстояній по сдѣланнымъ масштабамъ исполняется по числу минутъ, употребленныхъ лошадью для пробѣга того или другого разстоянія.

Способъ опредѣленія разстояній по времени съ большимъ успѣхомъ употребляется офицерами генеральнаго штаба при быстрыхъ съемкахъ съ тактическими цѣлями и можетъ быть рекомендованъ также для рекогносцировокъ при желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ, что предлагаетъ точно также профессоръ Богуславскій въ своей Геодезіи.

У кочующихъ племенъ Средней Азіи единицею мѣры разстоянія служитъ дневной переходъ всадника на лошади, каковой въ среднемъ можно принять за 50 верстъ. Такимъ образомъ. напр. разстояніе отъ восточнаго берега Каспійскаго моря до Хивы опредѣляемое 6-ю дневными переходами—въ дѣйствительности равняется 300 верстамъ.

Промѣръ дальномѣромъ при рекогносцировкахъ. Точно также промѣръ инструментальны, при болѣе точныхъ работахъ значительно ускоряется при промѣрахъ разстояній дальномѣромъ о чемъ уже было говорено нами подробно въ главѣ о промѣрахъ. Разстояніе при помощи дальномѣра получается сразу съ гораздо большей точностью, чѣмъ лентой. При хорошей трубѣ можно читать разстоянія до 300 саж. и болѣе. Особенно удобенъ этотъ пріемъ для поперечныхъ профилей, гдѣ сразу при помощи одной рейки снимается весь профиль. При косогорахъ, пересѣченныхъ глубокими крутыми рытвинами или при промѣрахъ глубокихъ болотъ, рѣкъ и прочихъ недоступныхъ пунктовъ, пріемъ этотъ незамѣнимъ.

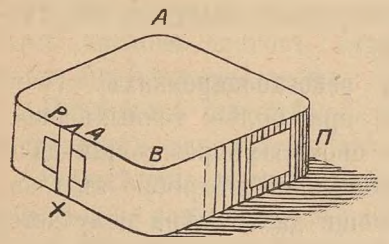
Въ виду вышесказаннаго, всѣ трубы у нивеллира пантометра и теодолита должны быть снабженными тремя дальномѣрными волосками.

При рекогносцировкахъ часто встрѣчается надобность въ промѣрѣ разстояній до недоступныхъ точекъ.

Дальномѣръ Сушье можетъ оказать услугу на открытыхъ пространствахъ. Удобство его состоитъ въ томъ, что онъ употребляется безъ всякой рейки, стоитъ лишь 10 рублей и помѣщается въ карманѣ жилета. Дальномѣръ этотъ широко примѣняется артиллеристами (черт. 74).

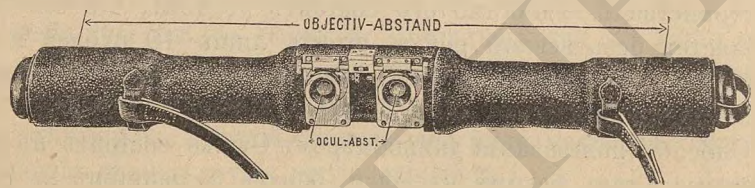
Способъ пользованія дальномѣромъ Сушье состоитъ въ слѣдующемъ: Ставъ бокомъ къ цѣли, берутъ дальномѣръ въ одну руку, двумя пальцами при остромъ углѣ B, такимъ образомъ, чтобы тупой уголъ A былъ обращенъ къ ладони, и держатъ дальномѣръ горизонтально. Если цѣль находится вправо, дальномѣръ берутъ въ лѣвую руку, если цѣль влѣво, то въ правую. Закрывъ хомутикомъ X часть окуляра съ надписью A, черт. улавливаютъ черезъ часть R изображеніе цѣли и приводятъ его на середину верхняго края. Изображеніе должно быть ясно

безъ радужныхъ цвѣтовъ. Затѣмъ выбираютъ гдѣ-либо впереди сигналъ, на который визируютъ поверхъ дальномѣра и при этомъ, перемѣщаясь, приводятъ въ совпаденіе отраженное изображеніе цѣли съ прямо видимымъ изображеніемъ сигнала. Далѣе, открывъ часть *A*, двигаются назадъ по линіи сигнала и первой точки стоянія, до тѣхъ поръ пока снова не получатъ у верхняго края совпаденія отраженной цѣли и прямо видимаго сигнала; тогда, измѣривъ разстояніе между первой и второй точками стоянія, умножаютъ его величину на коэфиціентъ, написанный у прямого угла на самомъ дальномѣрѣ; произведеніе будетъ искомымъ разстояніемъ выраженнымъ въ тѣхъ же мѣрахъ какъ и база. Для длинъ базы въ цѣлыхъ единицахъ, часто встрѣчающихся чиселъ, на дальномѣрѣ имѣется табличка, гдѣ въ графѣ *B*—она значится, а въ графѣ *Д*—искомое разстояніе. Второй способъ состоитъ въ томъ, что сначала смотря черезъ *A*, а потомъ, передвинувшись по той же линіи, какъ и въ первомъ случаѣ, впередъ (не назадъ, какъ въ 1-мъ случаѣ) смотрятъ черезъ *R*.—Въ остальномъ все такъ же какъ и въ 1-мъ случаѣ.



Черт. 74.

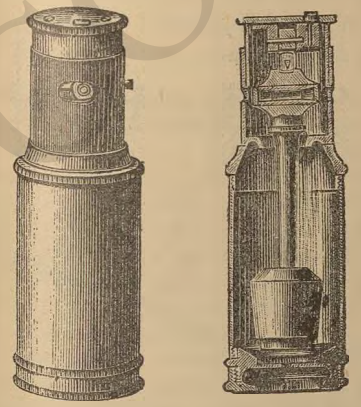
Дальномѣръ Цейса изобрѣтенный механикомъ-оптикомъ Цейсомъ въ Іенѣ (черт. 75) для желѣзнодорожныхъ рекогносцировокъ не можетъ быть примѣняемъ. Во-первыхъ онъ требуетъ хорошаго правильнаго зрѣнія и не такъ точенъ, а главное стоитъ около 500 рублей. Примѣняется однако для военныхъ цѣлей. При употребленіи этого дальномѣра никакого базиса не нужно;—базисомъ служитъ разстояніе между окулярными стеклами дальномѣра.



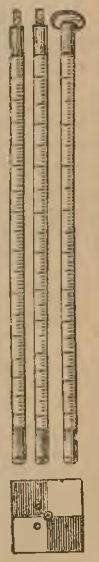
Черт. 75.

Рекогносцировочные нивеллиры, для поперечныхъ профилей.

Такъ какъ нивеллиры съ зрительной трубой довольно дороги, ихъ установка требуетъ сравнительно большаго промежутка времени и проч., то при рекогносцировкахъ, а также и при предварительныхъ и окончательныхъ изысканіяхъ для снятія поперечныхъ профилей, для нивеллировокъ по водоснабженію и вообще короткихъ пробныхъ линій съ успѣхомъ могутъ быть примѣняемы болѣе простые нивеллиры и высотомѣры, а также анероиды для барометрической нивеллировки въ достаточной точности отвѣчающіе своему назначенію *).


Черт. 76.

Нивеллиръ карманный Гулье (Niveau Collimateur du colonel Goulier) (черт. 76) со штативомъ, въ кожаномъ футлярѣ съ ремнемъ черезъ плечо, устанавливается горизонтально самостоятельно. Въ виду своей практичности вводится все болѣе и болѣе въ употребленіе, особенно удобенъ для поперечныхъ профилей (стоитъ около 35 руб.). Рейка къ нему (черт. 77).


Черт. 77.

Удобство его состоитъ главнымъ образомъ въ томъ, что онъ моментально устанавливается, такъ какъ въ немъ нѣтъ уровня, а взамѣнъ его имѣется тяжелый отвѣсъ, къ коему наглухо

*) Нивеллиры нижеописаные при изысканіяхъ не употребляются тѣмъ не менѣе мы имъ дали мѣсто, такъ какъ они могутъ встрѣтиться и быть полезны для нивеллировокъ вмѣсто простого ватерпаса.

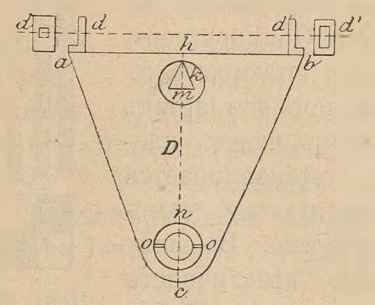
Нивеллиръ съ отвѣсомъ безъ уровня есть деревянная треугольная доска *D* (черт. 78) съ основаніемъ *ab* и высотою *hc* около $1^1/_2$ фута. На основаніи укрѣплены два діоптра: главный *d* и предметный *d'*. Въ доскѣ сдѣланы два круглыя отверстія *m* и *n*; одно изъ нихъ *m* сдѣлано подъ срединою основанія *ab*. Имъ доска надѣвается на стальной клинъ *k*, сдѣ-

прикрѣплена подъ прямымъ угломъ небольшая зрительная труба самаго простого устройства. Нивеллиръ этотъ можно прикрѣплять къ треножнику однимъ лишь становымъ винтомъ. Для установки достаточно, отвернувъ немного верхній винтъ, слегка встряхнуть инструментомъ, дабы отвѣсъ пришелъ въ верти-

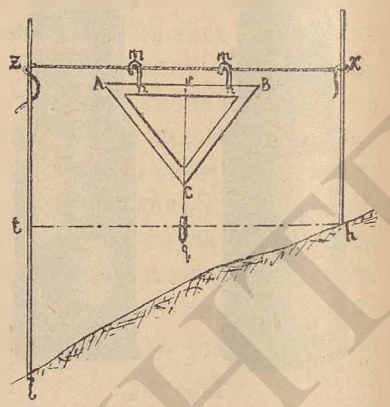
---

ланный на колѣ, служащемъ штативомъ. Другое отверстіе n внизу доски имѣетъ металлическій шаръ, который можетъ быть поворачиваемъ помощью винтовъ у доски.

Требуемое отъ этого нивеллира условіе состоитъ въ томъ, чтобы линія визированія была горизонтальна въ то время, когда инструментъ повѣшенъ на клинъ. Для повѣрки выбираютъ на мѣстности двѣ точки A и B во взаимномъ разстояніи саженъ 20 и вбиваютъ въ нихъ колышки. На одинъ изъ нихъ A ставятъ колъ съ висящимъ на немъ инструментомъ, а на другой B—рейку. Визируя чрезъ діоптры читаютъ показаніе рейки h; пусть высота инструмента будетъ—i. Потомъ инструментъ переносятъ въ B, а рейку въ A и подобнымъ же образомъ полу-



Черт. 78.



Черт. 79.

чаютъ h' и i'. Если теперь обозначимъ ошибку $mn = m'n'$ черезъ x, то разность уровней точекъ A и B, т. е. Bk, будетъ

$$Bk = h + x - i = i' - h' - x;$$

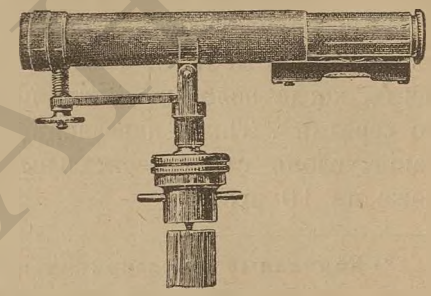
откуда

$$x = \frac{i + i'}{2} - \frac{h - h'}{2}.$$

Если окажется, что $x = 0$, то инструментъ вѣренъ. При положительномъ x линія визированія уклоняется къ низу, а при отрицательномъ x она идетъ вверхъ. Для уничтоженія погрѣшности берутъ среднюю ариѳметическую обоихъ показаній h и h'.

Висячій ватерпасъ (черт. 79). Въ Средней Азіи и Персіи, при нивеллировкахъ, производящихся для опредѣленія направленія водопроводныхъ канавъ, надземныхъ и подземныхъ, употребляется нивеллиръ, который можно назвать *висячій ватерпасъ*. Этотъ нивеллиръ предста-

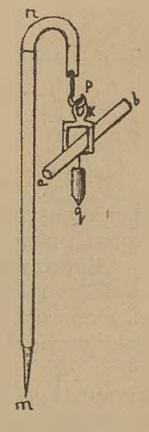
кальное положеніе. Нивеллиръ этотъ достаточно точенъ, легокъ, крѣпокъ, вѣтеръ на него не дѣйствуетъ, такъ какъ онъ закрытъ металлической коробкой, употребленіе самое простое и всякій десятникъ можетъ сразу имъ пользоваться. Онъ представляетъ собой, такъ сказать, усовершенствованный плотничій ватерпасъ, всегда готовый безъ всякихъ провѣрокъ, почему при желѣзнодорожныхъ рекогносцировкахъ, въ рудникахъ, копяхъ и проч. довольно практиченъ. Нивеллировать имъ нужно при помощи реекъ съ прицѣлами. Показанія можно читать свободно на разстояніи до 25 саж., что совершенно достаточно въ гористой мѣстности.



Черт. 81.

вляетъ равносторонній, или равнобедренный, треугольникъ ABC изъ тонкой жести или мѣди, размѣрами: $AB = 4'' - 6''$, $KC = 4'' - 5''$; въ средней точкѣ k основанія AB прикрѣпляется нить съ отвѣсомъ q. Треугольникъ вѣшается на туго натянутый шнуръ zx при помощи крючковъ, или колецъ, m, m. Если треугольникъ точно равнобедренный, точка k нанесена вѣрно, на срединѣ AB, и разстоянія mn, mn—равны, то въ то время, когда нить отвѣса проходитъ чрезъ точку O, туго натянутый шнуръ zx будетъ горизонталенъ.

Нивеллиръ Мейера (черт 80), употребляемый при быстрой нивеллировкѣ, состоитъ изъ короткой трубки ab длиною $^1/_4$ арш. съ двумя выпуклыми стеклами одинаковой величины; въ срединѣ пространства между стеклами помѣщена сѣтка (кольцо съ двумя нитями); въ верхней части трубки придѣлано кольцо x, а въ нижней—гиря q. Нивеллиръ этотъ вѣшается кольцомъ x на деревянную палку mn съ желѣзнымъ крюкомъ p, при чемъ гиря постоянно заставляетъ трубку принимать горизонтальное положеніе. Нивеллированіе заключается въ томъ, что поочередно подходятъ къ каждому изъ стеколъ и отсчитываютъ высоту горизонтальнаго луча по рейкамъ, поставленнымъ въ нивеллируемыхъ точкахъ. Работа производится быстро, но въ ущербъ точности.



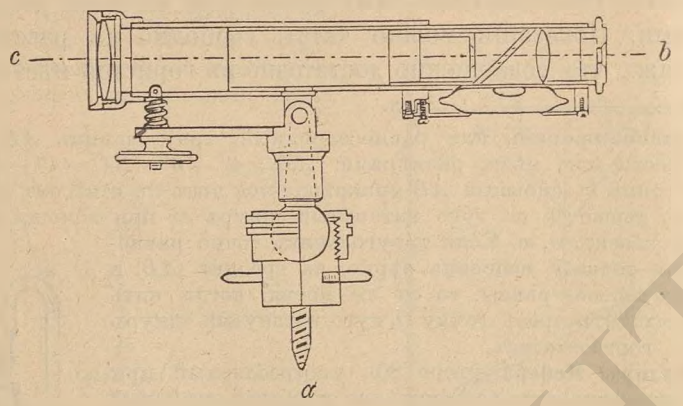
Черт. 80.

Для провѣрки горизонтальнаго положенія линій визированія въ этомъ нивеллирѣ, можно переложить трубу такъ, чтобы стекла помѣнялись мѣстами; если существуетъ какое-нибудь наклоненіе оси трубы къ горизонту, то показанія высоты рейки, взятыя въ одной и той же точкѣ, до и послѣ перекладыванія трубы, не будутъ одинаковы; исправленіе дѣлается перемѣщеніемъ гири q.

ОТНТБ СОФИЯ

Карманный нивеллиръ Герляха на яблокѣ съ микрометреннымъ винтомъ, уровнемъ и трубою, увеличивающею въ 10 разъ (черт. 81) цѣной около 20 руб. Нивеллировщикъ, глядя въ трубу на рейку, видитъ вмѣстѣ съ этимъ пузырекъ отраженный въ зеркалѣ и долженъ схватить показанія рейки въ тотъ моментъ, когда волосокъ сѣтки пересѣкаетъ пузырекъ какъ разъ по серединѣ. Такой нивеллиръ съ приспособленіями для отмѣчанія угловъ съ горизонтальнымъ кругомъ и ноніусомъ дороже на 10 руб. *).

*) **Карманный нивеллиръ** Бутеншена, особенно удобный своею быстрою оріентировкою, такъ какъ ватерпасъ отражается въ трубѣ и поэтому линія перекрещиванія нитей и стояніе уровня видимы одновременно. Длина трубки 118 мм., величина всего футляра 150×85 мм стоитъ около 30 р.



Черт. 82.

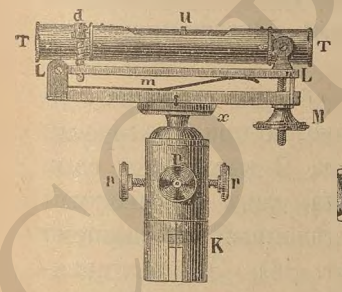
Карманный нивеллиръ Штампфера имѣетъ такіе небольшіе размѣры, что вмѣстѣ съ своимъ футляромъ можетъ быть свободно спрятанъ въ карманѣ пальто. Черт. 83 представляетъ половину его натуральной величины. На линейкѣ *LL* укрѣплены рядомъ уровень *u* и зрительная труба *TT*. Эта послѣдняя не имѣетъ по большей части увеличенія, и Штампферъ называетъ ее діоптромъ. Діоптръ состоитъ изъ цилиндра съ двумя совершенно одинаковыми сферическими стеклами, изъ которыхъ каждое можетъ служить и окуляромъ и объективомъ. Въ серединѣ цилиндра въ общемъ фокусѣ обоихъ стеколъ помѣщается діафрагма съ сѣткою. Слѣдовательно діоптръ допускаетъ визированіе по противоположнымъ направленіямъ. Линейка *LL* можетъ быть наклоняема посредствомъ элеваціоннаго винта *M*, чему способствуетъ также и пружина *m*. Штифтъ *n*, такъ же какъ и прежде, служитъ для замѣтки, соотвѣтствующей перпендикулярности оси уровня къ вертикальной оси вращенія инструмента. Эта послѣдняя ось проходитъ чрезъ центръ кружечка *x*, на высеребренномъ ободкѣ котораго сдѣланы четыре штриха, дѣлящіе его на равныя части. Они служатъ для установки линіи зрѣнія по направленіямъ перпендикулярнымъ. Продолженіе вертикальной оси зажимается четырьмя подъемными винтами *p*. Втулкою *K* инструментъ надѣвается на цапфу штатива.

Условія и повѣрка этого нивеллира тѣ же, что и нивеллира съ діоптрами.

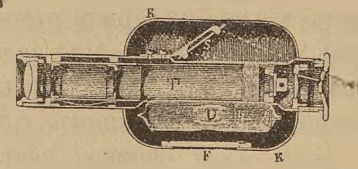
Иногда въ этомъ нивеллирѣ вмѣсто діоптра помѣщается зрительная труба не допускающая визировать по противоположнымъ направленіямъ, какъ діоптръ. Въ этомъ случаѣ порядокъ условій и ихъ повѣрка остаются прежніе, но только повѣрка параллельности оси уровня съ оптическою осью трубы производится такъ же, какъ и въ нивеллирѣ съ отвѣсомъ.

Штампферъ нашелъ, что точность этого инструмента вдвое болѣе точности нивеллира съ діоптрами, такъ что можетъ считаться на 100 саж. 3 тысячныхъ саж.

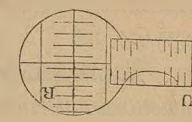
Карманный нивеллиръ Вагнера. Рядомъ съ зрительною трубою помѣщается зеркало и уровень, а потому въ этомъ отношеніи онъ есть соединеніе зеркальнаго нивеллира и нивеллира съ уровнемъ. Черт. 84 есть разрѣзъ инструмента горизонтальною плоскостью, а черт. 83 есть изображеніе его въ профилѣ. На черт. 84 *T* есть зрительная труба, съ одной стороны которой помѣщается уровень *U*, а съ другой зеркало *S*. Непосредственно рядомъ съ окулярнымъ стекломъ трубы къ нему пришлифовано другое, плоско-выпуклое стекло. Такъ какъ стѣнки трубы *T* между зеркаломъ и уровнемъ выпилены, то глазу *C* будутъ видны одновременно: штрихъ рейки *R* (черт. 85), покрываемый горизонтальною нитью сѣтки, и пузырекъ уровня *U*, находящійся на срединѣ трубки. Для предохраненія внутренности трубы, а также уровня и зеркала отъ пыли всѣ эти приспособленія закрыты съ обѣихъ сторонъ колпакомъ *kk* (черт. 84), съ боку котораго сдѣланъ вырѣзъ,



Черт. 83.



Черт. 84.



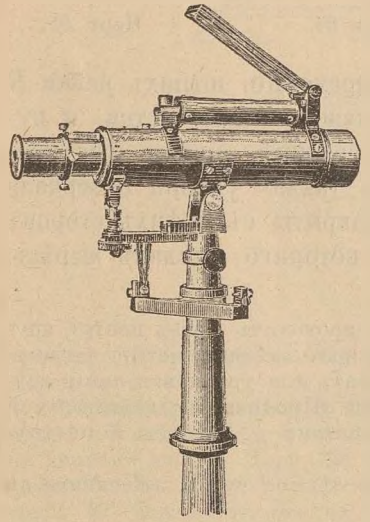
Черт. 85.

закрытый матовымъ стекломъ F. Чтобы оптическую ось трубы сдѣлать параллельною оси уровня, сѣтка нитей трубы можетъ быть немного передвигаема исправительными винтами p (черт. 83). Элеваціонный винтъ M проходитъ чрезъ рычагъ O, оканчивающійся пружиною N, которая соединена съ колпакомъ kk винтомъ R. Въ рычагъ O ввертывается втулка H, которою инструментъ надѣвается на цапфу штатива.

Условіе, требуемое отъ инструмента и состоящее въ параллельности оптической оси трубы съ осью уровня, повѣряется такъ же, какъ и въ нивеллирѣ съ отвѣсомъ. Оказавшаяся погрѣшность уничтожается винтами p, p.

Точность этого инструмента при употребленіи штатива (его можно употреблять также и держа рукою) и при увеличеніи трубы въ 12 разъ считается на 100 саж. 2 тысячныхъ саж.

Карманный нивеллиръ № 114 Герляха, такъ называемый «*рекогносцировочный*», со штативомъ, сдѣланный по нашему заказу (черт. 86). Этотъ нивеллиръ удобнѣе предшествующихъ, такъ какъ при его употребленіи не утомляется на столько глазъ. Онъ легокъ, быстро устанавливается однимъ лишь микрометреннымъ винтомъ, при чемъ показанія уровня отражаются наверху въ зеркалѣ. Уровень въ немъ легко вывѣряется; труба увеличиваетъ 5—10 разъ; сѣтка дозволяетъ устроить дальномѣръ. Рейки для него употребляются обыкновенныя. Въ немъ имѣется также остроумное приспособленіе для разбивки профилей, т. е. провѣшиваніе перпендикуляровъ. Для рекогносцировокъ, особенно въ горахъ, совмѣстно съ горизонтальнымъ промѣромъ при помощи трубы съ дальномѣрными волосками, инструментъ этотъ незамѣнимъ и долженъ бы бытъ въ каждой партіи, а въ гористыхъ мѣстностяхъ ихъ должно быть два на партію. Цѣна его около 50 руб.



Черт. 86.

Общій недостатокъ всѣхъ этихъ нивеллировъ тотъ, что они годны для близкихъ разстояній отъ 25 до 50 саж.; почему для болѣе далекихъ разстояній болѣе удобенъ нивеллиръ съ діоптрами (черт. 6. Глава V.).

Наравнѣ съ этими инструментами для рекогносцировокъ можетъ быть съ успѣхомъ употребляемъ обыкновенный нивеллиръ съ сплыной трубой, при условіи, если нивеллировщикъ не будетъ терять времени на установку нивеллира, добиваясь безусловной точности. При спѣшныхъ нивеллировкахъ нивеллиръ можетъ и не быть точно установленнымъ по всей горизонтальной плоскости. Достаточно, если труба будетъ горизонтальна по одному лишь снимаемому направленію, для чего необходимъ только одинъ винтъ, который слѣдуетъ подвинчивать при сходѣ пузырька съ середины (см. стр. 223).

Вообще говоря при желѣзнодорожныхъ нивеллировкахъ нечего особенно бояться подвинчиванія, гораздо важнѣе, чтобы уровень былъ точно по серединѣ въ снимаемомъ направленіи.

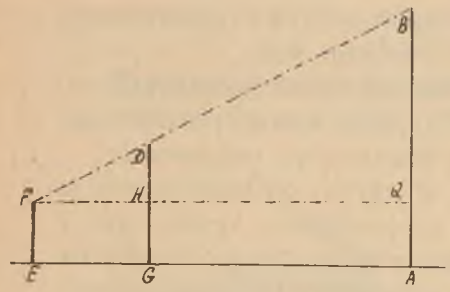
Что казается самаго уровня и трубы, то таковые всегда должны быть хорошо вывѣрены и кромѣ того, трубы, какъ у нивеллировъ, такъ и у пантометра и теодолита должны быть снабжены двумя дальномѣрными волосками. Въ цѣнѣ разница лишь въ 10-ти рубляхъ, а между тѣмъ преимущества громадныя, сильно ускоряющія работу.

Измѣреніе высоты предметовъ помощью цѣпи и кольевъ. При нивеллировкѣ поперечныхъ профилей и проч. можетъ встрѣтиться надобность въ измѣреніи высотъ предметовъ, иногда недоступныхъ,—безъ нивеллира—лишь помощью цѣпи и кольевъ.

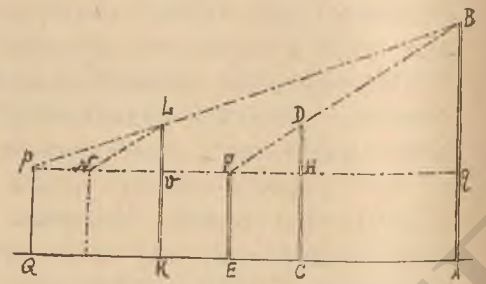
Во 1-хъ *когда основаніе доступно*. Пусть (черт. 87) данъ предметъ AB, высоту котораго нужно измѣрить при помощи цѣпи и кольевъ.

Для этого, въ произвольномъ разстояніи отъ предмета ставятъ два кола различной высоты въ точкахъ G и E такъ, чтобы прямая линія FD, проходящая чрезъ вершины ихъ F и D проходила и чрезъ вершину предмета B. Принимая линіи FE, DG и AB, какъ отвѣсныя, параллельными, проведши мысленно линію FQ черезъ вершину меньшаго кола до AB, параллельно AE, получаютъ два подобныхъ треугольника BFQ и DFH (такъ какъ $\angle F$—общій, $\angle B = \angle D$, $\angle H =$

$= \angle Q$). Изъ подобія треугольниковъ можно составить пропорцію: $BQ : DH = FQ : FH$; подставляя въ пропорцію вмѣсто FQ равную ей EA, вмѣсто DH величину $(DG - EF)$ и вмѣсто FH линію EG, получимъ: $BQ : (DG - EF) = EA : EG$; отсюда $BQ = \frac{(DG-EF)\ EA}{EG}$. Но $AB = BQ + AQ = BQ + FE$; слѣдовательно, $AB = \frac{(DG-EF)\ EA}{EG} + FE$, т. е. высота предмета равняется разности высотъ кольевъ $(DG - EF)$, умноженной на разстояніе отъ дальняго кола до основанія предмета (EA), дѣленной на разстояніе между кольями (EG) и плюсъ высота меньшаго кола (FE). Пусть $FE = 5$ фут.,



Черт. 87.



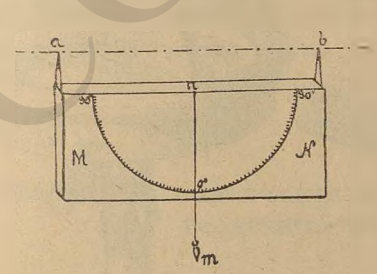
Черт. 88.

$DG = 15$ фут., $EA = 350$ фут., $EG = 140$ фут., тогда высота AB, по формулѣ, опредѣлится въ $\frac{(15-5)\ 350}{140} + 5 = 30$ фут.

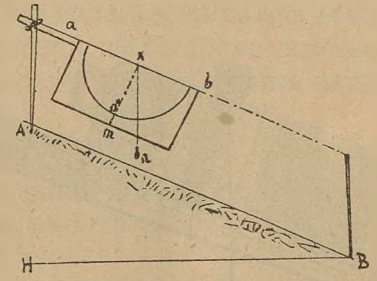
Во 2-хъ *когда основаніе недоступно*. Данъ предметъ AB и требуется измѣрить его высоту (черт. 88). Тогда, кромѣ двухъ кольевъ (по предыдущему), ставятъ еще два кола: $LK = DC$ и $PQ = FE$. Колья эти ставятся въ отвѣсномъ положеніи и такъ, чтобы прямая линія PL, проходящая черезъ вершины кольевъ PQ и LK, проходила и чрезъ вершину B предмета. Если провести мысленно линію LN параллельную BF, то составится два подобныхъ треугольника: BFP и LNP, высоты которыхъ, Lv и Bq, пропорціональны сторонамъ. Изъ подобія ихъ можно составить пропорцію: $Bq : Lv = PF : PN$. Но такъ какъ $Lv = LK - PQ$, $PN = Pv - Nv = Pv - FH = QK - EC$, $PF = QE$, то, подставляя въ пропорцію вмѣсто Lv, PN и PF равныя имъ величины, получаютъ $Bq : (LK - PQ) = QE : (QK - EC)$; откуда имѣютъ $Bq = \frac{(LK-PQ)\ .\ QE}{QK-EC}$; но $AB = Bq + Aq = Bq + PQ$, слѣдовательно, $AB = \frac{(LK-PQ)\ .\ QE}{QK-EC} + PQ$, т. е. высота предмета равна произведенію разности высотъ кольевъ $(LK - PQ)$ на разстояніе между меньшими кольями (QE), дѣленному на разность разстояній между первой и второй парой кольевъ $(QK - EC)$ и плюсъ высота меньшаго кола. Пусть напр.: $LK = 10$ фут., $PQ = 5$ фут., $QE = 100$ фут., $QK = 60$ фут. и $EC = 40$ фут., требуется опредѣлить высоту AB. По формулѣ: $AB = \frac{(10-5)\ .\ 100}{60-40} + 5 = 30$ фут. *).

Высотомѣрами или эклиметрами опредѣляются углы наклоненія линіи поперечныхъ профилей.

Простой изъ высотомѣровъ представляетъ прямоугольную доску MN (черт. 89), на которой начерченъ полукругъ, раз-



Черт. 89.



Черт. 90.

дѣленный на градусы. На верхней части доски прикрѣплены два шпенька a и b такъ, чтобы линія ab была перпендикулярна къ линіи, соединяющей центръ полукруга съ нулевымъ дѣленіемъ. Вмѣсто шпеньковъ a и b употребляются діоптры—металлическія или деревянныя дощечки, изъ которыхъ одна имѣетъ узкій прорѣзъ (глазной діоптръ), а другая въ широкомъ вырѣзѣ имѣетъ горизонтально натянутый волосокъ (предметный діоптръ) (черт. 90). Въ центрѣ дуги высотомѣра n укрѣплена нить съ отвѣсомъ m. Пусть (черт. 90) требуется опредѣлить величину угла наклоненія линіи AB къ горизонтальной BH, т. е. $\angle ABH$.

Въ точкѣ B ставятъ отвѣсно колъ такой высоты, какъ глазъ

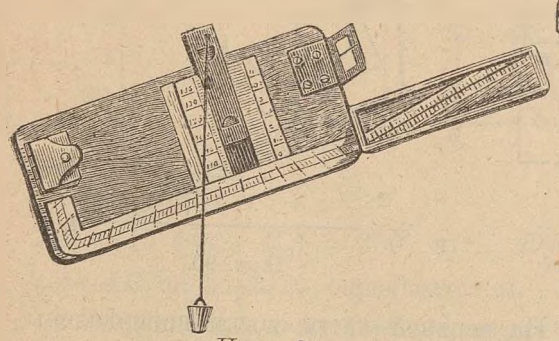
*) См. Низшая геодезія Пославскаго.

СПЕЦ СО РАН

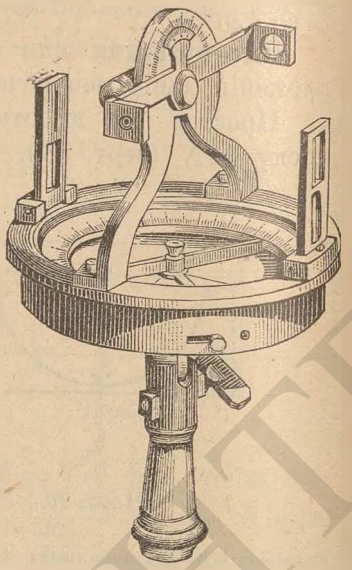
наблюдателя надъ точкою A. Въ точкѣ A становятся съ эклиметромъ, которому дается такое положеніе, чтобы линія визированія (чрезъ верхушки шпеньковъ или діоптры), проходила бы также и чрезъ вершину кола B; тогда отвѣсъ xn покажетъ величину угла $mxn = \angle ABH$ (какъ углы съ перпендикулярными сторонами и одноимянные).

Высотомѣръ зеркальный Фаустмана (черт. 91) удобенъ для снятія уклоновъ поперечныхъ профилей также какъ и первый. Употребленіе его аналогично.

Буссоль съ діоптрами. На концахъ линейки укрѣплены на шарнирахъ діоптры, каждый изъ нихъ можетъ служить и глазнымъ и предметнымъ; шарниры дозволяютъ пригибать діоптры къ коробкѣ во время переноски. Трубкою буссоль надѣвается на цилиндръ оканчивающійся яблокомъ, которое входитъ въ соотвѣтствующее гнѣздо подставки. Подставка укрѣпляется на доскѣ треножника (штативѣ). Для приведенія буссоли въ горизонтальное положеніе дѣйствуютъ винтами до тѣхъ поръ, пока концы стрѣлки не будутъ въ одной плоскости съ плоскостью лимба.



Черт. 91.



Черт. 92.

Сложная буссоль. Для рекогносцировочныхъ работъ, въ особенности когда съемку и въ тоже время нивеллировку пробныхъ линій производитъ одинъ лишь техникъ, очень удобна буссоль съ діоптрами, съ вертикальнымъ и горизонтальнымъ кругомъ, съ уровнемъ и визирной линіей для нивеллированія.

Стоимость такой буссоли всего лишь около 40 руб. и она для летучихъ изысканій незамѣнима (чер. 92).

Буссоль Шмалькальдера нами описана въ главѣ V.

Рекогносцировочныя рейки. Самыя практичныя рейки складныя изъ 3-хъ частей на шарнирѣ съ задвижной, приставной верхней частью, длинной въ 0,70. Рейки съ зажимнымъ винтомъ состоящія изъ двухъ частей слишкомъ тяжелы и отъ зажатія нажимнымъ винтомъ скорѣе портятся. Рейки французскія складныя слишкомъ миніатюрны; цифры и дѣленія слишкомъ малы и для желѣзно-дорожныхъ изысканій непригодны. Вообще при заказѣ надо требовать, чтобы цифры на рейкахъ были возможно крупны.

Для снятія поперечныхъ нивеллировокъ слѣдуетъ во избѣжаніе расходовъ заготавливать рейки самимъ, у столяровъ на мѣстѣ изысканій, приклеивая на нихъ реечныя ленты. Для промежуточныхъ точекъ, а также и для связывающихъ при рекогносцировкахъ можно смѣло употреблять легкіе трехъ-саженные рейки своей работы, — что значительно двинетъ успѣхъ рекогносцировокъ.

Нѣкоторыя облегченія при рекогносцировочныхъ геодезическихъ работахъ.

При рекогносцировочныхъ изысканіяхъ, а также предварительныхъ, когда обыкновенно требуется особенно скорое исполненіе работъ, необходимо допускаются въ производствѣ полевыхъ работъ нѣкоторыя перемѣны и облегченія.

Провѣшивать при рекогносцировкѣ линію можно кривыми вѣшками если нѣтъ другихъ, вѣшки слѣдуетъ лишь ставить кривизной по линіи, а визировать по вершинкамъ вѣшекъ, которыя дадутъ намъ въ проектіи прямую линію.

Углы при рекогносцировкахъ должны употребляться въ полныхъ градусахъ; нивеллировка и промѣръ ведутся по тангенсамъ, при чемъ для запаса разница между двумя касательными и одной кривой въ разсчетъ не должна приниматься.

При нивеллировкѣ продольной линіи обыкновеннымъ нивеллиромъ съ зрительной трубой можно достигнуть большей успѣшности, если допустить:

Во **1**-хъ, *разстояніе* между двумя связывающими точками

СПБГТБС ОРАН

можно допустить отъ двухсотъ до трехсотъ сажень, не стѣсняясь, смотря по зрѣнію нивеллировщика и силѣ трубы.

Во 2-хъ, успѣхъ въ нивеллировкѣ значительно можно увеличить, если чаще, не стѣсняясь *примѣнять для нивеллировки дальномѣръ*, объ чемъ нами уже было изложено на стр. 90.

Въ 3-хъ, если рейки не хватаетъ, т. е. волосокъ проектируется выше рейки, какъ равно волосокъ дальномѣра, то положивъ рейку на рейку и поднявъ одну изъ нихъ, напримѣръ на 0,50 саж. можно прочесть показанія на рейкѣ и прибавивъ къ нему 0,50 саж. записать въ журналъ. При нѣкоторой аккуратности можно допустить при рекогносцировочныхъ нивеллировкахъ подобное облегченіе на связывающихъ точкахъ. Точно также на промежуточныхъ точкахъ можно совершенно не стѣсняясь прибѣгать къ постановкѣ рейки на топоръ; высота его точно измѣренная каждый разъ прибавляется къ показанію рейки.

Въ 4-хъ, нѣтъ надобности при спѣшной нивеллировкѣ требовать слишкомъ большой устойчивости при установкѣ нивеллира. На мѣстности болотистой, зыбкой, надо лишь слѣдить, чтобы въ самый моментъ взгляда пузырекъ былъ на серединѣ. Въ случаѣ схода пузырька уровня по какой бы ни было причинѣ достаточно однимъ винтомъ подъ трубой привести его на середину не трогая инструмента съ мѣста и не трогая остальныхъ винтовъ, при чемъ нѣтъ надобности брать вновь задняго показанія.

Успѣхъ въ нивеллировкѣ будетъ больше, если рабочій, который несетъ нивеллиръ будетъ слѣдить за положеніемъ уровня и въ моментъ взгляда въ трубу винтомъ уровня поставитъ его на середину. Если рабочій внимателенъ, то его можно выучить ставить нивеллиръ, предоставляя нивеллировщику лишь провѣрку установки. При сплошномъ подъемѣ, когда подсчетъ журнала необходимъ въ полѣ, участіе рабочаго въ постановкѣ нивеллира сбережетъ много времени и дастъ возможность нивеллировщику поспѣть за ведущимъ линію съ нивеллировкой и подсчетомъ журнала. Практикуемое подвинчиваніе уровня разрѣшается нами только на болотахъ и зыбкой почвѣ. Иногда почва настолько пружинитъ, что для равновѣсія, нивеллировщикъ и рабочіе вставъ съ двухъ противоположныхъ сторонъ у нивеллира не должны шевельнуться съ мѣста. Для того, чтобы прочитать въ трубѣ показаніе, нивеллировщикъ долженъ лишь

наклониться къ окуляру, а рабочій въ этотъ моментъ долженъ осторожно поддерживать пузырекъ уровня на серединѣ. Говоря иначе, приходится нивеллировать, такъ сказать, стрѣляя въ лѣтъ.

Въ 5-хъ, нѣтъ надобности, чтобы нивеллиръ былъ на серединѣ между связывающими точками. Можно даже допустить, чтобы нивеллиръ стоялъ у самой рейки, при чемъ показаніе читается не въ трубу, а по цапфамъ, за вычетомъ половины діаметра трубы. Ошибка вслѣдствіе этого отъ рефракціи и пр. можетъ быть лишь въ одной или двухъ тысячныхъ.

Въ 6-хъ, вслучаѣ препятствій по пути при нивеллировкѣ обрыва, кручи и пр., можно прибѣгнуть къ ватерпашенію или просто къ веревкѣ съ отвѣсомъ. Полученную разницу въ горизонтахъ можно включить въ нивеллировку связывающихъ точекъ.

Въ 7-хъ, при рекогносцировкахъ совершенно достаточна одиночная нивеллировка, но тогда нивеллировщикъ долженъ быть достаточно опытенъ.

Въ 8-хъ, примѣненіемъ трехъ-саженныхъ реекъ своей работы и перекидываніемъ продольной нивеллировки черезъ оврагъ, при чемъ глубину самаго оврага можно измѣрить хотя бы веревкой или лентой можно достигнуть значительнаго успѣха.

Пріемы эти допускаются нами только при рекогносцировкахъ и спѣшныхъ работахъ, гдѣ не требуется большая точность. Пріемы эти на практикѣ нынѣ широко примѣняются опытными нивеллировщиками, по чему мы включили ихъ въ наше руководство, имѣя въ виду практическое его значеніе.

При рекогносцировкахъ слѣдуетъ избѣгать снятія плановъ горизонталей, а главное представленія этихъ плановъ при проектѣ, какъ работы требующей слишкомъ много времени и средствъ. Лучше вести линію зигзагами, т. е. врѣзавшись въ выемку, повернуть сейчасъ къ долинѣ, въ низовую сторону, пока, ведя дальше линію, таковая не окажется въ излишне большой насыпи. Замѣтивъ эту насыпь не слѣдуетъ возвращаться, съ цѣлью исправить линію, а слѣдуетъ лишь повернуть умѣренно, примѣняясь къ мѣстности въ нагорную сторону, пока выемка не заставитъ насъ вновь повернуть въ низовую сторону и т. д. Конечно, линія получится безъ надобности зигзагообразная, и выемки будутъ чередоваться съ насыпями, тамъ,

©ПИТБСОКН

гдѣ при послѣдующихъ изысканіяхъ окажется возможнымъ проложить, быть можетъ, прямую линію при незначительныхъ сравнительно работахъ.

Барометрическая нивеллировка *).

Общія замѣчанія. При нивеллировкѣ пружинными барометрами, главное условіе, при соблюденіи всѣхъ требованій, предложенныхъ нами въ этой Инструкціи, составленной примѣнительно къ желѣзнодорожнымъ изысканіямъ это присутствіе переносной станціи, отстоящей не болѣе 5 вер. отъ линіи, безъ чего однако нивеллировка самыми вѣрными анероидами ведетъ только къ заблужденію. Подъ названіемъ переносной станціи понимается лишь присутствіе одного анероида въ палаткѣ или ближайшей деревнѣ и сниманіе показаній давленія и температуры каждыя четверть часа, въ теченіи цѣлаго дня. При этомъ условіи нивеллировку линіи достаточно производить въ одинъ анероидъ, записывая точно время снятія показаній. Отмѣтки всѣхъ снятыхъ такимъ образомъ точекъ высчитываются, относя ихъ (независимо одна отъ другой) къ точкѣ нахожденія станціоннаго анероида, а не вычитая одну изъ другой. Такимъ образомъ избѣгается накопленіе погрѣшностей отъ неточнаго чтенія показаній во всѣхъ отдѣльныхъ точкахъ.

Для рекогносцировокъ на небольшія разстоянія можно съ успѣхомъ употреблять барометры, по одиночнымъ взглядамъ и таблицѣ А, стр. 12, но ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ по барометрическимъ подсчетамъ (по формулѣ Бабинэ) составлять попикетные профиля, когда нѣтъ вблизи метеорологическихъ станцій.

При большомъ разстояніи между сравниваемыми точками нельзя безъ значительной погрѣшности допускать, что давленіе воздуха надъ этими точками въ одинъ и тотъ же моментъ на одинаковой абсолютной высотѣ — одинаково.

Точно также при неодновременномъ наблюденіи погрѣшность зависитъ отъ измѣненія въ давленіи воздуха, которое можетъ произойти въ промежутокъ между наблюденіями въ двухъ мѣстахъ. Измѣненія эти въ среднемъ бываютъ до 1 саж. по высотѣ въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ. Эта ошибка, по изслѣдованію Тилло, значительно возрастаетъ при буряхъ и грозахъ и можетъ дойти до 10 саж. и больше въ часъ.

*) Подробное описаніе анероидовъ и проч. барометрической нивеллировки можно найти въ брошюрѣ: „Инструкціи къ барометрической нивеллировкѣ г. Срезневскаго“.

Для того, чтобы вліяніе этихъ погрѣшностей уничтожить насколько возможно требуется устройство переносныхъ и постоянныхъ центральныхъ станцій.

Прочетъ по анероиду легко возможенъ на каждой точкѣ до 0,2 милиметр., что соотвѣтствуетъ 1,10 саж., а на версту при двухъ стоянкахъ 2,2 саж. При нивеллировкѣ двумя анероидами, безъ переносной станціи, высчитывая послѣдовательно точки одну изъ другой по формулѣ Бабинэ, погрѣшность на протяженіи 50 верстъ, можетъ дойти до 100 саж., что конечно, недопустимо. При присутствіи переносной станціи каждыя 5 верстъ, ошибка тѣмъ не менѣе до 10 саж. можетъ пройти незамѣтно.

Наибольшее разстояніе между станціями, на которомъ можно еще предполагать одновременное и одинаковое измѣненіе атмосфернаго давленія точно въ наукѣ не выяснено. По Рюльмену оно не болѣе 40 верстъ, а Баурнфейдъ принимаетъ до 90 верстъ, при тихой погодѣ и отсутствіи въ мѣстности горныхъ хребтовъ. По этому, все время нивеллировки анероидами, слѣдуетъ имѣть, кромѣ переносныхъ станцій по линіи, какъ я уже выше говорилъ, еще постоянныя центральныя станціи, въ разстояніи не болѣе 90 верстъ, вооруженные гипсотермометромъ, ртутнымъ барометромъ, гигрометромъ и проч.

При желаніи упростить работы можно обойтись безъ постоянныхъ центральныхъ станцій, ограничиваясь лишь переносной станціей вдоль линіи, но никакъ не далѣе какъ черезъ каждые 30 верстъ и тогда слѣдуетъ каждую партію снабдить однимъ гипсотермометромъ для провѣрки анероидовъ. При этомъ можно обойтись безъ ртутнаго барометра, который очень дорогъ, затруднителенъ въ перевозкѣ и даже менѣе точенъ, чѣмъ гипсотермометръ. Въ предѣлахъ 30 т. верстъ подобная нивеллировка можетъ быть приблизительно вѣрна.

Отмѣтки всѣхъ переносныхъ станцій должны быть сняты одновременно, вечеромъ и утромъ, передъ работой для взаимнаго сличенія. Для точности показаній температуры, надо вынуть термометръ изъ футляра и, повѣсивъ на крѣпкой шелковой ниткѣ, сильно качать его нѣсколько минутъ, для болѣе

ОТПЕЧАТОВАТЬ

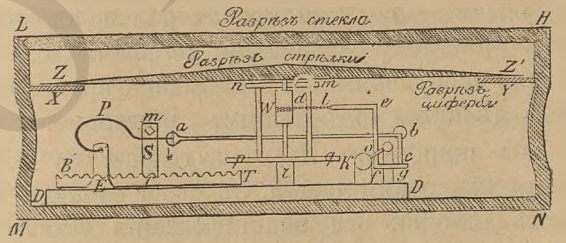
быстраго принятія наружной температуры на каждой снимаемой точкѣ, что требуетъ довольно много времени. (Впрочемъ, разница въ температурѣ вліяетъ очень незначительно на нивеллировку).

При чтеніи показанія по анероиду, слѣдуетъ центральнымъ постукиваніемъ снизу въ дно анероида оживить его механизмъ, но ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ стучать въ боковыя стѣнки.

Провѣрку анероидовъ по гипсотермометру слѣдуетъ производить не менѣе двухъ разъ въ мѣсяцъ. Въ тихую и слегка пасмурную погоду нивеллировка анероидомъ всегда точнѣе, чѣмъ въ ясную и безоблачную. Во время перемѣны погоды, рѣзкаго колебанія давленія, во время грозы и сильнаго вѣтра не слѣдуетъ производить работу анероидами. Анероидъ не слѣдуетъ держать въ футлярѣ закрытымъ, а лучше открыть или совсѣмъ вынуть для большаго постоянства температуры анероида. (См. заключеніе, стр. 251).

Описаніе пружиннаго барометра Нодэ. Черт. 93. Къ числу наиболѣе употребительныхъ пружинныхъ барометровъ принадлежитъ анероидъ Нодэ. Онъ имѣетъ видъ цилиндрической коробки съ циферблатомъ, по окружности котораго вдѣланъ термометръ Цельсія. Коробка покрыта сверху стекломъ. Между циферблатомъ и стекломъ находится стрѣлка, вращающаяся въ центрѣ циферблата такъ, что ось ея совпадаетъ съ осью цилиндрической коробки. Наружный видъ анероида Нодэ такой же, какъ и анероидовъ многихъ другихъ системъ. Ко дну цилиндра придѣлана основная доска (*DD*) черт. 93). Къ ней прикрѣплены различной высоты столбики *C*, *E*, *r*, *K* и *K*. На столбикѣ *C* лежитъ круглый барабанъ (*BT*), почти безвоздушный. Верхняя покрышка барабана волнистая. Къ ней припаянъ въ центрѣ ея столбикъ *S*, имѣющій въ верхней своей части стальной нажимъ *m*. Къ доскѣ *DD* придѣланы два столбика *E*, имѣющіе въ верхней части отверстія, играющія роль подшипниковъ оси, припаянной къ широкому концу сильной стальной пружины *P*. Пружина эта стремится касаться нажима *m*, и если она давитъ на него, то тѣмъ самымъ подымаетъ волнистую поверхность безвоздушнаго барабана. Но внѣшній воздухъ давитъ на волнистую крышку безвоздушнаго барабана, поэтому давленіе воздуха уравновѣшиваетъ стремленіе пружины подымать крышку барабана вверхъ. Когда давленіе воздуха увеличивается, то вдавливаніе волнистой покрышки барабана увеличивается, нажимъ опускается, и пружина натягивается сильнѣе. Когда давленіе воздуха уменьшается, волнистая покрышка поднимается кверху, а вмѣстѣ съ тѣмъ пружина заставляетъ столбикъ съ нажимомъ подыматься кверху. Такимъ образомъ, въ анероидѣ положеніе пружины указываетъ на увеличеніе или уменьшеніе давленія воздуха, подобно тому какъ въ ртутномъ барометрѣ эту роль разыгрываетъ свободная поверхность ртути.

Для указанія того или другого положенія пружины служитъ циферблатъ со стрѣлкою, которая соединена съ пружи-



Черт. 93.

ною промежуточнымъ чувствительнымъ механизмомъ. Опишемъ теперь этотъ механизмъ. Съ пружиной *P* соединенъ однимъ концомъ наглухо стержень *ab*, другой конецъ котораго, при помощи шарнира, соединенъ съ короткимъ колѣномъ *bc*, надавливающимъ на колѣнчатый рычагъ *gfel* концомъ *b*; колѣнчатый рычагъ можетъ вращаться на оси *KK*. Ось эта имѣетъ подшипники на колонкахъ *K* и *K*. Колѣнчатый рычагъ *gfel* своимъ концомъ *l* соединенъ съ тонкой цѣпочкой *d*, укрѣпленной и намотанной на утолщеніи *W* оси *v*, имѣющей пяту въ пластинкѣ *pq* и проходящей черезъ верхнюю перекладину *nm* рамы (*pqnm*). Пластинка *pq* прикрѣплена къ столбику *r*. Чтобы цѣпочка была постоянно въ натянутомъ состояніи, на валикъ *W*, навита тонкая часовая пружина и притомъ въ обратную сторону завиткамъ цѣпочки, такимъ путемъ достигается постоянная напряженность цѣпочки.

Съ увеличеніемъ давленія воздуха волнистая поверхность барабана, а вмѣстѣ съ ней столбикъ съ нажимомъ, опускаются внизъ; этому перемѣщенію слѣдуетъ и пружина съ колѣнча-

тымъ рычагомъ; конецъ этого рычага надавливаетъ на конецъ другого геобразнаго рычага, который, вращаясь на своей оси, вытягиваетъ цѣпочку, вслѣдствіе этого ось стрѣлки, а вмѣстѣ съ ней и сама стрѣлка вращаются въ одну сторону. При уменьшеніи давленія воздуха, всѣ описанныя движенія происходятъ въ обратномъ порядкѣ, а слѣдовательно, стрѣлка вращается въ противоположную сторону.

Въ футляръ каждаго барометра системы Нодэ, вкладывается термометръ, для опредѣленія температуры внѣшняго воздуха. Барометры Нодэ имѣютъ различную величину въ діаметрѣ отъ 5 до $1^1/_2$ дюймовъ, въ послѣднемъ случаѣ они имѣютъ видъ карманныхъ часовъ. Анероиды Нодэ снабжены винтовымъ ключемъ для установки стрѣлки на дѣленіе, соотвѣтствующее ртутному барометру во время ихъ сличенія. Въ анероидахъ, исполненныхъ въ послѣднее время, безвоздушный барабанъ дѣлается съ большимъ діаметромъ.

Циферблаты анероидовъ Нодэ раздѣлены на 18 равныхъ частей, каждая изъ этихъ частей, въ свою очередь, раздѣлена на 10 мелкихъ дѣленій, эти мелкія дѣленія дѣлятся еще пополамъ, надписи идутъ отъ 610 до 800, причемъ дѣленія отъ 610 до 620 и отъ 790 до 800 общія. На анероидахъ новѣйшихъ, циферблатъ раздѣленъ на 36 частей, и нумерація идетъ отъ 420 до 800.

Кромѣ анероида Нодэ для барометрическаго нивеллированія употребляются анероиды и другихъ системъ. Рейтцъ, Гольдшмидтъ и его преемникъ Гютенгеръ (въ Цюрихѣ) и другіе приготовляли анероиды, не имѣющіе зубчатыхъ зацѣпленій, а потому показанія въ такихъ анероидахъ менѣе зависимы отъ качества конструкціи, чѣмъ въ обыкновенныхъ. Особенно рекомендуются приборы системы Рейтца и Гютенгера.

Описаніе производства барометрической нивелировки.

Въ случаѣ крайней необходимости въ производствѣ барометрической нивеллировки, приводимъ болѣе подробное, практическое описаніе производства таковой и инструкцій выработанныхъ для изысканій Амурской желѣзнодорожной линіи въ 1894 году.

Нивеллировку рекомендуется производить анероидами Нодe.

I) При каждомъ анероидѣ должны быть таблицы главной физической обсерваторіи для приведенія показаній ихъ къ соотвѣтственнымъ показаніямъ ртутнаго барометра при температурѣ 0°.

Въ таблицахъ этихъ имѣются поправки на температуру (ω) и поправки на шкалу (δ). Какъ тѣ, такъ и другія поправки вычитаются изъ показаній анероида при температурѣ выше 0° и придаются къ этимъ показаніямъ при температурѣ ниже 0°. Кромѣ этихъ поправокъ должны быть извѣстны постоянныя поправки ($\triangle$) для каждаго анероида.

II) Каждый анероидъ долженъ провѣряться 2 раза въ мѣсяцъ и непремѣнно послѣ каждаго толчка, который замѣтно измѣнилъ его постоянную разницу показаній съ другимъ неповрежденнымъ анероидомъ.

Провѣряться анероидъ долженъ или по ртутному барометру или по гипсотермометру.

а) Провѣрка анероида по ртутному барометру производится слѣдующимъ образомъ: уложивъ анероидъ въ горизонтальномъ положеніи, наблюдаютъ около 20 разъ показанія его и ртутнаго барометра, наблюденія эти производятся въ разные часы дня. Если при этомъ, напр., записаны слѣдующія показанія, то берется средняя изъ исправленныхъ показаній анероида и средняя изъ постоянныхъ поправокъ.

(*Примѣчанія къ приведенному примѣру*):

1) Приведеніе показаній ртутнаго барометра при разныхъ температурахъ къ показаніямъ его при температурѣ 0° дѣлается по приложенной къ этой таблицѣ № III, гдѣ 1-й вертик. столбецъ представляетъ число градусовъ температуры по *C.* отъ 1° до 30°): верхній горизонтальный—давленіе въ мм.—отъ 400 мм. до 790 мм. чрезъ каждыя 10 мм. на пересѣченіяхъ соотвѣтств. горизонт. и вертик. граф. находимъ поправки, которыя прибавляются къ данному показанію при температурѣ выше 0° или вычитаются изъ нихъ при температурѣ ниже 0°).

Чтобы найти *напр.* поправку для приведенія 1-го показанія ртути барометра въ данномъ примѣрѣ, беремъ въ верхней горизонтальной графѣ давленіе ближайшее къ данному 718,4—оно будетъ 7,20; въ 1-мъ вертикальномъ столбцѣ тем-

ЕГПБ СКАН

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					Поправка анер.		Исправл. показ.		
Барометръ.	Термометръ при барометрѣ.	Анероидъ № 576.	Термометръ при анероидѣ.	Приведеніе барометра къ 0.	Приведеніе анероида къ 0 ω.	Поправка шкалы δ.	Барометръ.	Анероидъ.	Постоянная поправка анероида Δ.
мм.		мм.		мм.	мм.	мм.	мм.	мм.	мм.
718,4	+15,4° С.	719,0	+15,2° С.	— 1,8	—2,2	—0,7	716,6	716,1	+0,5
714,2	+15,8	715,0	+15,5	— 1,8	—2м,2	—0,7	712,4	712,1	+0,3
711,1	+15,0	712,0	+14,9	— 1,7	—2,1	—0,8	709,4	709,1	+0,3
713,5	+15,4	714,0	+15,0	— 1,8	—2,1	—0,8	711,7	711,1	+0,6
709,3	+14,7	710,0	+14,6	— 1,7	—2,1	—0,8	707,6	707,1	+0,5
706,1	+14,2	706,5	+14,0	— 1,6	—2,0	—0,7	704,5	703,8	+0,7=
707,4	+13,8	708,0	+13,4	— 1,6	—1,9	—0,7	705,8	705,4	+0,4=
700,9	+15,1	711,7	+15,0	— 1,7	—2,1	—0,8	709,2	708,8	+0,4
702,4	+13,2	702,8	+13,0	— 1,5	—1,8	—0,6	700,9	700,4	+0,5=
707,6	+13,7	708,2	+13,5	— 1,5	—1.9	—0,7	706,1	705,6	+0,5=
									мм.
								Среднее	0,5

пературу ближайшую къ данной 15°,4—она будетъ между 15,00 и 16,00. На пересѣченіи вертикальнаго столбца подъ 720 и горизонтальныхъ графъ идущихъ отъ 15,00 и 16,00 находимъ поправки 1,7 и 1,9 или среднее 1,8 *), которую нужно вычесть изъ показанія 718,4—1-го столбца примѣра, при чемъ получится 716,6—исправленное показаніе столбца 8-го.

Поправки столбцовъ 6-го и 7-го имѣются въ таблицахъ главной физической обсерваторіи, приложенныхъ къ каждому анероиду.

в) Провѣрка анероида по гипсотермометру производится такъ:

Уложивъ анероидъ въ горизонтальное положеніе, наблюдаютъ нѣсколько разъ въ день (до 10 разъ) показанія его и температуру кипѣнія воды въ гипсотермометрѣ.

По приложенной къ этой инструкціи таблицѣ № II смот-

*) 5 столбецъ примѣра.

рятъ, какой температурѣ кипѣнія 1-го вертикальнаго столбца таблицы, съ десятыми долями градусовъ и сотыми въ верхней горизонтальной графѣ, соотвѣтствуетъ данная температура кипѣнія. На пересѣченіи горизонтальной графы отъ показанія температуры въ градусахъ съ десятыми и вертикальнаго столбца подъ сотыми, найдемъ соотвѣтственныя давленія ртути барометра при температурѣ 0°.

Напр. Гипсотермометръ показываетъ температуру кипѣнія воды—98°,23. Соотвѣтственно давленія найдется на пересѣченіи горизонтальной черты отъ 98°,2 и вертикальнымъ столбцамъ подъ 3—и будетъ 713 мм.

Имѣя показанія ртути барометра, поступаютъ, какъ и въ 1-й провѣркѣ, т. е. по таблицамъ при анероидѣ приводятъ показанія анероида къ показанію ртутнаго барометра, дѣлая поправку относительно температуры и шкалы, замѣчаютъ постоянную поправку и берутъ средніе какъ изъ исправленныхъ показаній анероида, такъ и изъ постоянныхъ поправокъ.

III) Провѣрять анероиды по ртутному барометру скорѣе и удобнѣе; но возможность пользоваться барометромъ будетъ зависѣть отъ того, въ какомъ разстояніи онъ придетъ на мѣсто работъ. На мѣстѣ ртутный барометръ долженъ быть провѣренъ по гипсотермометру *).

Нѣсколько разъ въ разные часы дня замѣчаютъ показанія того и другого.

По таблицѣ № II, какъ уже сказано, показанія ртути барометра приводятъ къ температурѣ 0°. По таблицѣ № III для показанія тепературы кипѣнія воды гипсотермометръ находятъ, какъ уже тоже сказано, соотвѣтственныя давленія ртутнаго барометра при температурѣ 0°. Сличаютъ эти найденныя давленія и, если въ среднемъ они разнятся болѣе чѣмъ на 0,2—0,3 мм., среднюю разницу принимаютъ въ расчетъ при показаніяхъ барометра.

*) На метеорологическихъ станціяхъ обыкновенно гипсотермометръ повѣряютъ по ртутному барометру, потому что современемъ отъ высокой температуры происходитъ измѣненіе въ стеклѣ его головки; но въ нашемъ случаѣ гипсотермометръ легко перенесетъ перевозку, тогда какъ для ртути барометра она опасна и въ новомъ гипсотермометрѣ не можетъ быть выше упомянутаго измѣненія, вліяющаго на точность его показаній.

© ГПБ СПб

IV) Каждая партія должна по направленіи своихъ работъ учредить для провѣрки анероидовъ по крайней мѣрѣ одну передвижную станцію, гдѣ должны находиться: 1 гипсотермометръ Бодена, 1 переносный ртутный барометръ Паррота, 2 анероида Ноде, 1 термометръ, 1 хронометръ.

На станціяхъ наблюденія показаній инструментовъ надо дѣлать ежедневно въ 7 час. утра, въ 1 час. дня и въ 7 часовъ вечера.

Въ это же время должны дѣлаться и наблюденія показаній всѣхъ полевыхъ анероидовъ. Провѣрка анероидовъ на станціи должна производиться подъ руководствомъ начальника партіи. Относительно высоты станцій и положенія ихъ по широтѣ и долготѣ могутъ быть тщательно опредѣлены многими наблюденіями; а потому для станцій надо выбирать мѣста важныя въ техническомъ отношеніи на проектируемомъ направленіи линіи. Крайне полезно связывать станціи съ существующими уже метеорологическими станціями.

V) Предлагается принять къ свѣдѣнію всѣ тѣ предосторожности, которыя необходимо соблюдать при пользованіи инструментами.

a) *Необходимыя предосторожности при обращеніи съ гипсотермометромъ.*

Вопервыхъ, слѣдуетъ брать воду по возможности чистую, перегнанную или дождевую; необходимо также защищать приборъ отъ токовъ воздуха, во время кипѣнія воды, которое должно происходить не слишкомъ сильно; до окончательнаго отсчета температуры вода должна кипѣть не менѣе 10 минутъ. При этомъ надобно внимательно слѣдить за тѣмъ, чтобы въ сосудѣ было всегда достаточное количество воды, ибо при недостаткѣ оной сосудъ немедленно нагрѣвается столь сильно, что термометръ лопается; не слѣдуетъ также наливать слишкомъ много воды, потому что иначе брызги ея будутъ попадать на шарикъ термометра, чего быть не должно. Если приборъ не былъ въ употребленіи нѣсколько дней, то при возобновленномъ кипѣніи первое наблюденіе по термометру слѣдуетъ оставить безъ вниманія, и послѣ охлажденія прибора до обыкновенной температуры сдѣлать отсчетъ при вторичномъ кипѣніи воды и по этому отсчету уже опредѣлять точку кипѣнія воды.

Низъ шарика гипсотермометра долженъ находиться надъ поверхностью воды въ кипятильникѣ на 10—20 мм.

Предъ опусканіемъ гипсотермометра шарикъ его надо обтереть замшею.

b) *Необходимыя предосторожности при обращеніи со ртутнымъ барометромъ.*

Передъ перевозкою слѣдуетъ осторожно наклонить барометръ такъ, чтобы ртуть поднялась къ барометрической трубкѣ до самой вершины и затѣмъ плотно закрыть отверстіе *M* желѣзнымъ штифтомъ *ST*. Тогда можно барометръ поворотить резервуаромъ къ верху и закрывши крышкою перевозить.

Если при наклоненіи барометра въ верхнемъ отдѣленіи резервуара окажется излишекъ ртути, который не перейдетъ въ нижнее отдѣленіе, то слѣдуетъ нѣсколько вывинтить нижній винтъ резервуара, тогда емкость резервуара увеличится. Нижній винтъ слѣдуетъ напротивъ завинтить, если въ отверстіи *M* не будетъ видно ртути.

Для наблюденія барометръ поворачиваютъ резервуаромъ внизъ, снимаютъ крышку, наклоняютъ, поднимаютъ штифъ *ST* и медленно приводятъ барометръ въ вертикальное положеніе, которое опредѣляется имѣющимся при барометрѣ отвѣсомъ.

При наклоненіи барометра ртуть поднимается въ длинной трубкѣ барометра и, достигая вершины трубки, ударяется въ нее; острый, рѣзкій стукъ при этомъ служитъ признакомъ отсутствія воздуха, Если же воздухъ имѣется въ пустотѣ, то онъ скопляется въ видѣ пузырька на вершинѣ трубки и мѣшаетъ ртути достигнуть вершины, почему звукъ при ударѣ дѣлается глухимъ. Этотъ опытъ слѣдуетъ производить осторожно, чтобы ударомъ ртути о вершину трубки не повредить ея.

Если нужно перенести барометръ, хотя бы только на нѣсколько шаговъ, то слѣдуетъ предварительно *оборотить* его вершиною внизъ или привести въ горизонтальное положеніе. Безъ этой предосторожности ртуть приходитъ въ колебаніе и можетъ при этомъ увлечь съ собою изъ открытаго колѣна или резервуара пузырьки воздуха, которые затѣмъ проникнутъ въ Торичелліеву пустоту; кромѣ того колебанія ртути могутъ при недостаточной осторожности быть настолько сильными, что вершина запаянной трубки будетъ вышиблена при толчкѣ ртути извнутри.

© РНБ СПбГАН

Закупоренный барометръ слѣдуетъ оберегать отъ сильныхъ перемѣнъ температуры, потому что будучи закупоренъ при умѣренной температурѣ онъ можетъ быть поврежденъ напоромъ ртути, расширившимся при чрезмѣрномъ нагрѣваніи.

При выборѣ мѣста наблюденія барометра слѣдуетъ заботиться о томъ, чтобы имѣть при установкѣ визира на уровень ртути свѣтлый фонъ, позади барометра: освѣщенную стѣну, бѣлый листъ бумаги, небо. Но при этомъ самый инструментъ долженъ помѣщаться въ тѣни, такъ какъ солнечные лучи могутъ произвести сильное и неравномѣрное нагрѣваніе, которое нельзя будетъ принять въ расчетъ.

c) *Необходимыя предосторожности при обращеніи съ анероидомъ.*

Термометръ показываетъ вѣрно температуру анероида только въ томъ случаѣ, если температура эта сохраняется неизмѣнно въ теченіе извѣстнаго промежутка времени. При быстрыхъ перемѣнахъ температуры показанія термометра запаздываютъ, т. е. при возрастаніи температуры бываютъ слишкомъ низки, при пониженіи—слишкомъ высоки. Быстрыя колебанія температуры сопровождаются также неправильными измѣненіями упругости металлическихъ частей. Все это заставляетъ избѣгать быстрыхъ перемѣнъ температуры. Въ особенности нужно остерегаться переносить анероидъ съ холода въ теплую комнату, гдѣ на анероидъ можетъ осадиться влага воздуха (какъ на графинѣ холодной воды), которая можетъ совершенно испортить нѣжныя части механизма. Для предохраненія отъ перемѣнъ температуры должно держать анероидъ постоянно въ футлярѣ, который помощью ремня вѣшается на плечѣ. Открывать футляръ слѣдуетъ лишь на короткое время для отсчетовъ по анероиду. Для предохраненія инструмента отъ солнечныхъ лучей, могущихъ иногда сильно нагрѣть черный кожаный футляръ, полезно обшить этотъ футляръ бѣлымъ холстомъ, не столь быстро нагрѣвающимся, какъ черная кожа.

При перемѣнахъ давленія, составныя части механизма анероидовъ перемѣщаются съ нѣкоторымъ сопротивленіемъ или треніемъ; поэтому слѣдуетъ передъ каждымъ отсчетомъ слегка постучать по анероиду пальцемъ. При отсчитываніи анероида слѣдуетъ держать его горизонтально, потому что показанія его при такомъ положеніи не зависятъ отъ недостатковъ въ уравновѣшеніи различныхъ рычаговъ механизма.

Нельзя работать анероидомъ во время грозы и бури и во время приближенія таковыхъ, такъ какъ въ это время показанія его не вѣрны.

Не слѣдуетъ анероидъ класть на камень, металлъ... Нельзя оставлять его ночью на окнѣ, а слѣдуетъ класть на столъ, подложивъ книгу или другое что нибудь мало теплопроводное.

Производство нивеллировки *). По выбранномъ начальникомъ партіи направленіи идутъ два наблюдателя съ анеродами № 1 и № 2. Въ исходной точкѣ A они свѣряютъ анероиды, термометры и часы. № 2 остается въ A и наблюдаетъ и записываетъ въ журналъ время, показанія анероида и термометра чрезъ каждыя $^1/_4$ часа. № 1 идетъ по заданному направленію, опредѣляя съ помощью десятника шагомѣромъ или по часамъ разстояніе, по геніометру—углы, по буссоли—румбы и отмѣчая встрѣтившіеся ручьи, рѣки, овраги. Онъ останавливается на всѣхъ интересующихъ его точкахъ, забивая въ нихъ колья съ №№ 1, 2 и 3.... наблюдаетъ и записываетъ въ журналъ показанія на этихъ точкахъ анероида, термометра и часовъ.

Пройдя около 2-хъ верстъ и записавъ послѣднія показанія въ пунктѣ B, наблюдатель № 1 выстрѣломъ даетъ сигналъ наблюдателю № 2, самъ же остается на мѣстѣ, повторяя чрезъ каждыя $^1/_4$ часа въ пунктѣ B наблюденія показаній анероида, термометра и часовъ и внося эти показанія въ журналъ.

Услышавъ выстрѣлъ, наблюдатель № 2 идетъ изъ A по линіи къ B, останавливаясь на каждомъ колѣ, гдѣ наблюдаетъ и записываетъ въ журналъ показанія анероида, термометра и часовъ.

Когда № 2 дойдетъ до пункта B, оба наблюдателя вновь свѣряютъ анероиды, термометры и часы. Если разница показаній анероида въ B другая, чѣмъ была въ A, то каждый изъ нихъ исправляетъ свои показанія на $^1/_2$ разности этихъ разницъ.

Затѣмъ № 1 также идетъ около 2-хъ верстъ до пункта Cr и № 2 остается въ пунктѣ B и т. д.

Такимъ образомъ наблюдатель № 2 провѣряетъ на каждой точкѣ показанія наблюдателя № 1, какъ въ нивеллировкѣ въ два нивеллира для избѣжанія грубыхъ ошибокъ.

Примѣчаніе 1. Если два смежныхъ кола забиты наблюдателемъ № 1 такъ далеко одинъ отъ другого, что

*) Составлено нами примѣнительно для желѣзнодорожныхъ изысканій.

ОГПИБ

съ одного не видно другого, то, чтобы не сбился наблюдатель № 2, обозначаютъ чѣмъ нибудь направленіе— въ лѣсу зарубаютъ деревья, въ полѣ ставятъ вѣшки.

Примѣчаніе 2. Гдѣ наблюдатель № 1 взялъ точки на поперечныхъ профиляхъ, на колѣ главной линіи, отъ котораго взята поперечная профиль, кромѣ N пишутъ букву $П$, чтобы наблюдатель № 2 взялъ показанія на кольяхъ a и b поперечной профили.

Наблюдатель № 1 долженъ имѣть при себѣ часы, анероидъ, термометръ, шагомѣръ, гоніометръ, буссоль и рулетку; набл. № 2—часы, анероидъ и термометръ.

По полученнымъ показаніямъ анероидовъ относительная разница высотъ точекъ пройденной линіи высчитывается по формулѣ Бабинэ, гдѣ:

$$H = 16029\,\frac{B'_0 - B_0}{B'_0 + B_0}\{1 + 0{,}002\,(t_1 + t_0)\}$$

H — Разница высотъ двухъ точекъ.

B_0' и B_0—показанія ртути барометра при $t = 0^0$ и t_1 и t_0— температуры воздуха на этихъ 2-хъ точкахъ во время наблюденій.

Нулевыя показанія анероидовъ (A) приводятъ по таблицамъ при нихъ съ поправками на температуру и на шкалу къ 0^0 (A_0) и, принимали во вниманіе постоянную поправку,— къ показаніямъ ртути барометра при температурѣ 0^0 (B_0), послѣ чего уже ставятъ эти величины въ формулу Бабинэ вмѣсто B'_0 и B_0.

Формулу Бабинэ можно написать такъ:

$$H = 16029\,\frac{B_0' - B_0}{B^{0\prime} + B^0} + 16029\,\frac{B_0' - B_0}{B^{0\prime} + B^0} \times 0{,}002\,(t_1 + t^0);$$

или называя:

$$16029\,\frac{B_0' - B_0}{B^{0\prime} + B^0} \text{ черезъ } h,$$

получимъ:

$$H = h + h \times 0{,}002\,(t_1 + t_0);$$

т. е. разница высотъ между двумя точками H будетъ равна этой разницѣ при температурѣ 0°, т. е. h + поправка на температуру, т. е. $h \times 0{,}002\,(t_1 + t_0)$.

Имѣя величины B'_0 и B_0, для облегченія вычисленій, h можно получить по приложенной къ этой инструкціи таблицѣ № III, гдѣ въ 1-мъ вертикальномъ столбцѣ показано давленіе ртути барометра при температурѣ 0° въ мм. и въ 1-й горизонтальной графѣ его десятыя доли. На пересѣченіяхъ горизонтальныхъ и вертикальныхъ графъ находятъ соотвѣтственныя приблизительныя высоты точекъ надъ уровнемъ моря.

Если напр. $B'_0 = 716{,}6$; $B_0 = 705{,}8$, то соотвѣтственныя имъ приблизительныя высоты будутъ:

490,5 и 611,7 и $h = 611{,}7 - 490{,}5 = 121{,}2$ мм.

При барометрической нивеллировкѣ, какъ и при обыкновенной, ведутся два журнала: пикетажный и нивеллировочный.

Форма пикетажнаго журнала:

№№ пикетовъ.	Разстоянія.	Углы.	Румбы.	Примѣчанія.
1.	2.	3.	4.	5.
0			*S. W.* 20°	
	75			
1		120°	*W. N.* 30°	
	100			
2				ручей.

Форма нивеллировочнаго журнала:

№№ пикетовъ.	Время наблюденій.	Показанія анероидовъ. Давленіе.	Показанія анероидовъ. Температура.	Температура воздуха.	Показанія анероида приведенныя къ 0°.	Показанія ртути барометра при 0°.	Разность высотъ при 0°.	Поправка отъ температуры.	Истинная разница высотъ полученныхъ по формулѣ.	Примѣчанія.
	94 г. августа.	A	τ	t	A^0	B^0	h	$h=0{,}002\,(t_1 + t_0)$	H	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	5-7 ч. 0 м. утра.	719,0	15°,00	15°,2	716,1	716,6	121,2	6,9	128,1	
1	» 15 м.	708,0	13°,1	13°,4	705,3	705,8				
2	» 40 м.	»	»							

ОТПЕЧАТОК

Въ полѣ замѣняются только первые 5 столбцовъ и послѣдній, остальныя числа, получаемыя расчетомъ, заносятся дома.

Въ данномъ примѣрѣ полевыя показанія анероидовъ.

$$A — 719{,}0; \quad t + 15{,}2^0$$

$$A' — 708{,}0^2; \quad t + 13{,}4^0$$

Для приведенія A и A' къ A_0 надо вычесть изъ этихъ показаній, имѣющіяся въ таблицѣ при анероидѣ поправки на температуру и шкалу, для перваго эта поправка $\omega = 2{,}2$; $\delta = 0{,}7$, для второго

и $$\omega = 1{,}9; \ \delta = 0{,}8$$

$$A_0 = A — (\omega + \delta) = 719_{,0} — (2{,}2 + 0{,}7) = 716{,}1 \text{ мм.}$$

$$A'_0 = A' — (\omega + \delta) = 708_{,0} — (1{,}9 + 0{,}8) = 705{,}3 \ »$$

прибавляя къ A_0 и A'_0 постоянную разницу анероида $\triangle = + 0{,}5$, получимъ показанія ртути барометра при 0_0,

$$B_0 = 716{,}1 + 0{,}5 = 716{,}6$$

$$B'_0 = 705{,}3 + 0{,}5 = 705{,}8.$$

По полученнымъ B_0 и B'_0 мы уже раньше нашли h по таблицѣ № III

$$h = 121{,}2 \text{ мм.}$$

$$h \times 0{,}002\ (t_1 + t_0) = 121{,}2 \times 0{,}002\ (15{,}2 + 13{,}4) = 6{,}9.$$

$$H = h + h \times 0{,}002\ (t_1 + t_0) = 121{,}2 + 6{,}9 = 128{,}1 \text{ мм.}$$

Такимъ образомъ въ предпослѣдней графѣ получаются разности всѣхъ точекъ съ исходной. Если высота исходной точки не извѣстна, ей даютъ условную величину и какъ въ обыкновенной нивеллировкѣ по разностямъ съ нею, принимая во вниманіе пикетажный журналъ, составляютъ профиль.

Исходная точка A, потомъ точки B, C..., гдѣ остается наблюдатель № 2, служатъ задними взглядами для переднихъ взглядовъ наблюдателя № 1. Конечно, показанія на пикетахъ A, B, C... наблюдатель № 1 долженъ для сравненія съ одновременными своими показаніями каждой послѣдующей точки взять у наблюдателя № 2, такъ какъ его наблюденія въ этихъ

точкахъ могутъ розниться съ послѣдующими разновременными наблюденіями наблюдателя № 2.

Полезно отъ времени до времени, гдѣ это окажетсся по мѣстнымъ условіямъ удобнымъ, провѣрять барометрическую нивеллировку обыкновеннымъ нивеллиромъ.

Изъ анероидовъ болѣе удобны при рекогносцировкахъ верхомъ небольшіе горные анероиды. Они точны, легки и ведущій линію можетъ такой анероидъ всегда имѣть съ собой, нося его на ремешкѣ черезъ плечо. Анероиды Нодэ большихъ размѣровъ употребляются для нивеллировокъ болѣе длинныхъ линій.

Свидѣтельство о повѣркѣ при каждомъ анероидѣ необходимо, но заграничнымъ свидѣтельствамъ довѣрять не слѣдуетъ. На каждую партію для рекогносцировокъ необходимо имѣть по 2 анероида.

Передъ отъѣздомъ на работы надо непремѣнно отдать всѣ купленные анероиды въ физическую обсерваторію на В. О. для провѣрки. Обыкновенно впрочемъ эту обязанность магазинъ беретъ на себя. За провѣрку анероида обсерваторія беретъ 6 руб. и требуетъ для провѣрки 2 недѣли.

Заключеніе.—Въ виду большой затраты средствъ и времени въ полѣ, а также при подсчетѣ журналовъ, неточности въ нивеллировкѣ, нельзя приписывать ей того значенія, какое, въ послѣднее время, дано барометрической нивеллировкѣ и производить барометрически нивеллировку сплошныхъ линій болѣе или менѣе значительнаго протяженія—не слѣдуетъ. Составленія цѣлаго продольнаго профиля при помощи барометра, вмѣсто нивеллира не оправдывается. Только въ рѣдкихъ случаяхъ, при рекогносцировкахъ въ мѣстности гористой, среди пикъ и обрывовъ, въ мѣстахъ недоступныхъ для нивеллира, а также въ мѣстности покрытой лѣсомъ, во избѣжаніе рубки можно съ успѣхомъ для опредѣленія сравнительной высоты отдѣльныхъ точекъ примѣнять барометръ. Если имѣется хорошая съемка данной мѣстности и на ней не показапы высоты, но разстоянія вѣрны, и если въ данной мѣстности имѣются въ разстояніи примѣрно верстъ 75 метеорологическія станціи, то барометрическимъ нивеллировкамъ можно дать болѣе широкое примѣненіе. Въ противномъ случаѣ, т. е. когда приходится лентой мѣрить на грунтѣ длины долинъ до переваловъ и дѣлать просѣку, когда нѣтъ вблизи метеорологическихъ станцій, то отъ

ОГНТБ

барометрической нивеллировки лучше совсѣмъ отказаться и для примѣрныхъ, предварительныхъ соображеній, ограничиться показаніями по одному анероиду, безъ всякихъ станцій и подсчетовъ, сразу по таблицѣ абсолютныхъ, приблизительныхъ высотъ, стр. 12 А. (Переводъ метровъ въ сажени въ таблицахъ).

Промѣръ разстоянія по широтѣ и долготѣ мѣста. Секстанты и хронометры. При рекогносцировочныхъ работахъ на изысканіяхъ Амурской желѣзно-дорожной линіи въ 1894—95 гг. для опредѣленія мѣстонахожденія, т. е. широты и долготы отдѣльныхъ болѣе важныхъ пунктовъ были впервые въ Россіи примѣнены, какъ уже выше было сказано, хронометры и секстанты. Эти опыты доказали, что опредѣленіе широты и долготы, съ цѣлью опредѣленія разстояній въ мѣстахъ сплошныхъ подъемовъ, вмѣсто промѣра лентой, а также съ цѣлью пополненія картъ, требуетъ слишкомъ много времени и для желѣзно-дорожныхъ изысканій не должны быть примѣняемы. Перевозка и вывѣрка хронометровъ неимовѣрно хлопотлива, а самое наблюденіе требуетъ слишкомъ много времени, скорѣе должно-бы производиться астрономами, а не желѣзно-дорожными техниками хотя бы даже инженерами. Хронометръ дорого стоитъ, до 500 руб., и слишкомъ капризенъ, причемъ каждый еще отличается своими особенностями.

Подробныя инструкціи для опредѣленія географической широты и долготы мѣста, а также наставленіе какимъ образомъ обходиться съ хронометрами и вычислить ихъ ходъ и относительный вѣсъ были выработаны для изысканія Амурской желѣзно-дорожной линіи и нами въ подлинникѣ даны въ приложеніи.

ГЛАВА XI.

Топографическія съемки орографомъ Шрадера. Фототеодолитъ. Фототопографія.

Орографъ Шрадера *).

Въ дѣлѣ изысканій очень важно имѣть хорошія съемки. Такъ какъ въ послѣднее время примѣненіе фототопографіи

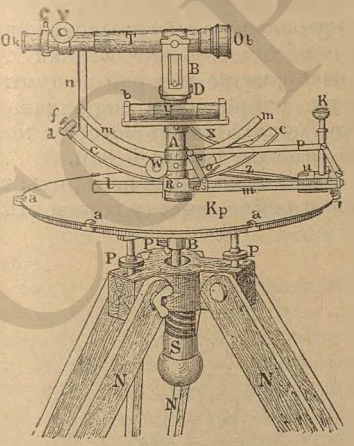
*) Поверхъ трехконечника (черт. 95) съ подъемными винтами накладывается кругъ *Кр*, діаметромъ около 10 дюймовъ. Кругъ *Кр* сдѣланъ изъ стали; верхняя его плоскость отшлифована, а на нижней его поверхности сдѣланы реборды по направленіямъ шести радіусовъ и по направ-

принимаетъ все большіе размѣры и надѣясь, что она займетъ у насъ принадлежащее ей мѣсто, которое фототопографія нашла

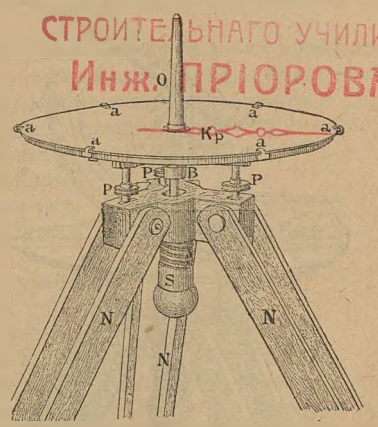
вленію двухъ окружностей, концентрическихъ съ внѣшнею окружностью. На этомъ кругу закрѣпляютъ листъ чертежной бумаги помощью пластинокъ *a*, *a*, *a*, на которомъ вычерчивается перспективное изображеніе снимаемыхъ предметовъ. Въ центрѣ круга сквозное отверстіе, въ которое для ввинчиванія вводится особый стальной аншпугъ.

Благодаря соотвѣтственному скрѣпленію, линейка *l* движется продольно въ то время, когда вращаютъ шестерню *W*, приводящую въ

БИБЛІОТЕКА
СТРОИТЕЛЬНАГО УЧИЛИЩА
Инж. ПРІОРОВА.



Черт. 94.



Черт. 95.

движеніе секторъ *C* и трубу. Вмѣстѣ съ линейкою передвигается закрѣпленная на ней поползушка *u* съ карандашомъ *K*. Такимъ образомъ, при вращеніи шляпки шестерни *W*, карандашъ чертитъ на бумагѣ линію по направленію радіуса круга *Kp* черт. 96.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда, при вращеніи шляпки шестерни *W*, нѣтъ надобности получать на бумагѣ черту отъ карандаша, то его можно поднять при помощи особаго параллелограмма *p*, надавливая на отростокъ *o*.

Къ нижней части цилиндра *A* на шарнирѣ придѣлана пластинка Z_1, а къ концу салазокъ *m*, *m* придѣлана на шарнирѣ другая пластинка *Z*; эти двѣ пластинки Z_1 и *Z*, скрѣпленныя вмѣстѣ, составляютъ собою треугольникъ, который, благодаря шарнирамъ, можно приподнимать и прижимать, по произволу, къ цилиндру *A*.

Если двигать шляпку W_1, при опущенномъ карандашѣ, то онъ начертитъ на бумагѣ дугу круга, а если шляпку W_1 обвести по всему кругу, то карандашъ опишетъ цѣлую окружность большаго или меньшаго радіуса, смотря по тому, поднята ли труба шестерней *W* вверхъ или опущена ею внизъ черт. 97.

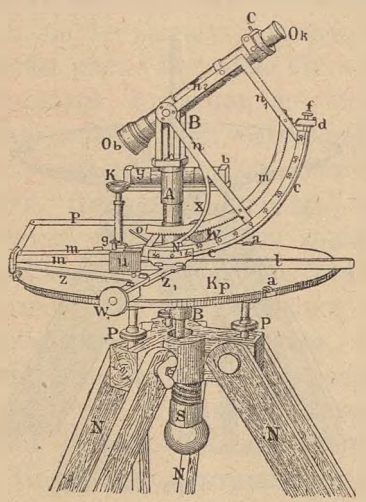
Когда нуль ноніуса совпадаетъ съ нулемъ сектора, тогда визирная ось должна быть горизонтальна.

уже заграницей, мы нашли необходимымъ дать мѣсто въ нашемъ руководствѣ ея описанію.

Прежде однако скажемъ нѣсколько словъ объ орографѣ

Тогда нужно опустить карандашъ и обвести кругъ шляпкою W. Кругъ, начерченный карандашомъ, будетъ соотвѣтствовать горизонту, проходящему черезъ визирную ось трубы, и каждая точка земной поверхности, изображеніе которой получится на этомъ кругѣ, будетъ имѣть такую же высоту, какую имѣетъ визирная ось трубы. Всякая точка, изображеніе которой получится внѣ этого круга, будетъ имѣть высоту большую, чѣмъ высота визирной оси, точно также всякая точка, изображеніе которой получится внутри очерченнаго карандашомъ круга, будетъ имѣть высоту меньшую высоты визирной оси.

Послѣ этого надо измѣрить, при помощи рейки, высоту горизонталь-



Черт. 96.



Черт. 97.

ной визирной оси надъ точкою земли, надъ которою установленъ центръ инструмента.

Для того, чтобы получить изображеніе на бумагѣ какой-либо точки земной поверхности или точки, принадлежащей какому-либо предмету, наводятъ центръ сѣтки трубы на эту точку, вращая правою рукою шляпку шестерни W, а лѣвою рукою шляпку колесца W_1, затѣмъ, опустивъ карандашъ, начинаютъ вращать немного въ одну и другую сторону всю верхнюю часть инструмента, держа лѣвую руку у шляпки колесца W_1, послѣ этого на бумагѣ образуется небольшая дуга круга; затѣмъ вращаютъ шляпку колесца W_1 до тѣхъ поръ, пока центръ сѣтки не покроетъ визируемую точку, и, не дотрогиваясь до шляпки W_1, вращаютъ на небольшое число зубцовъ шляпку W въ одну и другую сторону. Такимъ образомъ, на бумагѣ получится черточка, пересѣкающая маленькую дугу, т. е. образуется крестъ, и центръ этого креста будетъ служить изображеніемъ точки, на которую визировали. Вся эта манипуляція полученія изображенія точки продолжается 3 или 4 секунды. Такимъ же образомъ опредѣляется изображеніе всѣхъ точекъ необходимыхъ для съемщика, а также опредѣленныхъ ранѣе тѣмъ или

Шрадера, основанномъ, какъ и фототопографія, на законахъ перспективы *) (черт. 96).

Этотъ инструментъ устроенъ географомъ Шрадеромъ для

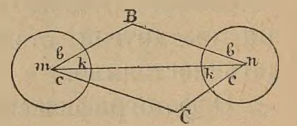
другимъ путемъ, и разстоянія между которыми будутъ служить базисами для съемки орографомъ.

Чтобы получить перспективное изображеніе какого-нибудь зданія, слѣдуетъ, дѣйствуя правою и лѣвою руками на шляпки W и W_1, обводить центръ сѣтки по всѣмъ контурамъ зданія, тогда карандашъ начертитъ перспективное изображеніе этого зданія.

Точно также будутъ получаться контуры дорогъ, урѣзы воды въ рѣкѣ, озерѣ, контуры цѣпи горъ.

Дѣйствуя такъ, какъ сейчасъ указано, можно получить или изображенія отдѣльныхъ точекъ, или изображенія отдѣльныхъ линій и контуровъ.

Убѣжденіемъ въ вѣрности снятаго перспективнаго изображенія служитъ то обстоятельство, что, обойдя такимъ образомъ цѣлый кругъ, изображеніе начальной точки должно получиться на томъ же мѣстѣ, на какомъ оно получалось въ первый разъ. Этою первою и послѣднею точкою должна быть всегда точка второго конца базиса.



Черт. 98.

Получивъ всѣ необходимые для цѣлей съемки контуры и отдѣльныя точки и убѣдившись, что все необходимое снято, визируютъ вновь на тѣ точки, высоты которыхъ желаютъ получить, причемъ наводятъ на нихъ центръ сѣтки и читаютъ показанія на вертикальномъ секторѣ, чтенія заносятъ въ особый журналъ, а на планѣ ставятъ у точекъ нумера, соотвѣтствующіе нумерамъ журнала

Послѣ этого снимаютъ треножникъ съ кругомъ Kp и осью O съ точки стоянія и, установивъ на ея мѣстѣ вѣшку, переходятъ на другой конецъ базиса. Если длина базиса неизвѣстна, то, конечно, надо предварительно ее измѣрить. Все выше сказанное—надлежитъ въ точности продѣлать въ другомъ концѣ базиса и затѣмъ въ дальнѣйшемъ надо визировать на всѣ тѣ точки, на которыя визировали съ перваго конца базиса.

Такимъ образомъ, съ двухъ концовъ базиса получатся два перспективныхъ изображенія въ произвольномъ масштабѣ. При помощи этихъ двухъ изображеній можно получить посредствомъ прямыхъ засѣчекъ дѣйствительное положеніе на планѣ проекцій точекъ и контуровъ, на которые визировали черт. 98. Найдя центры двухъ круговъ бристольской бумаги съ перспективными изображеніями, надо круги эти положить на бумагу, на которой желаютъ получить планъ, такъ, чтобы центры перспективныхъ изображеній покрыли концы базиса, нанесеннаго на эту бумагу въ какомъ-нибудь опредѣленномъ масштабѣ, все соотвѣтствующимъ образомъ.

Затѣмъ, приколовъ каждый изъ круговъ къ листу бумаги тремя кнопками, надо вычертить планъ, слѣдуя правилу прямыхъ засѣчекъ.

Орографъ былъ примѣненъ Шрадеромъ, какъ сказано выше, при съемкѣ Пиринеевъ. Шрадеръ говоритъ, что время, въ которое снята площадь трудной мѣстности въ 6.000 кв. километровъ, надо считать лишь въ 85 дней.

*) См. „Извѣстія Собранія Инж. П. С.“ 1896 года, № 10).

снятія хребта Пиренеевъ, гдѣ онъ былъ въ широкихъ размѣрахъ примѣненъ. Гористая мѣстность въ 6000 квадр. километровъ снята лишь въ 85 дней, при чемъ полученныя съемки въ точности соперничали какъ говоритъ инж. Н. А. Богуславскій, съ геодезическими работами.

При помощи орографа можно получить въ полѣ графически изображенія предметовъ по выбору самого съемщика. Въ сравненіи съ фототеодолитомъ, орографъ Шрадера значительно уступаетъ первому. Кабинетная работа обоихъ аппаратовъ приблизительно одна и та же, полевая же работа орографа въ нѣсколько разъ больше, чѣмъ фототеодолитомъ. Неудобство орографа состоитъ въ томъ, не говоря о другихъ его недостаткахъ, что каждую наблюдаемую этимъ аппаратомъ точку съ одной стоянки—необходимо подробно списывать и даже зарисовывать, чтобы не перепутать съ другими при визированіи съ другой стоянки. Всетаки подобныя ошибки происходятъ постоянно.

О фотографическомъ планшетѣ Шевалье упоминать не буду, такъ какъ въ настоящее время онъ имѣетъ только историческій интересъ.

Фототопографія *) изобрѣтена французскимъ инженеръ-маіоромъ А. Лосседа въ концѣ пятидесятыхъ годовъ и впервые опубликована въ «Coptes'rendus» (Tome 50), 1860 года.

Не останавливаясь на историческомъ развитіи фототопографіи укажемъ лишь на главныя работы, исполняемыя помощью ея въ послѣднее время у насъ въ Россіи **).

*) Подробное описаніе прогрессивнаго развитія фототопографіи см.: Практическая фототопографія (фотограмметрія) Р. Тиле. С.-Петербургъ, 1898 г.

**) Въ Австріи, какъ и въ другихъ государствахъ, первымъ заинтересовалось фототопографіею военное министерство, но скоро ею вослед, зовались желѣзнодорожные инженеры, архитектора и другія вѣдомства давшіе фотограмметріи широкое практическое примѣненіе.

Послѣ опытовъ въ 1895 г. въ горахъ „Татры“ Австрійскій Военно-Географическій Институтъ постановилъ въ 1896 г. общее введеніе фотограмметрическаго способа для исправленія существующихъ картъ (Kartenrevision см. „Die neueren Arbeiten der Mappierungs Gruppe“. K. K. Feldmarschall Lieutnant Rittor von Steeb. Wien 1898, XVIII. B. Mittheil des K. u. K. Milit.-geograph. Inst.

Первый серьезный опытъ фототопографіи у насъ въ Россіи производилъ въ 1890 г. инженеръ путей сообщенія Н. О. Виллеръ при изысканіяхъ Кавказскаго хребта, увѣнчавшійся полнымъ успѣхомъ, но къ сожалѣнію—за прекращеніемъ этихъ изысканій—не продолжавшійся.

Первыя практическія примѣненія фототопографіи были сдѣланы лѣтомъ 1895 г. на Новой Землѣ адъюнктомъ Академіи Наукъ Ѳ. Н. Чернышевымъ (а въ слѣдующемъ 1896 г., во время астрономическихъ и физико-метеорологическихъ наблюденій надъ полнымъ солнечнымъ затменіемъ тамъ же, членами экспедиціи кн. Б. Б. Голицинымъ и Ѳ. Н. Чернышевымъ, предпринявшими, по окончанію наблюденій экскурсію внутрь страны и снявшими—несмотря на ненастную и туманную погоду—на трехъ привалахъ нѣсколько фотографій по измѣреннымъ базисамъ. Эти фотографіи служили матеріаломъ для составленія трехъ картъ представляющихъ совершенно не пзслѣдованное раньше пространство внутри „Новой Земли“ на 190 □ верстъ *).

*) См. Отчетъ Экспедиціи составл. кн. Б. Голицинымъ, отпечатанный въ С.-Петербургѣ, декабря 1898 г. Тамъ же, стр. 129—169 кн. Б. Голицинъ подробно излагаетъ, какъ самый принципъ фотограмметрическаго способа, такъ и практическіе пріемы и результаты съемки, съ приложеніемъ 7 объяснительныхъ чертежей.

Послѣ практическаго изученія фототопографическаго способа заграницею, весною 1897 г. Р. Тиле было поручено Министерствомъ Путей Сообщенія организація и веденіе практическихъ опытовъ при изысканіяхъ соединительной линіи Забайкальской съ Маньчжурской желѣзной дорогой. Участвуя въ изысканіяхъ и постройкѣ этой дороги, авторъ этого руководства имѣлъ возможность хорошо познакомиться съ фототопографическими съемками въ Забайкальчѣ и Маньчжуріи на мѣстности.

Съемки были сдѣланы фототеодолитомъ, системы Поллакъ, при чемъ полная панорама въ 360° была снята на 8 пластинкахъ размѣра 24 × 18 сантиметр. (черт. 99).

Этимъ же аппаратомъ въ 1898 г. инженеромъ П. И. Щуровымъ производились прекрасныя съемки, при изысканіяхъ Александропольской и Джульфинской линій. Черт. 100 представляетъ продольный профиль съемки лѣваго берега Алинджачайскаго ущелья (линія Эривань—Джульфъ), а также въ 1899 г. при изысканіяхъ побережной черноморской желѣзной дороги.

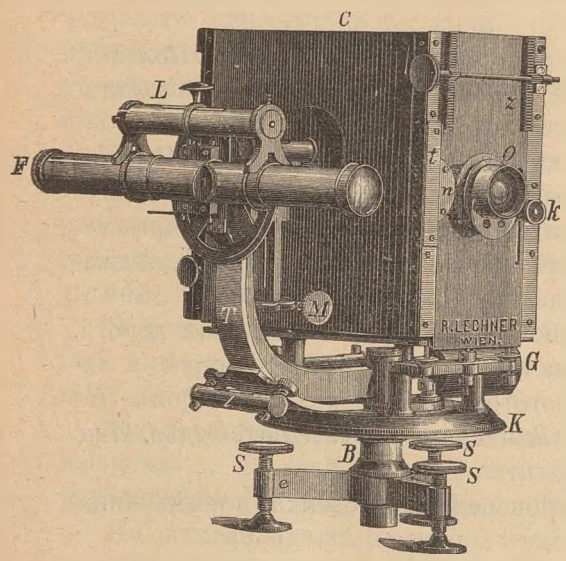
Контурная линія обозначаетъ профиль нивеллирную, а линія пунктиромъ получена фототопографическимъ способомъ. Эти работы опубликованы въ «Запискахъ Кавказскаго Отдѣл. Имп. Русск. Техническаго Общ.

Въ 1898 г. Г. Тиле производилась съемка новымъ аппа-

ОТНИПРАН

ратомъ Паганини (модель 1897 г.) по линіямъ Тифлисъ—Карсъ и Эриванъ—Джульфъ и затѣмъ въ 1899 г. при изысканіяхъ Закавказской линіи Эриванъ—Тавризъ.

Основы фото-топографіи. Фото-топографія, какъ и мензульная съемка, основывается на засѣчкахъ, помощью которыхъ опредѣляется любая точка въ пространствѣ, какъ пересѣченіе двухъ или нѣсколькихъ визирныхъ лучей изъ уже опредѣленныхъ пунктовъ.



Черт. 99.

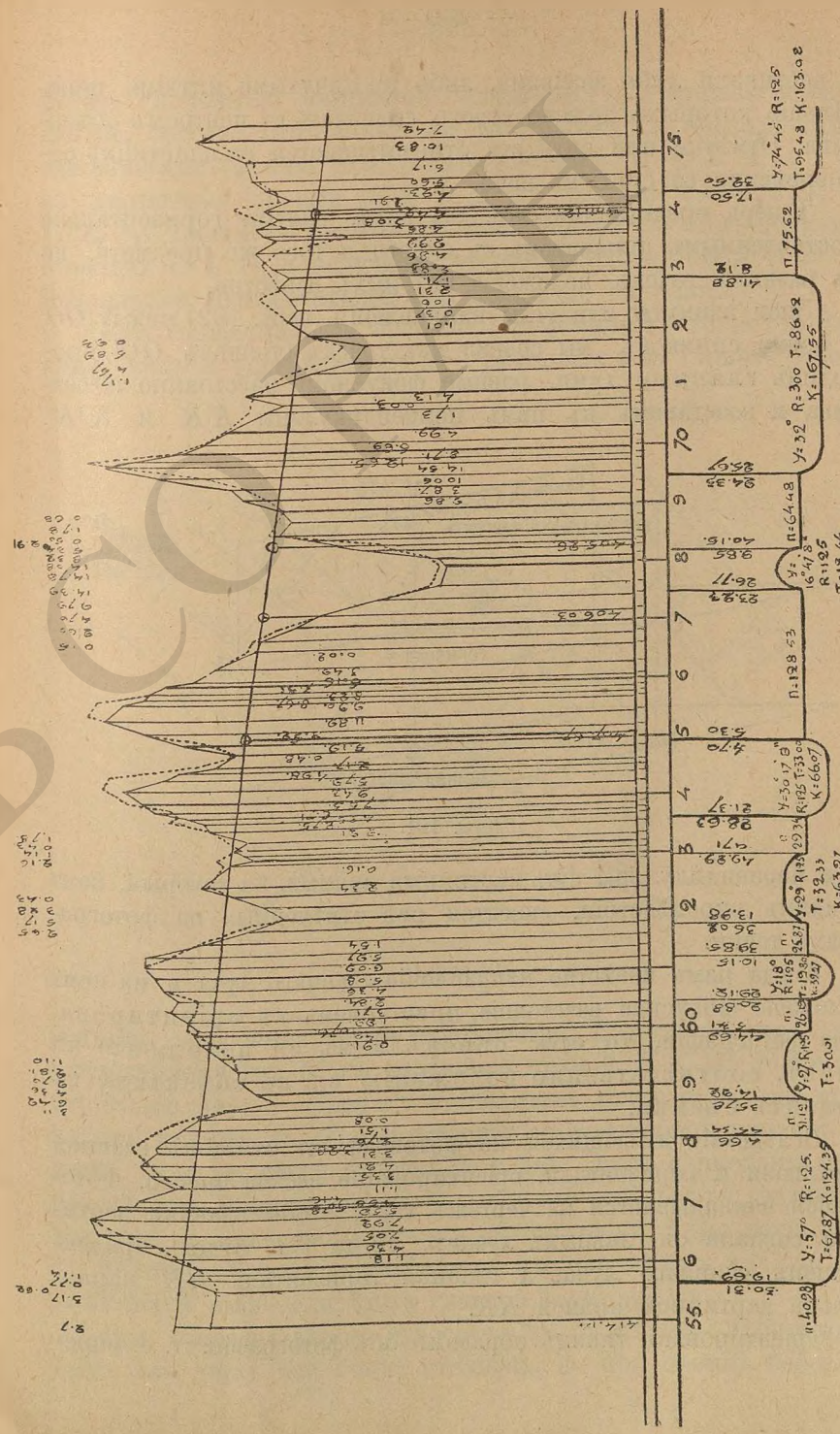
Каждый фотографическій видъ, снятый неискажающимъ (аплanатическимъ) объективомъ, представляетъ вѣрную перспективу снятой мѣстности, которую легко можно превратить въ ортогональный планъ. Для этого мы должны знать (черт. 101): 1) перспективныя координаты, 2) положеніе глазной точки O къ картинной плоскости, и 3) соотвѣтствующее мѣсто картинной плоскости на вычерчиваемомъ планѣ.

Перспективными постоянными называются оси координатъ, исходящія изъ объективнаго центра и образующія:

1) Главную горизонталь, 2) главную вертикаль 3) главную точку или перспективный центръ и 4) фокусное разстояніе объектива, отъ тщательнаго измѣренія котораго зависитъ точность опредѣляемыхъ горизонтальныхъ и вертикальныхъ разстояній.

Соотвѣтствующее мѣсто картинной плоскости на планѣ получается правильнымъ проведеніемъ на чертежѣ главнаго луча зрѣнія, помощью котораго оріентируется положеніе фотографическаго снимка, о чемъ будетъ сказано ниже.

Во всѣхъ аппаратахъ, предназначенныхъ для фото-топографическихъ работъ, отмѣчаются положенія главной горизонтали

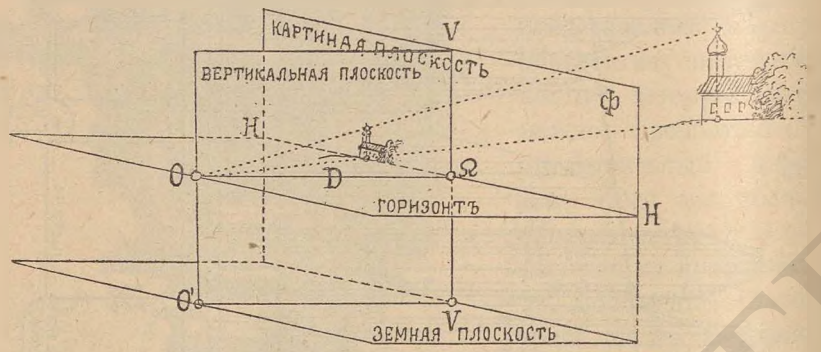


Черт. 100.—Профиль линіи жел. дороги въ Алиндкачайскомъ ущельи, снятый фото-топографически.

и вертикали либо значками, либо протянутыми нитями, пересѣченіе которыхъ должно строго совпадать съ центромъ объектива. Отмѣтки или нити эти отпечатываются на пластинку одновременно со снятіемъ вида.

Теперь представимъ себѣ два вида, снятыя горизонтально поставленнымъ аппаратомъ съ одного и того же предмета, но съ разныхъ точекъ, положеніе которыхъ извѣстно.

Зная азимуты или углы направленія (черт. 102) между OO_1 и осями снимковъ, мы сперва изъ точекъ стоянокъ OO' проводимъ главные лучи, равные фокусному разстоянію объектива и возставимъ къ нимъ перпендикуляры KK и $K'K'$.



Черт. 101.

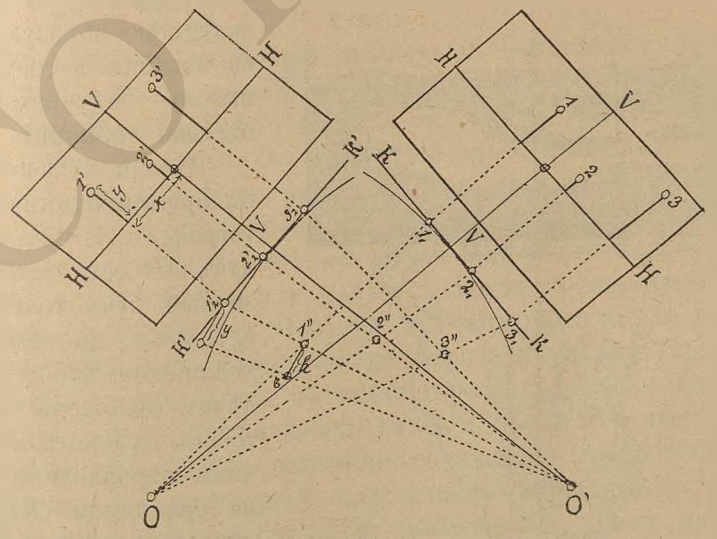
Эти перпендикуляры суть картинныя прямыя, на которыя, какъ увидимъ впослѣдствіи, сносятся всѣ отмѣченныя на фотографіяхъ точки.

Когда намъ извѣстно направленіе главнаго луча и на немъ отложено фокусное разстояніе, приступаемъ къ оріентированію фотографіи, то есть: опредѣляемъ ея положеніе на планѣ, соотвѣтственно положенію ея къ объективу въ моментъ съемки.

Вслѣдствіе имѣющихся на фотографіяхъ отмѣтокъ главной вертикали и горизонтали, оріентированіе весьма просто. Фотографія накладывается на чертежъ такъ, чтобы главная вертикаль совпала съ главнымъ лучемъ, тогда VV' будетъ продолженіемъ главнаго луча, а главная горизонталь HH параллельна картинной прямой KK.

Оріентировавъ такимъ образомъ объ фотографіи, т. е. опредѣливъ положеніе картинной плоскости къ перспективному центру, снесемъ отмѣченныя на фотографіяхъ и обозначенныя одинаковыми знаками тождественныя точки 1, 2, 3 и $1'2'3'$ на картинныя прямыя KK и $K'K'$, дальше изъ $1_1 2_1 3_1$ и $1_2' 2_2' 3_2'$ проводимъ прямыя къ относящимся къ нимъ точкамъ стоянокъ O и O' и получимъ, въ точкахъ пересѣченія $1''3''3''$ правильное горизонтальное ихъ положеніе на планѣ.

Какъ горизонтальное положеніе отмѣченныхъ точекъ засѣчками, такъ и вертикальныя ихъ разстоянія отъ главной гори-



Черт. 102.

зонтали получается легко графически. Возставивъ къ лучу, проведенному изъ O' къ картинной прямой KK въ точкѣ $1'_2$ перпендикуляръ = ординатѣ y, получимъ точку a; отсюда проводимъ прямую къ O' и возставимъ второй перпендикуляръ въ точкѣ $1''$, т. е. самой засѣчкѣ на планѣ. Этотъ перпендикуляръ пересѣкаетъ прямую aO' въ b_1, образуя отрѣзокъ h, величина котораго и есть положительная высота точки $1'$ по масштабу.

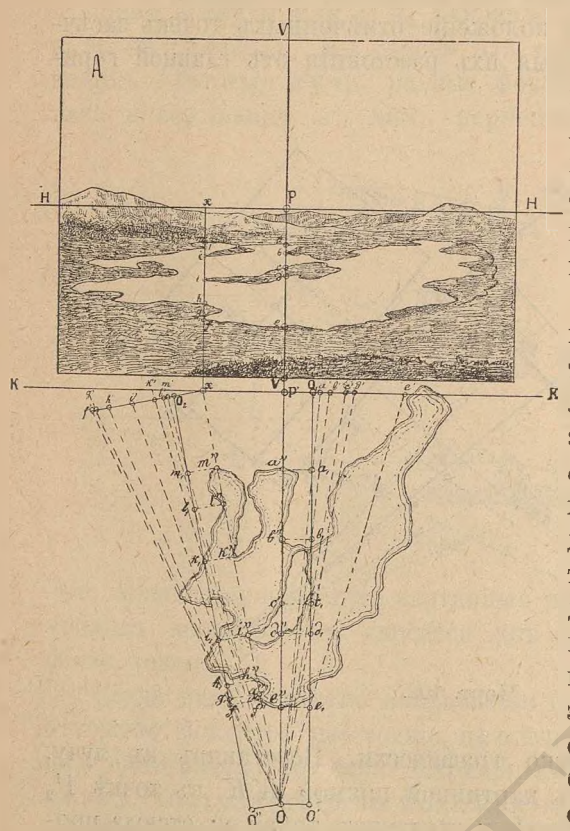
Такимъ образомъ опредѣляется высота всѣхъ точекъ находящихся выше или ниже главной горизонтали.

Все вышесказанное относится къ съемкамъ, произведеннымъ изъ двухъ или болѣе стоянокъ, но при съемкѣ береговъ

ОТДЕЛЬ СОРАН

озеръ или большихъ рѣкъ съ незначительнымъ паденіемъ, можно примѣнять другой способъ, позволяющій получить горизонтальныя разстоянія изъ одного снимка, воспроизведеннаго съ возвышенной точки.

Этотъ способъ основывается на точномъ знаніи разницы высоты между точкою стоянки и уровнемъ воды. Планъ чертится посредствомъ совмѣщенія плоскостей, при чемъ для каждой визирной точки, снесенной на горизонтъ $H\,H$ — вслѣдствіе образующихся подобныхъ треугольниковъ—получается извѣстная пропорція.



Черт. 103.

Въ черт. 103 показана оріентированная фотографія A. Главный лучъ OP' есть также визирный лучъ точекъ a, b, c, d и e, на немъ находящихся. Чтобы опредѣлить положеніе этихъ точекъ на планѣ, проводимъ параллельно OP' на разстояніи OO' отъ послѣдней, прямую $O'O_1$: это разстояніе $O'O_1$ есть отложенная въ масштабѣ плана разность высотъ стоянки и уровня озера.

Отмѣтивъ теперь на полоскѣ бумаги ординаты точекъ a, b, c, d и e и отложивъ ихъ отъ P' на прямой, перпендикулярной къ OP' (въ данномъ случаѣ эта прямая совпадаетъ съ картинною прямою), получимъ на этой нормали отрѣзки a', b', c', d' и e', которые соединимъ съ O прямыми, пересѣкающими линію $O'O_1$ въ точкахъ a_1, b_1, c_1, d_1 и e_1.

Чтобы поднять эти совмѣщенныя точки въ нормальное ихъ положеніе, возставимъ a_1, b_1, c_1, d_1 и e_1 нормали къ визирному лучу OP' и получимъ въ a'', b'', c'', d'' и e'' мѣста этихъ точекъ на планѣ.

Равнымъ образомъ опредѣляются на планѣ точки f, g, h, i, k, l и m, переведя ихъ абсциссы на картинную прямую KK.

Отложивъ разницу высотъ $O''O_2$ параллельно къ Ox и проведя изъ отрѣзковъ ординатъ f', g', h', i', k', l' и m' прямыя къ O, мы получимъ—возставивъ нормали въ точкахъ пересѣченія f_1, g_1, h_1, i_1, k_1, l_1 и m_1 — мѣста этихъ точекъ на планѣ f'', g'', h'', i'', k'', l'' и m''.

Что касается построеній плановъ съ фотографій, снятыхъ въ наклонномъ положеніи, то общія правила построенія тѣ же, какъ при фотографіяхъ, снятыхъ на вертикальныхъ пластинкахъ, разница только въ томъ, что на вертикальныхъ снимкахъ всѣ встрѣчающіяся вертикальныя линіи между собою параллельны; при наклонномъ же положеніи пластинки всѣ вертикальныя въ натурѣ линіи сходятся на перспективѣ въ одной точкѣ удаленія ближе или дальше, смотря по величинѣ угла наклона къ горизонту. Поэтому всѣ визирныя точки пересѣкаютъ картинную плоскость не перпендикулярно къ линіи основанія, а расходятся къ линіи горизонта, исходя изъ точки удаленія всѣхъ вертикальныхъ линій и вслѣдствіе этого опредѣляются на планѣ посредствомъ совмѣщенія плоскостей.

Съемка на наклонныхъ пластинкахъ производится только въ крайнихъ случаяхъ и когда объективная доска аппарата не имѣетъ вертикальнаго движенія *).

Производство фото-топографическихъ полевыхъ работъ.

Какъ при другихъ инструментальныхъ съемкахъ, такъ и при фотографическомъ способѣ, требуется разбивка на мѣстности по данной магистрали тріангуляціонной сѣти.

---

*) **Фото-топографическіе аппараты:**
Аппаратовъ, спеціально построенныхъ для фото-топографическихъ съемокъ, имѣется болѣе 40 системъ, большею частью снабженныхъ шп-

© ГПИБ ОРАН

Тріангуляція можетъ быть произведена предварительно или одновременно со съемкою, но въ послѣднемъ случаѣ выгодно заранѣе производить рекогносцировки для выбора и отмѣтки сигналами стоянокъ.

Длина базиса измѣряется со всею точностью, выбирая по возможности ровную мѣстность. Мѣста стоянокъ обозначаются сигналами, стараясь ихъ расположить такъ, чтобы съ каждой стоянки можно было визировать по крайней мѣрѣ на три сигнала.

Если въ мѣстахъ, очень пересѣченныхъ, во время работъ замѣчаются нужныя для съемки точки, не вошедшія въ сѣть и

рокоугольными объективами съ постояннымъ фокусомъ. Всѣ эти системы можно подраздѣлить на четыре категоріи:

1) Фототеодолиты: a) постоянные,
b) съемные и разборные,
c) съ окуляромъ въ матовомъ стеклѣ вмѣсто трубы.

2) Фото-топографическіе аппараты.

3) Фото-топографическіе аппараты, приспособленные къ фото-топографической съемкѣ, и

4) Панорамическіе аппараты.

Ознакомимся съ главными характерными признаками этихъ подраздѣленій:

1) Фототеодолиты. Самое названіе указываетъ, что основаніемъ аппарата служитъ теодолитъ, къ которому — такъ или иначе придѣлана фотографическая камера съ общими осями вращенія, какъ горизонтальною, такъ и вертикальною.

Внѣцентренная труба у нѣкоторыхъ аппаратовъ помѣщается надъ камерою, у другихъ съ боку, будучи въ такомъ случаѣ уравновѣшана противовѣсомъ.

Къ послѣднимъ типамъ принадлежитъ аппаратъ „Поллакъ", служившій при вышеописанныхъ работахъ въ 1894 г. въ Забайкальской области и 1898 и 1899 г.г. на Кавказѣ (черт. 97).

Къ нимъ относятся съемные или разборные фототеодолиты.

2) Фото-топографическіе аппараты. Поставленная на горизонтальный кругъ (съ ноніусами и уровнями), камера не имѣетъ ни трубы, ни окуляра на матовомъ стеклѣ.

Горизонтальные и вертикальные углы опредѣляются по снятымъ фотографіямъ на основаніи перспективныхъ постоянныхъ. Горизонтальные же углы между сигналами стоянокъ и прочими визирными точками опредѣляются согласно ихъ установкѣ въ главной вертикали на матовомъ стеклѣ и отсчету по горизонтальному лимбу. Нѣкоторые изъ нихъ снабжены діоптрами, другіе оріентиръ-буссолями для визированія и отсчитыванія азимута.

Къ послѣднему типу принадлежитъ аппаратъ Паганини для быстрой

потому не обозначенныя сигналами, то новая точка на планѣ опредѣляется по способу Потенота. Когда составляется планъ ограниченнаго участка для цѣлей изысканія, тогда не слѣдуетъ отыскивать высшихъ господствующихъ точекъ, а на оборотъ надлежитъ снимать мѣстность съ желѣзнодорожной магистрали: тогда высоты, болѣе близкихъ точекъ будутъ точнѣе. Когда же требуется точный планъ обширнаго пространства для опредѣленія водораздѣловъ и бассейновъ, то съемка должна производиться изъ болѣе высокихъ стоянокъ для полученія всѣхъ овраговъ и правильной оцѣнки отлогостей возвышеній.

Окончивъ предварительныя работы, приступаютъ къ съемкѣ. Послѣ повѣрки аппарата и горизонтальной установки, его на-

---

съемки (модель 1897 г.), которымъ я производилъ съемку въ 1898 г. въ Закавказьѣ, а въ 1899 г. въ Персіи.

3) Фотографическіе аппараты, приспособленные къ съемкѣ бываютъ съ горизонтальнымъ кругомъ и безъ круга, но всѣ должны быть снабжены уровнями для установки камеры въ горизонтальное положеніе и, въ кассетной части камеры, значками или отмѣтками для полученія на негативахъ слѣдовъ перспективныхъ постоянныхъ.

Такимъ аппаратомъ произведена въ 1896 г. съемка въ „Новой Землѣ" Кн. Б. Голицинымъ и Ѳ. Н. Чернышевымъ.

4) Панорамическія аппараты. Первый типъ, фотографическій планшетъ Шевалье, очень распространенный въ свое время между французскими военными инженерами, теперь представляетъ лишь историческій интересъ, между тѣмъ Цилиндрографъ Мёссара и Циклографъ Дамуазо имѣютъ практическое примѣненіе. Первый изъ нихъ (черт. 5)— полуцилиндрическій аппаратъ съ объективомъ P, вращается вокругъ вертикальной оси R, проходящей черезъ объективный центръ. Объективъ вращается помощью діоптра n. Внутри камеры, по бокамъ задней линзы объектива, придѣланы двѣ ширмочки, вращающіяся вмѣстѣ съ объективомъ, препятствуя распространенію косвенныхъ лучей и пропускающія на свѣточувствительную цилиндрическую поверхность лишь то пространство, которое видно изъ глазнаго діоптра черезъ предметный. Наверху аппарата имѣется горизонтальный полукругъ, дѣленный на градусы, и буссоль. Горизонтальность аппарата повѣряется съемнымъ уровнемъ, а перспективныя постоянныя получаются зубчатыми послосками, помѣщенными впереди кассеты.

Этимъ аппаратомъ снимается почти цѣлая полуокружность за разъ на целлулоидномъ фильмѣ (плёнкѣ) въ полуцилиндрической кассетѣ.

Циклографъ Дамуазо, вращающійся посредствомъ часоваго механизма, вокругъ вертикальной оси, снимаетъ заразъ цѣлую панораму въ 360°, причемъ тѣмъ же механизмомъ перематывается съ одного валика на другой свѣточувствительная плёнка, получающая изображеніе черезъ узкую щель, оставленную между задней линіей объектива и чувствительною плёнкою.

правляютъ на отдаленную точку, лежащую въ той же горизонтальной плоскости и наблюдаютъ за тѣмъ, чтобы точка эта, во время вращенія аппарата не сходила съ горизонтальной нити, протянутой внутри камеры передъ матовымъ стекломъ. При уклоненіи точки вверхъ или внизъ отъ горизонтали дѣлаютъ надлежащую поправку.

Если повѣряемый инструментъ—фототеодолитъ, т. е. если при камерѣ имѣется зрительная труба съ вертикальнымъ лимбомъ или секторомъ, то надо испытать параллельность зрительной трубы и объектива. Если же въ центрѣ матоваго стекла помѣщенъ окуляръ съ сѣткою, то визируемая отдаленная точка, какъ въ трубѣ такъ и въ окулярѣ, должна быть въ центрѣ сѣтокъ.

Если работа производится аппаратомъ не имѣющимъ ни трубы, ни окуляра въ центрѣ матоваго стекла, но вмѣсто ихъ наверху камеры поставлена буссоль съ діоптромъ, то точка, визируемая въ пересѣченіи вертикали и горизонтали на матовомъ стеклѣ, должна совпадать съ волоскомъ предметнаго діоптра.

Въ зависимости отъ величины фокуснаго разстоянія и угла зрѣнія объектива находится величина получаемаго изображенія и числа пластинокъ для сниманія полной окружности. При этомъ весьма важно, чтобы часть изображенія на краяхъ сосѣднихъ пластинокъ повторялась. Это повтореніе не только облегчаетъ удостовѣриться въ принадлежности снимка къ той или другой стоянкѣ, но также служитъ контролемъ и даетъ возможность отыскивать и исправлять случайныя ошибки.

При нѣкоторыхъ аппаратахъ объективъ имѣетъ вертикальное движеніе по шкалѣ съ ноніусомъ вверхъ и внизъ. Это устройство имѣетъ важное значеніе при съемкахъ въ горахъ на близкомъ разстояніи.

Установивъ—послѣ тщательной повѣрки—аппаратъ, визируемъ на одинъ изъ естественныхъ или поставленныхъ сигналовъ и, записавъ азимутъ и отсчетъ по лимбу визирнаго направленія въ журналъ, приступимъ къ сниманію вида или панорамы, провѣряя отсчетъ по лимбу при каждомъ вращеніи камеры и записывая въ журналъ особенности мѣстности, приходящіяся на снимаемую пластинку.

Снявъ такимъ образомъ всѣ нужные виды, мы вернемся

къ исходной визирной точкѣ, которая провѣряется, чтобы убѣдиться въ правильности снимка; въ случаѣ ошибки записываютъ разницу. Если при камерѣ имѣется труба, то слѣдуетъ записывать вертикальные углы между стоянкою и визируемыми сигналами и кромѣ того, измѣрить еще нѣкоторые выдающіеся углы, какъ вертикальные, такъ и горизонтальные. Эти записи могутъ служить повѣркою при послѣдующихъ работахъ черченія плана и горизонталей.

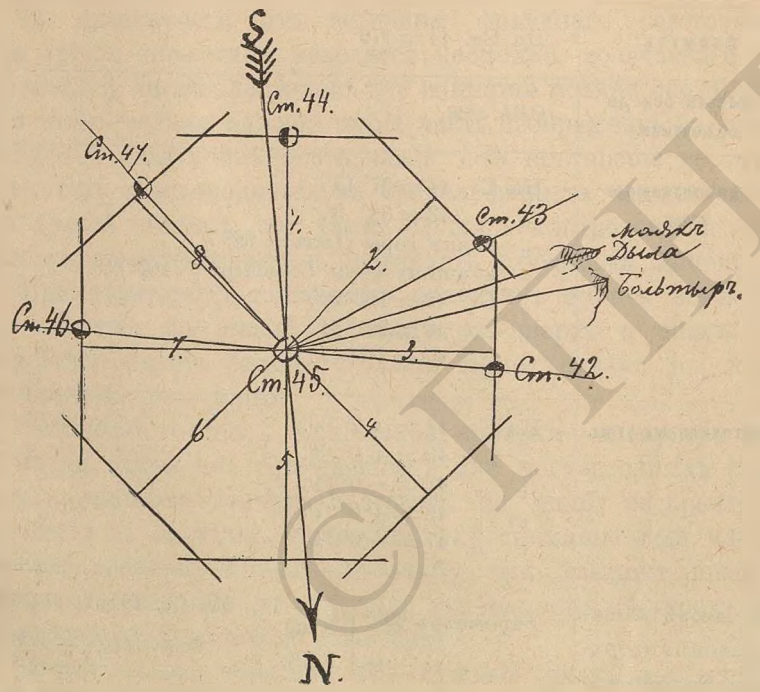
Какъ видно изъ прилагаемой схемы журнальныхъ записей, состояніе погоды во время съемки, такъ и экспозиція пласти-

Фото-топографическій журналъ.

Число: *Сентября «22».*	**Стоянка № 45:** По лѣвой сторонѣ магистрали.	**Погода:** Ясная, но вѣтрено.
Главное направленіе:	На Ст. 44 (гора Боргастуй).	
Азимутъ:	На Ст. 44 = 176°.	
Высота оси до объектива.	0,64 саж.	
Горизонтальные углы:	На Ст. 44 = 27° 15′. „ „ 43 = 88° 3′. „ маякъ горы Дылъ = 98° 7′. „ вершину горы Больтыръ = 103° 58′. „ Ст. 42 = 122° 26′. „ „ 46 = 301° 34′. „ „ 47 = 345° 47′.	
Вертикальные углы.	На Ст. 44 = + 2° 18′. „ „ 43 = + 0° 3′. „ „ 42 = — 0° 14′. „ „ 46 = + 0° 7′. „ „ 47 = — 0° 4′.	
Въ лагерѣ за переваломъ въ верхнемъ Куджартуѣ.	Барометръ 699° | 8 час. утра. t. 9°	На Ст. 45 утр. 11 час. Барометръ = 691°. t. = 21°.

ОТДЕЛ ФОТО

Отсчетъ по лимбу.	Объективъ. Выше 0.	Объективъ. Ниже 0.	№№ пластинокъ.	Экспозиція.	ПРИМѢЧАНІЯ.
27°15′	—	20 мм.	1	Моментнымъ затворомъ.	На Ст. 44 (вершина Баргастуя).
72°15′	—	20 мм.	2		У праваго края пластинка видна, Ст. 43.
117°15′	—	20 мм.	3		У лѣваго края Дылъ и Бальтиръ, близъ центра, Ст. 42
162°15′	—	20 мм.	4		
207°15′	—	20 мм.	5		
252°15′	—	20 мм.	6		
397°15′	—	20 мм.	7		Близъ центра, Ст. 46.
342°15′	—	20 мм.	8		Близъ центра, Ст. 47.



Черт. 104.

покъ и время дня заносятся въ журналъ. Это имѣетъ особое значеніе тогда, когда негативы не проявляются ежедневно послѣ съемки, а черезъ нѣсколько времени,—когда такія подробности могутъ забыться. Во всякомъ случай подобная запись даетъ возможность урегулировать результаты съемки, потому что негативъ, нѣсколько передержаный, легко исправимъ, между тѣмъ недодержанный негативъ, несмотря на всѣ ухищренія, никогда не даетъ вполнѣ хорошаго отпечатка съ подробностями въ тѣняхъ.

При большихъ работахъ особое вниманіе обращается на нумерованіе снятыхъ пластинокъ, записывая въ нижнемъ углу негатива — согласно журнальнымъ отмѣткамъ №№ стоянки и пластинки. Удобнѣе всего записывать нумера несмывающимися чернилами, при вынииманіи пластинокъ изъ кассетъ во время ихъ смѣны или передъ проявленіемъ.

Этимъ исчерпывается полевая работа при фото-топографической съемкѣ.

Фотографической техники касаться не будемъ, а предложимъ желающимъ пользоваться любымъ фотографическимъ рукодствомъ.

Кабинетныя работы по составленію плана.

Обозначивъ на планѣ базисъ по данному масштабу, тріангуляціонную сѣть и всѣ мѣста стоянокъ, приступимъ къ оріентированію фотографій и отыскиванію тождественныхъ точекъ.

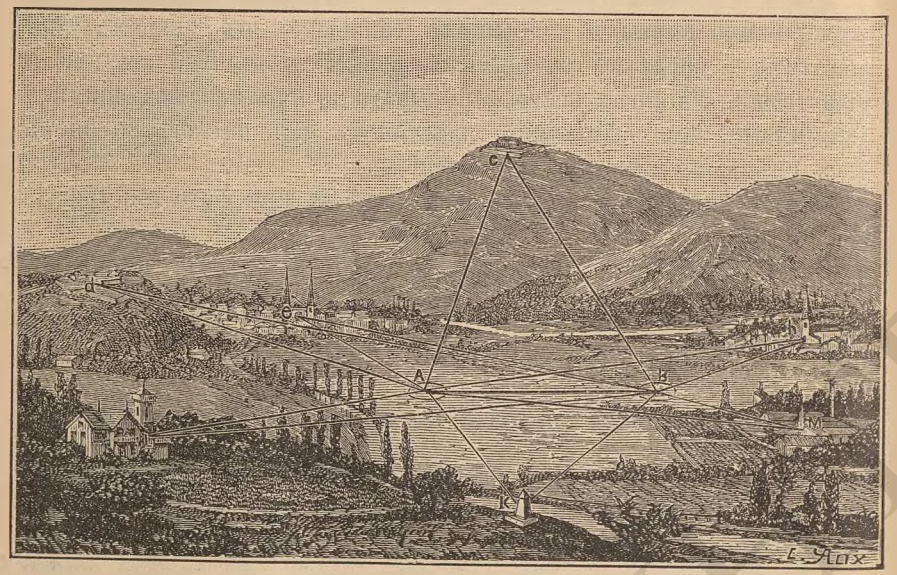
Зная направлевіе каждой фотографіи, не трудно найти два, три снимка съ общими мѣстами, и кладя ихъ рядомъ, при внимательномъ сравненіи, скоро найдемъ достаточное количество одинаковыхъ точекъ, которыя отмѣтимъ на разныхъ фотографіяхъ одними и тѣми же знаками. При нѣкоторомъ навыкѣ эта работа идетъ довольно быстро, слѣдуетъ только начать съ какой нибудь выдающейся точки и продолжать работы систематически (черт. 105).

Отмѣтивъ нужное количество точекъ, мы снесемъ ихъ, какъ показано было въ черт. 106, на соотвѣтствующія картинныя прямыя KK' и получимъ засѣчки.

Принимая во вниманіе, что, помимо правильнаго нанесенія на планъ точекъ стоянокъ и вѣрнаго оріентированія фотогра-

©ГПНТБ СССР

фій, точность работы зависитъ главнымъ образомъ отъ точности измѣренія длины фокуснаго разстоянія, опредѣляющаго положеніе картинной прямой на планѣ и что — за исключеніемъ стеклянныхъ діапозитивовъ—всѣ позитивныя отпечатки измѣняютъ величину, мы раньше перенесенія отмѣченныхъ на фотографіяхъ точекъ на картинныя прямыя, обязательно должны провѣрить отпечатки и, согласно найденной разницѣ, переставить картинную прямую. Для этого измѣряютъ на негативѣ разстояніе отъ главной вертикали до какой нибудь

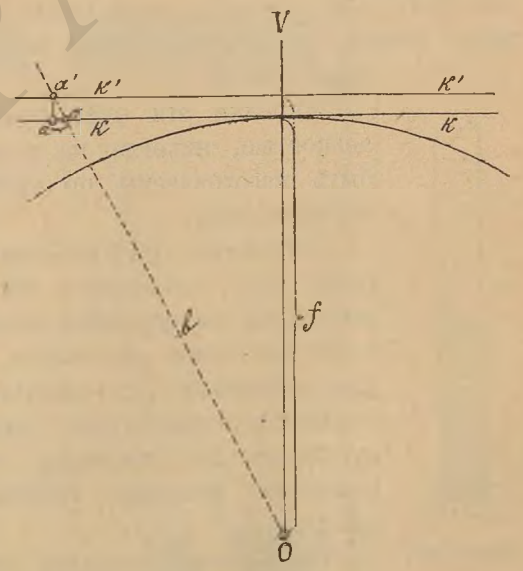


Черт. 105.

ясно видной точки, поближе къ краю негатива и, приложивъ эту мѣрку къ отпечатку, отмѣчаютъ разницу. Эту же разницу, если +, отложимъ влѣво на картинную прямую KK въ a (черт. 106) и возставивъ перпендикуляръ, получимъ въ пересѣченіи луча b въ a' фокусное разстояніе, согласованное съ растяженіемъ отпечатка; проведя изъ a' параллель къ прямой KK получимъ исправленную картинную прямую $K'K'$, на которую и переносятся отмѣченныя на фотографіи точки. При сокращеніи отпечатки, разница откладывается вправо и тогда исправленная картинная прямая понизится, согласно сокращенной длинѣ фокуснаго разстоянія.

Получивъ на планѣ ортогональное положеніе отмѣченныхъ на фотографіяхъ точекъ, приступаемъ къ измѣренію ихъ высотъ, уже выше описанному при черт. 101 и 102, для черченія горизонталей.

При большихъ работахъ самая практика вырабатываетъ нѣкоторые пріемы, облегчающіе и ускоряющіе черченіе. Очень цѣлесообразны графическіе приборы Паганини, состоящіе изъ: 1) транспортира съ двумя длинными стальными линейками и двумя ноніусами съ точностью 1 минуты, 2) графическаго сектора для проведенія визирныхъ лучей изъ точки стоянки и 3) графическаго высотомѣра, чрезвычайно точно и скоро безъ всякихъ вспомогательныхъ линій, дающаго искомыя высоты*).



Черт. 106.

Можно конечно обойтись и болѣе простыми самодѣльными приборами, успѣшно замѣняющими тяжелые и дорого стоющіе инструменты Паганини.

Для отмѣтки главныхъ лучей каждой стоянки можно пользоваться листомъ целлулоида, величиною въ 18×24 сантим., на которомъ точно—черезъ 45° или 60° (смотря по величинѣ фокуснаго разстоянія) — обозначены визирные лучи каждой пластинки.

Кромѣ того, этотъ же листъ прекрасно служитъ для отыскиванія направленій другихъ фотографій для опредѣленія a priori общихъ мѣстъ.

Главный лучъ этого листа имѣетъ точную длину фокуснаго

*) Приборы эти представлены въ расункахъ въ руководствѣ „Практическая фото-топографія“. 1898 г. Р. Тиле.

ОТПЕЧАТАН

разстоянія, а потому верхній обрѣзъ образуетъ линейку для нанесенія на чертежъ картинной прямой.

Роль графическаго сектора для проведенія визирныхъ лучей исполняютъ линейки, рѣзанныя изъ плотнаго 4-хъ-листнаго бѣлаго бристоля, къ нижнимъ концамъ которыхъ (черт. 107) приклеены прозрачныя целлулоидныя пластинки a съ тонкими проколами по линіи обрѣза линейки BB' для вставленія иголки. Двѣ такія линейки, поставленныя въ точки стоянокъ, служащія для полученія засѣчекъ, позволяютъ быстро и точно засѣкать массу точекъ въ короткое время безъ всякихъ вспомогательныхъ линій.



Черт. 107.

Линейки эти очень удобны своею чистотою и легкостью, никогда не коробятся и всегда могутъ быть изготовляемы по требуемой величинѣ самимъ чертежникомъ.

Устройство графическаго высотомѣра Р. Тиле (черт. 108), слѣдующее. Къ линейкѣ a съ прорѣзанной дугой на верхнемъ концѣ, прикрѣплена, на высотѣ фокуснаго разстоянія, прозрачная целлулоидная пластинка c, съ частыми тонкими линіями, перпендикулярными обрѣзу линейки и подвижная целлулоидная же пластинка съ дѣленіями d, передвигающаяся помощью кнопки e и штифтовъ ff по прорѣзу h.

На нижнихъ концахъ линеекъ a и b находятся целлулоидныя пластинки ll' съ тонкими приколами, по линіямъ обрѣза, для вставленія иголки, образующей ихъ общую вращательную ось m. Линейка b движется помощью кнопки i въ прорѣзѣ дугообразной части линейки a.

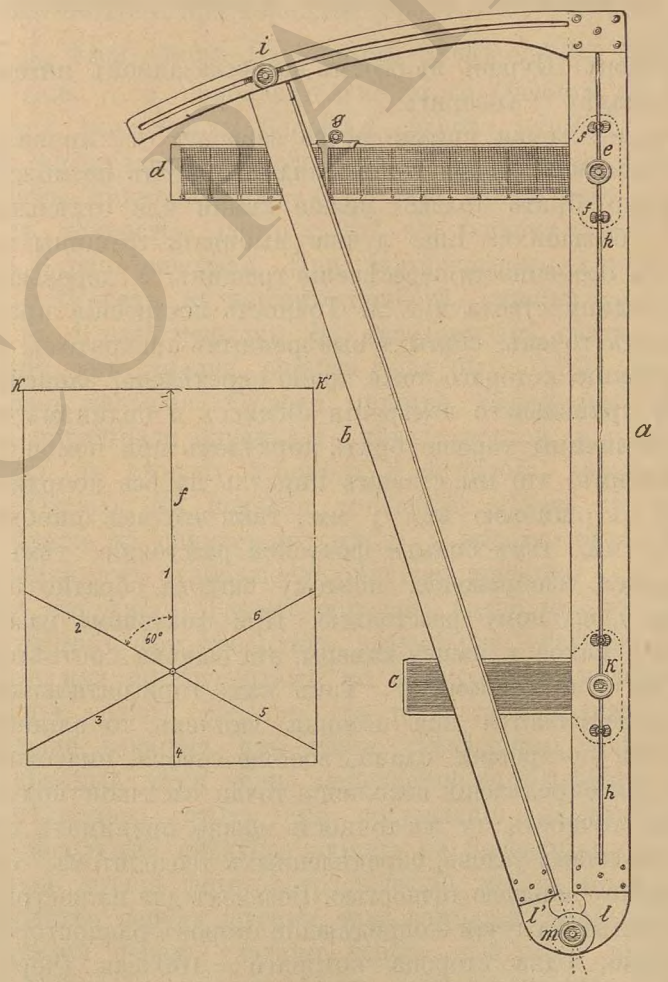
Вообще фото-топографическій способъ удобенъ тѣмъ, что каждая высота можетъ быть измѣрена не менѣе какъ изъ двухъ точекъ, что даетъ прекрасный контроль надъ получаемыми результатами.

Получивъ и записавъ на планѣ высоты всѣхъ засѣченныхъ точекъ, можно приступить къ нанесенію горизонталей и прочей отдѣлкѣ плана.

Имѣя на фотографіи точное изображеніе всѣхъ линій почвы, со всѣми изгибами, мы — сличая по разнымъ фотографіямъ снимки одной и той же мѣстности — словно переносимся на

самое мѣсто стоянокъ въ патурѣ, и, частымъ сравниваніемъ, можно возстановить всѣ формы съ достаточной точностью.

Когда на планѣ обозначены высоты всѣхъ засѣченныхъ точекъ, то, присматриваясь — какъ выше сказано — къ фотографіямъ, легко подмѣтить движеніе линій и проводить горизонтали въ требуемыхъ промежуткахъ между отмѣченными точками.



Черт. 108.

На планѣ слѣдуетъ обозначать №№ стоянокъ и ихъ высоты,

а также всѣ базисы, измѣренные при съемкѣ большихъ разстояній *), направленіе магистрали и положеніе мѣстности по буссоли.

Самая отдѣлка плана — согласно установленнымъ знакамъ — производится по общимъ пріемамъ топографическаго черченія.

Инженеръ Щуровъ въ своемъ вышесказанномъ интереснѣйшемъ докладѣ **) говоритъ:

Точность съемки прежде всего зависитъ отъ правильности выбора точекъ. Поэтому точки надо выбирать возможно точнѣе, нужно брать только мелкіе камни или отдѣльные выступы на большихъ. Еще лучше выбирать трещины на скалахъ и въ особенности пересѣченіе трещинъ. У деревьевъ надо брать середину ствола и т. д. Точность построенія правильно выбранныхъ точекъ, снятыхъ вывѣреннымъ аппаратомъ, фокусное разстояніе котораго тоже точно опредѣлено, зависитъ всецѣло отъ правильнаго измѣренія абсциссъ и ординатъ точекъ.

Эти величины хорошо брать циркулемъ при помощи лупы. Предположимъ, что мы ставимъ циркуль на ось координатъ и на точку съ ошибкою въ $^1/_8$ мм., такъ что вся ошибка равняется $^1/_4$ мм. Чѣмъ больше фокусное разстояніе, тѣмъ крупнѣе рисуется изображеніе, поэтому ошибка обратно пропорціональна фокусному разстоянію. При фокусномъ разстояніи 218,5 мм.—какое у нашей камеры, эта ошибка соотвѣтствуетъ ошибкѣ въ углѣ равномъ 4′. Такъ какъ горизонтальныя разстоянія опредѣляются при помощи засѣчекъ, то вліяніе этой ошибки при построеніи плана, вообще говоря, ничтожно. На мензулѣ при опредѣленіи положенія точки засѣчкой получается не лучшая точность, ту же точность можно принимать при нанесеніи на планъ угловъ, опредѣленныхъ теодолитомъ, хотя бы и съ гораздо большею точностью. Возьмемъ для иллюстрировки вопроса частный случай — опредѣленіе сторонъ равносторонняго треугольника, одна сторона котораго = 100 саж. (черт. 15). Допуская ошибку въ каждомъ углу у основанія = 4′, получимъ ошибку въ сторонѣ = 0,20 саж. Считая, что въ дальномѣрѣ при чтеніи на этомъ разстояніи на каждомъ волоскѣ мы ошибаемся на 0,001 саж., получимъ всю ошибку = 0,002 саж., что при коэффиціентѣ = 100 саж. дастъ ту же ошибку = 0,20 саж. Ошибку, при хорошемъ промѣрѣ лентой, принимаютъ равной $\frac{1}{100}$ всей длины. Въ данномъ случаѣ ошибка была бы = = 0,25 саж., т. е. приблизительно та же. Ошибка въ отмѣткѣ получается значительно большая, равная ошибкѣ, которую далъ бы инструментъ съ точностью вертикальнаго круга — 4′. Въ нашемъ примѣрѣ она = 0,12 саж., тогда какъ въ тахеометрѣ съ точностью почти = 30″ эта ошибка = 0,015 саж., т. е. въ 8 разъ меньшая. При вертикальномъ кругѣ съ точностью = 1′, какъ въ нашемъ приборѣ, ошибка = 0,03 саж.: все же въ 4 раза меньшая. Въ нивеллировкѣ, считая на томъ разстояніи двѣ стоянки, ошибка была бы = 0,004 саж., т. е. въ 30 разъ меньшая. Отсюда понятно, почему рекомендуется отмѣтки магистрали опредѣлять нивеллировкой, а отмѣтки вынесенныхъ въ сторону стоянокъ и сигналовъ вертикальнымъ угломъ. Отсюда же понятно требованіе дѣлать стоянки возможно ближе къ снимаемому мѣсту, а высоты опредѣлять съ того снимка, гдѣ изображеніе рисуется крупнѣе, т. е. съ ближайшаго изъ двухъ. Такимъ образомъ видно, что при опредѣленіи отмѣтокъ фото-теодолитъ значительно уступаетъ въ точности другимъ инструментамъ, но правильность положенія горизонталей, завися, конечно, отъ точности исходныхъ точекъ, еще больше зависитъ отъ вѣрно схваченнаго рельефа мѣстности, который такъ точно передается фотографіей. Ошибка же въ нѣсколько сотыхъ при составленіи проекта линіи не имѣетъ абсолютно никакого вліянія на проектировку. Вотъ съ этой точки зрѣнія фототопографическій методъ представляетъ преимущества передъ другими, такъ какъ при составленіи плана горизонталей передъ глазами всегда находится изображеніе снятой мѣстности, что позволяетъ замѣчать каждое отклоненіе горизонтали, каждый выступъ, каждую впадину. При тахеометрической съемкѣ съ этой стороны является крупный пробѣлъ, пополняемый только отчасти записью и кроками сомнительной точности.

При мензульной съемкѣ горизонтали зарисовываются съ натуры, съ чѣмъ, конечно, не сравнится ни одна фотографія,

*) Кромѣ базиса, измѣреннаго при началѣ съемки, обязательно слѣдуетъ—черезъ каждыя 40—50 верстъ—измѣрить хоть небольшіе базисы для повѣрки.

**) Записки Кавказскаго отдѣленія Императорскаго Русскаго Техническаго Общества 1898 г., вып. VII, т. XXIV.

но зато на эту работу тратится драгоцѣнное время полевой работы, тогда какъ здѣсь она совершается дома. Притомъ, имѣя снимки, можно обозрѣвать мѣстность, такъ сказать, одновременно съ двухъ точекъ и правильнѣе судить объ ея рельефѣ, чѣмъ смотря съ одной точки, хотя бы и въ натурѣ. Не малымъ достоинствомъ фотографіи является отсутствіе возможности сдѣлать ошибку при чтеніи угловъ или на волоскѣ, возможность когда угодно и гдѣ угодно повѣрить построеніе каждой точки, возможность выбрать и измѣнить масштабъ когда угодно. Неопытность или небрежность не имѣетъ здѣсь мѣста. Главное же преимущество фототопографіи является громадная скорость полевой работы, съ которой даже приблизительно не сравнится ни одинъ другой способъ. Правда, кабинетной работы нѣсколько больше, но для нея не трудно найти сколько надо счетчиковъ и чертежниковъ, и обходится она гораздо дешевле. При составленіи общаго плана всей мѣстности цѣлаго большого района можно даже отложить всю кабинетную работу до зимы и произвести ее въ городѣ съ удобствомъ и съ большимъ успѣхомъ. Наконецъ и въ полѣ ей могутъ быть посвящены всѣ вечера и дождливые дни. Къ недостаткамъ фототопографіи, кромѣ вышеупомянутой меньшей точности, можно отнести сложность снаряженія, связанную съ примѣненіемъ фотографіи и могущія возникнуть отсюда затрудненія, какъ напримѣръ, отсутствіе хорошей воды, нѣкоторую зависимость отъ освѣщенія мѣстности солнцемъ и т. п. Главнымъ же недостаткомъ является невозможность работать фототеодолитомъ повсюду, заставляющая примѣнять совмѣстно съ нимъ другіе инструменты.

Посмотримъ, какъ вліяетъ на успѣхъ работы фототеодолитомъ рельефъ мѣстность. Въ ровныхъ степныхъ мѣстахъ работать фототеодолитомъ, практически говоря, невозможно: для стоянки прибора нельзя найти возвышеннаго пунтка, на мѣстности не найдется ни одной рельефно выступающей точки, является необходимость ставить массу сигналовъ, все это заставляетъ отказаться здѣсь отъ фототопографіи. Наоборотъ работа другими инструментами здѣсь чрезвычайно легка и быстра. Въ мѣстахъ холмистыхъ уже является возможность работать фототеодолитомъ. Здѣсь можно найти достаточно высокое мѣсто, откуда бы хорошо рисовалась вся мѣстность, на холмахъ встрѣчаются уже камни, отдѣльныя вершинки, выступы скалъ, обрывы, все это даетъ нужныя для фототопографіи точки. Работа тахеометромъ здѣсь уже не такъ проста, какъ на открытомъ мѣстѣ, реечникамъ приходится взбираться на холмы, число стоянокъ увеличивается, приходится зарисовывать горизонтали или составлять кроки; но все же работа имъ еще успѣшнѣе работы фототеодолитомъ. По мѣрѣ того, какъ уклоны мѣстности становятся все больше и больше, скальныя обнаженія все увеличиваются, работа фототеодолитомъ все облегчается, тахеометромъ же затрудняется. При обрывахъ, крутыхъ, мѣстами отвѣсныхъ скалахъ работа тахеометромъ дѣлается уже очень трудной, реечникамъ приходится часто съ большими трудностями и съ громадною потерей времени переходить съ точки на точку, точность работы все уменьшается становясь мало похожей на выведенную теоретическую. Для фототеодолита же мѣстность становится все болѣе и болѣе удобной, рѣзко очерченныхъ точекъ можно найти сколько угодно, становить сигналовъ не надо, точность же, вслѣдствіе возможности подойти ближе къ крутизнамъ, все увеличивается, а время стоянки остается все тѣмъ же, что для равнины, то и здѣсь. Мѣста, недоступныя ногѣ человѣка, чуть ли не легчайшія для съемки фототеодолитомъ.

Точность фото-топографической съемки зависитъ главнымъ образомъ отъ *рѣзкости фотографіи* и отъ *тщательности сниманія съ нихъ абсциссъ и ординатъ*, конечно при соблюденіи общей правильности вышеописанныхъ пріемовъ.

Подтвержденіемъ теоретическихъ разсужденій о точности и пригодности фото-теодолита и правильности изложенныхъ принциповъ работы служитъ практическій опытъ, имѣвшій мѣсто при желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ 1898 года на линіи Эривань—Джульфъ.

Для правильнаго проектированія и потребовался планъ горизонталей, составить который было рѣшено при помощи фото-теодолита. Снятая полоса имѣетъ длину около 3 верстъ, при ширинѣ въ среднемъ около 150 саженей. Магистраль была разбита по серединѣ ущелья на днѣ его въ среднемъ разстояніи отъ продольной оси снятаго участка, равномъ 100 саж. Точекъ было опредѣлено около 2.000. Точки стоянокъ почти всѣ были на самой магистрали.

ОТПЕЧАТОК

При правильной организаціи дѣла можно надѣяться достигнуть скорости одной погонной версты въ день.

По плану была спроектирована линія и разбита на мѣстѣ. Это, кажется, первое примѣненіе въ Россіи фото-топографическаго метода при проектировкѣ линій. По разбитой линіи тщательной нивеллировкой составленъ продольный профиль, который при сравненіи съ профилемъ составленнымъ по плану горизонталей, далъ очень небольшую расходимость, главнымъ образомъ въ отмѣткахъ вершинъ хребтовъ и дна овраговъ.

О примѣненіи воздушной фотографіи къ изысканіямъ. 6-го февраля с. г., на VIII Съѣздѣ русскихъ дѣятелей по водянымъ путямъ, Р. Тиле былъ прочитанъ докладъ «о быстрой и точной съемкѣ плановъ низовьевъ большихъ рѣкъ, ихъ устьевъ и дельтъ помощью фото-топографіи и воздушной фотографіи», при чемъ докладчикъ демонстрировалъ модель изобрѣтеннаго имъ аппарата «Панорамографъ».

Идея сводится къ тому, чтобы поднятымъ до извѣстной высоты — помощью системы змѣевъ или привязного аэростата — особо устроеннымъ аппаратомъ получить точный планъ очень большой площади мало доступныхъ низменныхъ и болотистыхъ мѣстностей, со всѣми подробностями и очертаніями береговъ.

Аппаратъ Р. Тиле состоитъ изъ 7 камеръ, изъ которыхъ одна—центральная—имѣетъ горизонтальное положеніе, а окружающія ее шесть боковыхъ камеръ наклонены къ горизонту подъ угломъ въ 10°.

Центральная—горизонтальная—камера даетъ непосредственный ортогональный планъ снятаго пространства, а снимки боковыхъ камеръ представляютъ непрерывную перспективу всей панорамы отъ центра до горизонта, переводимую на геометрическій планъ посредствомъ особаго прибора «перспектометра» построеннаго изобрѣтателемъ на основаніи законовъ перспективы.

При достаточной высотѣ подъема аппарата и соотвѣтственной длинѣ фокуснаго разстоянія употребляемыхъ объективовъ, этимъ способомъ, по разсчетамъ докладчика, легко и точно получаются планы площадей до 100 □ верстъ и болѣе.

Въ настоящее время *) Р. Тиле значительно усовершенствованъ изобрѣтенный имъ аппаратъ и по распоряженію Департамента водяныхъ и шоссейныхъ сообщеній и торговыхъ портовъ Министерства Путей Сообщенія приступаетъ — при содѣйствіи Учебнаго воздухоплавательнаго парка — къ практическимъ опытамъ.

*) Осенью 1901 г.

ГЛАВА XII.

Производство точныхъ нивеллировокъ. Каталогъ высотъ нивеллировочной сѣти. Клино-Телеметральный нивеллиръ Шарпа.

Нивеллиры съ трубами устраиваютъ трояко: у однихъ трубы вынимаются изъ обоймицъ, такіе нивеллиры называются нивеллирами съ перекладными трубами, у другихъ трубы закрѣпляются наглухо, такіе нивеллиры называются глухими: а третьи устраиваются такъ же, какъ теодолиты: нивеллиры-теодолиты, послѣдніе употребляются для болѣе точныхъ геодезическихъ работъ.

Въ желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ примѣняются нивеллиры съ перекладными трубами и уровнемъ у алидады. Трубы не только могутъ быть вынуты изъ обоймицъ и, слѣдовательно, переложены въ нихъ противоположными концами, но могутъ еще быть поворачиваемы въ обоймицахъ около своихъ геометрическихъ осей на 360° или на 180°. Эти нивеллиры не могутъ быть такъ точны какъ нивеллиры-теодолиты, съ неперекладными трубами. При перекладываніи трубы на обоймицу можетъ попасть соръ, который легко можетъ вызвать незамѣтную погрѣшность и пр.

Нивеллиры съ однимъ или двумя секторами, или нивеллиръ-теодолиты. Они устраиваются такъ же, какъ и теодолиты, но трубы въ нихъ болѣе сильныя, уровни болѣе чувствительные и точность ноніусовъ-секторовъ выражается секундами. Уровни въ нихъ прикрѣплены къ трубѣ. Труба соединяется съ обоймицами или наглухо или можетъ перекладываться въ нихъ. Такого рода нивеллиры могутъ служить для тѣхъ же цѣлей, какъ и простые теодолиты, такъ какъ лимбъ въ нихъ не вращается.

Производство болѣе точной нивеллировки. Когда надо ни-

© ГПНТБ СОРАН

веллировать болѣе точно, то записываютъ показанія на рейкахъ при четырехъ положеніяхъ трубы нивеллира, поворачивая ее въ обоймицахъ около геометрической оси трубы на 180°, перекладывая ее въ обоймицахъ и поворачивая верхнюю часть инструмента около вертикальной оси вращенія всего инструмента на 180°. Журналъ ведется такъ, какъ показано ниже, т. е. въ графахъ «отсчеты» имѣется четыре столбца, два столбца для прочтенныхъ показаній на рейкѣ и два для среднихъ изъ нихъ.

№№ пикетовъ.	Отсчеты на рейки связывающихъ точекъ.				Отсчеты на рейки промежуточныхъ точекъ.	+ повышеніе.	— пониженіе.	Условныя отмѣтки.	Отмѣтки относительно горизонта моря.	Примѣчанія.
	Прочтенные.		Средніе.							
	Назадъ.	Впередъ.	Назадъ.	Впередъ.						
$^{11}/_{5}$	240 238 244 248		243						75,40	
$^{11}/_{5}$+16					830		587		74,817	
$^{11}/_{5}$+20					250		7		75,393	
$^{11}/_{5}$		932 920 936 933		932			689		74,711	

Если нивеллиръ имѣетъ три горизонтальныхъ волоска и уровень очень чувствительный, напр. съ цѣной одного дѣленія не болѣе 5 секундъ, то дѣлаются чтенія на рейкахъ и записи по всѣмъ тремъ волоскамъ, если только всѣ волоски покрываютъ рейку; этимъ достигается повѣрка чтенія по рейкѣ. Изъ трехъ показаній волосковъ берется средняя ариометическая и записывается въ соотвѣтствующую графу. Чтеніе по тремъ волоскамъ даетъ возможность также опредѣлять разстоянія отъ нивеллира до реекъ. Трубу въ этомъ случаѣ не перекладываютъ и не поворачиваютъ около оси.

Передъ каждымъ чтеніемъ по рейкѣ смотрятъ на уровень, и если онъ не находится точно по серединѣ, то дѣлаютъ отсчеты краевъ его, причемъ можно дѣлать на глазъ чтенія до $^{1}/_{4}$ дѣленія. Отсчеты эти записываются въ соотвѣтствующія графы для обоихъ концовъ уровня, обращенныхъ къ окуляру или объективу. Сообразуясь съ цѣною одного дѣленія уровня и показаніямъ концовъ уровня показаніе реекъ исправляютъ отъ наклонности уровня, такъ какъ ошибка въ этомъ случаѣ на разстояніяхъ въ 50 саж. равна лишь 0,001 саж.

О вѣроятныхъ ошибкахъ въ нивеллировкахъ. Если какая-либо линія пронивеллирована двумя отдѣльными нивеллировщиками, отдѣльными нивеллирами и рейками, то всегда получается нѣкоторая расходимость между этими двумя нивеллировками. Если эту расходимость, выраженную въ метрахъ или саженяхъ, назовемъ буквой Y, длину линіи назовемъ D и вѣроятную ошибку на одну версту буквой X, то, какъ доказывается въ теоріи вѣроятностей, между двумя названными величинами существуетъ такая зависимость:

$$x = \frac{Y}{\sqrt{2D}}.$$

Изъ сличенія точныхъ пивеллировокъ, произведенныхъ въ послѣднее время военно-топографическимъ отдѣломъ нашего Главнаго штаба, оказалось, что вѣроятная ошибка въ разныхъ нивеллировкахъ колеблется отъ $\pm$ 2 до $\pm$ 3 миллиметровъ на километръ. Вѣроятныя ошибки на одинъ километръ при точныхъ нивеллировкахъ Пруссіи оказались въ $\pm$ 1,1 мм., Австріи около $\pm$ 1 мм., Италіи $\pm$ 0,8 мм., Швейцаріи $\pm$ 2,6 мм., Франціи $\pm$ 2,5 мм.

Военно-топографическимъ отдѣломъ изданъ въ 1894 г. «Каталогъ высотъ русской нивеллирной сѣти», представляющій сводку всѣхъ геометрическихъ нивеллировокъ, произведенную при помощи нивеллировъ и реекъ съ 1871 г. по 1893 г. Каталогъ заключаетъ высоты 1092 реперовъ (марокъ) и нѣкоторыхъ мѣстныхъ предметовъ. Инженеръ, производящій изысканія, обязанъ связать свои нивеллировки съ этими марками если они вблизи имѣются. Эти спеціальныя нивеллировки, имѣющія въ результатѣ опредѣлить высоту Балтійскаго и Чернаго моря,

ОТДЕЛ

представляютъ собой очень точныя геодезическія работы. Точность этихъ работъ въ значительной степени превышаетъ точность желѣзнодорожныхъ нивеллировокъ. Нивеллиры, изготовленные механической мастерской Военно-топографическаго отдѣла, несравненно чувствительнѣе и точнѣе нашихъ желѣзнодорожныхъ нивеллировъ съ уровнемъ при алидадѣ. Трубы этихъ нивеллировъ увеличиваютъ въ 50 и 60 разъ, тогда какъ трубы желѣзнодорожныхъ нивеллировъ увеличиваютъ лишь въ 30 разъ; сѣтка вооружена тремя волосками, коими снимаются три показанія; уровень значительно больше и чувствительнѣе; на уровнѣ придѣлано зеркальце, въ коемъ во время взгляда видно отраженіе уровня.

Главное преимущество этихъ нивеллировъ состоитъ въ томъ, что уровень придѣланъ къ трубѣ, почему при нивеллировкѣ труба съ цапфъ не вынимается; вслѣдствіе чего избѣгается неточность въ случаѣ легко возможнаго засорѣнія цапфъ. Рейки точно также очень точны, съ двумя мѣрами — метрической и саженной на разныхъ сторонахъ рейки; отчеты снимаются двойные. Рейки періодически провѣряются, сравнивая ихъ съ желѣзной нормальной линейкой въ Пульковской обсерваторіи. Разстояніе до рейки въ этихъ нивеллировкахъ не больше 50 саж. Точки подъ рейки устраиваются спеціальной конструкціи.

Для желѣзнодорожныхъ изысканій подобная точность нивеллировокъ не составляетъ необходимости, тѣмъ не менѣе, слѣдовало бы, хотя бы только для успѣха изысканій, ввести въ употребленіе нивеллиры съ болѣе сильной трубой и другими преимуществами гарантирующими точность и успѣхъ работъ, въ особенности въ мѣстахъ равнинныхъ и степныхъ.

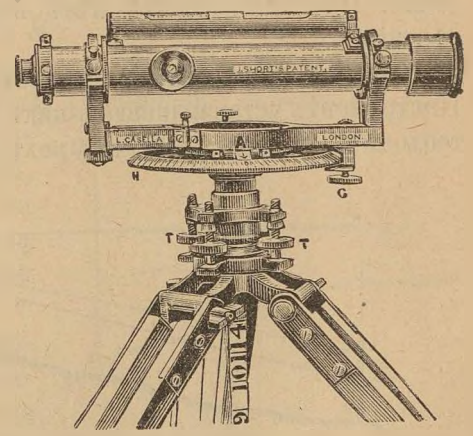
(Клино-Телеметральный нивеллиръ). (Gradient-telemeter-Lewel).

И. Шорта патентъ № 11996.

Мы получили на дняхъ, когда наша глава о геодезическихъ инструментахъ была уже отпечатана, брошюрку о новомъ усовершенствованномъ нивеллирѣ «Gradient - telemeter Lewel» J. Shortspatent *) черт. 109.

*) Мастерская геодезическихъ инструментовъ Герляха: Петербургъ и Варшава.

Инструментъ этотъ (черт. 109) одновременно съ нивеллировкой опредѣляетъ разстоянія и уклоны въ линейныхъ величинахъ, — причемъ всѣ эти цифры получаются сразу посредствомъ одного общаго наблюденія, при помощи одной лишь рейки. Указанія инструмента замѣчательно точны, манипуляція его крайне удобна для наблюдателя, вслѣдствіе чего получается возможность, въ данный промежутокъ времени, произвести значительно больше работы, чѣмъ при помощи другихъ инструментовъ.



Черт. 109.

Этотъ приборъ — это обыкновенный обоймичный нивеллиръ съ горизонтальнымъ лимбомъ *H*, на которомъ обозначены цифровыя величины уклоновъ отъ 1200 до 10. Точки или мѣтки уклоновъ, высоты, а также и разстоянія легко прочесть безъ помощи лупы, по указателю *A* безъ ноніуса и безъ всякихъ вычисленій. Это даетъ возможность производить точную нивеллировку и пр. съ замѣчательною быстротою и простотой. При инструментѣ нѣтъ ни вертикальнаго лимба ни дальномѣрныхъ волосковъ.

Труба этого нивеллира снабжена объективомъ 1,70 англ. дюйма въ діаметрѣ съ окулярами, дающими изображеніе прямое или обратное, примѣняемое смотря по необходимости.

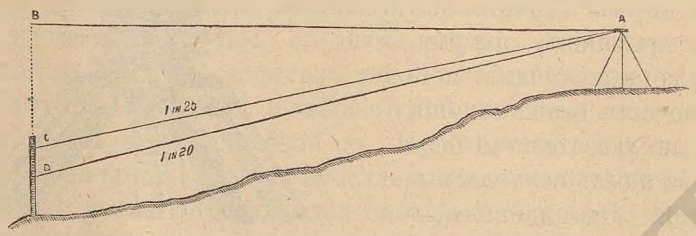
Горизонтальный лимбъ можно помощью реберъ или радіальныхъ брусковъ, находящихся въ нижней поверхности лимба— передвигать вокругъ его оси; при этомъ вращеніи лимбъ, скользя по наклонной плоскости клинообразной оси, принимаетъ наклонное положеніе; въ это время труба имѣющая свою отдѣльную ось, находящуюся внутри первой внѣшней оси инструмента, можетъ быть свободно приводима въ желанное, не зависимо отъ лимба положеніе. Это качательное движеніе лимба, независимое отъ трубы достигается примѣненіемъ двухъ осей—внутренней и внѣшней. Внутренняя ось придѣлана къ трубѣ; внѣшняя

ось вооруженная спеціальной конструкціей помощью яблочнаго шарнира придѣлана къ самому лимбу. У насъ, къ сожалѣнію, не имѣется подробныхъ чертежей этого инструмента.

Указатель A придѣланъ къ трубѣ и слѣдуетъ ея движеніямъ, послѣдняя же, благодаря этой спеціальной конструкціи прибора при спускѣ или подъемѣ лимба можетъ произвольно измѣнять свое положеніе вокругъ своихъ осей.

Къ исподу прибора прикрѣпленъ короткій отвѣсъ, показывающій точную высоту центра нивеллира отъ поверхности земли. При инструментѣ нѣтъ вовсе ноніуса, ни градусныхъ дѣленій.

Способъ употребленія нивеллира. Опредѣленіе уклоновъ. Инструментъ устанавливаютъ какъ обыкновенный нивеллиръ или теодолитъ посредствомъ четырехъ уравнительныхъ винтовъ TT



Черт. 110.

и спиртоваго ватерпаса, придѣланнаго къ трубѣ. Въ точкѣ G находится для неподвижнаго скрѣпленія обѣихъ осей зажимъ, такъ что зажавъ его приборъ возможно вращать только вокругъ оси горизонтальнаго лимба H.

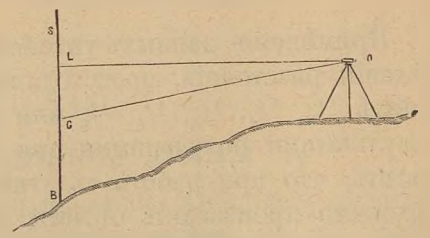
Допустимъ, что какъ показано на чертежѣ 110—опредѣлить требуется уклонъ между точками O и B. На отвѣсѣ отсчитываютъ высоту центра трубы отъ уровня земли. Высота эта, положимъ равняется 4 фут. 9 дюйм. Затѣмъ, на точкѣ B устанавливаютъ обыкновенную нивеллирную рейку S (см. черт. 110), направляютъ на нее трубу и отсчитываютъ по рейкѣ дѣленіе. Конечно, между показаніями рейки и отвѣса является разность. Затѣмъ слѣдуетъ отпустить зажимной винтъ G, задерживающій обѣ оси и слегка, придерживая трубу одной рукой, другою передвигаютъ горизонтальный лимбъ, помощью реберъ или радіальныхъ брусковъ, находящихся на нижней поверхности

лимба до тѣхъ поръ, пока поперечный волосокъ трубы не попадетъ именно на то дѣленіе рейки S, которое соотвѣтствуетъ высотѣ, показанной отвѣсомъ, т. е. въ данномъ случаѣ 4 фут. 9 дюйм.

Во время этой операціи, указатель A, придѣланный къ трубѣ, подвинется вдоль лимба и укажетъ сразу, безъ всякаго вычисленія, уклонъ между точками O и B,—равняющійся положимъ: 1 къ 160.

Къ зажиму G придѣланъ микрометренный винтъ, производящій превосходную установку и допускающій самое точное отчитываніе дѣленій на рейкѣ S.

Линія O и B можетъ итти уклономъ или подъемомъ. На лимбѣ сдѣланы помѣтки «Rise» (повышеніе) и «Fall» (паденіе); та помѣтка, которая находится ближе къ окуляру трубы, всегда указываетъ, стоитъ ли наблюдаемая точка выше или ниже уровня точки стоянки инструмента.



Черт. 111.

Въ этой комбинаціи проявляется замѣчательная особенность прибора, заключающаяся въ томъ, что линейныя уклоны, разстояніе и высоты дальнихъ точекъ возможно опредѣлить посредствомъ одного наблюденія инструмента и даже при разности высотъ между двумя точками до 100 футъ. Если же нивеллиръ помѣщается между двумя точками, то оказывается возможнымъ опредѣлить, въ теченіе нѣсколькихъ минутъ, вертикальную разность до 200 футъ, пользуясь простой рейкой въ 14 футовъ. — Дѣленія на лимбѣ разбиваютъ по непосреднымъ наблюденіямъ въ полѣ.

Измѣреніе разстояній. Дальномѣрныхъ волосковъ въ трубѣ нѣтъ. Принципъ полученія помощью этого инструмента разстояній та же двойная ось черт. 110.

Въ точкѣ B устанавливаютъ рейку S и отсчитываютъ высоту допустимъ 1,68 с., затѣмъ отпускаютъ зажимъ G, какъ въ предыдущемъ примѣрѣ и подвигаютъ трубу до тѣхъ поръ вращая при помощи ребордъ лимбъ пока конецъ указателя не остановится ровно на дѣленіи 100, тогда лимбъ закрѣпляютъ за-

ОГПТБ ОРАН

жимомъ G и вращаютъ слегка трубу до тѣхъ поръ, пока она снова не попадетъ на рейку и не дастъ прочесть, допустимъ 1,42 с.

Тогда получаются слѣдующія данныя:

результатъ перваго отсчета . .	1,68	ф.
» втораго » . .	1,42	»
Разность . . .	0,26	ф.

Въ общемъ итогѣ оказывается, что разстояніе между точками O и B равняется 26 саж. соотвѣтствующему разности 0,26.

Уклоны	$16^2/_3$	съ дѣленіемъ разности		6
»	$12^2/_3$	» » »		8
»	10	» » »		10

Примѣненіе данныхъ уклоновъ сокращаетъ ошибки въ опредѣленіи разстоянія, происходящія отъ неточныхъ отсчетовъ по рейкѣ $^1/_3$, $^1/_4$, $^1/_5$, $^1/_6$, $^1/_8$ или даже до $^1/_{10}$, сравнительно съ результатами полученными при дѣленіи на 100.—Слѣдуетъ замѣтить, что при работѣ съ этимъ нивеллиромъ безусловно необходимо производить отсчеты не иначе какъ въ точной серединѣ между обоими вертикальными волосками трубы, иначе могутъ послѣдовать неточности въ опредѣленіи линейныхъ разстояній или уклоновъ.

Дальнѣйшее примѣненіе этого прибора имѣетъ цѣлью опредѣлить вѣрныя горизонтальныя линейныя разстоянія и въ то же время получить уклоны до 100 футовъ, при положеніи рейки ниже или выше горизонтальной линіи зрѣнія, не передвигая ни рейки, ни нивеллира. Дѣлается это слѣдующимъ образомъ: установивъ нивеллиръ отпускаютъ зажимъ и передвигаютъ трубу до тѣхъ поръ, пока указатель не встанетъ на дѣленіе 100, тогда визируютъ на рейку, и если линія зрѣнія все еще выше рейки, то двигаютъ трубу съ указателемъ, пока не будетъ видно верхней оконечности рейки.

Допустимъ, что въ данномъ случаѣ, указатель окажется на лимбѣ дѣленіе 28, тогда передвигаютъ трубу до тѣхъ поръ пока указатель не будетъ на дѣленіи 25, послѣ чего вновь визируютъ на рейку и отсчитываютъ ея показаніе, положимъ, 1,86 с., затѣмъ передвигаютъ показатель до дѣленія 20 и производятъ

второй отсчетъ съ рейки, напримѣръ 1,45 с. въ общемъ получится слѣдующее:

Результатъ I наблюденія, при 25 дѣленій	1,86	с.
» II » » 20 »	1,45	»
Разность . . .	0,41	с.

Слѣдовательно, искомое разстояніе горизонтальной линіи AB равно 41 саж.

Измѣреніе горизонтальной линіи, лежащей выше уровня рейки, особенно важно во многихъ случаяхъ практической работы, а потому приборъ, дающій возможность производить подобныя измѣренія быстро, точно и безъ перемѣщенія рейки и нивеллира очень удобенъ.

Инструментъ этотъ новый 1900 г. и у насъ въ Россіи поэтому еще быть можетъ не извѣстенъ.

ГЛАВА XIII.

Разсчетъ виртуальной длины *).

Говоря теоретически желѣзнодорожное идеальное полотно должно бы быть прямолинейно и горизонтально, но на дѣлѣ, конечно, это не достижимо. Ось полотна состоитъ изъ прямыхъ частей, соединенныхъ между собой кривыми большаго или меньшаго радіуса и скатовъ, не превосходящихъ извѣстныхъ нормъ.

Уменьшить длину не только дѣйствительной, но и виртуальной линіи до minimum — это одна изъ главныхъ задачъ изыскателя, такъ какъ значительные склоны и частыя искривленія бываютъ причиной громадныхъ расходовъ. На подъемѣ, выше извѣстнаго предѣла, если сила тяги паровоза не достаточно велика, колеса, не имѣя надлежащаго сцѣпленія, буксируютъ на мѣстѣ, а иногда весь поѣздъ можетъ съѣхать обратно. Тоже и на уклонахъ большихъ извѣстнаго предѣла—тормаза не дѣйствуетъ, а увеличивающаяся при тяжеломъ поѣздѣ скорость на спускѣ можетъ быть причиной большихъ несчастій.

*) См. „Разсчетъ виртуальной длины“ Инж. Котляревскаго, принятый для вывода коэффиціентовъ Инженер. Совѣтомъ. Журналъ № 33, отъ 31 Августа 1891 г. и таб. XXIII, стр. 73.

ОТДЕЛ СОБАН

Въ желѣзнодорожныхъ вагонахъ какъ извѣстно оси и колеса составляютъ одно цѣлое; колеса при поворотахъ немогутъ по этому вращаться съ разной скоростью, какъ это имѣетъ мѣсто въ экипажахъ. На закругленіяхъ длина внѣшней кривой больше длины внутренней, а такъ какъ ось стоитъ нормальпо, то путь пробѣгаемый наружными колесами больше, чѣмъ путь пробѣгаемый колесами катящимися по внутреннему рельсу, вслѣдствіе этого является излишнее сопротивленіе силѣ тяги и изнашиваніе отъ тренія при скольженіи колесъ по рельсу.

Независимо отъ этого, обязательная параллельность двухъ или болѣе осей укрѣпленныхъ наглухо, которыя должны быть нормальными къ кривой и прочее еще болѣе увеличиваютъ всѣ трудности тяги. Наконецъ, когда поѣздъ идетъ по кривой, сила тяги дѣйствуетъ по касательной, вслѣдствіе чего является новая потеря силы паровозовъ.

Вліяніе закругленій на расходы эксплоатаціи гораздо меньше вліянія уклоновъ; если опредѣлить уклонъ, эквивалентный радіусу закругленія самаго крутого $v = 100$ с., допускаемаго на русскихъ дорогахъ лишь для станціонныхъ путей, по формулѣ Бома $m = \frac{837}{r}$, то окажется, что этотъ уклонъ равенъ 0,004, значеніе котораго на расходы эксплоатаціи сравнительно небольшое ($= 1{,}302$).

Опредѣленіе предѣловъ радіусовъ кривизны зависитъ отъ конструкціи подвижнаго состава и для русскихъ дорогъ, предѣломъ радіуса можно считать 200 с. и въ рѣдкихъ случаяхъ 150 с., хотя на многихъ дорогахъ, гдѣ была хоть малѣйшая возможность увеличить этотъ предѣлъ, онъ увеличенъ.

Безопасность движенія по желѣзнымъ дорогамъ.

Мнѣніе, что изгибы линіи болѣе всего бываютъ причиною катастрофъ, неосновательно. Съ технической точки зрѣнія, хотя наружный рельсъ кривой выдерживаетъ напоръ вслѣдствіе центробѣжной силы всего поѣзда, но напоръ этотъ, такъ сказать, равномѣренъ, и при надлежащемъ исправномъ состояніи кривой лишенъ толчковъ, которые главнымъ образомъ способствуютъ поломкѣ рельса и тѣмъ самымъ катастрофѣ. Въ прямыхъ частяхъ пути, хотя центробѣжная сила не развивается, но за то (при малѣйшей неисправности при укладкѣ рельсъ)

весь поѣздъ подвергается вслѣдствіе разбѣга боковымъ толчкамъ, которые особенно при сильныхъ морозахъ способствуютъ поломкѣ рельсъ.

И дѣйствительно, приблизительныя статистическія данныя показываютъ, что на кривыхъ количество катастрофъ съ поѣздами, вслѣдствіе поломки рельсъ, многимъ меньше, чѣмъ на прямыхъ частяхъ пути.

Дѣло другое—топографическія условія мѣстности при кривыхъ. Они имѣютъ большое значеніе; въ особенности въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ путь виденъ только на сравнительно короткомъ разстояніи и на предѣльныхъ скатахъ.

Безопасность здѣсь зависитъ отъ надзора и надлежащаго исполненія обязанностей желѣзнодорожной службы, и будь все въ порядкѣ — шансы катастрофъ нисколько не увеличиваются на изгибахъ, противъ прямыхъ частей пути, а напротивъ — уменьшаются.

Удивительная безопасность путешествій по желѣзнымъ дорогамъ представляетъ одну изъ самыхъ поразительныхъ побѣдъ человѣческаго труда и знанія. Въ продолженіи 5 лѣтъ съ 1874—78 г. въ одномъ Бостонѣ число убитыхъ составило большую цифру, чѣмъ цифра потерявшихъ жизнь на всѣхъ желѣзныхъ дорогахъ во всемъ штатѣ Массачужечъ въ продолженіи 9 лѣтъ, включая катастрофы на Riveri Wolbeston, гдѣ оказалось 50 человѣкъ убитыхъ. Статистическія данныя приведенные въ «Roilway Location» Wellingtona, свойственны не одному только штату Массачужетъ и за нихъ ручается M-r Adam.

Много лѣтъ тому назадъ во Франціи было оффиціально объявлено, что люди менѣе безопасны въ своихъ домахъ, чѣмъ во время путешествій по желѣзнымъ дорогамъ. Это казалось бы, невѣроятнымъ.—Тѣмъ не менѣе доказано статистически, что на 10 случаевъ смерти въ дорогѣ приходится 14 случаевъ смерти при паденіи на полъ или отъ обжога вслѣдствіе загорѣвшейся одежды. Даже игра въ мячикъ *) насчитываетъ 8 жертвъ на 10 потерпѣвшихъ во время путешествія по желѣзнымъ дорогамъ. Всѣ эти цифры одинаково доказываютъ, насколько движеніе по желѣзнымъ дорогамъ безопаснѣе другихъ способовъ передвиженія. Лѣтъ 30 тому назадъ у насъ никто не могъ это предполагать.

Статистическія данныя и у насъ въ Россіи краснорѣчиво

*) Въ Англіи игра въ мячикъ очень распространена.

подтверждаютъ эту безопасность движенія по желѣзнымъ дорогамъ.

М. Адамъ статистикъ Соед. Шт. С. Америки цифрами доказалъ, что шансы подвергнуться катастрофѣ во время путешествія по желѣзнымъ дорогамъ такъ невелики, что они въ совокупности не превышаютъ общаго числа опасностей другихъ видовъ, въ жизни человѣческой. М-г Wellington въ своемъ сочиненіи приводитъ слѣдующія интересныя статистическія данныя. Въ продолженіи 4 лѣтъ отъ 1875 — 1878 г. въ штатѣ Массачужечъ на желѣзныхъ дорогахъ только одинъ человѣкъ былъ убитъ при обстоятельствахъ отъ него независящихъ и только 20 потерпѣло увѣчіе. Между тѣмъ въ продолженіе одного 1878 г., не считая всѣхъ незначительныхъ случаевъ, которымъ не была придана гластность, по статистическимъ даннымъ 53 человѣка потеряло жизнь при паденіи съ верхнихъ этажей, 37 при паденіи съ оконъ, 7 было ошпарено до смерти и т. д. Въ 1874 г. было переѣхано экипажами 17 человѣкъ, погибло при катаніи на лодкахъ болѣе 10 человѣкъ.

Общія понятія о значеніи уклоновъ и радіусовъ.

И такъ слабые уклоны 0,006 и большіе радіусы 300 кривыхъ вызываютъ дороговизну постройки и могутъ соотвѣтствовать лишь очень большому движенію, при сравнительно низкомъ тарифѣ. Большіе же уклоны и малаго радіуса кривыя соотвѣтствуютъ дешевизнѣ постройки и небольшому движенію, при сравнительно высокомъ тарифѣ.

Для болѣе раціональнаго сравненія результатовъ эксплоатаціи, необходимо приводить ихъ, такъ сказать, къ одному знаменателю, или относить не къ длинѣ дѣйствительной, а къ длинѣ особой линіи, по которой сопротивленіе движенію поѣзда на всемъ протяженіи есть постоянное и наименьшее, при непремѣнномъ условіи, чтобы общая работа паровоза на передвиженіе поѣзда по той и по другой линіямъ, отъ одного конца до другого, была одинаковая. Такая длина воображаемой, и очевидно прямой и горизонтальной дороги, называется вообще виртуальною. Частныя значенія виртуальной длины зависятъ отъ тѣхъ условій, которыя принимаются въ основаніе разсчета.

Инженеръ П. Н. Котляревскій поясняетъ это въ своемъ интересномъ трудѣ: «Разсчетъ виртуальной длины и сила тяги паровозовъ» слѣдующими простыми примѣрами:

1) Пусть полезное усиліе на шинахъ ведущихъ колесъ поѣзднаго паровоза есть T килогр. и длина прямого горизонтальнаго участка, на которомъ дѣйствуетъ это усиліе, при скорости движенія V, есть L килом. Для прямолинейнаго подъема длиною L_1 килом., при той же скорости движенія и томъ же составѣ поѣзда, усиліе на шинахъ ведущихъ колесъ паровоза будетъ большее и назовемъ его T_1. При условіи равенства полезной работы на передвиженіе поѣзда, по той или по другой линіи, получаемъ:

$$TL = T_1L_1, \quad \text{или} \quad L = \frac{T_1L_1}{T} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

2) Если назвать среднее общее сопротивленіе движенію поѣзда на участкахъ длиною A, B и C чрезъ R_a, R_b и R_c, при одной и той же скорости движенія V, то полезная работа паровоза при проходѣ поѣздомъ всѣхъ участковъ выразится: $(A \times R_a) + (B \times R_b) + (C \times R_c)$. Если сопротивленіе движенію того же поѣзда по прямому и горизонтальному пути, при той же скорости, есть R, то его длина замѣняющая, такъ сказать, по работѣ длину трехъ участковъ, найдется изъ равенства:

$$LR = AR_a + BR_b + CR_c,$$

или

$$L = \frac{AR_a + BR_b + CR_c}{R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Въ первомъ примѣрѣ L есть обыкновенная виртуальная длина подъема L_1, а во второмъ примѣрѣ L есть виртуальная длина трехъ участковъ, длина которыхъ въ суммѣ $= A + B + C$.

Если скорость движенія по воображаемой линіи будетъ иная, напримѣръ $^1/_2\,V$, то въ первомъ примѣрѣ измѣняется T на T_0, а во второмъ R на R_0; тогда по тѣмъ же уравненіямъ (1) и (2) получаются:

$$(1)\ L_0 = \frac{T_1L_1}{T_0} \text{ и } (2)\ L_0 = \frac{AR_a + BR_b + CR_c}{R_0},$$

это также виртуальная длина, но выведенная при другомъ условіи. Такихъ условій можетъ быть много, но для практи-

ческихъ цѣлей нужно принять опредѣленное условіе, за которое мы и считаемъ равенство скоростей. Равенство же работъ измѣняться не можетъ, такъ какъ это составляетъ самое основное положеніе для опредѣленія виртуальной длины.

3) Пусть, при нѣкоторой скорости и вѣсѣ поѣзда, величины, приведенныя въ первомъ примѣрѣ, будутъ: $T = 2.000$ килогр.; $T_1 = 4.000$ килогр., а $L_1 = 5$ верстъ, тогда виртуальная длина этого подъема $\frac{T_1 L_1}{T} = 10$ верстъ. Полагая вѣсъ поѣзда въ 400 тоннъ, вмѣсто T и T_1 можно вводить въ разсчетъ $\frac{T}{400} = 5$ или $\frac{T_1}{400} = 10$, т. е. усилія или равныя имъ сопротивленія движенію, по разсчету на 1 тонну вѣса поѣзда; очевидно отъ этого виртуальная длина L не измѣнится.

Руководствуясь вышеизложеннымъ, виртуальная длина опредѣляется только въ зависимости отъ работы, почему она называется силовою виртуальною длиною; но такъ какъ эксплоатаціонные расходы измѣняются не прямо пропорціонально усилію тяги или работѣ паровоза, то необходимо ввести въ этотъ способъ вычисленій нѣкоторыя поправки, чтобы получить, такъ называемую, эксплоатаціонную виртуальную длину.

Мы впередъ замѣтимъ, что эксплуатаціонная виртуальная длина всегда короче, чѣмъ силовая виртуальная длина, хотя та и другая, въ свою очередь, всегда болѣе дѣйствительной длины желѣзной дороги. Отношеніе виртуальной длины къ дѣйствительной длинѣ называется виртуальнымъ коэффиціентомъ; послѣдній очевидно болѣе единицы.

Дальше инженеръ П. Котляревскій говоритъ: всѣ опредѣленія виртуальной длины производятся по разсчету работы на перевозку одной французской тонны (61,0475 пуд.) вѣса цѣлаго поѣзда, считая паровозъ и тендеръ, такъ какъ разсчетъ виртуальной длины для цѣлаго поѣзда дастъ, какъ показано въ примѣрѣ 3, одинъ и тотъ же результатъ, что и для одной тонны вѣса поѣзда. Самая величина виртуальной длины какъ силовой, такъ и эксплоатаціонной, зависитъ какъ отъ величины уклоновъ на подъемахъ и угловъ кривизны, такъ и отъ скорости движенія поѣзда, въ зависимости отъ которой измѣняется сопротивленіе движенію поѣзда.

Разсчеты показываютъ, что чѣмъ болѣе скорость поѣзда

при одномъ и томъ же профилѣ, тѣмъ менѣе виртуальная длина дороги. Объясняется это такимъ образомъ: съ увеличеніемъ скорости увеличивается сопротивленіе на прямой горизонтальной части пути, добавочныя же сопротивленія къ послѣднему собственно отъ уклоновъ и кривыхъ, какъ величины болѣе или менѣе постоянныя, такъ сказать, все болѣе и болѣе стушевываются по отношенію къ первому сопротивленію. При безконечно большой скорости движенія виртуальная длина желѣзной дороги приравнивается къ дѣйствительной ея длинѣ *).

Виртуальныя длины силовыя и эксплоатаціонныя должны лечь въ основаніе разсчетовъ при разрѣшеніяхъ желѣзнодорожнымъ обществамъ устанавливать тѣ или другіе тарифы и расходы по эксплоатаціи своихъ желѣзныхъ дорогъ.

Для большей наглядности значенія виртуальныхъ длинъ при движеніи поѣзда туда и обратно, обыкновенно составляются графическія таблицы для каждаго сорта поѣзда, на которыхъ красныя линіи означаютъ силовыя, а синія эксплоатаціонныя виртуальныя длины; тѣ и другія наносятся на каждомъ перегонѣ какъ стороны равнобочнаго угла.

Для Министерства путей сообщенія всѣ желѣзныя дороги должны быть одинаково безопасны и расходы по движенію поѣздовъ одинаково разсчитаны въ зависимости отъ преодолѣнія сопротивленій, а слѣдовательно и всѣ методы, или масштабы сужденія объ этомъ, безъ сомнѣнія,—также должны быть одинаковы; а однимъ изъ таковыхъ средствъ служитъ между прочимъ, введеніе виртуальныхъ длинъ, согласованныхъ между собою относительно способа ихъ разсчета, чтобы тѣмъ привести всѣ величины, зависящія отъ подъемовъ и кривыхъ, такъ сказать, къ одному знаменателю.

При сравненіи двухъ линій между одними и тѣми же пунктами, необходимо имѣть въ виду сравненіе ихъ виртуальныхъ длинъ. Чѣмъ эта длина по отношенію къ дѣйствительной будетъ менѣе, тѣмъ эксплоатація дороги будетъ выгоднѣе. Проекты же новыхъ дорогъ должны быть разсматриваемы именно въ этомъ отношеніи и тому изъ нихъ должно быть

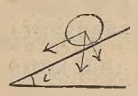
*) Почему для линіи съ пассажирскимъ движеніемъ при большей скорости движенія можно свободнѣе увеличивать предѣлъ уклоновъ и радіусъ.

отдаваемо преимущество, виртуальная длина котораго, при возможно меньшей стоимости постройки, будетъ наименьшая.

Всѣ элементы безполезнаго сопротивленія на практикѣ выяснены и опредѣлены съ извѣстнымъ приближеніемъ.

Сопротивленіе подъема пути равно произведенію составляющей отъ вѣса, параллельной направленію движенія, помноженной на синусъ угла подъема, т. е. нѣкоторой величинѣ пропорціональной тангенсу подъема пути.

Дополнительное сопротивленіе движенію поѣзда, говоритъ Котляревскій, по прямому подъему $i = 0{,}00\ m = \frac{m}{1000}$ на 1 тонну его вѣса, съ точностью достаточною для практики, какъ извѣстно, считается равнымъ m или $1000 \times i$ килограммовъ. Это дополнительное сопротивленіе уже не зависитъ отъ скорости.



Черт. 112.

Примѣръ. Если $i = 0{,}00483$, то дополнительное сопротивленіе на 1 тонну составитъ 4,83 килограмма, т. е. такое же, какъ и по горизонтальному пути въ прямой его части, при скорости 35 километровъ въ часъ; слѣдовательно полное сопротивленіе движенію поѣзда по подъему будетъ:

$$4{,}83 + 4{,}83 = 9{,}66 \text{ килограмма.}$$

Такимъ образомъ расходъ работы движущей силы, необходимой для передвиженія поѣзда, на длинѣ одного километра, или напримѣръ 10 верстъ, по подъему въ 0,00483, при скорости 35 километровъ въ часъ, достаточенъ будетъ для того, чтобы передвигать этотъ же поѣздъ съ тою же скоростью, по горизонту на протяженіи двухъ километровъ, или напримѣръ 20 верстъ. Если длина того же подъема 7 верстъ, то виртуальная длина его, при скорости 35 километровъ и при вычисленіи сопротивленія R по формулѣ Кларка, получается изъ: $7 \times 9{,}66 = L \times 4{,}83$, откуда $L = 7 \times 2 = 14$ верстъ, такъ что виртуальная длина этого подъема въ два раза болѣе его дѣйствительной длины.

Полное сопротивленіе на подъемѣ болѣе, чѣмъ по горизонтальному пути, поэтому и усиліе тяги паровоза на передвиженіе поѣзда также должно быть болѣе, чѣмъ по горизонтальному пути. Въ виду этого, если по линіи происходитъ полное расходованіе усилія тяги поѣзднаго паровоза, то при

движеніи по подъемамъ нужно или уменьшать скорость движенія или уменьшать грузъ, оставляя ту же скорость.

1) Вліяніе подъемовъ.

Виртуальная длина L килом. для подъема вообще болѣе дѣйствительной его длины S килом.

Пусть, при скорости V километровъ, сопротивленіе движенію 1-й тонны на подъемѣ i, или 0,00 m., или $\frac{m}{1000}$ есть Q^{kp} а по горизонтальной прямой K:

Слѣдовательно:

$$\Sigma_1^n L = \Sigma_1^n S + \frac{\Sigma_1^n P}{K^{(*)}} \text{ (километровъ).}$$

При повѣркѣ и сравненіи годовыхъ смѣтъ расходовъ, во всякомъ случаѣ, слѣдуетъ имѣть въ виду эксплоатаціонную виртуальную длину подъема, для опредѣленія которой можно допустить *), что добавочный эксплоатаціонный расходъ на подъемахъ включительно до 0,005 отнесенный къ единицѣ длины, во столько разъ болѣе $^1/_6$ полнаго эксплоатаціоннаго расхода на передвиженіе того же поѣзда, и съ тою же скоростью, по горизонтальному прямому пути, на протяженій единицы длины, во сколько добавочное сопротивленіе на подъемѣ болѣе сопротивленія передвиженію по горизонтальному и прямому пути; такъ, если эксплоатаціонный расходъ на 1 тонну-километръ на подъемѣ $i = 0{,}00\ m = \frac{m}{1000}$ есть P, а на горизонтальномъ прямомъ участкѣ при той же скорости p, то дополнительный расходъ на 1 тонну—километръ составляетъ $P - p = w$.

При выводѣ коэффиціентовъ утвержденныхъ Инженернымъ Совѣтомъ по журн. М. П. С. № 33 отъ 31 августа 1891 г. зависимость между скоростью и подъемомъ выражена слѣдующей формулой Бома:

$$v \text{ вер.} = 25 \text{ вер.} - 0{,}533\ m - 0{,}0042\ m^2$$

при скорости $v_0 = 2{,}5$

или въ километрахъ:

$$v \text{ кил.} = 26{,}67 - 0{,}568\ m + 0{,}0045\ m^2.$$

*) Какъ это принято въ Америкѣ и въ Бельгіи. См. Manuel for Railroad Engineers, by George Vose, Boston; также Annales de l'association des ingénieurs. Gand, 1879 г.

© ГПБ СПбГАН

Въ томѣ приложеній нами приложена діаграмма скоростей движенія, отвѣчающая различнымъ подъемамъ, составленная нами въ зависимости отъ разнаго состава поѣзда и цѣпнаго паровоза.

Согласно техническихъ условій первостепеннаго значенія дорогъ (магистралей по журн. Инженерн. Совѣта № 129 отъ 1899 г.):

«Для воинскихъ поѣздовъ скорость опредѣляется по утвержденной Министерствомъ Путей Сообщенія 24 марта 1899 г. діаграммѣ члена Инж. Сов. профессора Щукина; для коммерческихъ же поѣздовъ скорость опредѣляется согласно установленнымъ на сей предметъ Министерствомъ Путей Сообщенія общимъ правиламъ».

Согласно этихъ общихъ правилъ составлены наши діаграммы.

Независимо отъ этого нами составлены и даны (листъ №) діаграммы разстояній между станціями въ зависимости отъ пропускной способности, а также профили пути и водоснабженія.

2) Вліяніе кривыхъ.

Сопротивленіе, вызываемое кривыми, вслѣдствіе параллельности осей вагона и ихъ ненормальнаго положенія къ кривой, какъ показала практика, на кривыхъ 150, 200, 250, 300 равно 4, 3, 2 и 1 килограм. на тонну, и слѣдовательно, сравнительно небольшое. А при кривыхъ 300 саж. сопротивленіе это совсѣмъ незначительное.

По опытамъ оказывается, что при скорости въ 32 километра въ часъ полное сопротивленіе на 1 тонну по кривой, описанной радіусомъ 175 метровъ, въ два раза болѣе, чѣмъ сопротивленіе движенію, при той же скорости, по горизонтальной прямой. Такую кривую называютъ сравнительною.

Сопротивленіе воздуха и вѣтра принимается обыкновенно пропорціонально квадрату скорости и площади поперечнаго сѣченія поѣзда.

Сопротивленія эти не зависятъ отъ подъема и кривыхъ, почему при изысканіяхъ не принимаются въ расчетъ.

3. Приложеніе разсчета виртуальныхъ длинъ.

Расходы эксплоатаціи, во всякомъ случаѣ, до нѣкоторой степени пропорціональны виртуальнымъ длинамъ; принявъ это положеніе, можно сравнивать два различныя направленія дороги по ихъ виртуальнымъ длинамъ.

Примѣръ. Дано два проекта одной и той же дороги; по одному длина линіи 100 верстъ, а эксплоатаціонная виртуальная длина 105 верстъ, по другому длина 90 верстъ, а эксплоатаціонная 125 верстъ.

Предположивъ, что постройка перваго пути обойдется въ 200.000 р.. а второго 250.000 р. за версту, и что годовые расходы эксплоатаціи обойдутся не менѣе 20.000 р. на виртуальную версту, получаются для сравненія слѣдующіе капиталы на постройку, и на содержаніе пути и движенія (послѣдній изъ 5%) *):

$$100 \times 200.000 + 105 \times 20.000 \times \frac{100}{5} = 62.000.000 \text{ р.}$$

$$90 \times 250.000 + 125 \times 20.000 \times \frac{100}{5} = 72.500.000 \text{ »}$$

(Когда строилась Пенсильванская дорога, то было высчитано, что сокращеніе каждаго километра эксплоатаціонной длины даетъ экономію около 106.000 р.)

Инж. Котляревскій въ своей брошюрѣ говоритъ дальше: хотя расходы эксплоатаціи на каждый километръ виртуальной длины пути растутъ въ неопредѣленной съ точностью зависимости вмѣстѣ съ трафикомъ движенія, но во всякомъ случаѣ, всегда можно, хотя примѣрно, высчитать ту экономію, которая должна получиться отъ сокращенія виртуальной длины дороги.

Допустимъ, что по дорогѣ проходитъ 10.000 поѣздовъ въ годъ, и что эксплоатаціонный расходъ на 1 поѣздо-версту, считая по виртуальной длинѣ = 1 р. 20 к.; въ такомъ случаѣ, отъ каждой сокращенной версты виртуальной длины слѣдуетъ ожидать, такъ сказать, въ экономіи капиталовъ около: $10.000 \frac{100}{6} \times 1{,}20 = 200.000$ рублей, считая изъ 6%.

4. Совокупное вліяніе подъемовъ и кривыхъ.

Всѣ способы нахожденія виртуальныхъ разностей длины воображаемой и дѣйствительной линіи, основаны по преиму-

*) Расходы по эксплоатаціи согласно данныхъ статистическаго отдѣла М. П. С. см. въ главѣ: „Сравненіе варіантовъ“.

ществу на эмпирическихъ данныхъ и въ настоящее время не дають точныхъ результатовъ, вслѣдствіе малаго количества наблюденій. Во всякомъ случаѣ, необходимо стараться распредѣлять тѣ или другіе подъемы возможно выгодно для имѣющаго быть движенія и притомъ такимъ образомъ, чтобы наибольшіе по грузу поѣзда проходили по некрупнымъ подъемамъ, и наоборотъ.

Въ такомъ случаѣ вліяніе подъемовъ по обоимъ направленіямъ туда и обратно будетъ почти одинаковое.

Для кривыхъ же нельзя установить подобной системы компенсаціи вліянія ихъ, потому что сопротивленіе кривой всегда существуетъ какъ для движенія впередъ, такъ и для движенія назадъ.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, единственно удается достигнуть того, что крутыя кривыя встрѣчаются на подъемахъ незначительныхъ, а кривыя большаго радіуса на большихъ подъемахъ. Такимъ образомъ, можно преслѣдовать цѣль равномѣрнаго распредѣленія сопротивленія по пути, не превышающаго данныхъ предѣловъ относительно величины этихъ сопротивленій; но, тѣмъ не менѣе, часто ради мѣстныхъ обстоятельствъ и ради дешевизны постройки случается допущеніе крутыхъ кривыхъ на большихъ подъемахъ.

По вопросу о наивыднѣйшемъ проектированіи желѣзной дороги, можно пользоваться слѣдующей зависимостью:

$C = \left(i + \frac{1}{1{,}31\,R}\right)$ есть постоянная величина (Scheffler),

гдѣ i—уклонъ,

R—радіусъ кривой на этомъ уклонѣ, въ метрахъ.

Полагая $R = \infty$, получается $C = i$, т. е. допущенному предѣльному уклону на прямой части.

Примѣръ: $C = 0{,}025$, $i = 0{,}020$, слѣдовательно $\frac{1}{1{,}31\,R} = 0{,}005$, откуда:

$$R = 153 \text{ метра.}$$

Въ такомъ случаѣ *Scheffler* считаетъ, что сопротивленіе движенію поѣзда будетъ одинаковое, какъ на подъемѣ прямолинейномъ въ 0,025, такъ и на подъемѣ 0,020 съ кривою радіусомъ въ 153 метра.

Англійскіе инженеры замѣняютъ кривую подъемомъ по эмпирической формулѣ $m = \frac{1}{(r)}$, гдѣ (r) радіусъ кривой въ ярдахъ *).

Общія правила разсчета.

На основаніи вышеизложеннаго предлагаются слѣдующія общія правила для вычисленія виртуальной длины желѣзной дороги.

1) Задаются среднею скоростью для движенія поѣздовъ въ верстахъ въ часъ.

2) По формулѣ

$$K^2 = 2{,}15 + 0{,}002\,v^2 + 0{,}000006\,v^3$$

при этой скорости опредѣляется сопротивленіе движенію въ килограммахъ на 1 тонну (въ 1.000 килограммовъ) общаго вѣса поѣзда по горизонтальному прямолинейному участку; пусть это сопротивленіе будетъ K килограммовъ.

3) Вычисленіе виртуальной длины для пары элементовъ V и K производится отдѣльно по направленіямъ отъ A къ B, и отъ B къ A **).

4) При пробѣгѣ напримѣръ отъ A къ B сосчитывается по профилямъ сумма всѣхъ частныхъ возвышеній въ концѣ каждаго отдѣльнаго подъема (спуски по тому же направленію пропускаются); пусть эта сумма составляетъ P саж.; раздѣливъ P на K, получаемъ силовую виртуальную разность Δ_c въ километрахъ.

5) Расгруппировавъ всѣ подъемы отъ A къ B по пяти категоріямъ:

отъ 0,0000	до 0,0050	включительно	I
» 0,0051	» 0,0100	»	II
» 0,0101	» 0,0150	»	III
» 0,0151	» 0,0200	»	IV
» 0,0201	и всѣ свыше	. . . . .	V

опредѣляютъ по профилямъ для каждой категоріи, въ отдѣльности, сумму всѣхъ частныхъ возвышеній въ саж.; пусть эти

*) 1 ярдъ = 3 футамъ; m—допол. сопротив. въ kg на 1 тонну.

**) См. въ таблицахъ—вѣдомость виртуальной длины.

©ГПБ СОРАН

суммы, соотвѣтственно пяти категоріямъ: P_1, P_2, P_3, P_4 и P_5; затѣмъ производится дѣленіе:

P_1 на $K \times 6$
P_2 » $K \times 4$
P_3 » $K \times 3$
P_4 » $K \times 2$
P_5 » $K \times 1$

Сумма всѣхъ полученныхъ частныхъ выражаетъ собою эксплоатаціонную виртуальную разность Δ_ε въ километрахъ.

6) По принятой въ пунктѣ 2 настоящаго § формулѣ вычисляется сопротивленіе при скорости движенія въ 32 километра въ часъ. Пусть оно $= K_0$ килогр., тогда опредѣляется число градусовъ:

$$B^0 = 1{,}308 \times \frac{K}{K_0}.$$

7) Раздѣливъ сумму градусовъ всѣхъ угловъ кривизны желѣзнодорожной линіи α^0 (что легко опредѣляется по плану направленія) на B^0, получаемъ эксплуатаціонную виртуальную разность $\frac{\alpha^0}{B^0}$ въ километрахъ, вслѣдствіе вліянія кривыхъ.

Если взять $^1/_4$ $B^0 = A^0$ и затѣмъ опредѣлить $\frac{\alpha^0}{A^0}$, то получимъ силовую виртуальную разность, вслѣдствіе вліянія кривыхъ.

Формулы и данныя для разсчитываемой виртуальной длины.

Виртуальная длина разсчитывается согласно циркуляра Департамента жел. дорогъ 31 іюля 1891 г. № 9817 (тоже самое отъ 28 іюня 1888 г. за № 6930), въ журналѣ Министерства П. С. № 33 отъ 31 августа 1891 г., см. табл. XXIII стр. 73, а именно по формулѣ:

1) $L = l_o + \Sigma l_n (1 + \alpha) + l_c + \Sigma l_k \beta$

гдѣ

L = виртуальная длина участка,
l_o = длина горизонтальныхъ частей участка,
l_n = длина одинаковыхъ подъемовъ на участкѣ,

l_c = длина всѣхъ спусковъ на участкѣ,
l_k = длина кривыхъ одного радіуса на участкѣ,
α = виртуальный коэффиціентъ для подъемовъ,
β = тоже для кривыхъ.

Формула (1) можетъ быть выражена слѣдующимъ образомъ:

2) $L = l_o + l_c + \Sigma l_n + \Sigma l_n \alpha + \Sigma l_k \beta = l + \Sigma l_n \alpha + \Sigma l_k \beta$

гдѣ l = дѣйствительная длина участка и
Σl_n и $\Sigma l_k \beta$ виртуальныя удлиненія.

Для опредѣленія коэффиціента α служитъ формула:

3) $\alpha = i \left(\frac{122 + 0{,}077\, i}{371 + 1{,}21\, i}\right)$, гдѣ i = число тысячныхъ подъема.

Коэффиціентъ β исчисляется по той же формулѣ: для чего сопротивленіе на кривыхъ должно быть замѣнено сопротивленіемъ на соотвѣтствующемъ подъемѣ, исчисляемомъ по формулѣ:

4) $i_1 = 21 \left(\frac{4d + 2{,}1d^2}{R - 21}\right)$; гдѣ

i_1 = число тысячныхъ искомаго подъема,
d = разстояніе между крайними неподвижными осями вагона,
R = радіусъ закругленія.

Принимая d для товарныхъ вагоновъ = 1.78 с., получимъ

5) $i_1 = \frac{289{,}25}{R - 21}$ *).

Согласно этому нами составлена таблица коэффиціентовъ α и β См. прил. № , также вѣдомость разсчета виртуальной длины. Инженеръ производящій изысканія долженъ знать эту табличку насколько возможно на память.

Итакъ, изъ этой таблицы можно усмотрѣть, что сопротив-

---

*) Формулы для α и β выведены слѣдующимъ образомъ:

Называя сопротивленіе движенію товарнаго поѣзда на прямомъ горизонтальномъ участкѣ черезъ W_0, длину участка L_0; при прямолинейномъ подъемѣ $i = 0{,}00\ m$, полное сопротивленіе движенію того же поѣзда W; длину подъема L, — для эквивалентныхъ работъ на обоихъ участкахъ $L_0 W_0 = L W = L W_0 + L (W - W_0)$, откуда

$$L_0 = L + L \left(\frac{W - W_0}{W_0}\right) = L + L\alpha.$$

Виртуальный коэффиціентъ $\alpha = \frac{W - W_0}{W_0}$.

Называя черезъ P вѣсъ вагоновъ въ поѣздѣ въ французскихъ тоннахъ,
„ „ Q вѣсъ паровоза и тендера въ французскихъ тоннахъ,

© ЦНТБ СОЮЗ

леніе поѣзда вслѣдствіе замѣны горизонт. части подъемомъ 0,006 увелич. 3 раза виртуальная длина

1 вер. 0,006 подъема = 3 вер. гор. пути.

по формуламъ помѣщеннымъ на стр. 250 и 331 книги Н. П. Петрова „Сопротивленіе поѣзда на желѣзной дорогѣ“:

$$W_0 = P\left(1.2 + \frac{0{,}9\,nv}{nq} + \frac{0{,}03\,(1 + 0{,}04\,n)\,v^2}{nq}\right) + Q\left\{4.3 + 0{,}15v + 0{,}001v^2\right\}$$

$$W_0 = P\left\{1.2 + 0{,}06v + 0{,}00014v^2\right\} + Q\left\{4.3 + 1{,}5v + 0{,}001v^2\right\}.$$

При выводѣ этой послѣдней формулы изъ общей принято, что число товарныхъ вагоновъ $n = 35$, вѣсъ каждаго вагона 915 пуд. или 15 тоннъ (средн. тара 390 пуд. и средн. нагрузка 525 пуд.).

v — средняя часовая скорость въ километрахъ.

Обобщивъ это выраженіе, сопротивленіе выразится:

на горизонтальномъ участкѣ $W_0 = Pp + Qq$

на подъемѣ $m\,\frac{0}{00}$ $W = P\,(p + m) + Q\,(q + m)$,

гдѣ $p = 1.2 + 0{,}06v + 0{,}00014v^2$

и $q = 4.3 + 0{,}15v + 0{,}001v^2$ } I,

такъ что $\alpha = \dfrac{m\,(P + Q)}{Pp + Qq}$.

Полагая по Бому, что вѣсъ груженаго тердера составляетъ $\frac{5}{9}$ отъ вѣса груженаго паровоза, т. е. вѣсъ паровоза $= \frac{9}{14}\,Q$, получимъ слѣдующее уравненіе:

$$\frac{9}{14}\,Q\,1000\,f = P\,(p + m) + Q\,(q + m).$$

При коэффиціентѣ сцѣпленія $f = \frac{1}{5}$

$$128\,Q = P\,(p + m) + Q\,(q + m)$$

$$P = \left(\frac{128 - q - m}{p + m}\right) Q = KQ$$

$$\alpha = m\left(\frac{K + 1}{Kp + q}\right).$$

Вставляя въ выраженіе для α вмѣсто K его величину:

$$\alpha = m\left\{\frac{\frac{128 - q - m}{p + m} + 1}{\left(\frac{128 - q - m}{p + m}\right) p + q}\right\} = m\left\{\frac{128 - q - m + p + m}{(128 - q - m)\,p + (p + m)\,q}\right\} =$$

$$= m\left\{\frac{128 - (q - p)}{128\,p + m\,(q - p)}\right\}.$$

При заданномъ условіи, что средняя скорость движенія товарнаго

1 вер. 0,010 подъема = 4 вер. гор. пути.

1 » 0,017 » = $5\frac{1}{3}$ » » »

Увеличеніе длины отъ сопротивленія въ кривыхъ сравни-

поѣзда на горизонтальномъ участкѣ есть 25 верстъ въ часъ, по формулѣ Бома:

$$V\ (\text{верстъ}) = 25\ (\text{верстъ}) - 0{,}532\,m + 0{,}00422\,m^2\ *).$$

$$V\ \text{килом.} = 25 \times 1{,}0668 - 1{,}0668\left\{-0{,}532\,m + 0{,}00422\,m^2\right\} =$$

$$= 26{,}67 - 0{,}568\,m + 0{,}0045\,m^2.$$

$I^2 = 715{,}289 - 30{,}298\,m + 0{,}565\,m^2$. Вставляя въ формулѣ I, получимъ:

$p = 2{,}900 - 0{,}03834\,m + 0{,}000349\,m^2$

$q = 9{,}015 - 0{,}11550\,m + 0{,}001240\,m^2$

$q - p = 6{,}115 - 0{,}07716\,m + 0{,}000891\,m^2$

$$\alpha = m\,\frac{128 - 6{,}115 + 0{,}07716m - 0{,}000891\,m^2}{128\,[2{,}900 - 0{,}03834m + 0{,}000349\,m^2] + 6{,}115\,m - 0{,}7716\,m^2 + 0{,}000891\,m^3}$$

Съ точностью же болѣе чѣмъ досчаточною можно ограничиться въ этой формулѣ членами содержащими въ числителѣ и знаменателѣ коэффиціентъ m въ первой степени, отбросивъ члены содержащіе m^2, тогда

$$\alpha = \left\{\frac{121{,}9 + 0{,}0772\,m}{371{,}2 + 1{,}208\,m}\right\} m,$$

или за округленіемъ чиселъ

$$\alpha = \left\{\frac{122 + 0{,}077\,m}{371 + 1{,}21\,m}\right\} m.$$

Сопротивленіе въ кривыхъ, выраженное въ числѣ тысячныхъ эквивалентнаго подъема, опредѣляется по формулѣ:

$$m\,\frac{0}{00} = 21\,\frac{4\partial + \partial^2}{R - 45},$$

гдѣ ∂ разстояніе между крайними неподвижными осями товарнаго вагона и R радіусъ кривизны въ метрахъ, или же если ∂ и R выражены въ саженяхъ, то

$$m\,\frac{0}{00} = 21\,\frac{4\partial + 2{,}1\,\partial^2}{R - 21}.$$

---

*) Формула Бома V килом. = 25 килом. — $0{,}568\,m + 0{,}0045\,m^2$; чтобы перевесть ее въ версты, нужно раздѣлить 0,568 и 0,0045 на 1,0668, и тогда получатся коэффиціенты 0,532 и 0,00422.

Такъ какъ всѣ сопротивленія опредѣлены при V въ километрахъ, то формулу эту нужно преобразовать, введя вмѣсто верстъ километры, т. е.

© ГПНТБ СО РАН

тельно незначительно. Итакъ, согласно нашей таблицѣ XXIII стр. 73

кривая 150 соотвѣтствуетъ подъему . . въ 0,002
» 200 эквивалентна по сопротивлевленію подъему . . . . . » 0,0016
т. е. въ 0,50 больше чѣмъ на прямомъ.
» 300 эквивал. подъему . . . . . » 0,001
т. е. сопротивленіе въ 1,34 раза больше чѣмъ на прямомъ пути.
» 500 и дальше совсѣмъ назначительно значеніе.

Виртуальная длина между станціей съ водоснабженіемъ подсчитывается въ обѣ стороны, причемъ вертуальное разстояніе между станціями съ водоснабженіемъ не должно превосходить извѣстную норму, что составляетъ предметъ отдѣльной главы.

Образецъ вѣдомости подсчета виртуальныхъ разстоянія между станціями нами данъ въ приложеніи.

При опредѣленіи виртуальной длины должны быть приняты согласно принятыхъ М. П. С. нормъ слѣдующія данныя:

1) Скаты (т. е. спуски) причисляются къ горизонтальнымъ площадкамъ.

2) Средняя скорость принята $v = 25$.

3) Скорость въ зависимости отъ подъемовъ, въ верстахъ:

$$v \text{ вер.} = 25 \text{ вер.} - 0{,}532\ i - 0{,}0042\ i^2.$$

4) Поѣздъ состоитъ изъ 35 вагоновъ, каждый вѣсомъ 15 тоннъ.

ГЛАВА XIV.

Предварительныя изысканія.

Предварительныя или подробныя изысканія называются предварительными въ отличіе отъ окончательныхъ изысканій, предшествующихъ постройкѣ дороги, но въ сущности онѣ должны быть составлены во всей полнотѣ, достаточно подробно и точно, во всемъ согласно техническихъ условій для составленія полнаго проекта дороги и ея разцѣнки, по наилучшему

выбранному направленію и отъ окончательныхъ изысканій разнятся лишь тѣмъ, что при производствѣ предварительныхъ изысканій отъ нихъ не требуется: во-1-хъ, сплошной разбивки всѣхъ закругленій подъ постройку, а лишь на наиболѣе характерныхъ косогористыхъ мѣстахъ, во-2-хъ, возстановленія линіи, спроектированной на планѣ горизонталей, въ-3-хъ, снятіи поперечныхъ профилей, для опредѣленія количества земляныхъ работъ на косогорахъ положе тройного уклона и пр.

Распредѣленіе изыскательскихъ партій. Если линія значительной длины, то прежде всего ее раздѣляютъ на участки по числу партій, при этомъ стараются подраздѣленія на участки сдѣлать сообразно съ трудностью или легкостью изысканій, т. е. участки, пролегающіе въ равнинныхъ мѣстахъ, безлѣсныхъ берутся болѣе значительныхъ протяженій, въ холмистыхъ длина ихъ должна быть уменьшена, а въ гористыхъ и покрытыхъ лѣсами уменьшеніе это должно быть еще большимъ. Удобство такого дѣленія на участки, сообразно съ топографическими трудностями, заключается въ томъ, что на работу во всѣхъ участкахъ будетъ затрачено одно и то же время, число рабочихъ силъ необходимыхъ для каждой партіи можетъ быть постояннымъ, и для каждой партіи могутъ быть подобраны эти рабочія силы, соотвѣтственно требуемой опытности и знаніямъ. Всѣ работы на каждомъ изъ участковъ поручаютъ особой партіи, состоящей, соотвѣтственно трудностямъ, каждаго участка изъ начальника партіи, старшаго и младшаго инженеровъ, техника, нивеллировщика, чертежника и пикетажиста.

Въ первой главѣ пун. 6 мы высказали, что желѣзнодорожныя изысканія составляютъ искусство, что въ дѣлѣ изысканій необходимо обладать своего рода дарованіями,—спеціальнымъ артизмомъ, быстро оріентироваться на мѣстности, скоро и всесторонне взвѣшивать и подводить итоги всѣмъ преимуществамъ одного направленія передъ другимъ. Желѣзнодорожныя изысканія вмѣстѣ съ этимъ составляютъ точную науку и требуютъ положительныхъ знаній въ дѣлѣ постройки и эксплоатаціи желѣзной дороги. Изысканія—это языкъ цифръ, и ими надо умѣть пользоваться и владѣть во всѣхъ ихъ многочисленныхъ функціяхъ.

Вотъ почему тамъ, гдѣ опытный изыскатель доказавшій свои спеціальныя способности легко оріентироваться на мѣст-

ОГПТБ СОВАН

ности при выборѣ направленія и трассировкѣ линій поведетъ линію сразу, тамъ менѣе опытный долженъ прибѣгнуть къ снятію плана горизонталей, и затратить несравненно больше труда и времени.

Склоненіе стрѣлки.

При производствѣ предварительныхъ изысканій, въ особенности когда нѣтъ топографическихъ съемокъ большого масштаба, и вообще линію приходится вести по мѣстности, надлежитъ прежде всего опредѣлить склоненіе стрѣлки.

Въ главѣ VIII, стр. 173, говоря о склоненіи стрѣлки нами указаны пріемы непосредственнаго опредѣленія склоненія стрѣлки, къ коимъ прибѣгаетъ топографъ при съемкѣ.—Желѣзнодорожному изыскателю это склоненіе необходимо для правильнаго оріентированія линіи снятой съ карты, гдѣ показанъ астрономически меридіанъ, — на мѣстности по магнитному меридіану, т. е. по стрѣлкѣ, и наоборотъ. Для желѣзнодорожныхъ цѣлей при опредѣленіи этого склоненія не требуется большая точность, которой такъ и добиваются геодизисты и моряки.— Ошибка на 10′ до 30′ не имѣетъ особеннаго значенія при оріентированіи линіи, и наоборотъ. Пріемы опредѣленія склоненій нами даны лишь на случай большихъ частичныхъ отступленій въ природѣ отъ общаго склоненія стрѣлки въ данномъ районѣ.

Говоря вообще, достаточно пользоваться склоненіемъ стрѣлки по прилагаемой нами картѣ, издаваемой ежегодно Лондонскимъ морскимъ адмиралтействомъ,—коей пользуются всѣ мореплаватели въ морѣ. Склоненія стрѣлки показаны кривыми линіями. Оно колеблется отъ 0° около Петербурга до 15° и болѣе (восточное), у Ледовитаго океана, у оз. Байкалъ оно 0°; у Якутска оно около 10°.—Величина склоненія показана на рамкѣ на каждой кривой 0°, 5°, 10°, 15° и т. д. — Кривыя вычерчены для каждаго градуса.

Пользуясь этой картой, по коей показанія относятся къ эпохѣ 1900 г. съ достаточной точностью, (не говоря про частныя отступленія) можно опредѣлить склоненіе въ каждой мѣстности. См. карту въ томѣ приложеній.

Восточное склоненіе каждый годъ уменьшается, не болѣе какъ на 5 минутъ, а западное увеличивается, что всегда слѣдуетъ принимать въ разсчетъ, если карта склоненій очень стара. Карту эту можно ежегодно всякому выписать изъ Лондона или получить ее у насъ въ Географическомъ обществѣ или Морской библіотекѣ въ Адмиралтействѣ.

Независимо отъ этой карты наша С.-Петербургская физическая обсерваторія можетъ дать это склоненіе болѣе точное на основаніи наблюденій производимыхъ ежегодно, но только въ трехъ пунктахъ Имперіи: Павловскѣ, Екатеринбургѣ и Иркутскѣ.—Согласно этихъ данныхъ, нами полученныхъ изъ обсерваторіи, это среднее годовое склоненіе за 1899 г. равно для:

Павловска—восточное	— 0° 33′,8
Екатеринбурга—восточное	— 10° 0′,0
Иркутска—восточное.	— 2° 1′,5

Склоненія по картѣ даютъ тѣ же показанія. О суточныхъ (до 15′) и частичныхъ измѣненіяхъ склоненія, кои иногда доходятъ до нѣсколькихъ градусовъ, мы говорили выше.

Осмотръ мѣстности и рекогносцировки.

Надлежитъ осмотрѣть и изучить мѣстность по всѣмъ участкамъ, по всей линіи на грунтѣ. Это первая важнѣйшая обязанность начальниковъ партіи и начальника изысканія, въ особенности если предвидится нѣсколько направленій. Дабы не задерживать полевыхъ работъ всей партіи, начальникъ таковой долженъ, избравъ начальный пунктъ, направить линію и давъ соотвѣтственныя указанія старшему инженеру о дальнѣйшемъ направленіи, можетъ уѣхать для осмотра мѣстности по всему участку.

Начальникъ изысканій и начальники партіи должны имѣть прежде всего въ виду выборъ направленія линіи, а потомъ уже трассировку линіи и точность геодезическихъ работъ, помня, что лучше, конечно, пройти съ меньшею точностью въ деталяхъ и выправкѣ линій по удачно-выбранному направленію, чѣмъ наоборотъ.

Когда мѣстность начальникомъ партіи осмотрѣна и выборъ направленія линіи и варіантовъ по соглашенію съ начальникомъ изысканій рѣшенъ, то тогда только начальникъ партіи лично долженъ приступить къ веденію линіи. Рѣдко

ОТНЕБСТРАН

мѣстность бываетъ на столько легка, такъ сказать, безпрепятственна, чтобы можно съ увѣренностью сказать, что первая выбранная линія будетъ окончательной. Поэтому надлежитъ сразу задаться предварительной, пробной линіей, и въ случаѣ не совсѣмъ удачной трассировки ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ возвращаться, дабы улучшать профиль. Надо обязательно пройти линіей до ближайшаго перевала или другого серьезнаго препятствія и тогда только убѣдившись, что линія въ общемъ трассирована вѣрно, можно приступить къ ея улучшенію,— обходу болѣе крупныхъ работъ.

Раздѣленіе изысканій на три категоріи *).

Изысканія вообще бываютъ:

A) **Въ мѣстности ровной**, легкой, когда можно сразу повести настоящую линію, но и таковую во всякомъ случаѣ надо сначала спроектировать по топографическимъ планамъ, нанеся предварительно на нихъ всѣ препятствія.

Въ мѣстности легкой изыскателю послѣ этого остается лишь разбить линію на грунтѣ подъ румбами, снятыми съ плана, принявъ во вниманіе склоненіе стрѣлки и идти по грунту примѣняясь къ мѣстности.—Сойдя съ линіи ведущій линію долженъ вновь ее направить на мѣстности по картѣ до слѣдующаго препятствія. Конечно, это возможно только при предварительныхъ изысканіяхъ въ мѣстности легкой.

B) **Въ мѣстности холмистой**, болѣе трудной, надлежитъ, вообще говоря, отказаться отъ веденія настоящей линіи сразу по грунту. Раціональнѣе будетъ повести пробную линію. Снявъ наскоро летучіе, то есть приблизительные полевые профили, чтобы пользуясь ими выяснить по плану тутъ же во время полевыхъ работъ на мѣстѣ лучшее направленіе, а не составлять дорого стоющія съемки, а никакъ не оборотъ.

C) **Въ мѣстности гористой**, гдѣ на каждомъ шагу изыскатель рискуетъ натыкаться на препятствія и сворачивая въ сторону дѣлаетъ излишніе углы, безусловно лучше провести магистрали по избранному начальникомъ партіи направленію и варіантамъ къ таковымъ снявъ всѣ нужныя профили, вычертить точный планъ горизонталей и по нему выбрать лучшее

*) Программа полевыхъ работъ, см. стр. 180.

направленіе. Иногда не только линіи, но и магистрали со снятыми окончательными профилями по неудачно выбранному направленію приходится бросать, почему при изысканіяхъ надо очень осмотрительно затрачивать силы и время, не жалѣя таковыя на рекогносцировки и выборъ самыхъ магистралей. Конечно, подобныя рекогносцировки должны производить лично опытные инженеры—начальники партій. О чемъ было уже сказано нами выше. Эти планы должны быть вычерчены на мѣстѣ во время полевыхъ работъ и линія по нимъ спроектированная должна быть возстановлена на мѣстности.

Такъ какъ составленіе плановъ съ точными горизонталями на широкомъ протяженіи возможной и желаемой желѣзнодорожной полосы стоитъ дорого, требуетъ значительной затраты времени и труда, то обыкновенно ограничиваются небольшой полосой, шириной по мѣрѣ надобности. Снятіе плана горизонталей нисколько не обращаетъ трудъ изыскателя въ механическую работу. И здѣсь, конечно, требуется опытность, такъ какъ выборъ магистрали—это выборъ той же линіи. При помощи плана горизонталей достигается лишь наилучшая трассировка линіи, а не выборъ самаго направленія линій. Только въ очень рѣдкихъ случаяхъ на большихъ пологихъ косогорахъ, когда требуется искусственно развить линію, приходится снять планъ горизонталей, иногда и на смежныхъ долинахъ, снимая планъ цѣлыми квадратными верстами, но при этомъ естественно желать, чтобы рѣшеніе получилось съ возможно меньшей затратой труда и времени.

D) **Въ мѣстности очень трудной, недоступной**, косогористой, въ особенности когда съемокъ горизонталей много, иногда не представляется возможнымъ успѣть составить подобный сложный проектъ въ теченіе одного лѣта, а тѣмъ болѣе возстановить линію на мѣстности, почему въ такихъ случаяхъ приходится составлять планы и проекты по планамъ горизонталей въ зимнее время послѣ окончанія полевыхъ работъ, оставляя возстановленіе линіи до окончательныхъ изысканій и постройки.

Задача изысканія.

Изысканія должны имѣть цѣлью найти такое направленіе дороги, которое, по возможности, удовлетворяло бы всѣмъ условіямъ, понижающимъ строительные и эксплоата-

ціонные расходы дороги и увеличивающимъ безопасность движенія по ней.

Изъ такихъ условій, помимо уже указаннаго сокращенія строительной и виртуальной длины, можно привести еще слѣдующія главнѣйшія;

a) достиженіе наименьшаго количества земляныхъ работъ вообще, и въ трудныхъ грунтахъ (скалистыхъ, плывучихъ и проч.) въ особенности:

b) достиженіе наивыгоднѣйшаго распредѣленія земляныхъ работъ путемъ чередованія насыпей и выемокъ, дабы по возможности избѣгать открытія резерволъ для насыпей и свозки земли изъ выемокъ въ кавальеры;

c) устраненіе безполезной извилистости въ особенности малаго радіуса и скатовъ увеличивающихъ длину дороги и затрудняющихъ содержаніе ея во время эксплоатаціи;

d) выборъ наивыгоднѣйшаго мѣста пересѣченія большихъ рѣкъ, которое слѣдуетъ стараться назначать: a) въ прямой и горизонтальной части; б) въ прямой части рѣки, избѣгая крутыхъ заворотовъ, колѣнъ и такихъ мѣстъ, гдѣ происходятъ водовороты, сильныя отклоненія теченія къ одному изъ береговъ и подмывы; в) въ наиболѣе узкой части рѣки; г) нормально къ ея теченію; д) въ части съ высокими берегами для уменьшенія дамбъ по разливу; е) предпочтительнѣе въ томъ мѣстѣ рѣки, гдѣ берега и дно состоятъ изъ хорошаго грунта, особенно каменистаго.

e) выгоднѣйшій выборъ мѣстъ подъ станціи, которыя должны устраиваться, по возможности, ближе къ населеннымъ и промышленнымъ центрамъ, имѣть удобную, сравнительно ровную площадь, достаточную не только для первыхъ потребностей дороги, но и на случай расширенія станціи, находиться въ мѣстности здоровой, не подверженной какимъ-либо заразительнымъ болѣзнямъ, происходящимъ отъ болотныхъ испареній, гніющихъ лѣсовъ и т. п. Подходы линіи къ станціямъ предпочтительнѣе проектировать подъемами и въ прямыхъ частяхъ линіи;

f) наивыгоднѣйшее проектированіе водоснабженія станцій, по возможности, изъ постоянныхъ естественныхъ источниковъ, дающихъ во всякое время года достаточное количество воды, годной для водоснабженія станцій, при достиженіи наименьшаго удаленія ихъ отъ станцій (сокращеніе длины водопроводовъ) и наименьшаго возвышенія надъ ними станціонныхъ площадокъ (уменьшеніе силы паровыхъ и нагнетательныхъ машинъ). Особенно желательно отысканіе такихъ источниковъ, которые, вслѣдствіе своего высокаго положенія надъ станціонною площадкою, даютъ возможность устроить водоснабженіе самотекомъ, безъ накачиванія паровыми машинами;

g) наибольшее уменьшеніе расходовъ по отчужденію земель и сносу строеній путемъ проведенія линіи по болѣе дешевымъ землямъ, обходомъ стороною дорогихъ зданій, фабрикъ и заводовъ, сокращеніемъ ширины отчуждаемой полосы посредствомъ проектированія дороги въ малыхъ работахъ и расположеніемъ станцій по окраинамъ городовъ, а не въ среднихъ ихъ частяхъ, и, по возможности, на пустопорожнихъ и мало застроенныхъ мѣстахъ;

h) наконецъ геологическія соображенія также играютъ весьма важную роль при выборѣ линіи, и лицо, завѣдывающее разбивкою дороги, должно въ каждомъ частномъ случаѣ принимать во вниманіе геологическій составъ и строеніе той поверхности, по которой ведетъ линію. И всюду, гдѣ вслѣдствіе легкой вывѣтриваемости и разрушаемости грунта можно ожидать обваловъ, сплывовъ, оползней и вообще вредныхъ деформацій полотна, должно стараться или миновать опасныя мѣста, или проектировать полотно дороги, имѣя въ виду соотвѣтствующія мѣры для защиты полотна отъ разрушеній. Не менѣе важно обращать вниманіе на грунтовую воду, которая нерѣдко является единственною причиною громадныхъ разрушеній. Поэтому всѣ топкія, мокрыя мѣста, родники, ключи, а въ особенности мокрые косогоры должны быть тщательно обслѣдованы для надлежащаго рѣшенія вопроса о безопасномъ проведеніи полотна дороги или его осушеніи и объ отведеніи грунтовыхъ водъ на сторону.

Всѣ эти требованія нами подробно изложены въ отдѣльныхъ главахъ.

Какъ примѣръ линіи, построенной съ слишкомъ тяжелыми для эксплоатаціи условіями, можно указать на участокъ между Маріинскомъ и Ачинскомъ на Средне-Сибирской жел. дорогѣ. Онъ заключаетъ въ себѣ очень частые предѣльные подъемы, величиною до 0,017, причемъ въ закругленіяхъ радіусъ въ 125.

ОТПЕЧАТАН

Подъемы и скаты такъ часты, что необходимо на всемъ пути, несмотря, на малую скорость, движеніе производить короткими поѣздами двойной тягой. Эта неблагопріятная трассировка въ столь великомъ, первостепенномъ транзитномъ пути можетъ заставить вскорѣ перестроить, на этомъ участкѣ и другихъ ему подобныхъ, эти тяжелые для эксплоатаціи перегопы.

Изысканія въ мѣстности: равнинной, холмистой и горной.

I. Въ странахъ ровныхъ, не представляющихъ никакихъ препятствій для проведенія линіи желѣзной дороги, очевидно, направленіе между конечными пунктами должно быть прямолинейное; прибѣгать къ отклоненію отъ него приходится, если являются препятствія, напримѣръ, въ родѣ озеръ, болотъ, извилинъ рѣки, селеній и проч. вполнѣ опредѣляемыя планомъ мѣстности.

Изысканія въ мѣстахъ ровныхъ зависятъ только отъ плана мѣстности, поэтому чѣмъ карта, на которой намѣчается приблизительное направленіе линіи, подробнѣе, тѣмъ менѣе является случаевъ необходимости рекогносцировочныхъ изысканій. Если хотя и ровная мѣстность, но представляетъ много препятствій для веденія линій, напримѣръ, въ мѣстахъ застроенныхъ, требующихъ частыхъ изломовъ ея и препятствія эти не имѣются на картѣ, составленной можетъ быть въ слишкомъ маломъ масштабѣ, то приходится прибѣгать къ составленію плана мѣстности. Въ случаѣ топографическихъ плановыхъ препятствій, напримѣръ болотъ, озеръ и пр., кои легко обойти, изысканія въ равнинной мѣстности будутъ заключаться въ провѣшиваніи предварительно пробной линіи по возможности прямѣе, не заботясь о встрѣчающихся препятствіяхъ, въ родѣ болотъ, отдѣльныхъ возвышенностей и проч., а также и лѣсахъ обходя такія препятствія, которыя мѣшаютъ самому веденію линіи или сильно замедляютъ его, для избѣжанія рубки и снимая линію обходомъ. По линіи дѣлается промѣръ, разставляя колышки черезъ 50 саж. и внося въ записную книжку бѣглую глазомѣрную съемку мѣстности, на планѣ опредѣляютъ въ какихъ мѣстахъ надо сдѣлать подробную съемку. Пробная линія служитъ магистралью при производствѣ съемки, дѣлаемой ординатами или засѣчками, почему выбирать ее нужно такъ, чтобы ординаты были по возможности короче. Имѣя подобный ситуаціонный планъ мѣстности застроенной, окончательная линія проектируется помощью лекалъ въ кабинетѣ, какъ это дѣлается на планахъ горизонталей въ гористой мѣстности. Приложенные нами планъ и профиль подхода къ Москвѣ—Московско-Виндавской ж. д. и пояснительная записка служатъ лучшими образцами этихъ работъ, въ особенности пересѣченія этой дороги со многими другими разными путями подъ Москвой.

Если мѣстность не населена и не застроена, то окончательную линію можно очень часто въ ровной мѣстности сразу повести на грунтѣ.

II. Въ странахъ холмистыхъ задача проложенія линіи заключается не только въ обходѣ всѣхъ препятствій, представляемыхъ сооруженію дороги планомъ мѣстности, но и въ удачномъ подъемѣ на водораздѣльныя высоты при минимальной стоимости работъ.

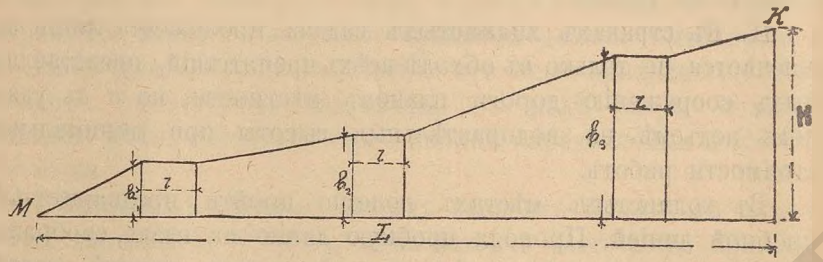
Въ холмистыхъ мѣстахъ полезно пройти предварительно пробной линіей. Проводя пробную линію на глазъ, сообразно величинѣ предѣльнаго уклона, при нѣкоторомъ навыкѣ удается иногда намѣтить ее настолько удачно, что она, если не вся, то частями можетъ быть принята для окончательной линіи: поэтому слѣдуетъ ее вести согласно техническимъ условіямъ изысканій. Если пробная линія идетъ по косогору, что въ холмистыхъ изысканіяхъ довольно часто имѣетъ мѣсто, какъ это указано выше, то для большей наглядности линіи не слѣдуетъ придавать очень крутыхъ поворотовъ, размѣщая ихъ чаще и дѣлая величину угла небольшую, такъ какъ закругленія на линіяхъ летучихъ изысканій не разбиваются, а онѣ ведутся по касательнымъ, то при разбивкѣ закругленій точки имѣли бы иныя абсолютныя высоты, чѣмъ наблюдаемыя точки на касательныхъ, и разница эта тѣмъ больше, чѣмъ круче косогоръ, больше радіусъ закругленія и меньше уголъ поворота.

Если уклонъ мѣстности, по которой намѣчена линія, превышаетъ предѣльный уклонъ линіи, то приходится прибѣгать къ такъ называемому развитію линіи, т. е. распредѣленію подъема линіи на большую длину. Необходимо пользоваться въ этомъ случаѣ сплошнымъ предѣльнымъ уклономъ, а не какимъ-либо меньшимъ. Если изъ точки M должна быть прило-

жена линія на водораздѣлъ K, находящійся выше точки M на величину H, длина горизонтальнаго проложенія линіи MK то L, по которому всегда опредѣляется длина линіи, равна: черт.

$$L = \frac{h_1}{i} + l + \frac{h_2}{i} + l + \frac{h_3}{i} + \ldots = nl + \frac{H}{i} \quad (1)$$

l длины каждой изъ горизонтальныхъ площадокъ нужныхъ для требованій эксплоатаціи, n число ихъ, i уклонъ. Изъ формулы (1) видно, что длина линіи увеличивается съ увеличеніемъ числа горизонтальныхъ площадокъ и предѣла ихъ длины и съ



Черт. 112.

уменьшеніемъ уклона, и обратно пропорціональна его величинѣ въ случаѣ отсутствія горизонтальныхъ площадокъ.

Для линіи проложенной по опредѣленной долинѣ, когда высота подъема предполагается также опредѣленной, виртуальная длина будетъ наименьшей, при проложеніи ея сплошнымъ предѣльнымъ подъемомъ, что легко вывести математически изъ формулъ виртуальной длины линіи по таблицѣ инженера Котляревскаго.

Принципъ этотъ очень важенъ при изысканіяхъ, отступленіе отъ него ведетъ къ безполезному увеличенію длины линіи и дѣйствительной и виртуальной, и часто составляетъ ошибку мало-опытныхъ инженеровъ, увлекающихся при проложеніи линіи мѣстными уменьшеніями земляныхъ работъ. Отступать отъ него надо лишь въ крайнихъ случаяхъ, когда небольшое удлиненіе линіи даетъ большое уменьшеніе стоимости работъ, и можетъ быть допущено лишь по сдѣланіи соотвѣтственныхъ расчетовъ.

Въ большинствѣ случаевъ очень трудно найти сразу на

мѣстности линію отвѣчающую предѣльному уклону при наименьшей стоимости работъ, почему почти всегда приходится прибѣгать къ летучимъ изысканіямъ и нивеллировкамъ, хотя бы барометрически, при помощи которыхъ опредѣляется приблизительная длина и разность высотъ точекъ, между которыми намѣчена линія. Въ холмистыхъ изысканіяхъ мы имѣемъ два случая: 1) когда приходится подыматься на водораздѣлы 2-го порядка и 2) когда надо подыматься на водораздѣлы 1-го порядка. Летучія изысканія обоихъ случаевъ, сходныя въ общихъ чертахъ, нѣсколько разнятся въ деталяхъ, почему мы и разберемъ ихъ отдѣльно.

При проложеніи линіи черезъ невысокіе водораздѣлы тальвеговъ 2-го порядка, когда разстояніе между наиболѣе повышенными и пониженными точками будетъ небольшое, не превышающее 5—6 верстъ, въ открытой не поросшей лѣсомъ мѣстности можно иногда обойтись безъ пробныхъ линій, трассируя сразу на мѣстности окончательную линію дороги.

При пересѣченіи высокихъ переваловъ I-го порядка, планы горизонталей могутъ указать на нѣсколько случаевъ:

а) Если линія намѣченная предѣльнымъ уклономъ даетъ небольшія работы въ конечныхъ точкахъ, но работы въ промежуточныхъ точкахъ велики, тогда обращаются къ плану линіи. Надлежаще перемѣщая линію влѣво или вправо мы получимъ уменьшеніе работъ.

Зная приблизительную величину уклона косогора, опредѣленную при летучихъ изысканіяхъ, мы можемъ опредѣлить по плану, на сколько нужно отодвинуть линію вверхъ или внизъ по косогору, чтобы получить O работъ на окончательной линіи; положимъ въ точкѣ a высота насыпи h, а уклонъ косогора β; тогда разстояніе aa_1, на которое надо поднять линію вверхъ, будетъ равно $\frac{h}{\beta}$. Нанеся направленіе профилей на планѣ и выбравъ на нихъ точки съ отмѣтками дающими O работъ, опредѣляютъ такія же точки на магистрали; проведеніе линіи черезъ нулевыя точки, конечно, далеко не всегда возможно, такъ какъ она при этомъ можетъ получить такіе изгибы, что закругленія описанныя даже предѣльнымъ радіусомъ не помѣстятся или удлиненіе линіи будетъ несоразмѣрно велико съ количествомъ уменьшенныхъ работъ. Нилаучшее изъ

ОТТИГРОЗ

перемѣщеній можетъ быть найдено по плану при помощи шаблоновъ кривыхъ (лекаль).

b) Если по продольному профилю магистрали окажется, что работы при положеніи проектной линіи очень велики въ одномъ изъ концовъ, то это указываетъ, что протяженіе линіи при данной разности высотъ конечныхъ точекъ уклона слишкомъ мало; протяженіе окончательной линіи должно быть увеличено или, какъ говорятъ, линія должна быть развита. Для полученія въ конечныхъ точкахъ нулевыхъ работъ длина линіи должна быть сдѣлана равной $\frac{H}{\alpha}$, гдѣ H разность высотъ и α — величина уклона. Если удлиненіе незначительно и мѣстность хорошо знакома, то выборъ линіи по плану, какъ и выше, можетъ быть намѣченъ безъ подробнаго плана горизонталей, или по даннымъ летучихъ изысканій или по мѣрѣ надобности по поперечнымъ профилямъ. При болѣе сложныхъ мѣстныхъ условіяхъ выборъ окончательной линіи можетъ быть сдѣланъ по способу развитія уклона по плану горизонталей, при которомъ веденіе самой магистрали должно быть сдѣлано по особымъ пріемамъ, о которыхъ будетъ говорено ниже.

При долинахъ не очень извилистыхъ и при нѣкоторомъ навыкѣ глаза и не длинныхъ подъемахъ магистраль можно провести очень близко къ окончательной линіи, а иногда удается намѣтить сразу окончательную линію; вслѣдствіе этого выгодно вести магистраль въ предположеніи, что она должна служить окончательной линіей, для чего углы поворотовъ ея должны быть размѣщены такъ, чтобы помѣстились закругленія предѣльнаго радіуса.

Магистраль надо вести уклономъ предѣльнымъ, немного меньшимъ или большимъ.

Если косогоры очень круты, то развитіе линій не всегда возможно, что заставляетъ нерѣдко признать все направленіе неудачнымъ и искать другихъ долинъ для веденія линіи, и тогда уже по сравненію продольныхъ профилей нѣсколькихъ варіантовъ сдѣлать выборъ.

Эта разность уклоновъ тѣмъ ощутительнѣе, чѣмъ больше абсолютная длина линіи; положимъ, что предѣльный уклонъ линіи 0,01, для развитія уклона магистрали придадимъ уклонъ 0,0115, положимъ уклонъ этотъ слишкомъ пологій и ей слѣдовало придать уклонъ равный 0,0120. Разность высотъ въ концѣ первой

версты будетъ $(0{,}0120 - 0{,}0115) \times 500 = 0{,}35$ с., а черезъ 10 верстъ она увеличится до 2,5 саж. и результаты детальной разработки будутъ ошибочны. Въ виду этого лучше отдѣлывать окончательную линію по частямъ, т. е. пройдя напр. 4—5 вер. магистрали, провести окончательную линію на этомъ отрѣзкѣ, а затѣмъ уже приступать къ дальнѣйшему веденію магистрали, свѣривъ уклоны. Вотъ почему между прочимъ полезно составлять проектъ на мѣстѣ производства полевыхъ работъ см. п. 20, стр. .

При обоихъ этихъ способахъ детальной разработки линіи необходимо, чтобы была извѣстна начальная точка уклона и ея проектная отмѣтка, что на практикѣ не всегда возможно. Тогда приходится намѣтить эти величины на ощупь, причемъ нерѣдко впослѣдствіи обнаруживается, что уклонъ начинаютъ или слишкомъ рано или слишкомъ поздно, увлекаясь кажущимися выгодами въ началѣ, вслѣдствіе чего приходится мѣнять линію, почему выборъ этихъ величинъ долженъ быть сдѣланъ съ большой осмотрительностью. При веденіи окончательной линіи на мѣстности необходимо, конечно, чтобы заранѣе опредѣлены были летучими изысканіями длина и высота подъема при помощи ли геодезической или барометрической нивеллировки.

Величина длины и высоты подъема бываетъ извѣстны до приступа къ проложенію магистрали, тогда, когда рекогносцировочныя изысканія или вообще пробныя линіи были сдѣланы раньше по предшествующимъ рекогносцировкамъ и изысканіямъ другихъ лѣтъ.

Для того, чтобы не терять на подъемѣ, слѣдуетъ на сплошныхъ предѣльныхъ подъемахъ стараться горизонтальныя подраздѣляюшія уклонъ площадки (черезъ 25 саж. по высотѣ) соединять съ станціями и разъѣздами.

III. Предварительныя изысканія въ горныхъ странахъ, пересѣченныхъ высокими хребтами, по долинамъ рѣкъ съ большимъ паденіемъ и очень извилистыми крутыми берегами, не могутъ дать сразу окончательную линію болѣе или менѣе лучшаго направленія. Вслѣдствіе этого полевыя работы по изысканіямъ этого вида даютъ лишь магистральную линію и планъ горизонталей. Выборъ окончательной линіи дѣлается по этому плану, что составляетъ предметъ разсужденій отдѣльной главы о составленіи проекта.

© ГПНТБ СССР

Изслѣдованіе водораздѣловъ въ смыслѣ отысканія наиболѣе пониженныхъ переваловъ и опредѣленія возможности поднятія даннымъ уклономъ — вопросъ очень важный, а при горныхъ изысканіяхъ кромѣ того очень затруднительный, вслѣдствіе, какъ и выше было указано, большой извилистости линіи водораздѣла. Проведеніе пробныхъ линій къ переваламъ или изслѣдованіе водораздѣла поперечными профилями занимаетъ много времени и стоитъ большихъ денегъ, почему въ такихъ случаяхъ очень удобно опредѣлять относительныя высоты отдѣльныхъ точекъ водораздѣла при помощи барометрической нивеллироки, чѣмъ избѣгается вѣшенія линіи на мѣстности съ веденіемъ промѣра и просекъ въ лѣсахъ, покрывающихъ часто горные водораздѣлы. Опредѣленіе высотъ различныхъ точекъ водораздѣла имѣетъ, конечно, смыслъ лишь при возможности нахожденія этихъ точекъ на картѣ, что при картахъ одноверстныхъ и даже трехъ-верстныхъ бываетъ обыкновенно возможно, такъ какъ ситуаціонные знаки позволяютъ судить не только о линіи водораздѣла, но и объ отдѣльныхъ точкахъ его, свѣряя показанные на картѣ тальвеги и дороги съ изслѣдованными при рекогносцировкѣ; карты меньшихъ масштабовъ для этой цѣли не пригодны. Пониженныя точки водораздѣловъ находятся, какъ извѣстно, въ большинствѣ случаевъ въ зависимости отъ положенія тальвеговъ. Изслѣдуя на картѣ тальвеги можно приблизительно намѣтить наивыгоднѣйшія точки пересѣченія водораздѣла; направленія тальвеговъ, изслѣдованныхъ на картѣ, даютъ возможность найти эти точки на мѣстности. Опредѣливъ при помощи барометрической нивеллировки высоты всѣхъ намѣченныхъ на картѣ и замѣченныхъ при рекогносцировкѣ пониженныхъ точекъ водораздѣла, можно сдѣлать наилучшій выборъ точки предварительнаго пересѣченія магистрали, находящійся конечно, въ зависимости не только отъ высоты точки, но и отъ ея положенія на картѣ.

При 10-ти верстовыхъ картахъ пріемы нѣсколько измѣняются. Вся работа ведется ощупью, ведется пробная линія по какому-либо тальвегу на водораздѣлъ, развивая ее предѣльнымъ уклономъ или пробивая лишь магистраль будущей съемки. Выгоднѣйшая точка на водораздѣлѣ выбирается, изслѣдуя его рекогносцировкой, если это возможно, или при помощи барометрической нивеллировки, опредѣляя высоты подходящихъ по положенію сѣделъ; для приведенія положенія сѣделъ въ связи съ общимъ направленіемъ линіи приходится вести пробныя линіи къ нимъ и, нанося ихъ на планъ, выбрать наивыгоднѣйшее направленіе. По такимъ линіямъ, носящимъ характеръ магистрали для съемки мѣстности въ планѣ, нивеллировку инструментомъ слѣдуетъ дѣлать лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда она по плану совпадаетъ съ общимъ направленіемъ линіи.

Нивеллировка линій, ведущихъ къ намѣченнымъ точкамъ на водораздѣлѣ, въ особенности въ лѣсу должна быть сдѣлана барометромъ, промѣръ ихъ можетъ быть сдѣланъ шагомѣромъ. измѣреніе угловъ — цилиндрической астролябіей; для большой скорости мѣста, покрытыя лѣсомъ, слѣдуетъ обходить углами и пр.

Теорія производства барометрическихъ нивеллировокъ нами изложена выше въ отдѣльной главѣ.

Общія инструкціи и указанія для производства предварительныхъ изысканій и составленія предварительныхъ проектовъ желѣзныхъ дорогъ

на основаніи инструкціи утвержденной Инженернымъ Совѣтомъ № 129 отъ 1899 г. и другихъ данныхъ М. П. С.

I. Назначеніе предварительныхъ изысканій. Предварительныя изысканія заключаются; а) въ выборѣ и обозначеніи на мѣстности наивыгоднѣйшаго направленія линіи желѣзной дороги между обязательными конечными и промежуточными пунктами;

б) въ точномъ инструментальномъ измѣреніи на мѣстѣ длины линіи и ея вѣтвей;

в) въ производствѣ нивеллировокъ, какъ вдоль оси желѣзной дороги, для опредѣленія продольнаго профиля ея, такъ и въ снятіи поперечныхъ профилей на косогорахъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ требуется болѣе точное опредѣленіе земляныхъ работъ, подпорныхъ стѣнокъ и пр.

г) въ собраніи всѣхъ необходимыхъ техническихъ данныхъ, для составленія полнаго проекта, а также въ собраніи мѣстныхъ экономическихъ, статистическихъ и геологическихъ свѣдѣній о мѣстныхъ цѣнахъ на необходимые матеріалы, мастеровыхъ и рабочихъ сооруженія дороги, а также всѣ данныя о выгодности для мѣстности выбора того или другого направленія:

д) въ подробномъ описаніи мѣстности и направленія проектируемой линіи.

II. Составъ проекта. На основаніи предварительныхъ изысканій, производителемъ изысканій долженъ быть составленъ полный проектъ дороги.

Составъ проекта, подлежащій представленію, слѣдующій:

I) общіе планы направленія линіи желѣзной дороги въ масштабѣ 3 и 10 верстъ въ дюймѣ:

II) планы городовъ, при которыхъ располагаются станціи желѣзныхъ дорогъ, а равно и мѣстностей при переходахъ желѣзнодорожною линіею болѣе значительныхъ рѣкъ;

III) сжатая продольная профиль по оси дороги въ масштабѣ одной версты въ 0,01 саж. для горизонтальныхъ и въ пятьдесятъ разъ большемъ масштабѣ для вертикальныхъ разстояній;

IV) подробная продольная профиль въ масштабѣ 100 саж. въ 0,01 саж. для горизоонтальныхъ и въ десять разъ большемъ масштабѣ для вертикальныхъ разстояній; подъ профилью, въ томъ же масштабѣ для горизонтальныхъ разстояній, долженъ быть нанесенъ планъ полосы мѣстности, считая ширину этой полосы не менѣе 30 саж. въ каждую сторону отъ магистральной линіи, а также отдѣльная полоска для показанія грунтовъ по категоріямъ. (См. гл. III, стр. 25).

V) поперечныя профили для мѣстностей, въ масштабѣ одной сажени въ 0,01 саж. для горизонтальныхъ и вертикальныхъ разстояній;

VI) пояснительная записка о выборѣ направленія линіи желѣзной дороги, о качествѣ грунтовъ, объ отверстіяхъ и родѣ искусственныхъ сооруженій, о размѣщеніи и распредѣленіи по классамъ станцій, о мѣстонахожденіяхъ и свойствахъ строительныхъ матеріаловъ и пр.

VII) вѣдомости:

1) кривыхъ и прямыхъ частей линіи; горизонтальныхъ частей и уклоновъ, т. е. подъемовъ и скатовъ полотна дороги.

2) Поверстнаго количества земляныхъ работъ.

3) Укрѣпленія откосовъ полотна по разливамъ рѣки при искусственныхъ сооруженіяхъ.

4) Рубки лѣса и корчевки.

5) Количества земель подлежащихъ отчужденію, съ распредѣленіемъ земель по ихъ качествамъ.

6) Всѣхъ строеній подлежащихъ сносу, съ указаніемъ примѣрной ихъ стоимости:

7) Разсчета отверстій искусственныхъ сооруженій.

8) Рода и количества искусственныхъ сооруженій, каменной кладки и пр. *).

9) Подпорныхъ и предохранительныхъ стѣнокъ и каменной одежды.

10) Частей линій подверженныхъ снѣжнымъ заносамъ.

11) Переѣздовъ, сторожевыхъ домовъ, полуказармъ и казармъ.

12) Станцій и водоснабженія ихъ.

13) Виртуальной длины линіи.

14) Попикетное подробное исчисленіе количества земляныхъ работъ.

15) Дополнительныхъ работъ: переѣздовъ, нагорныхъ канавъ, отводовъ дорогъ, подсыпокъ къ постройкамъ, дренажамъ, подпорныхъ стѣнокъ, струеотводныхъ дамбъ, поперечныхъ профилей на косогорахъ и на станціяхъ съ подсчетомъ земляныхъ работъ и пр.

16) Реперовъ.

Для опредѣленія величины отверстія и искусственныхъ сооруженій должны быть представлены всѣ данныя, указанныя въ главѣ: Подсчетъ отверстій исукусств. сооруженій.

Всѣ данныя нами въ этомъ руководствѣ требованія о степени точности инструментальныхъ полевыхъ работъ и производствѣ изысканій должны быть въ точности исполнены.

При выработкѣ плановъ, профилей и прочихъ документовъ, относящихся къ проекту изслѣдуемой желѣзной дороги, должны быть выполнены слѣдующія условія:

1) на картахъ должно быть ясно означено яркою краскою направленіе главной линіи желѣзной дороги, вѣтвей и варіантовъ, какіе только имѣются, съ нанесеніемъ станціи красными чертами толстой и тонкой;

2) на картахъ должны быть показаны соотвѣтственными красками и принятыми знаками: большія судоходныя и сплавныя рѣки, каналы, озера болота, границы губерній и уѣздовъ и проч.;

3) на профиляхъ должны быть назначены красною краскою

*) Эта вѣдомость иногда раздѣляется на нѣсколько болѣе подробныхъ вѣдомостей.

© ГПНТБ СОРАН

версты, мѣста расположенія и названія станцій; при чемъ на картахъ версты могутъ назначаться чрезъ каждыя десять верстъ;

4) при станціонныхъ знакахъ должны быть обозначены разстоянія каждой изъ станцій отъ сосѣднихъ станцій.

5) Всѣ выше перечисленныя вѣдомости, должны быть составлены обстоятельно и въ подробномъ видѣ и заключать въ себѣ процентное отношеніе имѣющихся въ нихъ данныхъ ко всему протяженію линіи, или къ количеству соотвѣтственныхъ предметовъ.

6) Тамъ, гдѣ мѣстность имѣетъ поперечный склонъ въ 0,25 и болѣе, должны быть сняты для подсчета земляныхъ работъ поперечныя профили во всѣхъ тѣхъ пикетныхъ и промежуточныхъ точкахъ, при которыхъ замѣтно измѣняется характеръ поперечнаго склона мѣстности. Поперечныя профили должны быть сняты въ перпендикулярномъ къ продольной оси линіи направленіи и должны простираться съ каждой стороны линіи на такое пространство, которое необходимо для правильнаго подсчета земляныхъ работъ, а также гдѣ линія спроектирована на планѣ горизонталей — для наилучшаго выбора направленія линіи. Профили эти должны заключать въ себѣ столько вертикальныхъ отмѣтокъ, сколько окажется необходимымъ для точнаго очертанія мѣстности. (См. стр. 362).

7) Должны быть собраны статистическія данныя о богатствѣ и промышленности края, о цѣнности земель, а также возможно подробныя свѣдѣнія о карьерахъ и строительныхъ матеріалахъ, потребныхъ для сооруженія линіи, съ представленіемъ образцовъ таковыхъ для опредѣленія ихъ строительныхъ качествъ, а также вѣдомости о цѣнахъ на матеріалы и рабочихъ; при чемъ слѣдуетъ обратить вниманіе на стоимость перевозки и подвозки означенныхъ матеріаловъ мѣстными перевозочными средствами какъ водными, такъ и сухопутными.

8) Опредѣленныя на основаніи изысканій количества работъ и собранныя при производствѣ изысканій свѣдѣнія о цѣнахъ на строительные матеріалы и работы должны служить основаніемъ для составленія разцѣночной вѣдомости сооруженія изслѣдованной линіи.

Образцы всѣхъ вѣдомостей и разсчетовъ, а также профилей, плановъ, съемокъ и пр., нами даны въ отдѣльномъ томѣ приложеній во всѣхъ ихъ частностяхъ и разновидностяхъ согласно выработаннымъ общепринятымъ формамъ въ послѣднее время строющимися желѣзными дорогами.

Означенные выше планы, профили и прочіе документы должны быть представлены въ одномъ экземплярѣ; планы и профиля должны быть выработаны согласно съ нормальными образцами для сихъ работъ установленными, причемъ форматъ для документовъ долженъ составлять 0,10 саж. на 0,16 саж. и другіе болѣе удобные.

III. Срокъ представленій проекта. Всѣ проектные документы по произведеннымъ правительственнымъ изысканіямъ должны быть представлены къ опредѣленному Министерствомъ Путей Сообщенія сроку, и лишь только въ особыхъ уважительныхъ случаяхъ, о которыхъ, впрочемъ, должно быть донесено Министерству заблаговременно, время представленія проекта, съ разрѣшенія Министерства, можетъ быть отсрочено.

Подробныя техническія условія и прочіе требованія и циркуляры для первостепенныхъ и другихъ дорогъ, утвержденныя Инженернымъ Совѣтомъ Мин. П. С. на разныхъ дорогахъ, нами даны въ томѣ II таблицъ и приложеній.

Общія техническія условія при производствѣ изысканій.

На основаніи технич. условій на казенныхъ и частныхъ жел. дорогахъ.

Какъ сказано выше, Министерствомъ П. С. утверждаются для каждыхъ изысканій техническія условія и инструкціи, которымъ линія должна во всѣхъ частностяхъ безусловно подчиняться, исключая, конечно, улучшенія таковыхъ въ пользу эксплоатаціи дороги.

1) Выборъ направленія. Направленіе линіи изслѣдуемой желѣзной дороги должно быть наивыгоднѣйше, т. е. такое, чтобы протяженіе ея, обусловленное обязательными пунктами, было, по возможности, кратчайшимъ, и чтобы общая стоимость постройки при данныхъ техническихъ условіяхъ была наименьшая. Главные обязательные пункты задаются Технич. условіемъ.

Въ случаѣ значительныхъ уклоненій отъ кратчайшихъ направленій между обязательными пунктами, или же, наоборотъ, въ случаѣ отдачи предпочтенія болѣе короткимъ направленіямъ,

требующимъ болѣе значительныхъ и трудныхъ работъ, причины такихъ уклоненій должны быть подробно и документально объяснены, съ приложеніемъ профилей и другихъ данныхъ, оправдывающихъ сдѣланный выборъ.

2) **Радіусы закругленій.** Радіусы кривыхъ частей линій на главномъ пути для каждой дороги разные и мѣняются въ зависимости отъ уклоновъ отъ 100 саж. до 1000, смотря по участку равнинному, предгорному и горному, за исключеніемъ подходовъ къ станціоннымъ площадкамъ и пр., гдѣ таковыя радіусы встрѣчаются иногда меньше.

Для первостепенныхъ дорогъ (магистралей) радіусъ разрѣшенъ Инж. Совѣтомъ М. П. С. журн. № 129 отъ 1899 г.— 300 саж. и въ крайности 200 саж. (См. прилож. стр. 6).

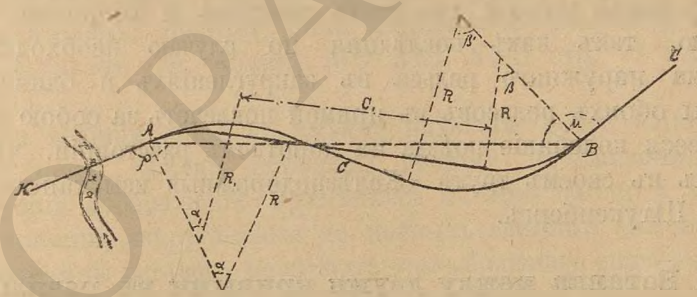
Для упрощенія разсчетовъ радіусы закругленія должны быть примѣняемы до 500 саж. въ цѣлыхъ сотняхъ сажени, а затѣмъ въ 450, 400, 350, 300, 250, 150 саж. и 125 саж. Выборъ радіуса на мѣстности назначается по усмотрѣнію ведущаго линію.

Выборъ радіуса закругленія на косогорахъ имѣетъ большее вліяніе на количество работъ, и чѣмъ ниже предѣлы радіусовъ, тѣмъ легче, конечно, найти кривую наиболѣе удовлетворяющую условію минимальности работъ.

При изысканіяхъ въ холмистыхъ мѣстахъ требуется особенная сноровка глазъ, не только для обхода препятствій, но и для развитія уклона, прибѣгая къ S—образнымъ линіямъ, какъ говорено было выше, или дѣлая такъ называемыя петли, что необходимо при положеніи линіи по долинѣ, уклонъ которой превышаетъ предѣльный уклонъ; тогда для увеличенія длины линіи, ее изгибаютъ ввидѣ Ω, пользуясь для этого встрѣчающимися на пути долинами 2-го порядка. Вообще, для уменьшенія расходовъ эксплоатаціи выгоднѣе выбирать радіусы большихъ размѣровъ, но въ случаѣ S—образныхъ линій и петлей, требованія эксплоатаціи въ извѣстныхъ предѣлахъ сходятся съ требованіями дешевизны постройки и отъ уменьшенія радіуса уменьшаются не только дѣйствительная, но и виртуальная длина линіи, что видно изъ черт. 113. Не нужно математическихъ выкладокъ, чтобы понять, что наивыднѣйшимъ радіусомъ будетъ предѣльный.

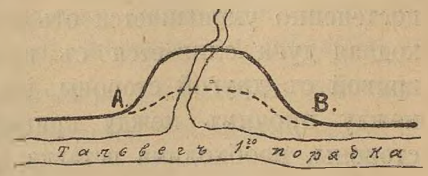
Случай этотъ впрочемъ имѣетъ мѣсто только тогда, когда

точки A и B—начало и конецъ изгиба—вполнѣ опредѣлены. Положимъ, въ нашемъ случаѣ начало изгиба можетъ быть не раньше точки A, вслѣдствіе того, что мостъ на пересѣкаемой рѣчкѣ долженъ быть на прямой; отъ точки B начинается станціонная площадка, тоже размѣщенная на прямой. Если начало и конецъ изгиба могутъ быть перемѣщены въ A и B,



Черт. 113.

то, конечно, выгоднѣе прибѣгать къ большимъ радіусамъ, чѣмъ уменьшается дѣйствительная и виртуальная длина. Между разстояніемъ $AB = c$, величинами угловъ ς и μ, радіусомъ закругленія и длиной прямой вставки существуетъ связь и при нѣкоторой величинѣ l, изгибъ сдѣланный данными радіусами не возможенъ и тогда приходится перемѣщать точки A и B, а въ случаѣ невозможности этого измѣнять направленіе линіи $K\ A$ и $B\ C$.



Черт. 114.

При петлеобразныхъ изгибахъ выгоднѣе также прибѣгать къ предѣльнымъ радіусамъ, такъ какъ они даютъ возможность на маломъ пространствѣ наиболѣе развить линію. Такъ, положимъ (черт. 114), что линія направлена по 1-й террасѣ тальвега 1-го порядка, для развитія уклона имѣется тальвегъ 2-го порядка, шириною $B\ A$, то ясно, что чѣмъ меньше радіусъ, тѣмъ больше будетъ длина петли. Слѣдуетъ избѣгать подобнаго удлиненія линіи, стараясь лучше удлинить линію заходя въ боковыя широкія пади большими радіусами.

Когда данная дуга закругленія не представитъ желаемаго

ОГПТБ СОРАН

положенія пути относительно работъ, то вводится коробовая кривая, составленная изъ двухъ или болѣе числа кривыхъ разнаго радіуса. Въ данномъ случаѣ не слѣдуетъ соединять двѣ дуги, направленныя въ одну сторону вставкою, т. е. короткой промежуточной прямой, а совѣтуется, когда разстояніе между обѣими кривыми составляетъ менѣе 30 саж., прибѣгнуть къ коробовой кривой изъ трехъ центровъ и выбросить вовсе прямую, такъ какъ послѣдняя по случаю необходимости подъема наружнаго рельса въ закругленіяхъ и одинаковой высоты обоихъ рельсовъ въ прямой повлечетъ за собою повторяющееся колебаніе поѣзда на короткомъ разстояніи. что совѣтуетъ въ своемъ трудѣ «Желѣзнодорожныя изысканія» инж. Л. А. Штукенбергъ.

3. Вставка между двумя кривыми въ разныя стороны.

Повышеніе рельса въ началѣ закругленія должно имѣть полную величину и переходить въ прямую на длину, 200-кратную этой высоты. Уклонъ этого повышенія способствуетъ плавному переходу съ прямой на кривую (причемъ вставляется переходная дуга на половину въ прямую и въ кривую, и радіусъ которой, начиная съ прямой до впаденія въ кривую, постепенно уменьшается отъ $\rho = \infty$ до $\rho = r$, такъ что переходная дуга сливается съ прямой съ одной стороны и съ кривой съ другой стороны, не образуя перелома. Вотъ почему между прочимъ между кривыми, направленными въ разныя стороны, необходима вставка достаточной длины).

О вредномъ вліяніи подъема и закругленій нами говорится въ гл. «О виртуальной длинѣ».

Согласно постановленію Инж. Совѣта № 129 отъ 1899 г., между двумя закругленіями, направленными въ противоположныя стороны, если оба эти закругленія сдѣланы по дугѣ круга и радіусъ, хотя одной изъ нихъ менѣе 1000 саженей, должна быть, съ цѣлью устройства впослѣдствіи переходныхъ кривыхъ, помѣщена прямая вставка, наименьшая длина коей опредѣляется по формулѣ: $10 + 5000\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R^1}\right)$ саженей, гдѣ R и R^1 радіусы закругленій въ саженяхъ.

Для дорогъ второстепенныхъ и мѣстныхъ вставка эта слишкомъ большая. Согласно инструкціи утвержденной для сибирской жел. дороги и другихъ вставка эта приблизительно въ четыре раза меньше, а именно $= 5$ саж. $+ \frac{C}{R} + \frac{C}{R_1}$,

гдѣ $\frac{C}{R_n}$ берется изъ таблицы въ зависимости отъ радіуса и скорости движенія.

Подсчетъ длинъ вставокъ по этой таблицѣ въ полѣ крайне затруднителенъ, поэтому нами подсчитаны величины всѣхъ этихъ вставокъ (см. таблицы №№ XXI, XXII стр. 71 и XXXV стр. 91).

При веденіи линіи не имѣютъ никакого почти вліянія десятыя части сажени вставокъ, поэтому предлагается, для облегченія соображеній, примѣняясь къ этой таблицѣ, принимать вставки, закругленныя до полныхъ единицъ саженей.

Величины вставокъ не имѣютъ столь большаго значенія, какъ радіусы и уклоны, для изыскателя желающаго уменьшить работы примѣненіемъ малыхъ вставокъ, между тѣмъ въ эксплоатаціонномъ отношеніи для плавнаго движенія вставки имѣютъ большое значеніе, почему при изысканіяхъ не слѣдуетъ ихъ безъ особой надобности уменьшать.

6) Точки перехода изъ прямой части дороги въ круговую кривую, а также изъ кривой части въ кривую же, но другого радіуса, должны отстоять отъ точекъ перелома продольнаго профиля не менѣе, какъ на 8 сажевей. Наименьшее разстояніе означенныхъ точекъ перехода отъ мостовъ опредѣляется по формулѣ $\frac{5000}{R}$ саженей, гдѣ R радіусъ закругленія въ саженяхъ, причемъ означенное разстояніе считается отъ задней грани передней стѣнки ближайшаго мостового устоя. См. табл. XXXVI, стр. 92.

4. Предѣльные уклоны

Говоря вообще, линія раздѣляется на участки: равнинные, предгорные и горные.

Проектная линіи (красная линія) состоитъ въ продольной профили изъ горизонтальныхъ площадокъ, подъемовъ и скатовъ, на коихъ уклоны задаются техническими условіями, а въ планѣ изъ кривыхъ и прямыхъ частей.

а) Для Сибирской желѣзной дороги и многихъ другихъ до-

ОТГПБ СО РАН

рогъ разрѣшены слѣдующіе предѣльные уклоны и кривыя, соотвѣтственно совпаденію уклоновъ съ кривыми.

ТАБЛИЦА I *).

Радіусы въ саженяхъ.	120*	130*	140*	150	160	170	175	180	190	200	225	250	275
Уклоны на равнинныхъ участ.	6,2	6,5	6,7	6,9	7,1	7,3	7,4	7,4	7,5	7,7	7,9	8	8,2
Уклоны на предгорныхъ участк. . . .										10,0			
Уклоны на горныхъ участ.	14,2	14,50	14,7	14,9	15,1	15,3	15,4	15,4	15,5	15,7	15,9	16	16,2

300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	На прямой.
8,3	8,5	8,6	6,7	8,8	8,8	8,9	8,9	8,9	9	9	9	9,1	9,1	9,1	9,4
10,2				10,7											11,26
16,3	16,5	16,6	16,7	16,8	16,8	16,9	16,9	16,9	17	17	17	17,1	17,1	17,1	17,4

Примѣчаніе. Кривыя радіусовъ 120, 130, 140 с., отмѣченныя въ таблицѣ звѣздочкою (*), на главномъ пути не допущены. На горныхъ дорогахъ, напр. на Тифлисъ-Карской, разрѣшаются уклоны до 0,028 при радіусѣ 150. См. приложеніе Техническія условія Тифлисъ-Карской и Чіатурской дорогъ.

b) Для первостепенныхъ путей (магистралей) Инж. Съѣздомъ М. П. С. № 129 отъ 1899 г. предѣльная крутизна уклоновъ продольнаго профиля дороги должна соотвѣтствовать мѣстнымъ условіямъ и предстоящему по дорогѣ движенію и должна быть, въ обоихъ направленіяхъ дороги, не свыше 0,008 при совпаденіи съ закругленіями радіусомъ не менѣе 300 саженей.

Для первостепенныхъ дорогъ (магистралей) Инженернымъ Совѣтомъ выработаны спеціальныя подробныя техническія условія. (См. Примѣчаніе, стр. 1).

Примѣчаніе 1. Еслибы при разрѣшеніи постройки дороги была установлена другая предѣльная, большая или меньшая, величина уклона, то соотвѣтственно сему, для каждаго иного предѣльнаго уклона, должны быть измѣнены §§ 5, 8, 9 и 10 сихъ условій.

*) См. таблица LI.

Примѣчаніе 2. Въ тоннеляхъ наибольшій уклонъ долженъ составлять не болѣе $^2/_3$ отъ допущеннаго наибольшаго уклона на открытыхъ частяхъ дороги.

c) Сплошные или слѣдующіе непрерывно одинъ за другимъ уклоны, направленные въ одну и ту же сторону, не должны представлять въ общей сложности возвышенія высшей точки надъ низшею болѣе 25 саж. Если же по мѣстнымъ условіямъ окажется необходимымъ подняться или спуститься сплошными или непрерывно слѣдующими одинъ за другимъ уклонами свыше 25 саж., то въ подобныхъ случаяхъ весь подъемъ или спускъ долженъ быть подраздѣленъ площадками, горизонтальными или съ уклономъ не круче 0,002, такъ чтобы каждая изъ таковыхъ площадокъ возвышалась надъ другою не болѣе какъ на 25 саж. Длина каждой горизонтальной площадки для первостепенныхъ дорогъ должна быть не менѣе 200 саж., а для горныхъ—150 саж.

При этомъ надлежитъ слѣдить, чтобы переломы проектной линіи, особенно подъемовъ круче 0,006 не должны совпадать съ началомъ или концомъ кривыхъ, радіуса 500 и менѣе, а находиться въ разстояніи не менѣе 15 саженей; при совпаденіи же предѣльныхъ нормъ—саженей до 20. Изслѣдованія по изнашиваемости рельсъ показали наглядно всю необходимость этого требованія для первостепенныхъ дорогъ. (См. Техническія условія. Приложеніе, стр. 1).

d) Части пути, на которыхъ допущены горные уклоны, должны быть выдѣлены въ особые тяговые участки, со вспомогательными зданіями для паровозовъ, необходимыхъ для слѣдованія поѣздовъ на горныхъ участкахъ двойной тяги.

e) Переломы проектной линіи изъ спуска въ подъемъ и обратно должны быть раздѣлены горизонтальными площадками наверху при переходѣ подъемовъ въ спускъ 60 саж. и внизу при обратномъ переходѣ въ 75 саж.

Размѣры этой площадки могутъ быть увеличены, что почти всегда легко можетъ быть исполнено. Въ количествѣ работъ вслѣдствіе увеличенія длины этой площадки до 100 и 150 саж. разница небольшая, между тѣмъ какъ въ эксплоатаціонномъ отношеніи увеличеніе этой площадки очень важно.

5) **Разбивка и измѣреніе линіи на мѣстѣ.** Линія желѣзной дороги должна быть разбита чрезъ каждыя 50 саж. пикетами,

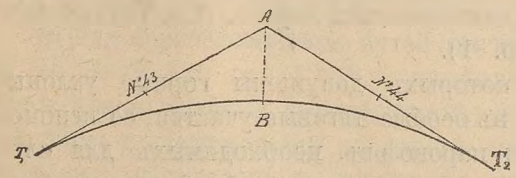
ОТГПБ СОРАН

независимо отъ промежуточныхъ точекъ, которые обозначаются на мѣстѣ достаточно глубоко забитыми въ землю кольями съ нумерами и буквами по порядку. (См. гл. IV, ст. 41).

Углы пересѣченія двухъ прямыхъ должны обозначаться врываемыми въ землю четырехгранными столбиками, длиною въ 0,40 саж. и толщиною въ 0,04 саж. Кромѣ того, положеніе вершины угловъ опредѣляется геометрически, помощью ординаты и абсциссъ отъ репера или линіи, для того чтобы имѣть возможность возстановить ихъ безъ затрудненія въ послѣдствіи, на случай еслибы вышеупомянутые столбики не оказались болѣе на своихъ мѣстахъ.

На каждомъ угловомъ столбѣ должны быть обозначены: нумеръ угла по порядку, величина угла (внутренняго), а также величина радіуса закругленія. (См. стр. 97—99).

При поворотахъ линіи, длина ея подсчитывается по кривымъ, какъ въ мѣстахъ гористыхъ, такъ и въ ровныхъ, какъ будто бы промѣръ былъ произведенъ по кривымъ (см. пункты 3 и 4, стр. 349). Нивеллировка же въ мѣстахъ ровныхъ и въ лѣсахъ можетъ быть сдѣлана по тангенсамъ, причемъ соотвѣтственные нивеллировочные пункты между крайними пикетами засчитываются промежуточными точками линіи по кривой. Въ гористыхъ же мѣстностяхъ нивеллировка должна производиться по кривымъ, т. е. по пикетамъ и точкамъ, вынесеннымъ на кривую (см. таб. XX, стр. 63). Когда промежуточныхъ точекъ много, то лучше всю кривую разбить кольями каждыя 10 саж. при радіусѣ не менѣе 300 и каждыя 5 саж. при меньшемъ радіусѣ. Когда ось такимъ образомъ разбита, то пикетъ и промежуточныя точки по кривой, пользуясь этими кольями легко размѣстить. При этомъ не потребуется производить промѣры отъ начала кривой, а лишь отъ соотвѣтственнаго кола, откладывая лентой требуемое разстояніе, которое конечно будетъ не болѣе десяти саженей (черт. 115).



Черт. 115.

Всѣ разстоянія измѣряются въ саженяхъ, т. е. съ точностью до 1 саж., а отмѣтки въ тысячныхъ доляхъ сажени.

6) **Продольная нивеллировка.** Продольная нивеллировка

линіи должна быть произведена въ два нивеллира, причемъ разница между соотвѣтственными нивеллировочными отмѣтками крайнихъ точекъ линіи, по обѣимъ нивеллировкамъ, не должна превосходить: въ предѣлахъ до 10 верстъ 0,01 саж. на версту, въ предѣлахъ до 50 верстъ 0,006 саж. на версту, и въ предѣлахъ длины линіи свыше 50 верстъ 0,005 саж. на каждую версту. Журналы и пр. см. Гл. V.

7) **Поперечныя профили.** Тамъ, гдѣ мѣстность имѣетъ поперечный склонъ въ 0,40 и болѣе, должны быть сняты поперечныя профили при повышенныхъ и пониженныхъ точкахъ, а равно во всѣхъ тѣхъ пикетныхъ и промежуточныхъ точкахъ, при которыхъ замѣтно измѣняется характеръ поперечнаго склона мѣстности см. стр. 362. Поперечныя профили должны быть сняты въ перпендикулярномъ къ продольной оси линіи направленіи и должны простираться съ каждой стороны линіи на такое пространство, какое потребуется длиною заложенія откосовъ проектируемаго въ этихъ мѣстахъ полотна желѣзной дороги, и во всякомъ случаѣ на ширину не менѣе 5 саженъ. Профили эти должны заключать въ себѣ столько вертикальныхъ отмѣтокъ, сколько окажется необходимымъ для полученія въ поперечномъ направленіи точнаго очертанія мѣстности. На нихъ должна быть показана профиль земляного полотна дороги въ соотвѣтственныхъ мѣстахъ. Для упрощенія эти профили можно снимать посредствомъ угломѣра, однимъ уклономъ, вмѣсто кропотливаго ватерпашенія и подсчета, объ чемъ говорится ниже, стр. 363.

Масштабъ для поперечниковъ 2 саж. 660,01. Поперечники вычерчиваются каждый отдѣльно, съ нанесеніемъ профили полотна. Площади подсчитываются планиметромъ.

8) **Реперы.** Въ началѣ и концѣ участковъ, а равно у искусственныхъ сооруженій, церквей, зданій, мельницъ, деревьевъ и проч. по сторонамъ главной линіи должны выбираться постоянныя точки (реперы) на вышеозначенныхъ предметахъ, или за неимѣніемъ ихъ, на врытыхъ столбахъ, къ которымъ слѣдуетъ относить, какъ положеніе вершинъ угловъ поворота, такъ и другихъ опредѣленныхъ пунктовъ линіи и нивеллировочныя отмѣтки оныхъ. Эти репера надлежитъ ставить не менѣе, какъ каждыя три версты и связывать съ нивеллировочмыми марками Воен. Топогр. Отдѣла, если таковые вблизи имѣются.

ОТПЕЧАТОК

9) **Данныя для опредѣленія отверстій искусственныхъ сооруженій.** При изслѣдованіи переходовъ рѣкъ, рѣчекъ, овраговъ и проч. должны быть тщательно изслѣдованы всѣ данныя, которыя должны служить руководствомъ для опредѣленія величины отверстій какъ то: величина бассейна, уклонъ рѣки, скорость теченія, положеніе горизонта самаго высокаго, свойство русла и проч. Сверхъ того, если при пересѣченіи линіею рѣкъ, ручьевъ и проч. съ боковъ линіи встрѣтятся, на разстояніи до 200 саж. водяныя мельницы, или плотины, то уровни подпорныхъ и низкихъ водъ должны быть пронивеллированы, а также должны быть промѣрены поперечныя сѣченія водоспусковъ для опредѣленія расхода воды. Равнымъ образомъ должны быть промѣрены отверстія искусственныхъ сооруженій, находящихся въ разстояніи 5 верстъ. Вмѣстѣ съ симъ должны быть указаны горизонты водъ и родъ грунта у этихъ искусственныхъ сооруженій, а также примѣрное разстояніе сооруженій отъ линіи.

Для подсчета расхода воды и отверстія требуется: величина бассейна, уклонъ тальвега на 200 выше отверстія, горизонтъ высокихъ водъ въ большихъ рѣкахъ, качество дна рѣки, т. е. глубина размываемости и проч. изложенные подробно въ главѣ XIX: «Разсчетъ отверстій».

Считая на одну версту пути, въ среднемъ приходится на существующихъ желѣзныхъ дорогахъ отверстій искусственныхъ сооруженій отъ 1,25 до 2,50 пог. саж., смотря по амплитудѣ осадковъ въ теченіи года и размѣра ливней, а также мѣстныхъ топографическихъ и другихъ условій, о чемъ сказано въ той же главѣ.

10) **Опредѣленіе рода грунта.** Въ мѣстахъ болотистыхъ надлежитъ опредѣлить глубины болотъ до материка помощью щупа. Въ прочихъ же торфяныхъ мѣстахъ достаточно отмѣчать родъ лишь верхняго слоя грунта, о чемъ сказано въ гл. III, стр. 30.

Для опредѣленія рода горныхъ породъ и качества грунта достаточно ограничиться подробнымъ осмотромъ обнаженій грунта по рѣкамъ, оврагамъ и проваламъ, но въ мѣстахъ гдѣ полотно дороги будетъ проходить въ выемкѣ глубиною свыше 1 саж., слѣдуетъ опредѣлить родъ и напластованіе грунта сондировкою или вырывая колодцы, по усмотрѣнію производителя изысканій. На большихъ рѣкахъ должно быть произведено буреніе. (См. гл. III, стр. 28 и гл. XIX, разсчетъ отверстій).

11) **Съемочныя работы.** Какъ топографическія карты въ масштабѣ 3 верстъ въ дюймѣ, такъ и имѣющіе быть заново составленные производителями изысканій планы, должны быть дополнены ближайшими подробными топографическими данными, опредѣленными на мѣстѣ при выборѣ и назначеніи линіи и служащими къ выясненію самаго выбора направленія.

При этомъ особенное вниманіе должно быть обращено на точное обозначеніе на картахъ и планахъ границъ губерній, уѣздовъ, владѣній принадлежавшихъ разнымъ вѣдомствамъ, а также положенія рѣкъ, дорогъ и вообще всѣхъ тѣхъ предметовъ, которые необходимы для полнаго уясненія проекта. Планы же городовъ, при которыхъ располагаются станціи, должны быть дополнены подробною съемкою той мѣстности, на которой назначается станція (см. п. 11, стр. 357).

Снятіе эскизныхъ плановъ при рекогносцировкахъ болѣе простыми инструментами составляетъ предметъ особаго искусства, объ чемъ говорилось выше въ гл. «О рекогносцировкахъ».

12) **Пересѣченія съ существующими или строющимися дорогами,** должны быть произведены, по возможности, смотря по мѣстнымъ условіямъ, не иначе какъ верхнимъ или нижнимъ путепроводомъ. Точки этихъ пересѣченій, а также точки соединеній проектируемой линіи съ одною или нѣсколькими изъ существующихъ или строющихся рельсовыхъ путей, должны быть опредѣлены тщательнымъ промѣромъ и нивеллировкою до оси ближайшей станціи по полотну существующихъ дорогъ. (См. подходъ Московско-Виндавской жел. дор. къ Москвѣ, чертежи: профиль и планъ, также пояснительную записку въ томѣ приложеній VI, листъ).

13) **Станціи, разъѣзды. Станціонныя и линейныя постройки.** Станціи, подразумѣвая всѣ остановки, раздѣляются:

во 1-хъ, станціи I, II, III, IV и V класса съ болѣе или менѣе значительнымъ движеніемъ;

2-хъ, остановочные пункты съ двумя стрѣлками для водоснабженія;

3-хъ, разъѣзды для скрещенія поѣздовъ, въ зависимости отъ пропускной способности пути;

4-хъ, платформы товарныя имѣющія по крайней мѣрѣ хотя

одну стрѣлку для свободнаго сквозного движенія по главному пути;

5-хъ, пассажирскія платформы, не имѣющія стрѣлокъ, т. е. допускающія остановку поѣзда на главномъ пути;

6-хъ, запасныя площадки безъ устройства стрѣлокъ на случай будущаго развитія движенія или въ случаѣ надобности для воинскаго движенія.

Станціи подраздѣляются еще по отношенію занимаемой ими площади, на пассажирскую, товарную и сортировочную; въ отдѣльности отъ нихъ имѣются еще мѣста, спеціально назначаемыя для службы движенія и службы паровозной или тяги.

Станціи надлежитъ проектировать на прямыхъ и горизонтальныхъ площадкахъ; на высокихъ сухихъ мѣстахъ, а подходы къ нимъ съ обѣихъ сторонъ по возможности слѣдуетъ проектировать подъемомъ. Для станціи I и II класса длина площадки говоря вообще, требуется не менѣе 500 саж., для станціи III класса не менѣе 350 саж., для разъѣздовъ 200—500 саж. *).

Длина станціонной площадки зависитъ отъ силы и величины проѣзжающихъ по дорогѣ поѣздовъ, обусловливаемой главнымъ образомъ подъемами дороги.

Укладка крайнихъ стрѣлокъ станціи допускается на уклонахъ при условіи прямого пути.

Въ исключительныхъ случаяхъ разрѣшается станціи имѣть на кривыхъ, радіусомъ не менѣе 300 саж. въ одну сторону; эта кривая можетъ быть только въ средней части площадки, т. е. такъ, чтобы въ концахъ площадки у входа и выхода были прямыя части саж. по 100, необходимыя для укладки стрѣлочныхъ переводовъ.

Станціи должны быть располагаемы по возможности близъ городовъ, производительныхъ мѣстечекъ, заводовъ и т. п. Притомъ мѣста для станцій должны быть выбираемы преимущественно тамъ, гдѣ есть по близости живая вода, или гдѣ можно ожидать оной въ достаточномъ количествѣ изъ колодцевъ или прудовъ, спеціально для этого проектируемыхъ, или друг. (См. гл. XVI: «О водоснабженіи»).

*) На Сибирской дорогѣ было разрѣшено эти площадки проектировать на уклонахъ не болѣе 0,003, что для горныхъ участковъ можетъ дать сбереженіе въ земляныхъ работахъ.

Обезпеченными водою считаются такія станціи, при которыхъ источники водоснабженія при пропускной способности напр. 10 паръ поѣздовъ въ состояніи доставлять ежедневно на каждую станцію воду въ слѣдующемъ количествѣ:

Для станцій	I кл. не <	33 к. с.	до 45 к. с.	съ б. мастерскими и осн. депо.
»	» II »	» 27 »	»	съ м. мастерскими и обор. депо.
»	» III »	» 20 »	»	
»	» IV »	» 12 »	»	

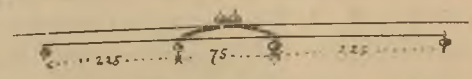
Для разъѣздовъ не менѣе 2 ф. 10 д.

Разстояніе между двумя смежными станціями съ водоснабженіемъ и безъ водоснабженій, полустанціями, разъѣздами, зависитъ отъ пропуской способности дороги и профили пути, что нами изложено дальше въ отдѣльной главѣ XVII: «Разстоянія между станціями».

Объ устройствѣ разъѣздовъ съ заѣздными путями *).

(Одобрено г. Министромъ П. С., 2-го октября 1890 г., № 2046).

Для проектированія разъѣздовъ тамъ, гдѣ условія профили не дозволяютъ устройства ихъ по общему типу,—предлагаются къ руководству два типа разъѣздовъ съ заѣздными путями, устраиваемыхъ согласно типа черт. 116, съ тѣмъ, чтобы заѣздные пути были расположены на горизонтальной площадкѣ и чтобы между обоими заѣздными путями былъ расположенъ соединительный путь длиною до 75,00 саж.



Черт. 116.

Этотъ же типъ можетъ быть примѣненъ и съ приданіемъ въ концѣ хвостовыхъ путей обратнаго уклона въ 0,004 на протяженіи 30,00 саженъ.

Въ случаѣ невозможности расположенія обоихъ путей съ одной стороны главнаго пути, рекомендуется примѣнять типъ

*) Допущенныхъ на Новоселецкой вѣтви Сибирской ж. д. и др. казенныхъ жел. дорогахъ.

© ГПНТБ СССР

расположенія хвостовыхъ путей по обѣ его стороны, причемъ хвостовые пути могутъ тоже имѣть на 30,00 саж. отъ конца обратный уклонъ въ 0,004.

Въ обоихъ типахъ не требуется параллельности хвостовыхъ путей къ главному, допуская расположеніе ихъ по горизонтали мѣстности съ примѣненіемъ, въ крайнихъ случаяхъ, радіуса въ 150 саж.

Станціонныя и линейныя постройки. Размѣры пассажирскихъ зданій весьма различны и должны соотвѣтствовать ожидаемому характеру сообщенія. Размѣры зданій обусловливаются всегда техническими условіями.

Кромѣ того, смотря по значенію станціи, устраиваются помѣщенія для товаровъ большей и малой скорости, открытыя товарныя платформы, перегрузочные пакгаузы и товарные навѣсы.

Общее число различнаго рода станціонныхъ построекъ должно быть ограничено предѣлами крайней необходимости для удовлетворенія первымъ потребностямъ предположеннаго движенія на дорогѣ, причемъ пути и постройки должны быть размѣщены такъ, чтобы впослѣдствіи не встрѣчалось затрудненій къ расширенію станцій.

Станціонныя постройки исполняются изъ кирпича, камня или дерева, смотря по тому, какой изъ этихъ матеріаловъ представится болѣе выгоднымъ по мѣстнымъ условіямъ.

На пассажирскихъ станціяхъ должны быть построены пассажирскія зданія съ внутреннимъ помѣщеніемъ, предназначеннымъ собственно для пассажировъ и станціонной службы отъ 40 кв. саж. и болѣе.

На станціяхъ, а равно и разъѣздахъ открытыхъ для эксплоатаціи, гдѣ нельзя ожидать значительнаго числа пассажировъ, станціонныя помѣщенія могутъ быть соединены съ жилымъ домомъ, причемъ послѣднія должны быть удалены не болѣе 10 саженъ отъ путей, на которыхъ предположена пріемка и отправка пассажирскихъ поѣздовъ.

Ширина пассажирскихъ платформъ на длину пассажирскихъ зданій должна быть не менѣе 3 саж. и на остальномъ протяженіи не менѣе 1,5 саж., промежуточныя же пассажирскія платформы должны быть шириною въ 1 сажень.

Платформы должны быть покрыты деревяннымъ настиломъ, шоссированы или устроены по способу садовыхъ дорожекъ.

Для склада товаровъ на станціяхъ должны быть устроены платформы и пакгаузы въ размѣрахъ дѣйствительной надобности.

При пассажирскихъ зданіяхъ и жилыхъ домахъ должны быть построены отхожія мѣста, сараи, погреба и ледники.

На всѣхъ остановочныхъ пунктахъ должны быть установлены красные и зеленые диски или семафоры. Конечные пункты дороги должны быть снабжены поворотными кругами, діаметромъ не менѣе 56 футовъ.

Станціи должны быть меблированы и снабжены необходимыми огнегасительными инструментами, приборами для взвѣшиванія, нагрузки и выгрузки, освѣтительными приборами и другими станціонными принадлежностями въ потребномъ количествѣ.

Площадь жилыхъ зданій на 1 версту пути колеблется отъ 6 до 12 кв. саж.

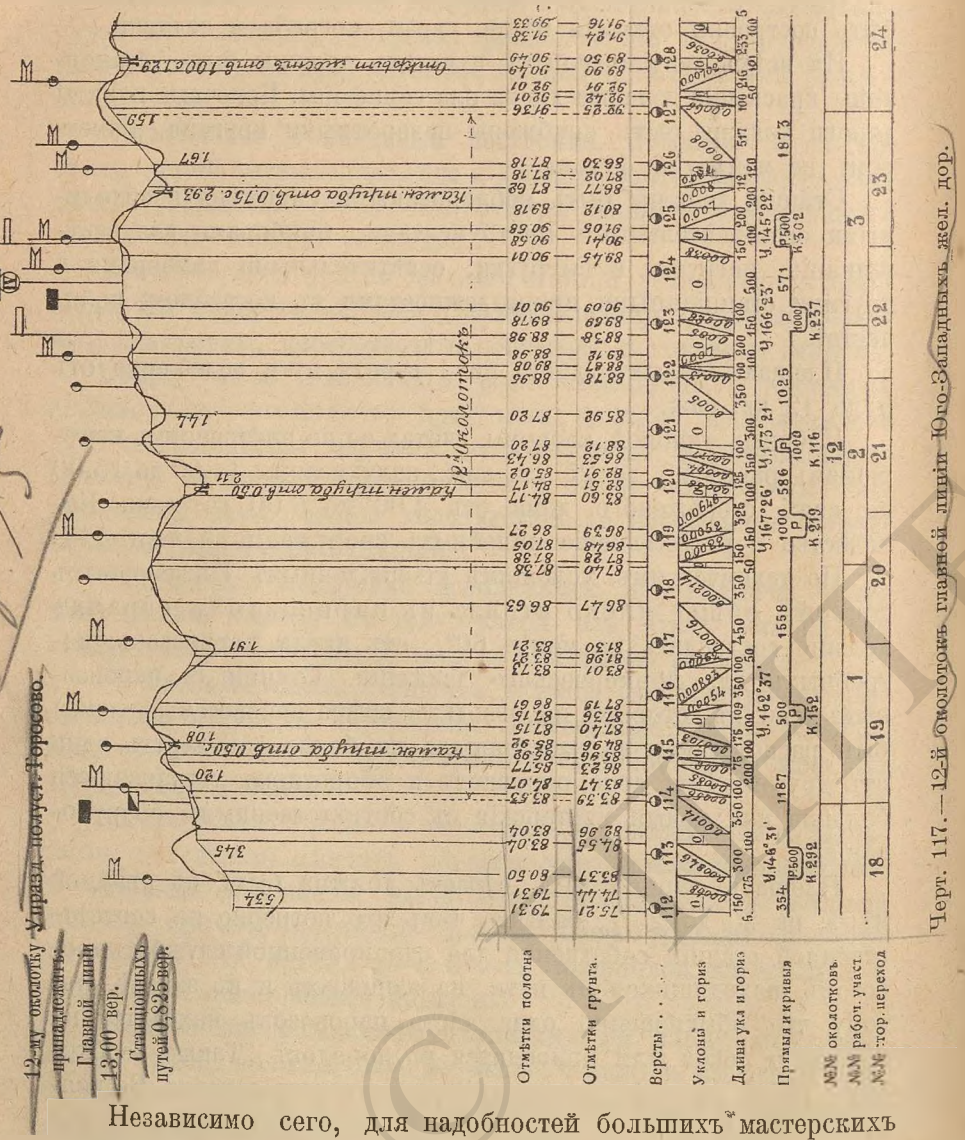
Площадь типовой казармы, считая ее по внутреннимъ измѣреніямъ, равна 25 до 25 кв. саж., полуказармы 14,00 до 15,00 кв. саж., сторожевого дома отъ 4,00 до 6,00 кв. саж. Количество и расположеніе линейныхъ сооруженій см. черт. 117.

По техническимъ условіямъ утвержденнымъ Инженернымъ совѣтомъ общее число стойлъ въ паровозныхъ сараяхъ должно составлять не менѣе 60% отъ числа паровозовъ, потребныхъ для коммерческаго движенія. Станціи съ паровознымъ депо, въ которыхъ производится смѣна паровозовъ, должны быть располагаемы на разстояніяхъ не болѣе 150 верстъ одна отъ другой. При депо основномъ и оборотномъ устраиваются большія или малыя мастерскія съ соотвѣтственнымъ оборудованіемъ.

Площадь паровозныхъ сараевъ должна быть, по крайней мѣрѣ, на 20 до 25% больше, чѣмъ это потребно на соотвѣтственной станціи собственно для одновременной службы паровозовъ, находящихся въ пути, на маневрахъ и въ запасѣ, потому что обыкновенно одна часть паровозовъ находится въ состояніи покоя или приводится въ порядокъ. Также необходимо имѣть въ виду расширеніе паровозныхъ сараевъ. Во всякомъ случаѣ слѣдуетъ стараться задаваться возможно большими паровозными участками отъ 100 до 200 вер., чѣмъ облегчается присмотръ за ними, достигается болѣе правильная за-

СПГПБ ОСТАН

мѣна ихъ на службѣ, а также удешевляется сохраненіе ихъ въ большемъ количествѣ въ сараяхъ большихъ размѣровъ; наконецъ, и пользованіе ими будетъ правильнѣе.



Черт. 117.—12-й околотокъ главной линіи Юго-Западныхъ жел. дор.

Независимо сего, для надобностей большихъ мастерскихъ должно быть предвидѣно особо до 10 куб. саж. въ сутки.

На всѣхъ станціяхъ съ водоснабженіемъ должны быть

устроены водоемныя зданія, располагаемыя въ сторонѣ отъ пути съ однимъ или нѣсколькими баками вмѣстимостью отъ 4 до 8 куб. саж. съ гидривлическими разборными и пожарными кранами. (Водоснабженія см. гл. XVI).

14) **Пропускная способность дороги** даетъ возможность пропустить съ заданной скоростью большее или меньшее количество поѣздовъ въ опредѣленномъ числѣ вагоновъ (осей). При этомъ въ дополненіе къ станціямъ и разъѣздамъ обязательно устройство горизонтальныхъ площадокъ, для укладки въ случаѣ надобности въ будущемъ разъѣздовъ, дабы пропускная способность могла быть увеличена на случай военныхъ дѣйствій или др. соотвѣтственно указаннаго числа поѣздовъ. Дорога должна быть обезпечена достаточнымъ подвижнымъ составомъ, перевозочными средствами, способами храненія и ремонта такового, что называется провозоспособностью дороги, а также вполнѣ обезпечена водоснабженіемъ. Подсчетъ разстоянія между станціями и разъѣздами съ водоснабженіемъ и безъ онаго данъ ниже въ XVI и XVII главѣ.

Не всегда первые годы эксплоатаціи дорога снабжена достаточнымъ количествомъ подвижнаго состава и проч., то есть провозоспособностью, соотвѣтствующей пропускной способности выстроенной дороги. Когда движеніе дороги недостаточно выяснено, то нѣтъ никакого разсчета сразу затрачивать капиталъ на излишній подвижный составъ.

15) **Ширина полотна**. По инструкціямъ, утвержденнымъ Министерствомъ П. С. для первостепенныхъ жел. дорогъ, ширина полотна назначается въ 2,60; для второстепенныхъ—2,40 саж., но для обезпеченія прочности насыпей въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ встрѣчается въ томъ надобность, ширина полотна можетъ быть увеличена до 2,60 саженей, а въ горныхъ участкахъ допускается уменьшеніе ширины до 2,20 саженей, гдѣ таковое уменьшеніе не можетъ быть вредно для устойчивости полотна. Количество балласта на версту должно быть принято въ 120 куб. саженъ. Длина шпалъ 8 футовъ. См. Техн. условія—въ приложеніи.

Въ затопляемыхъ мѣстахъ земляное полотно должно быть поднято отъ 0,30 до 0,50 саж., а на разливахъ большихъ рѣкъ отъ 0,50 до 0,75 саж. выше самаго высокаго подпорнаго уровня воды. Проектная отмѣтка въ профили обозначаетъ бровку полотна. Головка рельса выше этой отмѣтки на 0,19 с.

16) **Планъ горизонталей.** Въ трудныхъ, гористыхъ мѣстахъ должны быть сняты планы горизонталей, по коимъ проектируется наилучшее направленіе. Линія эта на грунтѣ при предварительныхъ изысканіяхъ можетъ не быть возстановленной.

Въ томѣ приложеній нами отпечатаны «техническія условія проектированія и сооруженія желѣзныхъ дорогъ первостепеннаго значенія (магистралей)» утвержденные Управленіемъ по сооруженію желѣзныхъ дорогъ 1900 г. Также техническія условія Тифлисъ-Карской дороги, какъ образецъ для горной дороги и другія. Эти техническія условія нами отпечатаны дословно безъ измѣненій. См. Приложеніе стр. 35.

Согласно этихъ условій, предѣльная крутизна уклоновъ для магистральныхъ путей должна быть для дорогъ первостепенныхъ не болѣе 0,008 при совпаденіи съ закругленіями, радіусомъ не менѣе 300 саж. Въ случаяхъ необходимости, оправданныхъ подлежащими варіантами, радіусъ этотъ можетъ быть уменьшенъ до 250 саж. на перегонахъ между станціями и до 200 саж. при подходѣ къ станціямъ и разъѣздамъ, а также вблизи центровъ населенія и промышленности, при пересѣченіи рѣкъ и при обходѣ какихъ-либо препятствій, при условіи однако, чтобы крутизна, совпадающая съ закругленіемъ уклона, была соотвѣтственно уменьшена согласно вышеприведенной таблицѣ установленной Министерствомъ Путей Сообщенія. Остальныя техническія условія даны въ выше прилагаемомъ приложеніи.

17) **Геологическія, статистическія и другія данныя.** Къ проекту должны быть также приложены геологическія изслѣдованія, также свѣдѣнія о главнѣйшихъ строительныхъ матеріалахъ какъ напримѣръ: лѣсъ, камень, известь, баластъ, песокъ, кирпичъ, шалонъ-цементъ, металлъ и проч.

Кромѣ этого необходимы подробныя статистическія данныя и о богатствѣ, т. е. производительности и потребленіи края, а также движеніи грузовъ вдоль проектируемой дороги и проч. Всѣ эти свѣдѣнія должны представлять собой точныя документальныя данныя, собранныя при содѣйствіи мѣстныхъ учрежденій и властей и во всякомъ случаѣ на сколько возможно должны быть провѣрены членами экспедиціи по изысканіямъ дороги. См. Инструкція гл. III, а также главу XIX «Окончательныя изысканія».

Горизонты водъ: высокій и самый высокій, меженній и низкій.—Акты о горизонтѣ самыхъ высокихъ водъ.

Если направленіе линій вдоль по долинѣ рѣки, первую обязанность изыскателей составляетъ опредѣленіе горизонта самыхъ высокихъ водъ, дабы избѣжать заливаемыхъ луговъ и достаточно поднять проектную линію дороги надъ горизонтомъ воды.

Очень часто многіе изыскатели, увлекаясь нулевыми работами на луговыхъ мѣстахъ и легкостью производства изысканій и не желая ихъ удораживать, отгоняютъ возможность допущенія горизонтовъ болѣе высокихъ, чѣмъ тѣ, кои имъ далъ первый встрѣчный крестьянинъ. Это цѣлое преступленіе, къ сожалѣнію, совершаемое иногда нашими изыскателями. Подобный проектъ дороги, направленной по разливамъ, и невѣрная вслѣдствіе этого разцѣнка, вводитъ строителей въ заблужденіе и можетъ быть причиной большихъ несчастій.

Одна изъ главныхъ обязанностей изыскателя во время полевыхъ работъ это—на сколько возможно тщательное выясненіе горизонтовъ самыхъ высокихъ водъ. При направленіи линіи вдоль рѣки эти отмѣтки служатъ основой для трассировки линіи и ея проектной отмѣтки. Горизонты высокихъ водъ слѣдуетъ брать на мѣстѣ путемъ допросовъ мѣстныхъ старожилъ и двойныхъ нивеллировокъ, по меньшей мѣрѣ черезъ каждые пять верстъ. Это необходимо ввиду того, что при большемъ разстояніи, среднія отмѣтки высокихъ водъ, полученныя интерполированіемъ, могутъ далеко несоотвѣтствовать дѣйствительнымъ горизонтамъ высокихъ водъ въ данной мѣстности. Это бываетъ потому, что средніе уклоны высокихъ водъ не соотвѣтствуютъ среднимъ, меженнимъ уклонамъ, а именно случается что: въ узкихъ частяхъ рѣки горизонтъ высокихъ водъ подымается значительно выше, чѣмъ въ широкихъ ея частяхъ. Это поднятіе высокихъ водъ усиливается еще болѣе во время ледохода при спираніи льда въ узкихъ частяхъ рѣки и на перекатахъ. Разница между дѣйствительнымъ горизонтомъ самыхъ высокихъ водъ и расчетнымъ, по интерполированію можетъ дойти въ такихъ мѣстахъ до 2 саж. и болѣе. Вотъ почему

ОТЦБОСРАТ

важно отмѣтки горизонта высокихъ водъ брать непремѣнно возможно чаще съ натуры, а не интерполировать.

Эти горизонты самыхъ высокихъ водъ тѣмъ болѣе необходимо брать съ натуры для опредѣленія отверствій большихъ мостовъ и если возможно будетъ для искусственныхъ сооруженій меньшихъ отверстій. Горизонтъ высокихъ водъ оставляетъ слѣды на косогорахъ, кои иногда рѣзко выдѣляются на поверхности грунта, а также наносами ила на деревьяхъ. Эти показанія не всегда однако достаточны, такъ какъ время нѣсколькихъ десятковъ лѣтъ уничтожаетъ эти слѣды, почему для вѣрнаго выясненія таковыхъ горизонтовъ слѣдуетъ обращаться къ мѣстнымъ старожиламъ.

При снятіи по разспросамъ горизонтовъ ежегодныхъ высокихъ водъ и самыхъ высокихъ за нѣсколько десятковъ лѣтъ, а также меженнихъ, низкихъ и ледохода, надлежитъ обратить должное вниманіе на все серьезное значеніе этого вопроса. При допросахъ слѣдуетъ надлежаще обставить это дѣло. Для этого требуется выбирать людей изъ мѣстныхъ старожилъ, твердо увѣренныхъ и хорошо помнящихъ самыя высокія воды въ теченіи ихъ жизни. Таковыя показанія слѣдуетъ снять при участіи представителей мѣстной власти, по возможности чаще, въ каждомъ населенномъ мѣстѣ и обязательно только въ тѣхъ пунктахъ, которыя хорошо памятны старикамъ, отличая при этомъ каждый разъ подмывъ волной отъ спокойнаго горизонта, а также отличая подпорный горизонтъ, т. е. спертый льдинами при весеннемъ ледоходѣ, при которомъ скорость теченія значительно уменьшается. Имена и фамиліи старожилъ и ихъ мѣста жительства, послѣ снятія показаній, слѣдуетъ вносить въ журналъ, а также составить актъ, удостовѣренный подписью свидѣтелей. Разспросами о фамиліяхъ не слѣдуетъ спѣшить тревожить стариковъ, а сдѣлать это осторожно, неспѣша. — Акты должны быть завѣрены у мѣстныхъ властей. — Эти акты должны быть приложены къ проекту дороги, какъ документъ свидѣтельствующій о не заливаемости и достаточномъ поднятіи бровки полотна *), а также, какъ документы необходимые для подсчета отверстій мостовъ.

*) Говоря о горизонтахъ высокихъ водъ, мы не можемъ не указать на живой грустный примѣръ бѣдствій постигшихъ наводненіемъ рѣкъ Ингоды и Шилки 1897 г. постройку Забайкальской желѣзной дороги. Эти бѣдствія произошли вслѣдствіе ошибокъ изыскателей вызванныхъ невѣрнымъ опредѣленіемъ горизонта высокихъ водъ, неправильнымъ направленіямъ вслѣдствіе этого линіи по заливаемымъ лугамъ, а также недостаточнымъ поднятіемъ ея надъ водой. Конечно, линія получилась отъ этого короче, земляныхъ работъ и искусственныхъ сооруженій стало меньше, но къ несчастью вся линія, уже почти выстроенная въ 1897 г., оказалась подъ водой и была разрушена наводненіемъ, которое обошлось казнѣ въ нѣсколько милліоновъ. Строителямъ пришлось во многихъ мѣстахъ дѣлать новыя изысканія, перенести станціи, удлинить линію, направляя ее по незаливаемымъ косогорамъ, и подымая въ достаточной степени надъ горизонтомъ наводненія—вообще перестроить во многихъ мѣстахъ уже выстроенную почти линію. Постройка была задержана и казнѣ пришлось вновь расходовать милліоны рублей. Къ счастью, что наводненіе случилось до конца постройки, т. е. до открытія пассажирскаго движенія и что оно обошлось безъ человѣческихъ жертвъ.

Имѣя такимъ образомъ заблаговременно готовыя отмѣтки самыхъ высокихъ водъ, намъ вездѣ будетъ извѣстно во время нивеллировокъ, уже безъ участія старожилъ, заливается ли данная мѣстность и на сколько именно, безъ чего немыслимо вести нетолько линію, но и магистраль. Бровку полотна обыкновенно принято возвышать на 0,30 саж. надъ горизонтомъ самыхъ высокихъ водъ, а по разливамъ большихъ рѣкъ 0,50.

Поднятіе горизонта высокихъ водъ въ рѣкахъ бываетъ большей частью весной во время ледохода, а иногда и среди лѣта, послѣ прохода льдовъ, вслѣдствіе поздняго таянья льдовъ и снѣга въ горныхъ вершинахъ рѣкъ.

Ледоходъ имѣетъ мѣсто два раза: весной при таяніи и поздней осенью, передъ замерзаніемъ рѣкъ. Случается иногда, вслѣдствіе внезапной перемѣны температуры, что ледоходы весной и осенью бываютъ по два раза, т. е. съ нѣкоторымъ перерывомъ между ними.

Самыя высокія воды въ рѣкахъ не всегда совпадаютъ съ весеннимъ или осеннимъ ледоходомъ. Въ Сибири рѣки повсемѣстно почти вслѣдствіе поздняго таянья въ горахъ снѣговъ и большей интенсивности выпаденія осадковъ въ теченіе очень короткаго лѣтняго періода времени *), горизонтъ высокихъ водъ имѣетъ мѣсто среди лѣта и таковой всегда значительно выше горизонта воды во время ледохода.

Горизонты въ рѣкахъ подраздѣляются на: высокія, меженнія

*) О чемъ будетъ сказано въ главѣ: Подсчетъ отверстій.

© ГПБ СПбРАН

и низкія. Высокія воды бываютъ: среднія ежегодныя и самыя высокія воды въ теченіи послѣдняго столѣтія или болѣе, согласно имѣющихся данныхъ и показаній. Меженній г. в. называется самое продолжительное стояніе горизонта, а низшій—соотвѣтствуетъ самому сухому времени года. Во многихъ Сибирскихъ рѣкахъ самый низкій г. в. бываетъ зимой, вслѣдствіе продолжительныхъ большихъ морозовъ и сильнаго замерзанія притоковъ и ключей питающихъ рѣку, кои иногда мѣстами совершенно вымерзаютъ.

Не можемъ не отмѣтить здѣсь грустнаго факта, который подтверждается у насъ столь странными частыми бѣдствіями вслѣдствіе наводненій, что наши инженеры-изыскатели слишкомъ мало обращаютъ вниманіе на горизонты высокихъ водъ.

Отмѣтки горизонта высокихъ водъ добытыя путемъ актовъ должны быть отчетливо выписаны на продольной профили, не только у рѣкъ и рѣчекъ, но по всей профили, каждые пять верстъ и въ случаѣ надобности чаще, если линія идетъ по косогору вдоль рѣки. Независимо отъ этого во всѣхъ частяхъ линій, на коихъ откосъ насыпи заливается высокими водами долженъ быть составленъ попикетный журналъ горизонта высокихъ водъ, въ коихъ всѣ заторы и перекаты отмѣчаются. Отмѣтки на промежуточныхъ пикетахъ получаются интерполированіемъ или графически, вычертивъ линіи выс. водъ на клѣтчаткѣ въ опредѣленномъ масштабѣ. (См. Примѣчаніе).

Опредѣляя бытовыя условія и элементы рѣкъ необходимо обращаться во время изысканій для провѣрки таковыхъ и пополненія недостающихъ свѣдѣній въ ближайшее Управленіе Округа Путей Сообщенія по водянымъ путямъ за таковыми данными или въ Управленіе Водяныхъ и Шоссейныхъ сообщеній и Коммерческихъ портовъ въ Петербургѣ, а также за всѣми мотеорологическими данными въ ближайшую метеорологическую станцію или С.-Петербургскую Физическую Обсерваторію, безъ чего подсчеты отверстій на основаніи формулъ и нормъ, при данныхъ другихъ государствъ, не могутъ дать вполнѣ точныхъ результатовъ.

Кромѣ этого должны быть насколько возможно изслѣдованы причины высокихъ водъ, форма и геологическій характеръ (та или другая степень проницаемости грунта, а

равно геологическій характеръ сосѣднихъ бассейновъ *), продольный и поперечный уклоны главнаго и второстепенныхъ тальвеговъ, порядокъ вскрытія (или сочетаніе паводковъ) различныхъ притоковъ, лѣса, метеорологическія причины—все это вліяетъ на быстроту и степень поднятія горизонта водъ, а также на продолжительность стоянія ихъ; поэтому, при опредѣленіи горизонта водъ необходимо обращать вниманіе на причины, вызвавшія его, въ особенности же для высокихъ горизонтовъ. Такъ какъ наблюдаемый горизонтъ, всего чаще далеко не наибольшій изъ бывшихъ, то слѣдуетъ наводить справки у мѣстныхъ старожиловъ о наивысшемъ горизонтѣ, стараясь выяснить причины, вліявшія на него (подпоръ воды разсматриваемой рѣчки водами главной рѣки, въ которую разсматриваемая впадаетъ; одновременныя вскрытія нѣсколькихъ большихъ притоковъ; продолжительные дожди; сильные ливни; степень участія сосѣднихъ бассейновъ вслѣдствіе просачивающихся водъ и пр.).

Во все время самихъ изысканій предписывается слѣдить за горизонтомъ водъ въ рѣкахъ, т. е. за прибылью и убылью воды. Показанія по футштокамъ требуется снимать ежедневно три раза, а въ сильныя паводки ежечасно. Для опредѣленія самаго высокаго горизонта, удобнѣе поставить рейки крашенныя краской на яичномъ бѣлкѣ, которая легко смывается водой, и такимъ образомъ горизонтъ высокихъ водъ оставляетъ на рейкѣ слѣдъ. Наблюденія эти можно поручить служащимъ мѣстнаго телеграфа, сельскимъ писарямъ или другимъ лицамъ. См. Инструкціи въ Тех. приложеніи.

Водомѣрныя рейки должны быть установлены на каждомъ пересѣкаемомъ дорогою источникѣ, въ удобныхъ для наблюденія и безопасныхъ отъ поврежденія льдомъ, карчами и пр. мѣстахъ, а на большихъ рѣкахъ — сваи съ горизонтально спиленными верхушками, забитыя вручную по склону берега въ нѣкоторомъ другъ отъ друга разстояніи. Въ случаѣ перехода большихъ притоковъ, воды которыхъ подпираются водами главной рѣки, необходимо устраивать два водомѣрныхъ поста (выше и ниже сооруженія, въ разстояніи 2—3 верстъ другъ отъ друга) для

*) Вода, поглощаемая почвою, отчасти возвращается главному руслу ключами, отчасти же теряется для даннаго бассейна, питая сосѣдніе бассейны или же подземные источники.

ОТНТБ СОГАУ

выясненія вліянія подпора на измѣненіе уклоновъ паденія воды. Рейки и сваи слѣдуетъ связать съ общей нивеллировкой дороги.

Для весеннихъ водъ и во время продолжительныхъ дождей слѣдуетъ вести ежедневные журналы подъема и спада водъ до меженняго горизонта, производя наблюденія три раза въ день: 7 час. утра, въ 1 ч. пополудни и 9 ч. вечера; наблюденія горизонтовъ кратковременныхъ паводковъ (напримѣръ, во время ливней) слѣдуетъ производить возможно чаще, чтобы составить возможно правильное представленіе о расходѣ и характерѣ его измѣненія за время паводка. Свѣдѣніе о ливняхъ и осадкахъ должны быть получены изъ ближайшихъ метеорологическихъ станцій.

Кромѣ всѣхъ вышеуказанныхъ свѣдѣній, должны быть опредѣлены горизонты стоянія льда и ледохода, а равно собраны свѣдѣнія о размѣрахъ льдинъ, продолжительности ледохода, скорости и направленіи его, времени вскрытія разсматриваемой рѣки и ея притоковъ лежащихъ выше проектируемаго сооруженія, а равно и свѣдѣнія о зажорахъ.

Если на рѣкѣ или ея притокахъ находятся (выше проектируемаго сооруженія) водоудержительныя плотины, то должны быть собраны самыя подробныя свѣдѣнія о горизонтахъ во время прохода валовъ пускаемыхъ изъ ближайшихъ заводовъ для сплава грузовъ, времени пусканія валовъ, а равно о горизонтахъ, соотвѣтствующихъ прорыву плотины.

Нѣкоторыя указанія къ полевымъ работамъ по изысканіямъ вообще.

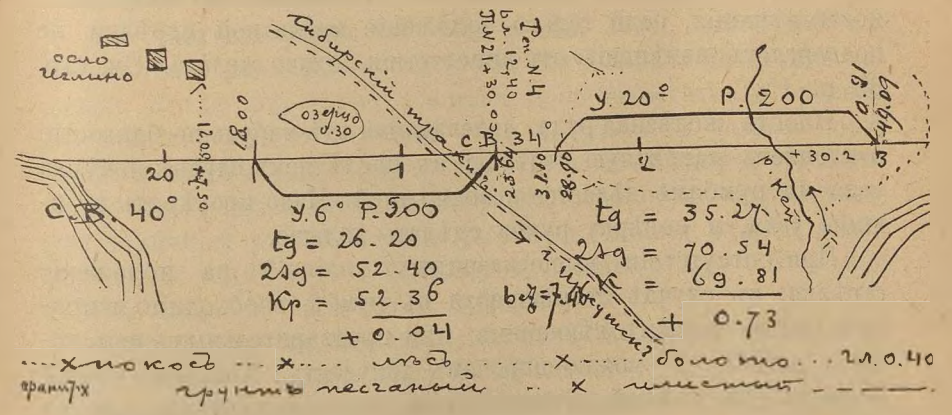
1) **Примѣненіе гоніометра.** При предварительныхъ изысканіяхъ достаточенъ хорошій гоніометръ. Онъ удобенъ и достаточно точенъ. Излишняя точность задерживаетъ только работы.

При веденіи линіи теодолитъ нуженъ только въ гористой мѣстности, тамъ гдѣ требуется болѣе точное снятіе небольшихъ угловъ съ точностью до 2-хъ минутъ, а также когда снимается планъ горизонталей и линія проектируется съ плана и затѣмъ возстановляется въ натурѣ, т. е. тамъ, гдѣ требуется особенная точность. Въ равнинахъ же, и предгорныхъ участкахъ и вообще когда линія ведется сразу на грунтѣ, безъ горизонталей, совершенно достаточенъ гоніометръ, стоющій 22 руб., вмѣсто пантометра въ 100 р. или теодолита въ 170 р.

Визированіе черезъ трубу по волоскамъ сѣтки слишкомъ утомительно для глазъ и требуетъ лучшей установки инструмента, дѣйствія зажимнаго и микрометреннаго винтовъ и пр. Даже въ горныхъ участкахъ при предварительныхъ изысканіяхъ, если только инженеръ ведетъ сразу линію, удобнѣе гоніометръ. Пантометръ или теодолитъ можетъ понадобиться только въ очень рѣдкихъ случаяхъ—на утесистыхъ косогорахъ, но и здѣсь во всякомъ случаѣ пантометръ удобнѣе теодолита, такъ какъ въ немъ имѣются діотры и труба.

Впрочемъ суть дѣла здѣсь не къ экономіи, а въ томъ, что при предварительныхъ изысканіяхъ надлежитъ имѣть въ виду прежде всего успѣшный выборъ линіи и скорѣйшее полученіе лучшей профили, а та точность, которую такъ усердно добиваются получить многіе инженеры, не имѣетъ особеннаго значенія.

2) **Измѣреніе угловъ и закругленій.** Пикетажный журналъ. Какъ выше сказано для предварительныхъ изысканіяй точность гоніометра достаточна: при ошибкѣ въ чтеніи угла въ 2'



Черт. 118.—Масштабъ вдвое меньше натуральной величины въ книжкѣ.

ошибка въ длинѣ закругленія, вписаннаго въ этотъ уголъ при наибольшомъ изъ употребляемыхъ радіусовъ равнымъ 1000°, была бы равна $\frac{2\pi \times 1000 \times 2}{360 \times 60} = 0{,}58$, т, е. на величину совершенно не существенную. Работа цилиндрической астролябіей

ОТИНТБОСФЕН

безъ трубы, дающая еще меньшую точность, должна быть избѣгаема при окончательныхъ изысканіяхъ и пригодна лишь при рекогносцировочныхъ изысканіяхъ.

Въ пикетажный журналъ записывается весь разсчетъ кривой и обозначаются, какъ сказано въ Гл. IV, стр. 33, начало и конецъ кривой. Разница $(2T - K)$ въ полѣ прибавляется, при первомъ пикетѣ послѣ угла. Напр.: уголъ 12° 20′

влѣво на пикетѣ № 73 + 10,20

$T = 108.05$. . . 108,05

$R = 1000$

T_1 — № 71 + 2,15

$2T = 216,10$

$K = 215,26$. . . + 215,26

$K = 215,26$

T_2 — № 75 + 17,41

$Bis =$ 5,82 биссектриса. Поправка 0,84.

(пикетажъ по тангенсамъ).

Румбъ линіи долженъ быть равенъ румбу предыдущей линіи $\pm$ 12° 20′, измѣненіе величины его указываетъ на неправильность вѣшенія, если только положеніе магнитной стрѣлки не подверглось измѣненію отъ присутствія близко желѣза. См. стр. 33 п. 15.

Иногда желѣзная руда, залегающая гдѣ-нибудь по близости, отклоняетъ магнитную стрѣлку; въ послѣднемъ случаѣ повѣрка угла по румбамъ дѣлается невозможной. Надо провѣрить величины угла, и повѣрку румба сдѣлать дальше.

При отсутствіи вышеуказанныхъ вліяній на положеніе стрѣлки, въ случаѣ погрѣшности въ румбѣ, необходимо исправить линію новымъ вѣшеніемъ; при предварительныхъ изысканіяхъ ошибку 1° можно впрочемъ допустить. Повѣрка угловъ дѣлается на каждой страницѣ или черезъ нѣсколько, смотря по количеству угловъ. Для этого высчитывается сумма угловъ влѣво и вправо и разница между этими суммами прибавляется или высчитывается съ румба, начальной т. е. передней линіи. Румбъ высчитанный долженъ быть равенъ румбу по стрѣлкѣ. Списокъ всѣхъ полевыхъ журналовъ вообще см. въ гл. «Окончательные изысканія».

Примѣчаніе. Масштабъ вдвое меньше натуральной величины. Списокъ полевымъ журналамъ и веденіе таковыхъ дано въ гл. XIX. (Образецъ нивеллировочнаго журнала стр. 76.

3) **Разбивка кривыхъ при предварительныхъ изысканіяхъ** обязательна только въ мѣстахъ гористыхъ.

При разбивкѣ кривыхъ при предварительныхъ изысканіяхъ нѣтъ надобности разбивать ось полотна колышками черезъ 5, 10 или 25 саж. Это—дѣло окончательныхъ изысканій, предшествующихъ постройкѣ, а именно для производства земляныхъ работъ. При предварительныхъ изысканіяхъ достаточно вынести на кривую пикеты и промежуточныя точки и дополнить таковыя въ случаѣ надобности новыми характерными точками на самой оси полотна, а также въ промѣръ вводить разницу $2tg$ безъ длины кривой. При подобной разбивкѣ надлежитъ повѣрять очертаніе кривой на глазъ; тогда при нѣкоторомъ навыкѣ легко открываются ошибки, которыя провѣряются вторичнымъ подсчетомъ и промѣромъ соотвѣтственной ординаты и абсциссы. Таблица инж. Моржова № III *).

Подробныя разбивки оси полотна изложена въ главѣ: «Окончательныя изысканія».

Два тангенса равны 50, 100 и 150. Углы, для удобства, совѣтуется дѣлать на пикетахъ или на полныхъ десяткахъ саженей. Когда закругленіе длинное, то за недостаткомъ времени разрѣшается вмѣсто разбивки идти небольшими углами, показанными въ таб. XIII. Углы всегда будутъ на пикетахъ, что легко достигается, при заданныхъ радіусахъ, подборомъ соотвѣтственной величины угловъ, сумма тангенсовъ коихъ будетъ равна 25, 50, 75, 100 и т. д. саженямъ. Разницу $2tg - K$ можно сдѣлать лишь въ концѣ всей кривой.

Предлагаемъ пользоваться въ полѣ табличкой тангенсовъ, составленной, согласно вышесказанному подсчету. Табл. XIII.

Такимъ образомъ любую длинную кривую можно легко и быстро, не затрудняя промѣровъ цѣпью, разбить съ почти совершенной точностью. Всѣ пикеты будутъ приходиться или въ точкѣ касанія тангенсовъ, т. е. на кривой или же въ верши-

*) Образецъ пикетажнаго журнала черт.

ОТПЕЧАТОВАН

нахъ угловъ, которые по этому легко можно вынести на кривую по биссектриссѣ.

Такъ какъ точность ноніуса угломѣрныхъ инструментовъ обыкновенно равна 2′, то углы по подсчету можно соотвѣтственно закруглить.

Разницу между всей кривой и тангенсами, можно получить, взявъ сумму разницъ отдѣльныхъ угловъ изъ этой же таблицы.

Ведущій линію обязанъ наизустъ знать тангенсы всѣхъ болѣе употребительныхъ угловъ. Во всякомъ случаѣ онъ долженъ имѣть готовую табличку подсчетовъ кривыхъ болѣе употребительныхъ угловъ и радіусовъ. Таблицы Кренке крайне затруднительны, такъ какъ по нимъ каждый разъ въ полѣ приходится учинять подсчетъ, почему къ нашему руководству приложена, составленная нами отдѣльная таблица XVII съ готовымъ подсчетомъ для радіусовъ 125, 150, 175, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800 и 1000—не только тангенсовъ и кривыхъ, но также и $2tg—K$. Эти таблички должны быть всегда у ведущаго линію съ собой въ полѣ.

Пріемъ этотъ не даетъ безусловно точной трассировки линіи ввиду того, что сумма $(2tg—K)$ прибавляется сразу при послѣднемъ углѣ. Обстоятельство не имѣетъ существеннаго значенія при предварительныхъ изысканіяхъ въ особенности при первомъ прохожденіи линіи при рекогносцировкахъ, когда кривая длинна. Этотъ пріемъ по своей простотѣ очень удобенъ.

4) **Веденіе линіи одновременно съ точной разбивкой кривыхъ по пикетно, безъ выноски пикетовъ по координатамъ, т. е. самопроизводящаяся разбивка закругленій.** Рекомендуемый здѣсь способъ съ большимъ успѣхомъ можетъ быть примѣненъ, чѣмъ вышеуказанный сейчасъ пріемъ. Онъ состоитъ въ подборѣ соотвѣтственной величины угла при условіи, чтобы длина кривой равнялась 50, 100 и т. д. произвольно въ зависимости отъ даннаго радіуса. Нами составлена таблица № XIV такихъ угловъ, подобно таблицѣ XIII. Пользуясь ею можемъ вести линію такъ, что начало и концы кривыхъ будутъ какъ разъ на пикетахъ. Вершина угла при длинѣ кривой 100 саж. будетъ какъ разъ на пикетѣ, остается лишь вывести его на середину кривой по биссектриссѣ *).

*) Для малыхъ угловъ на крутыхъ косогорахъ, см. Табл. L.

И такъ напр., для радіуса 1000 с. при длинѣ кривой 50, 100, 150, 200, 300, 400 и 500 с. соотвѣтственные углы будутъ равны 2° 52′, 5° 44′, 8° 36′, 11° 28′, 17° 12′, 22° 56′ и 28° 40′. Конечно при радіусѣ 1000 углы меньше 10° слишкомъ малы.

Пользуясь предлагаемыми нами таблицами, мы не только избавляемъ ведущаго линію отъ непріятныхъ подсчетовъ, но ведемъ вмѣстѣ съ тѣмъ попикетную разбивку кривыхъ, при чемъ избѣгаемъ рубки лѣса излишества пикетажныхъ коловъ для начала и конца кривыхъ, также и для вершинъ угловъ, а при промѣрѣ освобождаемъ отъ дѣланія прибавки $(2tg—K)$.

Успѣхъ веденія линіи въ значительной степени увеличивается и сама работа упрощается. Къ сожалѣнію пріемы эти мало извѣстны и практикуются лишь болѣе опытными изыскателями. При подобной трассировкѣ линіи, очень упрощаются вѣдомости кривыхъ и прямыхъ и составленіе самой профили, а въ полѣ, когда мѣстность потребуетъ, чтобы поворотъ былъ сдѣланъ немногимъ ранѣе пикета, во всякомъ случаѣ на полное, кратное число лентъ, то предлагаемый для 10, 20, 30 и 40 саж. точно также примѣнимъ.

При предварительныхъ изысканіяхъ разбивка кривыхъ обязательна только въ гористыхъ мѣстахъ.

Предлагаемые нами пріемы трассировокъ линіи, съ одновременной самопроизводящейся такъ сказать разбивкой, т. е. выноской пикетовъ на кривыя даетъ намъ профиль совершенно точную, съ пикетами на кривыхъ.

Опредѣленіе на мѣстности величины радіуса, которымъ слѣдуетъ задаться въ данной мѣстности достигается только при нѣкоторыхъ индивидуальныхъ способностяхъ практикой нѣсколькихъ лѣтъ. Тамъ, гдѣ опытный изыскатель будетъ трассировать линію, укладывая кривыя на мѣстности сразу достаточно правильно, — малоопытный долженъ иногда сразу отказаться отъ отъ этой работы и прибѣгнуть къ магистрали.

Сказанное нами о кривыхъ точно также относится и къ уклонамъ. Какъ въ первомъ случаѣ при трассировкѣ закругленій намъ облегчается трассировка линій небольшими углами, такъ при веденіи линій уклономъ помогаетъ говорящая линія, т. е. веденіе линіи помощью нивеллировки по отмѣткамъ и пр. и пр.

На крутыхъ и извилистыхъ косогорахъ придется прибѣгать очень часто къ пріему веденія линіи встрѣчными линіями. Углы

ОТПЕЧАТОК

въ такихъ случаяхъ приходится снимать съ возможно большею точностью, на сколько позволяетъ ноніусъ. Линію на косогорахъ желательно, на сколько возможно, укладывать на полкахъ, т. е. въ полувыемкахъ, въ особенности въ мѣстахъ утесистыхъ, во избѣжаніе подпорныхъ стѣнокъ. Углы въ такихъ случаяхъ надо снимать теодолитомъ съ точностью до 1 минуты *).

5) **Развитіе линій и препятствія**. Наивыгоднѣйшимъ направленіемъ дороги, какъ сказано выше, надо считать кратчайшее направленіе, но во многихъ случаяхъ для того, чтобы избѣжать большихъ земляныхъ работъ, приходится дорогу удлинить и тѣмъ уменьшить количество земляныхъ работъ, т. е. развивая достаточно длину линій, объ чемъ нами уже говорено выше.

Положимъ для примѣра, что желѣзную дорогу надо провести между точками A и B, отстоящими другъ отъ друга по горизонтальному направленію на двадцать пять верстъ, такъ, чтобы она нигдѣ не имѣла уклона, большаго 0,01, и длина линій, имѣющихъ сплошной продольный уклонъ, не была бы болѣе пяти верстъ, т. е. соотвѣтствующая подъему $5 \times 5 = 25$ саж. Положимъ, кромѣ того, что въ A отмѣтка полотна надъ уровнемъ моря равна 190 саж., а въ B — 245, между точками A и B имѣется рѣка въ точкѣ C, отмѣтка горизонта которой надъ уровнемъ моря равна 125 саж. Положимъ, что высоту проѣзжей части моста надъ уровнемъ рѣки необходимо сдѣлать, по мѣстнымъ обстоятельствамъ, на высотѣ 5 саженей, что зависитъ отъ высоты весеннихъ водъ и отъ оснастки судовъ, какія двигаются по рѣкѣ. Такъ какъ отмѣтка полотна въ A равна 190 саж., а въ точкѣ C — 130 саж., то разность между отмѣтками точекъ A и C равна 60 саж. Чтобы спуститься на 60 саж. саженнымъ уклономъ, надо между точками A и C имѣть разстояніе равное $\frac{60}{0,01} = 6000$ саж., т. е. 30 вер. Если затѣмъ положить, что въ точкѣ B сдѣлана выемка въ 5 саженей, то, слѣдовательно, разность высотъ между точками полотна въ C и B равна $240 - 130 = 110$ саженямъ, а потому, чтобы подняться отъ C къ B сотеннымъ же уклономъ, надо имѣть длину равную $\frac{110}{0,01} = 11.000$ саж. $= 22$ верстамъ.

*) Нами будутъ изданы въ будущемъ году таблицы кривыхъ болѣе полныя съ подсчетомъ 219—K.

Чтобы уклонъ не былъ сплошнымъ на разстояніи большемъ 5 верстъ или 2.500 саж, нужно на первомъ скатѣ въ 6.000 саж. сдѣлать двѣ горизонтальныхъ площадки; на подъемѣ въ 11.000 саж., надо сдѣлать четыре площадки. Слѣдовательно, всего на спускѣ и на подъемѣ 6 площадокъ; если считать каждую по 200 саженъ, а длину моста съ горизонтальными площадками съ обѣихъ сторонъ его положить равной также 200 саженямъ, то всего на площадки надо назначить 1.400 саженей.

Такимъ образомъ естественныя препятствія, встрѣчаемыя по кратчайшей линіи между A и B, и техническія условія требуютъ сдѣлать данную линію въ $6000 + 1400 + 11.000 = 18.400$ саж., или 37 верстъ. Если бы увеличить глубину выемки въ точкѣ B и высоту проѣзжей части моста въ точкѣ C, то можно было бы разстояніе между A и B взять нѣсколько меньшее 37 верстъ, и наоборотъ. Но если остановиться на этомъ разстояніи, то его придется еще немного увеличить, въ виду того, что линія между точками A и B идетъ не по прямому направленію, въ нее придется ввести много кривыхъ, которыя всегда располагаются, если не на горизонтальныхъ площадкахъ, то на уклонахъ меньшихъ предѣльнаго.

Какъ на примѣры удачнаго развитія линіи можемъ указать: на Военно-грузинской шоссейной дорогѣ, идущей чрезъ главный Кавказскій хребетъ отъ Владикавказа до Тифлиса, между станціей Млеты и Годуаромъ, кратчайшее разстояніе между которыми равно около трехъ верстъ, длина дороги равна около 15 верстъ.

Кромѣ этого интересенъ очень спускъ съ Уральскаго хребта къ востоку черезъ ст. Міасъ къ Челябинску; —затѣмъ переходъ чрезъ Нерчинскій хребетъ горными ущеліями отъ ст. Кайдалово на ст. Миръ-буріятскій на Китайской вѣтви *), развитіе линіи на Тифлисъ-Карской ж. д. и др.

6) **Обходъ высокихъ переваловъ**. Если линія окажется пересѣкающей высокій водораздѣлъ развитіемъ линіи, то всегда

*) За границей въ этомъ отношеніи представляетъ большой интересъ какъ примѣръ удачной трассировки и развитія линіи, это дорога на Земмерингъ подъ г. Вѣной и много другихъ, въ особенности въ Швейцаріи и Америкѣ см. стр. 206—210.

См. глава IX о рекогносцировкѣ, стр. 206.

© РНБ СПбГАН

слѣдуетъ задать себѣ вопросъ, нельзя ли обойти хребетъ, проведя ее по болѣе низкимъ мѣстамъ, или по долинѣ какой-либо рѣки, протекающей вблизи назначеннаго направленія, или не слѣдуетъ ли для этого воспользоваться долинами различныхъ порядковъ, впадающихъ одна въ другую.

Иногда линія обходная, такъ сказать внѣшняя, бываетъ короче внутренней направленной по кратчайшему направленію. Это случается часто когда на линіи кратчайшей, переходящей черезъ хребты, встрѣчаются слишкомъ высокіе перевалы и линію приходится удлинять развитіемъ ея. Поэтому изыскатель не долженъ руководиться первымъ впечатлѣніемъ. Примѣровъ этому каждый изыскатель найдетъ у себя много.

Когда мѣстность достаточно уже изслѣдована, то линію надлежитъ раздѣлить на эксплоатаціонные участки: равнинные, предгорные и горные, о чемъ уже было выше сказано, во всемъ согласно техническимъ условіямъ и топографіи мѣстности.

7) **Пересѣченіе рѣкъ.** Направленіе линіи черезъ большія рѣки должно быть перпендикулярное къ теченію рѣки, потому что тогда мостъ имѣетъ наименьшую длину и нѣтъ косого напора теченія на устои. Русла неглубокихъ рѣкъ или ручьевъ, шириною не болѣе 1 или 2 саженей, и имѣющихъ низкіе берега, можно засыпать, давая имъ почти произвольное направленіе и регулировать, открывая для нихъ новое русло, почему при пересѣченіи ихъ линіею можно не обращать вниманія нормальна ли линія или нѣтъ.

Рѣчки шире 2 саженей или имѣющія глубину болѣе 1 саж., большею частью невыгодно отводить въ новое русло, особенно если уклонъ рѣчки малъ, такъ какъ для этого потребны значительныя работы. Если ширина рѣки позволяетъ построить мостъ или трубу въ одинъ пролетъ, отверстіемъ не болѣе 3 саженъ, то уголъ, составляемый направленіями дороги и рѣки, можетъ быть допущенъ до 25°.

Если же кратчайшее направленіе дороги пересѣкаетъ рѣчку подъ угломъ острѣе 25°, то въ этой точкѣ встрѣчи проводятъ линію перпендикулярную къ теченію и назначаютъ къ ней два удобные подхода, т. е. закругленія къ прежней линіи.

Пособіемъ въ назначеніи дороги на картѣ въ пересѣченіи съ рѣкою могутъ служить карты подробныя и сокращенныя,

изданныя Министерствомъ Путей Сообщенія для многихъ рѣкъ Европейской Россіи. Подробныя карты рѣкъ изданы въ масштабѣ 100 и 200 саж. въ одной сотой сажени, а сокращенныя—одна верста въ одной сотой сажени. Такія карты изданы для Волги отъ Рыбинска до Камы, для Оки отъ Каширы до Нижняго Новгорода, для Днѣпра отъ Дорогобужа до устья, для Камы, Суры, Сѣверной Двины, Волхова и многія другія. На подробныхъ картахъ, кромѣ русла. рѣки съ линіями равныхъ глубинъ, имѣются и прибрежья рѣки, на нихъ показанъ грунтъ ложа и береговъ, на сокращенныхъ же помѣщена вся пойма рѣки до предѣловъ самой высокой воды. (Для прочихъ судоходныхъ рѣкъ, еще неизданныхъ, имѣются въ Департаментѣ шоссейныхъ и водяныхъ сообщеній подлинныя карты).

Если линія пересѣкаетъ большую рѣку, на которой мостъ долженъ имѣть нѣсколько пролетовъ, построенныхъ на быкахъ въ самомъ руслѣ рѣки, то главное вниманіе должно обратить на грунтъ ложа рѣки, отъ хорошаго качества котораго зависитъ прочность сооруженія или, по крайней мѣрѣ, цѣнность его постройки. Такого рода вопросъ не можетъ быть выясненъ подробною картою рѣки, изданія Министерства Путей Сообщенія, его слѣдуетъ изслѣдовать во время производства полевыхъ работъ.

Мосты отверстіемъ болѣе 7 саж. должны быть устраиваемы на прямыхъ и горизонтальныхъ частяхъ пути. При надобности расположить мостъ на кривой, таковой долженъ быть подраздѣленъ на пролеты не болѣе 5-ти саж. каждый.

Если приходится проводить дорогу чрезъ весенніе разливы рѣкъ или, вообще, по мѣстамъ затопляемымъ какими бы то ни было водами, стоячими или имѣющими слабое теченіе, то надо выбирать точки, гдѣ эти воды имѣютъ наименьшія глубины и ширины. На судоходныхъ и сплавныхъ рѣкахъ, каналахъ и пр. путь долженъ быть поднятъ достаточно высоко, о чемъ сказано будетъ въ техническихъ условіяхъ.

[Если прямыя части дороги проходятъ чрезъ населенныя мѣста, то лучше всего снять эти мѣста обходомъ. Полевыя же работы окончательно выяснятъ возможно ли обойти эти мѣста, или необходимо провести дорогу чрезъ населенное мѣсто].

8) **Планъ линіи.** Первое условіе успѣшности работъ это необходимость чертить, во все время изысканій, въ мѣстности

холмистой, болѣе трудной, пересѣченной долинами и пр., планъ трассируемой линіи и таковой ежедневно наносить на имѣющуюся карту. Это необходимо для того, чтобы имѣть возможность слѣдить за общимъ направленіемъ линіи и надлежащемъ ея развитіемъ, что особенно требуется въ мѣстности болѣе трудной и покрытой лѣсомъ. За неимѣніемъ иногда картъ необъятыхъ территорій Россійской Имперіи, изыскателю приходится на этихъ обширныхъ пространствахъ тайги или степяхъ, какъ моряку въ морѣ, слѣдить не разъ о своемъ положеніи единственно при помощи ежедневно вычерчиваемаго и наносимаго на карту плана проходимой линіи и компаса.

Безъ плана проходимой линіи и безъ нанесенія ея ежедневно на карту нельзя не только вести линію, но и оріентироваться на мѣстности. Если въ подобной мѣстности, среди невѣдомой тайги не вычерчивать плана, то изыскатель со своей линіей можетъ чуть ли не заблудиться (см. стр. 217).

Планъ линіи слѣдуетъ чертить въ масштабѣ 100 или 200 саж. въ соткѣ и затѣмъ помощью координатъ, масштабъ соотвѣтственно уменьшить, смотря по имѣющимся у насъ на рукахъ во время изысканій картамъ. Углы на планѣ предлагаемъ чертить по румбамъ наносимыхъ линій, а не по угламъ во избѣжаніе накопленія ошибокъ. Чтобы не прикладывать каждый разъ транспортиръ къ магнитной стрѣлкѣ, удобнѣе сразу на сторонѣ отложить по стрѣлкѣ по порядку цѣлый рядъ послѣдующихъ румбовъ и затѣмъ таковые параллельно себѣ переносить къ своимъ вершинамъ. Во всякомъ случаѣ внѣшніе углы предлагается, хотя бы примѣрно, провѣрять транспортиромъ.

При нанесеніи линіи на карту необходимо ее оріентировать по астрономическому меридіану, почему таковой слѣдуетъ наносить на планѣ рядомъ съ магнитнымъ меридіаномъ, обозначая годъ производства работъ такъ склоненъ ежегодно мѣняются отъ 5′ до 10′.

9) **Выправка линіи.** При предварительныхъ изысканіяхъ никогда не слѣдуетъ слишкомъ выправлять линію во всѣхъ ея частностяхъ. Лучше даже если работы показаны съ нѣкоторымъ запасомъ, предоставляя окончательное рѣшеніе всѣхъ частностей окончательнымъ изысканіямъ и строителямъ, дабы въ случаѣ неожиданныхъ осложненій въ зависимости отъ качествъ грунта и прочихъ геологическихъ препятствій возможно

было не возбуждать вопросовъ объ увеличеніи разцѣнки. Окончательная выправка линіи и пр. это дѣло взгляда строителей, въ зависимости отъ болѣе подробныхъ изслѣдованій.

10) **Составленіе проекта на мѣстѣ производства изысканій.** Подсчеты всѣхъ журналовъ, а также черченіе плановъ, профилей и пр. не слѣдуетъ запускать, для чего обязательно въ каждой партіи долженъ быть спеціальный чертежникъ, при томъ, по очереди мѣняясь, можетъ оставаться техникъ или даже инженеръ,—дабы профиль и планы всегда были закончены и линія насколько возможно спроектирована. Полезно тоже подсчеты отверстій произвести во время работъ, — для чего надлежитъ использовать всѣ дождливые дни.

По настоящему весь проектъ долженъ составляться на мѣстѣ производства полевыхъ изысканій, а не за тысячу и болѣе верстъ въ столицахъ. Только при такой постановкѣ изысканій можно быть увѣреннымъ, что проектъ дороги составленъ безъ ошибокъ и въ законченномъ видѣ. Въ столицѣ остается лишь исполнить бѣловые профили и планы на калькѣ и произвести подсчетъ вѣдомостей. Если наши изысканія такъ долго задерживаются, то этому причиной задерживающіе работу переѣзды въ столицу и составленіе проекта не на мѣстѣ производства изысканій.

Къ сожалѣнію, наши изыскательскія экспедиціи возвращаются зачастую съ изысканій не только безъ готовой профили и плана, но даже съ неподсчитанными полевыми журналами и съ ошибками, коихъ уже по отъѣздѣ съ мѣста работъ нельзя исправить.

11) **Смычка съ сосѣдними партіями и начало линіи.** Каждая дорога начинается отъ станціи. Начальный пунктъ обыкновенно городъ, почему для того, чтобы мѣсто для станціи выбрать наивыгоднѣйшимъ образомъ, надлежитъ хорошо познакомиться съ топографіей мѣстности, окружающей городъ и выходомъ линіи со станціи на основное дальнѣйшее направленіе линіи. Если линія начинается отъ желѣзнодорожной станціи другой дороги, то прежде всего надлежитъ выяснить вопросъ—будетъ ли вокзалъ общій или отдѣльный. Конечно, зачастую выгоднѣе, чтобы вокзалъ былъ общій. Если же окажется, что станцію, вслѣдствіе топографическихъ условій или другихъ, нельзя расширить, надлежитъ ее проектировать

отдѣльно, то прежде всего слѣдуетъ пригласить представителей города и вообще лицъ заинтересованныхъ въ постройкѣ новой дороги, чтобы, выяснивъ нужды города, совмѣстно съ ними выбрать лучшее мѣсто для станціи.

Каждый начальникъ партіи долженъ для начала работъ на своемъ участкѣ выбирать болѣе ровныя мѣста, на коихъ можно было бы проектировать прямую горизонтальную линію, удобную для смычки съ сосѣдними участками. Начало и конецъ участка надлежитъ обозначать на мѣстности двумя высокими надлежаще вкопанными знаками, чтобы таковыя были видны издали. Профиль и планъ начала и конца линіи съ поясненіемъ мѣстоположенія линіи, а также нанесеніемъ на планъ реперовъ, съ показаніемъ румбовъ и пр., начальники партій обязаны заблаговременно послать своимъ сосѣдямъ. Какъ сказано было выше,—показанія стрѣлокъ двухъ разныхъ буссолей могутъ давать разницу до двухъ градусовъ, почему таковую разницу при смычкѣ можно допускать.

Горныя изысканія и съемка поперечныхъ профилей.

Въ гористой мѣстности покрытой лѣсомъ и пересѣченной въ разныхъ направленіяхъ горными рѣчками, отдѣльными хребтами и извилистымъ водораздѣломъ, изысканія линіи требуетъ нѣсколькихъ лѣтъ, крайне хлопотливыхъ и тяжелыхъ для изыскателя.

Отысканіе въ водораздѣльномъ хребтѣ самаго низкаго перевала представляетъ иногда въ мѣстности покрытой лѣсомъ, ненаселенной, задачу очень трудную.

Прежде всего изыскатель долженъ изслѣдовать всѣ попутныя грунтовыя дороги, также лѣсныя тропы. Эти пути обыкновенно пролегаютъ по самымъ удобнымъ для дороги долинамъ и низкимъ переваламъ.—Неудовлетворяясь, конечно, этимъ изыскатель обязанъ изслѣдовать съ барометромъ въ рукѣ водораздѣльный хребетъ, т. е. бичеву, проходя вдоль хребетъ отъ одного перевала до другого. Въ открытой степной мѣстности нельзя удовлетвориться осмотромъ издали, такъ какъ зачастую перевалы, проектируясь на фонѣ панорамы, скрываются заходящими одинъ за другимъ хребтами.

Обыкновенно удобнѣйшимъ путемъ черезъ хребты—это долины самыхъ длинныхъ попутныхъ рѣкъ и ихъ притоковъ или существующія дороги.

Отъ веденія настоящей линіи полотна слѣдуетъ въ гористой мѣстности сразу отказаться, а даже иногда эти изысканія приходится превращать прямо въ подробную топографическую съемку плана, со снятіемъ нѣсколькихъ магистралей и съ цѣлою сѣтью поперечныхъ профилей.

Планъ горизонталей и выписка длинъ профилей.

Вся задача и заслуга изыскателя, какъ уже сказано выше, удачно выбрать магистраль, какъ можно ближе къ желаемой, будущей линіи и снять всѣ нужныя поперечныя профиля.—Магистраль слѣдуетъ вести, конечно, безъ всякаго подсчета кривыхъ, тѣмъ не менѣе слѣдуетъ её вести какъ бы окончательную линію дороги, т. е. сообразуясь на сколько возможно съ радіусами, уклонами и мѣстностью. На косогорахъ предлагаемъ пріемъ вести линію зигзагами, т. е. насыпью и выемками, объ чемъ было говорено выше.

Для точности проекта, при составленіи его съ плана горизонталей въ утесистой мѣстности, гдѣ возстановленіе линіи затруднительно,—необходимо, рядомъ съ двойной нивеллировкой сдѣлать провѣрку плана, что особенно важно въ томъ случаѣ, когда по профилямъ приходится проектировать линію далеко отъ магистрали. Поэтому всѣ варіанты надо въ полѣ соединить точно между собой и съ главной линіей, получая такимъ образомъ сомкнутые многоугольники, дабы провѣрить всѣ смычки.

Если нѣтъ варіантовъ, то въ подобной мѣстности, т. е. при далекомъ относѣ линіи отъ магистрали, таковую слѣдуетъ въ планѣ при возстановленіи связать и найденную связку сличить со связкой полученной на планѣ горизонталей, а въ случаѣ ошибки таковую найти и исправить, о чемъ будетъ сказано ниже въ гл. составленіе проекта.

Ведущій линію обязанъ слѣдить самымъ серьезнѣйшимъ образомъ, во все время съемки поперечныхъ профилей, дабы таковые были достаточной длины, т. е. дабы ихъ напрасно не удлинять, гдѣ они излишни и наоборотъ, всегда и вездѣ,

© ГПНТБ СССР

гдѣ только предвидится малѣйшая возможность какого нибудь варіанта, слѣдуетъ ихъ пускать съ запасомъ по длинѣ. Обыкновенно на практикѣ поперечные профили оказываются снятыми безобразно, безъ должнаго присмотра, гдѣ коротки, а гдѣ черезчуръ длинны; должнымъ вниманіемъ при ихъ снятіи можно сберечь много силъ; почему десятникамъ, снимающимъ профили, надо ежедневно давать выписку длины профилей, спроектированныхъ по соображеніямъ изъ предварительнаго черноваго плана.

При трассировкѣ линіи по крутому косогору, таковую, во избѣжаніе лишнихъ подпорныхъ стѣнокъ, надлежитъ проектировать насколько возможно въ выемкѣ; особенно слѣдуя по косогору большихъ рѣкъ, когда проектную линію приходится вести иногда до 6-ти и болѣе саж. надъ горизонтомъ низкой воды въ рѣкѣ. На рѣкахъ судоходныхъ во избѣжаніе засоренія рѣки отработаннымъ грунтомъ, о чемъ уже нами было говорено, приходится проектировать подпорныя стѣнки.

Какъ дополнительное объясненіе, слѣдуетъ еще прибавить, что работа очень упрощается, если параллельно магистральной линіи проводится другая на какомъ-нибудь разстояніи; въ особенности на косогорахъ слѣдуетъ вести линію по низу и по верху косогора. Въ такомъ случаѣ, всѣ заданныя потомъ линіи пересѣкаются по два раза, чѣмъ получается возможность провѣрять промѣръ и нивеллировку, произведенную однимъ только нивеллиромъ, а также планъ, какъ объ этомъ сказано выше.

Польза будетъ двойная, такъ какъ при помощи верхней магистрали пополняются и выправляются снятыя поперечные профили.

Снятіе плана горизонталей, т. е. поперечныхъ профилей, должно производиться подъ веденіемъ и надзоромъ самого начальника партіи, во избѣжаніе безполезныхъ иногда затратъ времени и труда.

Составленіе подробнаго проекта изъ плановъ горизонталей требуетъ точнаго и кропотливаго вычерчиванія плана и многосложнаго проекта по поперечнымъ профилямъ, поэтому составленіе его представляетъ предметъ занятія цѣлой зимы и только на слѣдующее лѣто приходится возстановить линію на грунтѣ, со вторичной нивеллировкой и разбивкой кривыхъ.

Если съемка горизонталями дѣлается на большихъ пространствахъ, тогда нѣсколько партій соединяются въ одну и вмѣстѣ производятъ работы. Всѣ ежедневныя полевыя работы надо всякій день наносить на планъ и соотвѣтственно полученнымъ даннымъ производить ихъ дальше. Всякая провѣшенная линія на полѣ должна быть въ пикетажной и нивеллировочной книгѣ названа буквами; пересѣченія — отъ послѣднихъ пикетовъ точно промѣрены, сдѣлана нивеллировочная связка, и все это должно быть сдѣлано ясно и понятно, чтобы при составленіи плановъ не имѣть никакихъ спорныхъ затрудненій.

Съемка поперечныхъ профилей.

Для подсчета земляныхъ работъ, на косогорахъ 0,4 и круче, слѣдуетъ брать поперечные профили шириною, по расчету, чтобы все нормальное полотно вмѣстѣ съ откосами помѣстилось на профили.

Подобные профили можно снимать нивеллиромъ, ватерпасомъ, инклинометромъ и вообще угломѣромъ, опредѣляя уклонъ косогора однимъ угломъ.

Поперечные профили должны сниматься нормально къ магистрали. Допускаются, впрочемъ, для снятія неширокихъ крутыхъ падей въ косогорахъ профиля подъ острымъ угломъ, для лучшаго ихъ обрисованія, а также для снятія недоступныхъ точекъ обходомъ, для чего можно даже прибѣгнуть къ второстепеннымъ ломаннымъ поперечнымъ магистралямъ. Подобнымъ профилямъ необходимо тутъ же въ полѣ вести эскизный планчикъ, съ соотвѣтственной нумераціей таковыхъ профилей. При съемкѣ профилей, во избѣжаніе ошибки и большей наглядности, надлежитъ вычерчивать ихъ эскизно въ пикетажной книжкѣ взамѣнъ журналовъ. На поперечныхъ профиляхъ должны быть нанесены въ полѣ ось линіи или магистраль, низъ откоса, горизонты воды, если имѣется вблизи рѣка или протокъ, а также промѣръ ея, въ случаѣ если подпорная стѣнка позахватитъ своимъ основаніемъ воду рѣки. Масштабъ для полевыхъ эскизовъ полагаю произвольный, смотря по длинѣ профилей, лишь бы ясно были видны цифры, бѣловой же 2 сан. въ 0,1 с.

Съемка профилей самая кропотливая и дорогая работа, по этому въ открытыхъ мѣстностяхъ, на сколько возможно при

съемкѣ ихъ нивеллиромъ, предоставляется снятіе нѣсколькихъ профилей сразу.

Принятое обыкновенно ватерпашеніе даетъ самый подробный и точный поперечный профиль, но представляетъ слишкомъ кропотливую работу и усложняетъ подсчетъ площадей: поэтому, разъ косогоръ болѣе или менѣе ровный въ своемъ поперечномъ сѣченіи, то слѣдуетъ взамѣнъ ватерпашенія снять углы склона косогора. При этомъ способѣ можно примѣнять для подсчета площадей таблицы инженера Невядомскаго или составленныя нами табл. XLI, стр. 102.

Хорошо если труба пантометра или теодолита снабжена тремя дальномѣрными волосками, въ противномъ случаѣ разстояніе по профили придется мѣрить лентой.

Не всегда въ продажѣ имѣются подобные пантометры съ дальномѣрными волосками. Надо заблаговременно узнать и, если таковыхъ нѣтъ въ трубахъ, то надлежитъ велѣть снабдить трубу дальномѣромъ, что всегда легко исполнимо. Лучше всего, чтобы 0,01 на рейкѣ = 1 саж. горизонтальнаго разстоянія.

1) **Нивеллировка поперечныхъ профилей.** Если мѣстность ровная, то поперечныя профили лучше всего снимать нивеллиромъ. Одинъ изъ помощниковъ ставитъ рейку въ надлежащую для съемки поперечнаго профиля точку, читаетъ по цѣпи разстояніе ея отъ оси, и говоритъ громко инженеру, который въ это время читаетъ показаніе рейки; при этомъ въ нивеллируемыхъ точкахъ можно не забивать кольевъ.

Въ большинствѣ случаевъ съ одной стоянки можно снять нѣсколько поперечныхъ профилей, впрочемъ иногда для съемки одной и той же профили приходится сдѣлать нѣсколько стоянокъ. Разстоянія точно также наносятся на эскизъ въ нивеллированный журналъ,—причемъ каждая профиль вычерчивается отдѣльно влѣво и вправо отъ магистрали.

При употребленіи журналовъ нельзя впрочемъ обойтись безъ эскизовъ, въ особенности когда нѣсколько профилей и болѣе снимается сразу съ одной стоянки, иногда по ломаннымъ линіямъ. При нанесеніи профили отмѣтки вычисляются относительно данной связывающей точки.

2) **Поперечная нивеллировка на весьма крутыхъ косогорахъ.** Если косогоръ весьма крутъ, то употребленіе нивеллира для

съемки поперечныхъ профилей становится слишкомъ затруднительнымъ вслѣдствіе частыхъ перенесеній инструмента. Въ такихъ случаяхъ употребляютъ слѣдующіе два пріема, выборъ между которыми зависитъ отъ имѣющихся подъ рукой инструментовъ и отъ навыка инженера.

а) **Ступенчатая нивеллировка.** Разстоянія между точками опредѣляемаго профиля слѣдуетъ выбирать по возможности равными и опредѣлять возвышенія одной точки надъ другой помощью ватерпаса и двухъ реекъ, изъ коихъ одна должна быть съ дѣленіями. Подробности этого пріема излагаются въ геодезіи.

3) **Для съемки профилей угломъ наклоненія** употребляются особые снаряды — эклиметры. Простѣйшій изъ нихъ состоитъ изъ линейки вращающейся на оси, проходящей черезъ палку *mn* и могущей прикрѣпляться къ этой послѣдней гайкой. На одномъ концѣ линейки помѣщена полуокружность, въ центрѣ которой привѣшена нить съ отвѣсомъ. Полукругъ раздѣленъ на градусы, выпись которыхъ идетъ отъ нуля въ обѣ стороны до 90°. Радіусъ полукруга проходящій черезъ 0° долженъ быть перпендикуляренъ къ верхнему ребру линейки. Эклиметръ прикрѣпляется обыкновенно къ заднему багру цѣпи, а потому если по мѣстности горизонтальной цѣпь употребляется безъ багровъ, то на мѣстности наклонной надо надѣть ее на багры.

Способъ этотъ самый скорый и съ успѣхомъ примѣняется за границей. Онъ вполнѣ удовлетворителенъ при ровномъ скатѣ косогора, даже для проектировки подпорныхъ стѣнокъ. Для этихъ работъ съ успѣхомъ можно примѣнять тоже горный высотомѣръ и вообще любые угломѣры.

Поперечныя профили косогора съ перемѣннымъ скатомъ слѣдуетъ снимать ватерпасомъ (съ пузырькомъ).

Ватерпасная рейка должна быть выстругана фуганкомъ на два канта, такъ чтобы они представляли собой параллельныя и ровныя плоскости. На нее накладываютъ въ опредѣленное мѣсто уровень, ось котораго должна быть параллельна своей нижней плоскости. Какъ рейка, такъ и уровень должны быть провѣряемы перекладываніемъ, особенно при двухъ, опредѣленныхъ точно карандашомъ положеніяхъ уровня на обоихъ концахъ рейки.

Дабы уровень не падалъ—слѣдуетъ для него устраивать пришивное гнѣздо.

Вмѣсто нивеллировочной рейки лучше употреблять простую, возможно легкую, наклеивъ на нее 2-хъ саженную реечную ленту. Рейку эту, при съемкѣ ватерпасомъ, слѣдуетъ держать отвѣсно, а горизонтальную точно по уровню, на крѣпко забитыхъ колышкахъ. Для удобства колышки эти, имѣя ихъ при себѣ три, можно вынимать и передавать переднему рабочему.

Для этихъ работъ примѣнимъ также плотничный ватерпасъ съ отвѣсомъ. Ватерпасъ этотъ очень удобенъ, если къ нему въ основаніе треугольника придѣлать шкалу съ дѣленіями угла наклоненія на градусы, для опредѣленія поперечнаго ската профилей, тогда ватерпасъ этотъ можетъ съ удобствомъ замѣнить угломѣръ.

При разбивкѣ короткихъ профилей не требуется большая точность, достаточно простого деревяннаго креста, съ четырьмя гвоздями вмѣсто діоптровъ или простого шнура, раздѣленнаго узлами, для разбивки перпендикуляра помощью треугольника какъ сказано выше.

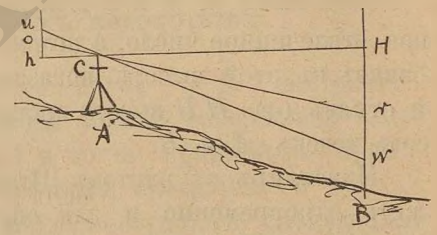
При трассировкѣ линіи по косогору, всѣ профили со стороны рѣки надо снимать до низу откоса и даже дальше, какъ сказано выше, а со стороны горы отъ оси, смотря по надобности съ большимъ запасомъ имѣя въ виду нагорныя канавы.

Если возможно, то линію или магистраль по косогору надлежитъ сразу вести на должной высотѣ, т. е. 0,30 выше горизонта самыхъ высокихъ водъ, по самому косогору для того, чтобы сразу имѣть надлежащее понятіе о линіи и о требуемой длинѣ профилей. Кромѣ этого, снимая профили угломѣромъ въ обѣ стороны отъ оси линіи, лучше обрисуется переломъ въ поперечномъ скатѣ косогора.

На скалистахъ склонахъ горъ бываетъ иногда весьма трудно устанавливать штативы; въ такомъ случаѣ нивеллировку поперечныхъ профилей можно произвести помощью шнуровъ съ вертикально привѣшанными къ нимъ кругами, раздѣленными на градусы, помощью такъ называемыхъ маркшейдеровыхъ вѣсовъ.

О нивеллированіи при наклонномъ визированіи. Для главныхъ точекъ нивеллируемой мѣстности исключительно употребляется нивеллировка на горизонтальномъ положеніи трубы,

но для точекъ побочныхъ можно употреблять нивеллированіе, основанное на визированіи наклонномъ, чѣмъ можно избѣгнуть частыхъ установокъ инструмента. Въ этомъ случаѣ нивеллированіе на такія точки всегда производится впередъ. Нивеллированіе при наклонномъ визированіи возможно производить нивеллирами, имѣющими или вертикальный секторъ, или, еще лучше, винтъ Штампфера. Вращеніемъ винта приподнимается или опускается труба. Когда винтъ совершаетъ полный оборотъ, то онъ принимаетъ или опускаетъ связанный съ нимъ индексъ на одно дѣленіе вертикальной шкалы. Части же оборота головки винта измѣряются по другому индексу на верхнемъ кружкѣ, имѣющемъ дѣленія.



Черт. 119.

Нивеллированіе подобнымъ нивеллиромъ производится такъ. Устанавливается ось уровня нивеллира горизонтально. Дѣлается отсчетъ на винтѣ и на шкалѣ, пусть онъ будетъ равенъ h (черт. 119); затѣмъ, не измѣняя положенія нивеллира, оборотами винта Штампфера направляютъ горизонтальный волосокъ трубы на нѣкоторое дѣленіе рейки, напримѣръ, r; при этомъ отсчетъ на шкалѣ и винтѣ пусть будетъ o. Опускаютъ трубу далѣе до тѣхъ поръ, пока горизонтальный волосокъ не дастъ на рейкѣ, напримѣръ, показанія W, дѣлаютъ по шкалѣ и винту отсчетъ u,—тогда разность отсчетовъ $u-h$ и $o-h$ представить опредѣленныя длины шкалы, изъ подобія же треугольниковъ найдемъ:

$$\frac{HW}{u-h}=\frac{HC}{hC} \text{ и } \frac{Hr}{o-h}=\frac{HC}{hC},$$

отсюда

$$\frac{HW}{u-h}=\frac{Hr}{o-h};$$

или

$$\frac{HW}{HW-Hr}=\frac{u-h}{u-h-o+h},$$

ОТТИСК
БИБЛІОТЕКА СТРОИТЕЛЬНАГО УЧИЛИЩА
Инж. ПРІОРОВА

или $$\frac{HW}{rW} = \frac{u-h}{u-o}$$

и, наконецъ, $$HW = rW\,\frac{u-h}{u-o}.$$

Такъ какъ u, h и o величины извѣстныя, то $\frac{u-h}{u-o}$ извѣстное отвлеченное число, а потому будетъ извѣстно и HW. Прибавивъ къ этой высотѣ показаніе рейки BW, получимъ HB, и отнявъ отъ HB высоту инструмента, получимъ разность высотъ точекъ A и B.

Нивеллиръ съ винтомъ Штампфера, очевидно, можетъ служить одновременно и для опредѣленія горизонтальнаго разстоянія между точкою стоянія инструмента и рейки; опредѣленіе это дѣлается при помощи тѣхъ же измѣренныхъ величинъ.

Возстановленіе линіи на мѣсто. При предварительныхъ изысканіяхъ, за недостаткомъ времени, можно ограничиться составленіемъ всего проекта, по одному плану горизонталей, не возстановляя линіи на грунтѣ. Если профили снимать точно и самъ планъ вычерченъ вѣрно, то и составленная профиль по плану горизонталей будетъ точна. При возстановленіи на грунтѣ разница въ профили можетъ быть очень незначительна. Иногда на недоступныхъ косогорахъ для того, чтобы возстановить линію пришлось бы прокладывать тропу минерами взрывая утесы,—работы на кои при изысканіяхъ не отпускаются суммы.

Возстановленіе линіи на мѣстности тѣмъ болѣе невозможно, что составленіе плана горизонталей это большей частью предметъ занятій цѣлой зимы, между тѣмъ какъ предварительныя изысканія всегда однолѣтнія.

Во всякомъ случаѣ въ каждой партіи долженъ быть отдѣльный техникъ—онъ же чертежникъ для составленія плана горизонталей насколько возможно въ полѣ.

Если впрочемъ, мѣстность доступна и не очень трудна, то лучше планъ вчернѣ составить во время полевыхъ работъ и линію по нимъ возстановить. Въ такомъ случаѣ эти планы служатъ лишь вспомогательнымъ матеріаломъ и при проектѣ не должны представляться.

Еще разъ укажемъ здѣсь на необходимость подсчета и провѣрки всѣхъ полевыхъ журналовъ и книгъ, кои должны быть совершенно заканчиваемы во время полевыхъ работъ насколько возможно ежедневно вечеромъ, тѣмъ болѣе при многосложномъ трудѣ составленія проекта изъ плана горизонталей.

Снятіе недоступныхъ косогоровъ.

По берегамъ рѣкъ скалистыя кручи часто выступаютъ прямо изъ воды, представляя собой иногда совершенно недоступныя мѣста для изслѣдованій и тогда приходится прибѣгать къ снятію плана и поперечныхъ профилей съ другого берега рѣки. Въ такихъ случаяхъ поступаютъ слѣдующимъ образомъ:

1) Когда нѣтъ дальномѣрныхъ волосковъ въ трубѣ, тогда выбираютъ на линіи, не доходя до недоступныхъ мѣстъ двѣ точки m и n на разстояніи до 50 саженъ одна отъ другой и изъ нихъ возстановляютъ перпендикуляры, направляя по нимъ вѣшальщика, находящагося на другомъ низменномъ берегу. Затѣмъ провѣшиваютъ магистраль на томъ же, другомъ берегу рѣки. При этомъ слѣдуетъ поставить вѣшки на пересеченіи перпендикуляровъ съ этой магистралью. Отъ магистрали требуется, чтобы она слѣдовала главнымъ изгибамъ противоположнаго утесистаго берега и шла возможно прямѣе и ближе къ послѣднему.

Величины возстановленныхъ перпендикуляровъ находятъ тригонометрически изъ прямоугольныхъ треугольниковъ, засѣкая точки пересѣченія перпендикуляровъ съ магистралью изъ точки O на линіи углами около градусовъ 50 до 70.

Тогда перпендикулярны:

$$H = b\ tg\alpha$$

$$H' = b'\ tg\alpha'$$

гдѣ b и b' — разстоянія отъ подошвы перпендикуляра до точки стоянія теодолита, a и a' — углы засѣчекъ. Точно такимъ же образомъ связываютъ и другой конецъ магистрали съ линіей по другую сторону утеса.

СПГГУ ОРАН

Можно употребить способъ болѣе простой, прибѣгая къ одному лишь перпендикуляру черезъ рѣку

Для связи нивеллировки по обѣимъ сторонамъ ставятъ репера и таковые связываютъ нивеллировкой, причемъ требуется точная вывѣрка и установка инструмента. Поправкой отъ сферичности и рефракціи можно пренебречь см. стр. 83. Поправка эта очень и ничтожна при 100 сан. равна одной тысячной.

Для опредѣленія отмѣтокъ избранныхъ точекъ утеса пользуются теодолитомъ.

На каждомъ пикетѣ по новой магистрали и по серединѣ между пикетами, смотря по большему или меньшему измѣненію продольной профили косогора, возстановляютъ къ магистрали поперечные профиля, на нихъ откладываютъ на каждомъ по 30 саж. въ одну сторону и установивъ точно теодолитъ по очередно въ эти точки опредѣляютъ всѣ вертикальные углы, визируя на соотвѣтствующія точки профили намѣченныя на недоступномъ противоположномъ косогорѣ флагами, масляными пятнами и пр.

Согласно чертежа получаемъ: (см. черт. 27)

$$y = x\ tg\ b$$

$$y = (k + x)\ tg\ a.$$

Изъ этихъ уравненій получаемъ:

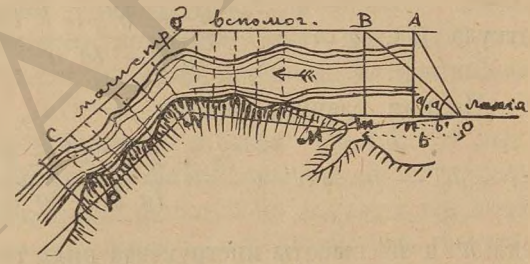
(разстояніе) $$x = \frac{k\ tg\ a}{tg\ b - tg a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A)$$

(высота) $$y = \frac{k\ tg\ a}{tg\ b - tg\ a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (B)$$

Изъ формулъ (A) и (B) оказывается, что теодолитомъ можно пользоваться также для опредѣленія разстояній, но эта формула не достаточно точна; разстоянія надлежитъ опредѣлять засѣчками или дальномѣромъ *). Посмотримъ насколько эти формулы точны.

*) При $X = 500$ саж. и K произвольно нами промѣренное $= 30$ саж.

Точность опредѣленія высоты при столь большомъ разстояніи 500 саж. равна 0,18 саж. При разстояніи 250 саж. эта точность 0,09 саж. а такую погрѣшность, какъ мѣстную и не вліяющую на другія точки, можно допустить (черт. 120, къ стр. 367).



Черт. 120.

Разсмотримъ возможность пользованія формулой (A) для нахожденія разстоянія опредѣляемой точки утеса отъ магистрали, что необходимо въ случаѣ когда нѣтъ дальномѣрныхъ волосковъ.

Положимъ $y = 10$ саж., $k = 30$ саж., а X мѣняемъ отъ 500 саж. до 400.

При измѣненіи X на 25 саж. углы a и b мѣняются на $3' - 4'$, слѣдовательно, при точности нониуса $2'$ разность въ разстояніяхъ на 10—15 саж. не будетъ замѣчена на угломѣрномъ инструментѣ, по этому пользованіе формулой (A) невозможно, ввиду чего, для опредѣленія разстояній по профили, необходимо прибѣгнуть къ способу засѣчекъ или къ хорошему дальномѣру или другимъ.

Истинное возвышеніе точки профили надъ точкой стоянія инструмента будетъ вслѣдствіе разницы горизонтовъ стоянокъ

и при увеличеніи y — отъ 0,10 саж. до 0,70 саж. углы a и b измѣняются слѣдующимъ образомъ:

При $y = 0{,}10$ . . . . . $a = 1°\ 5'$ . . . . . $b = 1°\ 8'$
„ $y = 0{,}11$ . . . . . $a = 1°\ 11'$ . . . . . $b = 1°\ 16'$
„ $y = 0{,}15$ . . . . . $a = 1°\ 37'$ . . . . . $b = 1°\ 43'$
„ $y = 0{,}20$ . . . . . $a = 2°\ 10'$ . . . . . $b = 2°\ 17'$
„ $y = 0{,}21$ . . . . . $a = 2°\ 16'$ . . . . . $b = 2°\ 24'$
„ $y = 0{,}25$ . . . . . $a = 2°\ 42'$ . . . . . $b = 2°\ 52'$
„ $y = 0{,}30$ . . . . . $a = 3°\ 14'$ . . . . . $b = 3°\ 26'$
„ $y = 0{,}31$ . . . . . $a = 3°\ 21'$ . . . . . $b = 1°\ 32'$

Отсюда можемъ заключить, что при самыхъ не выгодныхъ условіяхъ, измѣненіе высоты на 1 саж. влечетъ за собой разность показаній угловъ $6'—8'$.

Точность нониуса $2'$. Посмотримъ какой высотѣ соотвѣтствуетъ неправильное чтеніе угловъ, не зависящее отъ точности работъ, а отъ упомянутой точности нониуса, для чего возьмемъ b равнымъ не $1°\ 8'$, а $= 1°\ 10'$, тогда:

$$y = 500\ ty\ 1°\ 10' = 10'\ 18$$

т. е. y отличается на величину $< 0{,}18$ саж.

СПНТБ СОАН

нивеллира (черт. 121) гдѣ $H = y + h''$

$$y = x\ tg\ b$$

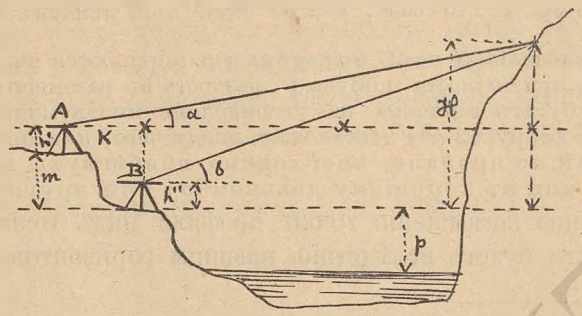
$$y + h'' - (m + h') = (k + x)\ tg\ a$$

откуда $$y = \frac{m + h' - h'' + k\ tg\ a}{tg\ b - tg\ a} + tg\ b.$$

Полная разница высотъ:

$$H = h'' + y = h'' + \frac{m + h' - h'' + k\ tg\ a}{tg\ b - tg\ a} + tg b \quad . \quad . \quad . \quad (C)$$

гдѣ h' и h'' высоты инструмента надд точками стояній, m—разница отмѣтокъ точекъ стоянія инструменга A и B на разстояніи



Черт. 121. Примѣчаніе $H = y + h''$.

30 с. Для упрощѣнія вычисленій лучше, конечно, если нивеллиры стоятъ на одномъ уровнѣ формулъ (A и B).

Полная высота утеса надъ уровнемъ воды $N = H + p$, гдѣ высота нижней стѣнки B надъ горизонтомъ.

Гдѣ утесъ погружается въ воду на незначительную глубину и подъ водой скрытъ материкъ, могущій послужить основаніемъ для подпорной стѣнки, необходимо снять профиль живого сѣченія рѣки на нѣкоторую необходимую длину. Разстоянія точекъ этой послѣдней до магистрали опредѣляются съ магистрали засѣчками, связавъ ихъ какъ въ горизонтальномъ такъ и вертикальномъ направленіяхъ.

При этихъ работахъ слѣдуетъ, разбивъ профили отмѣтить по нимъ на косогорѣ всѣ необходимыя точки сурикомъ или красными флачками, подъѣхавши на лодкѣ, при помощи кисти

на длинной палкѣ или же спуская флачки на шнуркѣ, а нерѣдко спуская рабочихъ на канатѣ для установки условныхъ знаковъ по утесамъ.

Взамѣнъ подсчетовъ разстояній, таковыя можно опредѣлять графически засѣчками, снимая углы теодолитомъ. Этими же засѣчками можно провѣрять подсчеты. Самую профиль, зная положеніе ее, можно снимать разными пріемами, изложенными выше, на стр. 361.

Снятіе недоступныхъ косогоровъ со льда. Зимой, со льда снятіе недоступныхъ косогоровъ значительно точнѣе и проще, такъ какъ разстоянія магистрали разбитой по льду отъ косогора уменьшаются, а углы увеличиваются, вслѣдствіе чего результаты работъ получаются болѣе точные. По этому надо стараться производить вышеозначенныя работы со льда. Нѣкоторые профили можно будетъ снять прямо ватерпашеніемъ. При продольной нивеллировкѣ по льду необходимо на связывающихъ пунктахъ взамѣнъ точекъ ставить подъ рейки переносную, на палкѣ, ступеньку со стальными остряками снизу).

Снимая со льда углы въ вертикальной плоскости, ихъ слѣдуетъ брать для большей точности въ предѣлахъ отъ 30 до 60° причемъ примѣняется только формула B.

Снимая профили со льда, въ мѣстахъ, гдѣ косогоръ имѣетъ ровный поперечный скатъ, достаточно опредѣлять уклонъ однимъ взглядомъ, какъ объ этомъ было сказано выше. Въ помощь къ этимъ даннымъ, въ случаѣ надобности, можетъ послужить вспомогательная магистраль $M\ N$ и профили снятыя съ горы, что дастъ между прочимъ возможность провѣрить работу въ планѣ сомкнувъ многоугольники $A\ O\ B\ M\ N$ (черт. 120, стр. 369).

Для снятія подобныхъ недоступныхъ косогоровъ удобнѣе всего мензула и кипрегель (см. гл. XV).

Опредѣленіе горизонтальнаго разстоянія при помощи высотомѣра, труба котораго не имѣетъ дальномѣра. Если труба высотомѣра не имѣетъ дальномѣра, то и такимъ высотомѣромъ можно опредѣлить горизонтальное разстояніе между точками стоянія высотомѣра и рейки. Дѣйствительно, если въ одной точкѣ A (черт. 122, л. IV) поставить вывѣренный высотомѣръ, а въ другой точкѣ B поставить рейку и установить горизонтальный лимбъ высотомѣра надлежащимъ образомъ въ горизон-

СОПТБОЗАП

тальномъ положеніи, то, когда нуль ноніуса совпадаетъ съ нулемъ вертикальнаго круга или сектора, визирная ось трубы будетъ горизонтальна. Если затѣмъ поднять или опустить трубу на нѣкоторый уголъ и сдѣлать отсчетъ на вертикальномъ кругѣ α_1, а также прочесть на горизонтальномъ волоскѣ по рейкѣ отсчетъ $BF = V_1$ и, точно также во 2-й разъ поднявъ трубу на нѣкоторый другой уголъ, сдѣлать отсчеты на вертикальномъ кругѣ α_2, а на рейкѣ чтеніе $BG = V_2$, то будемъ имѣть всѣ данныя для опредѣленія горизонтальнаго разстоянія D между проекціей центра инструмента и проекціею подошвы рейки.

Изложенный способъ опредѣленія горизонтальнаго разстоянія нельзя считать дающимъ большую точность.

Опредѣленіе при помощи высотомѣра разстоянія до неприступнаго предмета. Если въ точкѣ, до которой надо измѣрить разстояніе, нельзя поставить рейки, вслѣдствіе какихъ-либо обстоятельствъ, то такую точку называютъ неприступной. Напр., если между точкой и высотомѣромъ находится рѣка, а для переѣзда черезъ рѣку нѣтъ на мѣстѣ средствъ, то для измѣренія разстоянія можно поступить такъ: установивъ надлежащимъ образомъ высотомѣръ въ точкѣ A (черт. 123, л. IV), надо направить трубу такъ, чтобы пересѣченіе волосковъ покрыло точку B, до которой желаютъ опредѣлить горизонтальное разстояніе; прочесть показаніе на вертикальномъ кругѣ или на градусныхъ надписяхъ, или на надписяхъ, означающихъ тангенсы угловъ; затѣмъ по направленію визирной линіи надо поставить рейку въ такой точкѣ, чтобы можно было по ней сдѣлать чтеніе на горизонтальномъ волоскѣ трубы. Точку, въ которой стояла рейка, надо означить колышкомъ, забитымъ вровень съ землей. Положимъ, чтеніе по рейкѣ будетъ $EG = V_2$, и прочтемъ показаніе вертикальнаго круга или сектора у нуля ноніуса, пусть этотъ отсчетъ равенъ α_1; поднимемъ трубу на другой какой-либо уголъ, напр. β_1, закрѣпимъ трубу и прочтемъ уголъ наклоненія на вертикальномъ лимбѣ и чтеніе по рейкѣ, напр. V_1'; тогда разстояніе d отъ высотомѣра до рейки опредѣлится, на основаніи § 207 Н. Геодезія пр. Богуславскаго, по формулѣ:

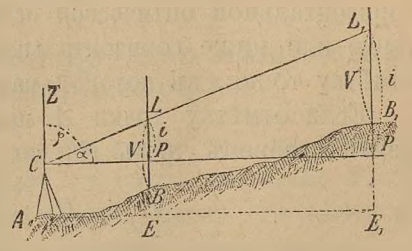
$$d = \frac{V_1' - V_2}{tg\,\beta_1 - tg\,\alpha_1}.$$

Послѣ этого высотомѣръ ставятъ надъ той точкою, гдѣ стояла рейка и, установивъ его надлежащимъ образомъ, измѣряютъ высоту оси вращенія его трубы надъ точкою, гдѣ стояла рейка, пусть эта высота будетъ $EC = V_1$; направивъ трубу такъ, чтобы центръ сѣтки покрылъ опять точку B, до которой желаютъ опредѣлить разстояніе, читаютъ показаніе на вертикальномъ кругѣ или секторѣ величину угла наклоненія визирной оси α_2, или тангенсъ этого угла, если тангенсы назначены на секторѣ. На этомъ основаніи, для горизонтальнаго разстоянія x между точками E и B можемъ, на основаніи предыдущаго параграфа, написать:

$$x = \frac{V_2 - V_1}{tg\,\alpha_2 - tg\,\alpha_1}.$$

Опредѣленіе разности высотъ точекъ при помощи высотомѣра-дальномѣра. Если угломѣрный инструментъ имѣетъ кругъ высотъ и труба снабжена дальномѣромъ, то такой инструментъ называется высотомѣромъ-дальномѣромъ или тахеометромъ. При помощи такого инструмента можно опредѣлять также разность высотъ точекъ земной поверхности. Дѣйствительно, изъ чертежа 124 имѣемъ:

$$PL = D\,cotg\,\varphi = D\,tg\,\alpha,$$



Черт. 124.

т. е. по этой формулѣ найдемъ PL, которую для краткости будемъ называть буквою i; если визирная ось трубы наклонна подъ угломъ α, то горизонтальное разстояніе и высота опредѣляется такъ:

$$D = Ag\,cos^2\,\alpha + B\,cos\,\alpha$$

$$i = D\,tg\,\alpha,$$

а по малости величины $B\,cos\,\alpha$, ее можно отбросить, и тогда формулы для D и i будутъ таковы:

$$D = Ag\,cos^2\,\alpha$$

$$i = Ag\,tg\,\alpha.$$

Величина B_1L_1 читается по рейкѣ, слѣдовательно, она величина извѣстная, будемъ ее называть для краткости буквой V, а потому изъ равенствъ:

$$PB_1 = PL_1 - L_1B_1 = i - V$$

и

$$PB = BL - LP = V - i$$

будетъ извѣстна и PB_1. Высота инструмента CA извѣстна, ее для краткости назовемъ буквою J, слѣд. повышеніе точки B_1 надъ A выразится такой формулой:

$$B_1E_1 = J + (i - V).$$

Точно также имѣемъ:

$$BE = J + (i - V).$$

Если извѣстна отмѣтка и высота инструмента, то извѣстна отмѣтка оптической оси при горизонтальномъ положеніи. Точка, въ которой находилась рейка, можетъ быть выше или ниже горизонтальной оптической оси; зная, на сколько эта точка выше или ниже горизонтальной оптической оси, будемъ знать отмѣтку точки, въ которой находилась рейка.

Если отмѣтку точки A назовемъ H, а точки B стоянія рейки назовемъ чрезъ H_1, то:

$$H_1 = H + J + (i - V),$$

т. е. когда труба направлена вверхъ, то отмѣтка точки стоянія рейки равна отмѣткѣ точки, въ коей находится высотомѣръ, сложенный съ высотой оси вращенія трубы надъ этой точкой, плюсъ разность между числомъ $D\,tg\,\alpha$ и показаніемъ горизонтальнаго волоска на рейкѣ съ тѣмъ знакомъ, съ какимъ эта разность получается.

Подобнымъ же образомъ, если визировать не вверхъ, а внизъ, то, какъ видно изъ чертежа 125, формула для опредѣленія отмѣтки точки стоянія рейки найдется такимъ образомъ:

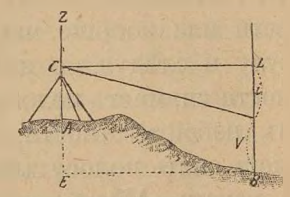
$$EA + J = i + V,$$

но $$AE = H - H,$$

слѣдовательно, $$H - H_1 + J = i + V$$

откуда $$H_1 = H + J - (i + V),$$

т. е. когда труба направлена внизъ, то отмѣтка точки стоянія рейки равна отмѣткѣ точки, въ которой находится высотомѣръ, сложенный съ высотою инструмента, безъ суммы показанія средняго волоска трубы на рейкѣ и числа $D\,tg\,\alpha$.



Черт. 125.

Такимъ образомъ, съ рейкой и пантометромъ, или теодолитомъ, имѣющими сѣтку съ тремя горизонтальными волосками, можно опредѣлить не только углы, заключенные между линіями, идущими на поверхности земли, но также длину линій и отмѣтки различныхъ точекъ земной поверхности, или высоты точекъ. Поэтому инструменты, помощью которыхъ можно измѣрять углы наклоненія линій къ горизонту, называются также высотомѣрами *).

ГЛАВА XV.

Съемка плановъ и производство изысканій мензулой и кипрегелемъ.

Въ гл. I, пункт. 22 было указано нами, что въ гористой мѣстности отъ веденія линіи сразу слѣдуетъ отказаться и взамѣнъ этого пройти магистралью и снять планъ горизонталей нивеллиромъ и ватерпасомъ, дабы на немъ проектировать линію и таковую, послѣ этого, возстановить на грунтѣ.

Было нами указано, что эта работа требуетъ очень много времени и труда, и что къ таковой слѣдуетъ прибѣгать только въ крайнихъ случаяхъ.

Въ главѣ I, п. 25 обращено нами вниманіе на совмѣстное производство работъ топографовъ съ изыскателями при желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ и на примѣненіе мензульныхъ съемокъ для составленія продольной профили.

Нами было изложено, что въ случаяхъ, когда нѣтъ картъ

*) Для производствъ вышеописанныхъ работъ очень удобенъ клинотелеметральный нивеллиръ Шорта (стр. 282), или съемка мѣстности мензулой.

и мѣстность гористая, между тѣмъ изысканія спѣшны, то слѣдуетъ произвести изысканія мензулой и кипрегелемъ взамѣнъ ленты, нивеллира и угломѣровъ.

Способъ производства этихъ изысканій состоитъ въ томъ, что съемщикъ вслѣдъ за ведущимъ линію предполагаемой дороги или вообще магистрали снимаетъ таковую линію на мензулу и слѣдуя по ней впередъ и, несходя съ нея безъ надобности снимаетъ полосу горизонталей. При благопріятной погодѣ, въ любой мѣстности, съемщикъ при помощи пяти рабочихъ можетъ снять полосу длиною до 150 вер. и шириною примѣрно въ 1 версту. Мѣстность по обѣ стороны вдоль линіи, смотря по надобности, снимается съ меньшей точностью. Точно также масштабъ съемки можетъ быть мѣняемъ по планшету отъ 100 саж. въ мѣстахъ болѣе ровныхъ до 10 саж. по высотѣ, въ мѣстахъ гористыхъ. Топографы производятъ съемки въ дюймахъ; для желѣзнодорожныхъ надобностей эти съемки должны быть производимы въ сткахъ.

При промѣрахъ лентой въ мѣстахъ гористыхъ всегда бываетъ большое накопленіе ошибокъ вслѣдствіе промѣра лентой по гипотенузѣ, т. е. по уклону мѣстности, вмѣсто промѣра по горизонтальной проэкціи. Хотя имѣются, во избѣжаніе этихъ ошибокъ разные способы, но на практикѣ, къ сожалѣнію, не всегда примѣняются и зло остается зломъ. Только отъ инструмента можно требовать точности. Изысканія должны производиться механически, а тѣмъ болѣе безъ подсчетовъ. Трудно требовать при производствѣ промѣровъ вычисленій въ зависимости отъ косинуса угла и пр. При производствѣ же изысканій въ гористой мѣстности мензулой разстоянія получаются въ горизонтальныхъ проэкціяхъ.

Имѣя подобныя съемки съ точными горизонталями вдоль проектируемой линіи и ея варіантовъ, таковую линію легко спроектировать наивыгоднѣйшимъ образомъ по съемкамъ и составить по горизонтали подробный продольный профиль. При окончательныхъ изысканіяхъ эта линія, какъ наилучшая возстановляется, какъ это всегда бываетъ на грунтѣ и нивеллируется, составляя профиль подъ постройку. Этотъ способъ производства изысканій въ гористой мѣстности посредствомъ одной лишь мензулы и кипрегеля самый скорый, точный и самый дешевый.

Этотъ предлагаемый нами способъ производства рекогносцировокъ и даже предварительныхъ изысканій безъ ленты и нивеллира съ большимъ успѣхомъ долженъ быть примѣняемъ въ мѣстахъ гористыхъ, въ особенности если нѣтъ точныхъ съемокъ горизонталями этой мѣстности.

Съ особеннымъ успѣхомъ примѣняется мензула и кипрегель при снятіи горизонталей недоступныхъ косогоровъ. Тамъ, гдѣ по обрывистымъ утесамъ нельзя пройти изыскателю съ нивеллиромъ и провѣшить линію, — посредствомъ съемки мензулой, легко снимать эти мѣста засѣчками, а нивеллировку этихъ точекъ кипрегелемъ. Иногда нѣтъ прямо физической возможности снять косогоръ поперечными профилями, не прибѣгая къ мензулѣ и засѣчкамъ. Иногда недоступные косогоры снимаются съ другого берега рѣки, съ луговой стороны, дѣлая засѣчки черезъ всю рѣку. Всѣ выдающіяся точки косогора обозначаются на мѣстности флагами или масляной краской, для чего спеціальнаго рабочаго приходится спускать по веревкѣ въ корзинѣ и т. п. Въ предшествующей главѣ описано снятіе недоступныхъ косогоровъ при помощи теодолита и магистрали, провѣшепой внизу косогора у воды или на верху по гребню. Къ подобной съемкѣ прибѣгаютъ, когда нѣтъ мензулы и кипрегеля.

При производствѣ окончательныхъ изысканій по косогорамъ Забайкальской жел. дор., Амурской линіи и пр., многіе участки желѣзнодорожныхъ линій вдоль недоступныхъ косогоровъ были спроектированы съ плана горизонталей безъ возстановленія спроектированной линіи на грунтѣ, вслѣдствіе невозможности таковую линію разбить. Для этого пришлось бы ассигновать отдѣльныя суммы на производство минныхъ работъ по положенію на косогорахъ тропы. Съемка подобнаго плана линіи съ горизонталями, при помощи промѣровъ, нивеллировъ, пантометровъ, эккеровъ и пр. и затѣмъ подсчетъ и составленіе плановъ горизонталей стоили бы труда двухъ изыскательскихъ партій и человѣкъ до сорока рабочихъ и потребовали бы не меньше двухъ мѣсяцевъ полевыхъ работъ и столько же времени для составленія плана горизонталей, между тѣмъ какъ мензулой и кипрегелемъ эта работа исполняется однимъ топографомъ и 3-мя рабочими точнѣе и значительно скорѣе.

Независимо отъ этой громадной экономіи труда и времени преимущество рекомендуемаго нами пріема состоитъ въ томъ,

что планъ линіи съ горизонталями получается сразу тутъ же въ полѣ. Поэтому мензулѣ и кипрегелю слѣдуетъ дать при изысканіяхъ самое широкое примѣненіе, а въ мѣстности, гдѣ нѣтъ съемокъ, въ случаѣ совмѣстныхъ работъ топографовъ военнаго топографическаго отдѣла, таковыя съемки слѣдуетъ производить маршрутно, вдоль линій направляемыхъ инженерами, что нами было подробно изложено въ гл. I, п. 25.

Замѣняя нивеллиръ и ленту кипрегелемъ и мензулой, можно, какъ выше сказано, получить съемку полосы по линіи проектируемой дороги, а также подробный продольный профиль съ достаточной точностью, въ зависимости отъ масштаба,—не только для рекогносцировокъ, но и для предварительныхъ изысканій. Соблюдая въ точности всѣ правила инструкціи, требуемыя топографическими работами, можно помощью кипрегеля производить достаточно точную нивеллировку, а при помощи его дальномѣра точные промѣры всей линіи.

Указавъ въ нашемъ руководствѣ на все значеніе совмѣстной работы топографовъ съ изыскателями и на производство желѣзнодорожныхъ изысканій посредствомъ мензулы и кипрегеля вмѣсто угломѣрнаго инструмента и нивеллира, мы въ нашемъ руководствѣ отвели описанію геодезическихъ работъ мензулой и кипрегелемъ полную главу.

Мензула и ея принадлежности *).

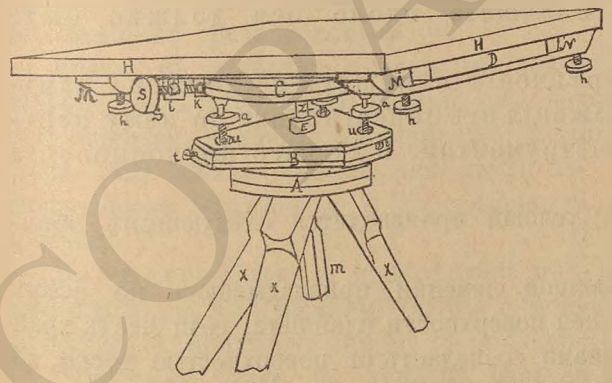
Горизонтальныя проложенія угловъ опредѣляются графическимъ путемъ на бумагѣ, безъ измѣреній въ градусахъ засѣчками, длины же линій получаются дальномѣромъ отчасти и графически. При съемкѣ мензулой (черт. 126) всѣ подробности наносятся на планъ во время самаго производства работы въ полѣ. Это обстоятельство, при хорошей погодѣ во время съемки, даетъ мензулѣ преимущество предъ другими инструментами при производствѣ самыхъ подробныхъ съемокъ топографическихъ и желѣзнодорожныхъ.

Мензула состоитъ изъ двухъ главныхъ частей: 1) мензульной доски (планшетъ) (черт. 127) и 2) подставки со штативомъ (черт. 128).

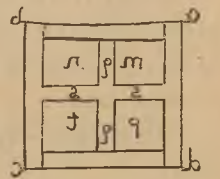
*) См. Н. Геодезія г. Пославскаго.

Мензульная доска, или планшетъ, дѣлается квадратной отъ 14-ти до 24 дюйм. изъ сухого липоваго, или кленоваго дерева.

На верхнюю поверхность доски, представляющую плоскость, наклеивается бумага, къ нижней прикрѣпляются двѣ скобы—



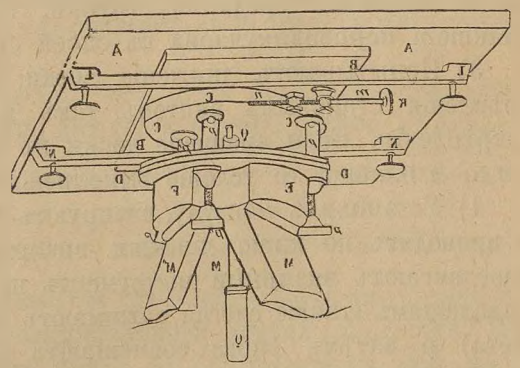
Черт. 126.



Черт. 127.

MN (черт. 126), которыми она соединяется съ подставкой.

Подставка и штативъ каждой мензулы должны имѣть главнымъ условіемъ—независимость движенія своихъ составныхъ частей, быть удобными для переноски, или достаточно легкими и, по возможности, менѣе подвергаться поврежденіямъ.



Черт. 128.

Устройство мензулъ крайне разнообразно: различіе касается только штатива и подставки, такъ какъ планшетъ у всѣхъ мензулъ одинаковъ.

Изъ наиболѣе употребительныхъ мензулъ слѣдующія:

Старая Мюнхенская, Мюнхенская усовершенствованная Рейссига, Стефана, Блокъ-мензула.

© НТБ СОБАН

Повѣрка мензулы. Мензула должна удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

1) Верхняя поверхность планшета должна быть плоскостью.

2) Плоскость планшета должна быть перпендикулярна къ оси вращенія.

3) Движеніе планшета около оси должно быть легко и плавно.

4) Послѣ закрѣпленія планшетъ не долженъ измѣнять своего положенія отъ перестановки по нему вспомогательныхъ инструментовъ и легкаго прикосновенія съемщика.

Повѣрка этихъ условій производится слѣдующимъ образомъ:

1) Край вывѣренной линейки прикладываютъ по всѣмъ направленіямъ верхней поверхности планшета; если вездѣ край линейки всѣми точками совпадаетъ съ поверхностью доски, то таковая—плоскость.

2) На планшетъ ставятъ вывѣренный уровень и приводятъ средину пузырька на средину трубки по двумъ взаимно перпендикулярнымъ направленіямъ затѣмъ поворачиваютъ доску на оси на 180° и если при этомъ пузырекъ уровня будетъ также занимать срединину трубки, то верхняя поверхность планшета перпендикулярна къ своей оси вращенія.

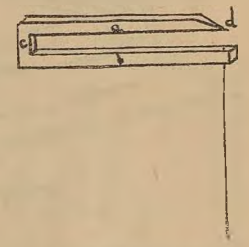
3) Испытываютъ дниженіе доски: какъ грубое, безъ закрѣпленія становымъ винтомъ, такъ и микрометрическое—по закрѣпленіи. Если вращеніе доски въ томъ и другомъ случаѣ легко и плавно, то условіе выполнено.

4) Установивъ мензулу, визируютъ на какую-нибудь точку и проводятъ по краю линейки визирнаго инструмента черту: передвигаютъ визирный инструментъ по доскѣ по многимъ направленіямъ (также слегка нажимаютъ пальцемъ на края планшета) и затѣмъ снова совмѣщаютъ край пирелля съ проведенной чертой. Если при этомъ линія визированія совпадаетъ съ отмѣченной раньше точкой, то слѣдовательно, мензула достаточно устойчива и не выходитъ изъ даннаго ей положенія.

Принадлежности мензулы. При мензулѣ необходимы приборы, посредствомъ которыхъ: 1) мензульная доска могла быть приводиться въ горизонтальное положеніе; 2) устанавливаться надъ данной точкой на мѣстности; 3) можно было бы визировать на данныя точки и назначать ихъ на планшетѣ, и 4) опредѣлять румбы, или азимуты, направленій.

Если данъ круглый уровень, то онъ ставится на срединѣ доски и дѣйствіемъ подъемныхъ винтовъ пузырекъ также переводится на средину сосуда.

Вилка съ отвѣсомъ. Точки на мензулѣ устанавливаются отвѣсно надъ соотвѣтствующими имъ точками на мѣстности при помощи прибора, называемаго вилкою съ отвѣсомъ (черт. 129). Вилка состоитъ изъ двухъ параллельныхъ брусковъ *a* и *b*, связанныхъ третьимъ *c*.



Черт. 129.

Къ концу бруска *a* прикрѣпленъ мѣдный штифтъ *d*, а къ нижнему бруску *b*, подъ штифтомъ *d*, привязанъ шнуръ съ отвѣсомъ.

Установка точки на мензулѣ отвѣсно надъ соотвѣтствующей ей точкой мѣстности, или центрированіе мензулы, производится такимъ образомъ; вводятъ планшетъ между брусками *a* и *b*, чтобы конецъ штифта *d* (черт. 129) совпалъ съ данной точкой на планшетѣ и мензулу переставляютъ затѣмъ такъ, чтобы шнуръ съ отвѣсомъ былъ при соотвѣтствующей точкѣ *D* мѣстности.

Уклоненіе точки на доскѣ отъ точки на мѣстности, равное 0,001 дюйма, незамѣтно для глаза, а 0,001 дюйма на бумагѣ

въ планѣ для 100-го масштаба = 8,4 дюм. на мѣстности.
» » 50-го » = 4,2 » » »
» » 25-го » = 2,1 » » »

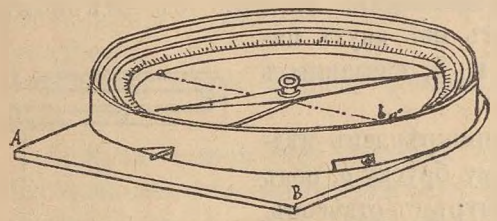
съ такою точностью можно и на глазъ установить данную точку на доскѣ надъ соотвѣтствующей точкой мѣстности. По большей части, мензульная вилка не употребляется при масштабахъ 25-мъ, 50-мъ и 100-мъ, и только при съемкѣ въ болѣе крупныхъ масштабахъ (10—5 саж. въ соткѣ) мензула центрируется при помощи вилки.

Мензульная буссоль служитъ: 1) для приведенія мензулы въ опредѣленное положеніе; 2) для опредѣле-

нія румбическихъ угловъ линій визированія; 3) для провѣшиванія линій подъ данными румбами, или азимутами.

Мензульная буссоль (черт. 130) представляетъ цилиндрическую коробку, дюйма 4 въ діаметрѣ и около $^1/_2$ дюйма высоты.

На высеребренномъ кольцѣ (лимбъ), внутри коробки нанесены дѣленія отъ 0° до 90° такимъ образомъ: по срединѣ коробки проходитъ діаметръ *ab*, на обоихъ концахъ котораго назначается 0°, отъ нулей въ обѣ стороны идутъ дѣленія до 90°. (Или же дѣленія запумерованы отъ 0° до 360°).



Черт. 130.

Въ срединѣ коробки утверждена на шпилѣ магнитная стрѣлка.

Дно буссоли выдается въ одну сторону и ограничивается прямою линіею *AB*; край *AB* долженъ быть параллеленъ діаметру *ab*, проходящему чрезъ 0° и 0°, (или же—чрезъ 0° и 180°).

Повѣрка буссоли. Отъ мензульной буссоли, какъ и отъ всякой буссоли, требуется провѣрка слѣдующихъ условій:

1) Не содержитъ ли буссоль и сама мензула желѣза.

2) Вѣрны ли дѣленія лимба.

3) Уравновѣшена ли магнитная стрѣлка.

4) Не имѣетъ ли стрѣлка эксцентриситета.

5) Достаточно ли остръ шпиль и чувствительна ли магнитная стрѣлка.

6) Совпадаютъ ли магнитная и геометрическая оси стрѣлки.

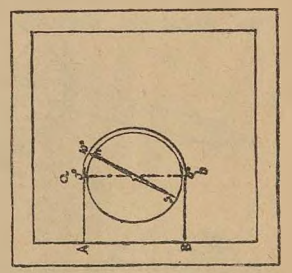
7) Параллеленъ ли діаметръ *ab* съ краемъ *AB*.

Величину этихъ отклоненій придется придать или отнять отъ прочтенныхъ румбовъ, чтобы получить вѣрный отсчетъ.

1) Для установки края доски по магнитному меридіану или истинному поступаютъ такъ: прикладываютъ буссоль краемъ *AB* къ краю доски и, ослабивъ становой винтъ, вращаютъ доску до тѣхъ поръ, пока стрѣлка не совпадетъ съ діаметромъ 0°—0°; тогда закрѣпляютъ становой винтъ и исправляютъ грубую установку микрометрическимъ винтомъ. (Мензула должна быть предварительно приведена въ горизонтальное положеніе).

Если же требуется совмѣстить край доски съ направленіемъ географическаго меридіана, то, приложивъ буссоль краемъ *AB* къ краю доски (черт. 131), вращаютъ доску около оси до тѣхъ поръ, пока стрѣлка концомъ *n* не приметъ существующаго для данной мѣстности, въ данное время, угла склоненія *).

Напримѣръ, если склоненіе восточное 10°, то вращаютъ мензульную доску до тѣхъ поръ, пока магнитная стрѣлка съ линіею *ab* не образуетъ уголъ = 10 (причемъ сѣверный конецъ стрѣлки отклонится вправо отъ *ab*).



Черт. 131.

Совмѣщеніе края планшетной доски съ плоскостью магнитнаго, или истиннаго, меридіана называется оріентированіемъ мензулы по меридіану.

Опредѣленіе величины румбическихъ угловъ данныхъ линій на мѣстности, при помощи мензульной буссоли, производится такимъ образомъ: ставятъ мензулу на той линіи, румбъ которой требуется опредѣлить, приводятъ планшетъ въ горизонтальное положеніе, направляютъ коллимаціонную плоскость визирнаго инструмента по этой линіи, къ линейкѣ визирнаго инструмента прикладываютъ буссоль краемъ *AB* и отсчитываютъ уголъ показываемый стрѣлкой.

Если требуется при данной точкѣ провести линію подъ опредѣленнымъ румбомъ, то ставятъ мензулу въ этой точкѣ, приводятъ планшетъ въ горизонтальное положеніе, къ линейкѣ визирнаго инструмента прикладываютъ краемъ *AB* буссоль и вращаютъ визирный инструментъ съ буссолью до тѣхъ поръ, пока линія *ab* не образуетъ съ магнитной стрѣлкой требуемаго угла; тогда по направленію діоптровъ визирнаго инструмента провѣшиваютъ линію, она будетъ искомою.

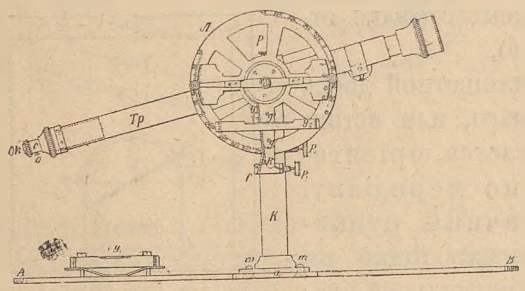
*) См. карта склоненій, листъ 1.

© НТБ СПбГАСУ

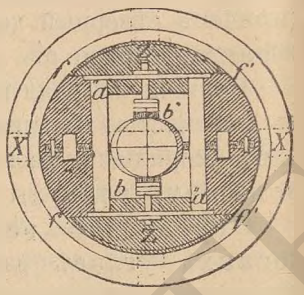
Кипрегель. Кипрегель, употребляемый при мензулахъ нашего военно-топографическаго отдѣла состоитъ изъ мѣдной линейки AB, одинъ край ея скошенъ (черт. 132). На верхней площадкѣ линейки кипрегеля прикрѣпляется почти всегда уровень y.

Закрѣпляется ось вращенія трубы помощью зажимательнаго винта p, а малыя передвиженія сообщаются ей при помощи микрометреннаго винта p_1.

На втулку вертикальнаго круга надѣвается кольцо съ алидадой; перпендикулярно къ алидадѣ придѣланъ къ тому же кольцу рычагъ R и пружина f, зажатые между штифтомъ и микрометреннымъ винтомъ p_2, прикрѣпленными къ колоннѣ. Къ



Черт. 132.



Черт. 133.

рычагу R придѣланъ 2-й уровень y_2. Ось этого уровня ставится параллельно линіи нулей алидады, поэтому движеніе пузырька обнаруживаетъ перемѣщеніе линіи нулей алидады. При дѣйствіи же на рычагъ R микрометреннымъ винтомъ p_2, пузырекъ уровня устанавливается въ прежнее положеніе. На втулку вертикальнаго круга надѣвается еще второе кольцо съ двумя криволинейными рычажками; на ихъ концахъ придѣланы цилиндрическія оправы для лупъ, служащихъ для разсматриванія мелкихъ дѣленій ноніуса.

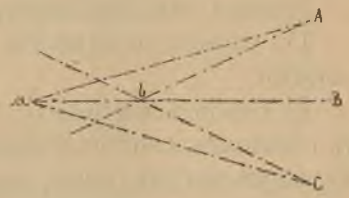
Объективное колѣно трубы кипрегеля вдвигается и выдвигается при помощи винта съ шестернею; окулярное колѣно выдвигается и вдвигается рукою. Сѣтка трубы состоитъ изъ изъ двухъ горизонтальныхъ нитей, укрѣпленныхъ на двухъ пластинахъ (черт. 133) b и b, могущихъ передвигаться въ пазахъ рамочки aa винтами ZZ. Вся рамочка можетъ передвигаться также вправо и влѣво въ пазахъ f и f винтами XX.

Такимъ образомъ, описываемый кипрегель вмѣстѣ съ тѣмъ можетъ служить такъ же, какъ и дальномѣръ. Въ кипрегеляхъ военно-топографическаго отдѣла Главнаго Штаба новѣйшаго устройства волоски сѣтки укрѣпляютъ неподвижно.

Вертикальный лимбъ раздѣленъ на градусы; надписи идутъ отъ каждаго конца линіи нулей въ обѣ стороны—отъ 0 до 60° и отъ 360° до 300°. Нули ноніусовъ совпадаютъ съ нулями лимба при визирной оси. Точность ноніуса равна $2'$.

Параллаксъ нитей. Это явленіе происходитъ отъ неточнаго совмѣщенія плоскости сѣтки съ изображеніемъ предмета въ трубѣ.

Пусть (черт. 134) точка b—пересѣченіе нитей сѣтки, a—не совмѣщенное съ нимъ изображеніе предмета. Когда глазъ наблюдателя находится въ точкѣ B, т. е., на прямой линіи Bba, точка b покажется совмѣщенной съ a; если же глазъ отодвинется въ одну, или другую сторону, то точка a будетъ казаться отходящею отъ b въ ту же сторону: это означаетъ, что изображеніе предмета a находится впереди пересѣченія волосковъ сѣтки. Слѣдовательно, для уничтоженія погрѣшности, необходимо вдвинуть окулярное колѣно въ объективное, т. е. приблизить сѣтку къ изображенію предмета.



Черт. 134.

Если (черт. 134) точка a пересѣченіе нитей сѣтки, а b изображеніе предмета, при точкѣ B глазъ наблюдателя, то точка a представится совмѣщенною съ b; при отклоненіи глаза въ сторону A и C, точка b будетъ казаться отходящею отъ a въ сторону противоположную отклоненію глаза: слѣдовательно, для уничтоженія параллакса необходимо окулярное стекло выдвинуть изъ объективнаго колѣна.

Очевидно, что если плоскость сѣтки и изображеніе предмета совмѣщены въ точкѣ b, то, какъ бы ни отклоняли глазъ вправо и влѣво, вверхъ и внизъ, это совмѣщеніе остается неизмѣннымъ.

Повѣрки кипрегеля *). Требуется:

*) См. „Низшую Геодезію“ Поспавскаго. Практическое руководство для мензульныхъ съемокъ. 1901 годъ.

1) Нижняя поверхность линейки должна быть плоскость; а край линейки долженъ быть прямолинеенъ.

2) Оптическая ось трубы должна быть перпендикулярна къ оси вращенія.

3) Ось вращенія трубы должна быть параллельна нижней плоскости линейки.

4) Плоскость, описываемая оптическою осью трубы, при ея вращеніи: (коллимаціонная плоскость) должна быть параллельна краю линейки, или совпадать съ нимъ.

5) Ось уровня, прикрѣпленнаго къ трубѣ, должна быть параллельна оптической оси трубы и, при горизонтальности оптической оси, нуль ноніуса долженъ совпадать съ нулемъ вертикальнаго лимба, или сектора.

6) Ось уровня прикрѣпленнаго къ линейкѣ кипрегеля, должна быть параллельна нижней плоскости линейки.

Условія эти повѣряются слѣдующимъ образомъ:

1) условіе повѣряется сравненіемъ съ вывѣренной плоскостью.

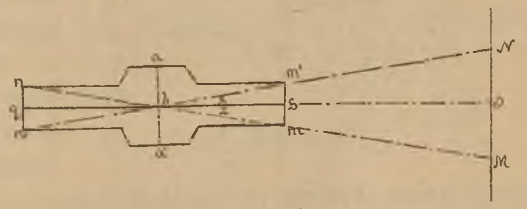
2) Ставятъ кипрегель на мензульную доску, приведенную въ горизонтальное положеніе, наводятъ пересѣченіе нитей сѣтки на какую-нибудь точку, взятую на горизонтальной линіи (карнизъ зданія, конекъ крыши и т. п.), и проводятъ по краю линейки черту. Затѣмъ совмѣщаютъ край линейки кипрегеля съ чертой, съ другой ея стороны, переводятъ трубу чрезъ зенитъ (обращаютъ ее на 180° въ вертикальной плоскости) и снова визируютъ на ту же горизонтальную линію.

Если пересѣченіе нитей сѣтки совмѣстится съ прежней точкой на линіи, то ось оптическая перпендикулярна къ оси вращенія; если же, при второмъ направленіи, линія визированія укажетъ новую точку на той же горизонтальной линіи, то оси не перпендикулярны и положеніе одной относительно другой нужно измѣнить. Этому измѣненію подвергается оптическая ось путемъ перемѣщенія пересѣченія нитей сѣтки вправо или влѣво.

Пусть (черт. 135) ab и a_1b—ось вращенія трубы (при первомъ и второмъ положеніи кипрегеля), nm, и n_1m_1,—оптическая ось трубы (при первомъ и второмъ положеніи кипрегеля) qs—край линейки кипрегеля. При первомъ положеніи, на горизонтальной линіи отмѣчена точка M, при второмъ — точка

N. Линія Ob (точка O—средина MN) будетъ перпендикурна ab по слѣдующему: $\angle m_1ba = \angle mba_1$ (какъ одинъ и тотъ же уголъ, составленный осями—оптической и вращенія), $\angle x = \angle z$ (какъ половины $\angle MbN$ при вершинѣ равнобедреннаго треугольника); поэтому: $\angle m_1ba + \angle x = \angle mba_1 + \angle z$, или $\angle abs = \angle sba_1$; послѣдніе, по положенію, углы смежные, слѣдовательно прямые, т. е. линія $Ob \perp ab$.

Если трубу нельзя перевести черезъ зенитъ, то изслѣдуютъ это условіе такимъ образомъ: наводятъ пересѣченіе нитей сѣтки на верхнюю точку вертикальной линіи, затѣмъ, вращая трубу къ низу, наблюдаютъ за движеніемъ точки пересѣченія нитей: если путь этой точки—прямая линія (совпадающая, или не совпадающая съ отвѣсной линіей — безразлично), то оптическая ось перпендикулярна къ оси вращенія; если же этотъ путь будетъ нѣкоторая кривая, которая сначала отдѣляется отъ отвѣсной, затѣмъ приближается къ ней и, наконецъ, пересѣчетъ отвѣсную линію гдѣ-нибудь внизу, то это обстоятельство укажетъ на то, что оптическая ось, при вращеніи, описываетъ коническую поверхность, а слѣдовательно, оптическая ось не перпендикулярна къ оси вращенія. Погрѣшность уничтожаютъ передвиженіемъ сѣтки вправо, или влѣво, на столько, чтобы движеніе точки пересѣченія нитей по кривой замѣнилось движеніемъ по прямой линіи.

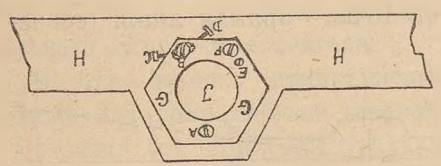


Черт. 135.

3) Пересѣченіе нитей сѣтки направляютъ на какую-нибудь высоко лежащую точку и подъ нею замѣчаютъ какую-нибудь другую точку, лежащую въ одной коллимаціонной плоскости съ первой (понижая для этого трубу, отнюдь не сдвигая съ мѣста линейки кипрегеля). Затѣмъ переставляютъ кипрегель приблизительно на 180°, трубу переводятъ чрезъ зенитъ, снова наводятъ пересѣченіе нитей сѣтки на верхнюю точку, также, не сдвигая линейки кипрегеля съ мѣста, уклоняютъ трубу и набдюдаютъ—совпадетъ ли пересѣченійе нитей съ отмѣченной нижней точкой. Если совпаденіе произошло, то ось вращенія параллельна нижней плоскости линейки; если же пересѣченіе

нитей отойдетъ отъ нижней, прежде означенной, точки на нѣкоторое разстояніе по горизонтальному направленію, то, дѣйствуя винтомъ E (черт. 136), уклоняютъ колонну настолько, чтобы пересѣченіе нитей передвинулось на средину между двумя нижними точками.

Если же труба не можетъ быть переведена чрезъ зенитъ, то повѣрка видоизмѣняется. Инструментъ ставятъ на мензулу, которую приводятъ въ горизонтальное положеніе; наводятъ пересѣченіе нитей на отвѣсную линію; если, при уклоненіи трубы, пересѣченіе нитей не сойдетъ съ отвѣса, то условіе выполнено, въ противномъ случаѣ исправляютъ погрѣшность по предъидущему.



Черт. 136.

Если выполнены 3-е и 4-е условія, то оптическая ось трубы, при вращеніи будетъ описывать плоскость, перпендикулярную къ нижней плоскости линейки.

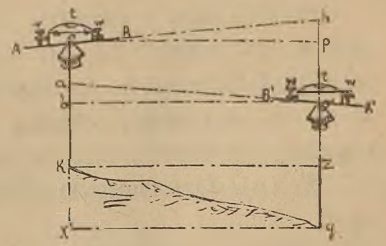
4) Ставятъ кипрегель на мензульную доску, приведенную въ горизонтальное положеніе, замѣчаютъ какую-нибудь точку по линіи визированія трубою и по краю кинейки проводятъ линію; въ конечныя точки этой линіи утверждаютъ вертикально иглы и визируютъ чрезъ нихъ. Если линія визированія черезъ иглы совмѣстится съ отмѣченной точкой, то оптическая ось описываетъ, при пращеніи своемъ, плоскость, совпадающую съ краемъ линейки, или параллельную краю; если же, при визированіи черезъ иглы, отмѣчена будетъ иная точка, то, для исправленія погрѣшности, дѣлятъ разстояніе между точками визированія пополамъ и, дѣйствуя винтами C и D (черт. 136), перемѣщаютъ колонну въ горизонтальной плоскости на столько, чтобы пересѣченіе нитей сѣтки совмѣстилось съ точкою, находящеюся на линіи визированія по краю линейки (чрезъ иглы).

5) Для повѣрки этого условія поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Кипрегель ставятъ на подставку (мензулу) въ какой-нибудь точкѣ k мѣстности (черт. 137); на разстояніи 30—50 с., въ точкѣ q, ставятъ вертикально рейку (саженный или двухъ саженный брусъ съ дѣленіями на десятыя и сотыя доли сажени). Нуль ноніуса совмѣщаютъ съ нулемъ вертикальнаго

лимба, или сектора и движеніемъ подставки приводятъ пузырекъ t уровня на средину трубки.

Пусть ось mn уровня не параллельна оптической оси трубы AB, и, вмѣсто горизонтальной op, проектируется линія визированія oh, отмѣчающая высоту рейки qh. Измѣривъ высоту инструмента ko, переносятъ его въ точку q и устанавливаютъ по предыдущему, рейку же—въ точку k, и снова берутъ высоту рейки ak, и высоту инструмента qo'. Если (черт. 137) проведемъ горизонтальныя линіи kz и xq, то получится слѣдующее: $kx = xo - ko = qp - ko = qh - ph - ko$, и $zq = qo_1 - zo_1$ $qo_1 - kb = qo_1 - ka + ba$; но такъ какъ $kx = zq$, то $qh - ph - ko = qo_1 - ka + ba$.

Назовемъ высоты реекъ, qh и ka буквами h и a; высоты инструментовъ, ko и qo, буквами i и i'; погрѣшность, $ph = ba$, выражающую степень отклоненія оптической оси трубы отъ горизонтальнаго положенія, чрезъ букву f; получимъ, при означенной замѣнѣ:


Черт. 137.

$$h - f - i = i' - a + f$$

или $h + a - i - i' = f$; отсюда

$$f = \frac{(h + a) - (i + i')}{2}.$$

Если $f =$ нулю, то линія визированія горизонтальна, при горизонтальности оси уровня и совпаденія нуля ноніуса съ нулемъ сектора (или лимба); если $f = +m$, то линія визированія уклоняется кверху отъ горинтальной; при $f = -m$, оптическая ось уклоняется къ низу отъ горизонтальной.

Отсюда очевидно, что если, по опредѣленіи величины f и направленія наклона, не снимая инструмента съ точки q, повернуть трубу на горизонтальной оси вращенія настолько, чтобы пересѣченіе нитей совмѣстилось съ точкой a, то оптическая ось будетъ горизонтальна; вслѣдъ затѣмъ, исправительными винтами w, w, переводятъ средину пузырька уровня, прикрѣпленнаго къ трубѣ, на средину трубки, т. е. приводятъ и ось уровня въ горизонтальное положеніе; двѣ линіи: оптическая ось трубы и ось уровня, какъ горизонтальныя, будутъ парал-

ОТПЕЧАТОКРАЙ

лельны. Вмѣстѣ съ тѣмъ замѣчаютъ: на какую дугу отошелъ нуль ноніуса отъ нуля сектора и, если при ноніусѣ есть исправительные винты, то перемѣщаютъ его до совпаденія нулей; въ противномъ же случаѣ записываютъ величину замѣченнаго несовпаденія нулей, принимая во вниманіе эту погрѣшность при измѣреніи даннымъ кипрегелемъ угловъ наклоненія линій, прибавляя, или отнимая ее отъ величины угловъ, смотря по тому—въ какую сторону отъ нуля сектора измѣряются углы наклоненія.

Если уровень прикрѣпленъ къ колоннѣ, то его ось предварительно приводятъ въ положеніе параллельное нижней плоскости линейки (см. повѣрка уровня) и тогда, при предыдущей провѣркѣ, ось уровня, какъ приведенная уже при установкѣ инструмента въ горизонтальное положеніе и не измѣняющая своего положенія отъ наклона трубы, оставляется безъ измѣненія.

Необходимо замѣтить, что если, при разстояніи инструмента отъ рейки въ 50 саж., величина f будетъ на болѣе 0,002—0,003 саж., то такую погрѣшность можно не принимать во вниманіе, считая ее происшедшею отъ допустимой ошибки отсчетовъ высоты рейки и инструмента.

5) (a). Означенную повѣрку производятъ еще такимъ образомъ.

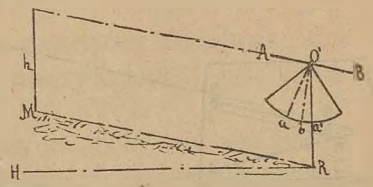
Ставятъ кипрегель на горизонтальной доскѣ мензулы въ точкѣ M мѣстности (черт. 138), а въ другой точкѣ R, въ разстояніи 30—50 саж. отъ инструмента, ставятъ вертикально колъ h, равный высотѣ инструмента MO. Наводятъ пересѣченіе нитей трубы BA на верхушку кола h и опредѣляютъ: на какую дугу ab отошелъ нуль ноніуса a отъ нуля сектора b. Мѣняютъ положеніе инструмента и кола (черт. 139) и, направивъ BA на верхушку кола h, опять замѣчаютъ величину дуги ba_1.

Такъ какъ величина угла наклоненія, MRH, опредѣленная при первомъ и второмъ положеніи инструмента, одна и та же, то, опредѣленныя по дугѣ сектора, величины ba и ba^1 должны быть равны, если кипрегель въ изслѣдуемомъ отношеніи вѣренъ. Въ случаѣ неравенства дугъ ba и ba^1, при совмѣщеніи нуля ноніуса съ точкой дѣленія дуги aa^1 пополамъ, получимъ вѣрное положеніе нуля ноніуса по сектору. Отмѣченную погрѣшность, отклоненіе нуля ноніуса отъ нуля сектора, равняющуюся полуразности дугъ ba и ba^1, принимаютъ во вниманіе при измѣреніи угловъ наклоненія. Чтобы ось уровня, прикрѣпленнаго къ трубѣ, привести въ положеніе параллельное оптической оси, устанавливаютъ нуль ноніуса на полученную точку—средину дуги aa^1 и дѣйствіемъ повѣрительныхъ винтовъ приводятъ средину пузырька на средину трубки.

Уголъ наклоненія MRH, опредѣленный въ верхней точкѣ M линіи MR (черт. 138) называется угломъ пониженія линіи MR;—опредѣленный же въ нижней точкѣ R (черт. 139) называется угломъ повышенія линіи RM.



Черт. 138.



Черт. 139.

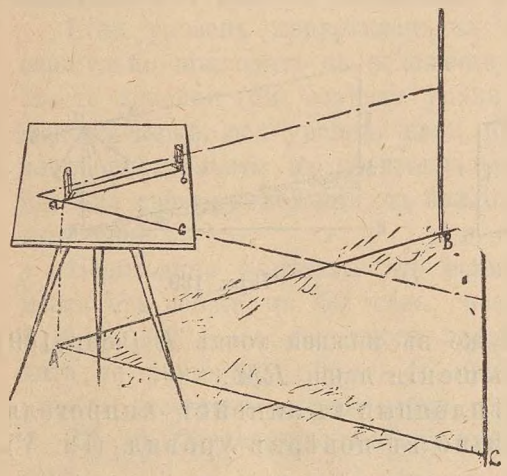
6) Уровень, прикрѣпленный къ линейкѣ кипрегеля, повѣряется, какъ сказано въ повѣркѣ уровня. (Гл. V).

Опредѣленіе величины угловъ, установка и оріентировка мензулы.

1) Данъ на мѣстности уголъ BAC, требуется нанести его на мензульную доску (черт. 140). На доскѣ чертится произвольная линія ac, соотвѣтствующая AC на мѣстности.

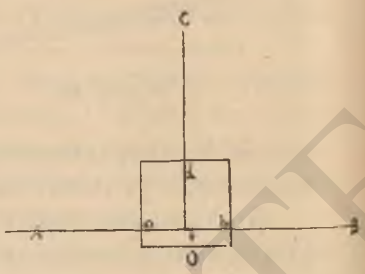
Устанавливаютъ мензулу такъ, чтобы точка a была отвѣсно надъ точкою A мѣстности (центрируютъ мензулу); приводятъ планшетъ въ горизонтальное положеніе; приставляютъ алидаду, или кипрегель, краемъ линейки по линіи ac, ослабляютъ становой винтъ и вращаютъ планшетъ въ одну и другую сторону, пока линія визированія чрезъ діоптры не совпадетъ съ вѣхою, поставленною въ точкѣ C. Такимъ образомъ линія ac будетъ совмѣщена съ AC; это совмѣщеніе называется оріентировкой мензулы по данной линіи. Чѣмъ длиннѣе на

доскѣ линія, по которой производится оріентировка, тѣмъ точное совмѣщеніе края линейки, а слѣдовательно тѣмъ совершеннѣе оріентировка. Затѣмъ закрѣпляютъ становой винтъ, повѣряютъ горизонтальность планшета уровнемъ, исправляютъ погрѣшность оріентировки микрометрическимъ винтомъ и, придерживая край линейки визирнаго снаряда около точки a, двигаютъ линейку около этой точки до тѣхъ поръ, пока линія визированія не совпадетъ съ точкою B: тогда по краю алидады проводятъ черту ab, полученный уголъ $bac =$ = проекціи угла BAC.



Черт. 140.

Если требуется построить на мѣстности при точкѣ A на линіи AC уголъ, равный $\angle$ abc на мензулѣ (черт. 140), то поступаютъ такъ: установивъ мензулу точкою a отвѣсно надъ точкой A мѣстности, оріентируютъ ac по AC, приводятъ планшетъ въ горизонтальное положеніе, исправляютъ ошибку оріентировки микрометрическимъ винтомъ, прикладываютъ алидаду, или кипрегель, краемъ къ линіи ab и по направленію линіи визированія ставятъ вѣху B; $\angle BAC = \angle abc$.



Черт. 141.

2) Изъ точки на линіи возстановить къ ней перпендикуляръ.

Дана линія AB, къ ней въ точкѣ O требуется возстановить перпендикуляръ. (Черт. 141).

Предварительно на планшетѣ чертится произвольная прямая ab; къ ней въ какой-либо точкѣ q возстановляютъ перпендикуляръ qd. Устанавливаютъ мензулу точкой q отвѣсно надъ точкой O мѣстности; приводятъ доску въ горизонтальное положеніе и оріентируютъ линіей ab по AB; къ qd приставляютъ алидаду, или кипрегель и по направленію линіи визированія ставятъ вѣху C: линія CO будетъ перпендикулярна AB.

3) Изъ точки C требуется опустить на линію AB перпендикуляръ. (Черт. 141). По предыдущему, чертятъ на доскѣ мензулы $qd \perp ab$; идутъ съ мензулой по AB, выбирая такую точку O, въ которой мензула, оріентированная линіей ab по AB, имѣла бы qd направленною на C. Очевидно, тогда точка O будетъ подошва перпендикуляра, опущеннаго изъ точки C.

4) Пусть (черт. 142) по двумъ даннымъ точкамъ A и B требуется опредѣлить положеніе третьей C на планшетѣ.

Линія AB измѣряется и наносится на доску, въ масштабѣ, въ видѣ линіи ab. Мензула устанавливается отвѣсно точкою a надъ точкой A и оріентируется линіей ab по AB. Прикладываютъ алидаду, или кипрегель, краемъ линейки къ точкѣ a и передвигаютъ ее до тѣхъ поръ, пока линія визированія не совпадетъ съ точкою C, тогда по краю линейки проводятъ черту am. Переставляютъ мензулу въ точку B; ставятъ ее точкою b отвѣсно надъ точкой B; оріентируютъ линіей ba по BA; дѣлаютъ направленіе на точку C, по предыдущему, и по краю линейки проводятъ черту bn, которая пересѣчетъ am въ точкѣ c, соотвѣтствующей точкѣ C мѣстности (по подобію треугольниковъ ACB и acb, такъ какъ $AC: ac = BC: bc = AB: ab$).

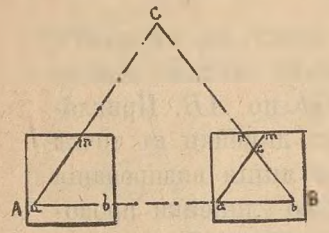
Такое опредѣленіе третьей точки по двумъ даннымъ, когда мензула ставится въ данныхъ точкахъ, называется прямой засѣчкой, или засѣчкою впередъ.

5) Пусть (черт. 143) по даннымъ точкамъ A и B требуется опредѣлить третью C, но въ точкѣ B нельзя поставить мензулу. Тогда употребляется способъ обратной засѣчки, или засѣчки назадъ. Онъ состоитъ въ слѣдующемъ: на доскѣ чертится линія ab, равная въ масштабѣ AB; мензула устанавливается точкою a отвѣсно надъ точкою A и оріентируется по линіи AB. По закрѣпленіи доски становымъ винтомъ, прикладываютъ алидаду, или кипрегель, краемъ линейки къ точкѣ a, визируютъ на точку C и по краю линейки проводятъ черту

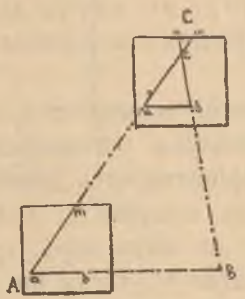
© ГПИБ ОРАН

am. Затѣмъ переносятъ мензулу въ точку *C* и оріентируютъ линіей *ma* по *CA*; прикладываютъ алидаду, или кипрегель, однимъ краемъ линейки къ точкѣ *b*, а другой передвигается до тѣхъ поръ, пока линія визированія не укажетъ на точку *B*; тогда по краю линейки проводятъ черту *bn*: она пересѣчется съ линіей *am* въ точкѣ *c*, которая и будетъ соотвѣтственна точкѣ *C* на мѣстности (по подобію треугольниковъ *ABC* и *abc*).

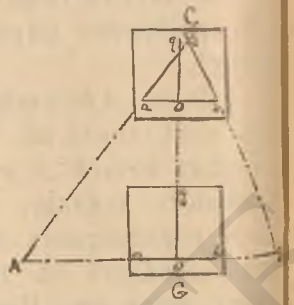
6) Если (черт. 144) нельзя поставить мензулу ни въ *A*, ни въ *B*, то ставятъ ее въ какой-нибудь точкѣ *G* между *A* и *B*; оріентируютъ линію *ab* по *AB* и направляютъ линію визированія отъ точки *O* (отвѣсной надъ *G*) на точку *C*; по



Черт. 142.



Черт. 143.



Черт. 144.

этому направленію проводятъ линію *qo*. Затѣмъ переходятъ съ мензулой въ точку *C*, оріентируютъ ее линіей *qo* по *CG* и, приставивши алидаду, или кипрегель, краемъ линейки сначала при точкѣ *a*, потомъ при *b*, визируютъ на *A* и *B* и проводятъ эти направленія на доскѣ: пересѣченіе ихъ дастъ точку *c*, соотвѣтствующую точкѣ *C* на мѣстности (по подобію треугольниковъ *acb* и *ACB*).

Въ точкѣ на доскѣ, около которой вращается алидада, или кипрегель, обыкновенно, для удобства, утверждаютъ вертикально тонкую стальную иглу *).

Производство полевыхъ работъ вообще.

Условные знаки. Приступая къ съемкѣ слѣдуетъ, прежде всего, обучить рабочихъ къ исполненію возложенныхъ на нихъ

*) Другіе частные примѣры см. Низшая Геодезія Поспавскаго.

обязанностей, а также всѣмъ условнымъ знакамъ. Затѣмъ какъ всегда до производства съемокъ необходимо тщательно повѣрить инструменты. Прежде всего надлежитъ провѣрить сѣтку кипрегеля. Передъ выходомъ на работу нужно поставить мензулу съ кипрегелемъ надъ однимъ коломъ, а къ другому на разстояніи 100 саж. послать рейку и убѣдиться, что волоски съ мѣста не сдвинулись, а стоятъ вѣрно и на сто саженномъ разстояніи покрываютъ 100 дѣленій на рейкѣ. Повѣрка эта необходима потому, что винтики, которыми ставятъ волоски въ кипрегелѣ отъ небрежнаго обращенія, нерѣдко сдвигаются.

Установка волосковъ дальномѣра. Установка волосковъ кипрегеля для измѣренія разстояній съ подвижными волосками дѣлается такимъ образомъ: выбирается ровное мѣсто и точно отмѣряется 100 саж. На концахъ слѣдуетъ забить колья. Надъ однимъ коломъ ставятъ мензулу, а на нее кипрегель и къ другому колу посылаютъ рабочаго съ рейкой (реечника).

Реечникъ ставитъ у кола рейку перпендикулярно. Смотря въ трубу кипрегеля, отверткой осторожно раздвигаютъ и сближаютъ верхній волосокъ, такъ чтобы между верхнимъ и среднимъ волосками строго помѣстилось 50 дѣленій рейки напр. 0,50 саж. Нижній волосокъ устанавливаютъ точно также, какъ верхній. Теперь мы имѣемъ рейку, установленную на 100 саж. такъ, что каждое дѣленіе на рейкѣ между крайними волосками соотвѣтствуетъ разстоянію одной сажени, промѣренной на землѣ, или каждое дѣленіе рейки между крайнимъ и среднимъ равно 2 саженямъ. Если рейка, по которой поставлены волоски имѣетъ 200 дѣленій, то такою рейкою можно измѣрять разстоянія до 200 саж. отсчитывая точно дѣленія рейки между крайними волосками. Можно по этой же рейкѣ измѣрять разстоянія и болѣе 200 саж. (однако не болѣе 400 саж.), но нужно всякій разъ считать по рейкѣ 2 раза: между верхнимъ и среднимъ и между среднимъ и нижнимъ и взять сумму.

Очень длинная рейка тяжела, изъ легкаго сухого лѣса можно допустить длину до 3-хъ саж. при 2-хъ вершкахъ ширины. Дѣленія на рейкѣ должны быть чисты и четки, почему дѣленія стертыя надо возобновлять.

Измѣряя длинную линію дальномѣромъ лучше лишній разъ встать съ инструментомъ, тогда точность измѣреній будетъ гораздо вѣрнѣе и въ такомъ случаѣ, откладывая на планѣ ра-

© ГПБ СПбАН

стоянія по прямой линіи нужно каждый разъ брать сумму разстояній.

Кипрегеля съ постоянными нитями и приготовленіе реекъ во время полевыхъ работъ. Въ такихъ кипрегеляхъ волоски нельзя поставить по рейкѣ, а нужно рейку приготовить по волоскамъ. Отмѣривъ 100 саж. и забивъ колья, ставимъ мензулу на одномъ колу, а къ другому колу посылаемъ готовую рейку и отсчитываемъ число дѣленій рейки, заключающееся между крайними волосками. Потомъ беремъ новую, не крашеную рейку и, отложивъ виденное въ трубу число дѣленій рейки, раздѣлимъ новую рейку точно на 100 дѣленій, которыя будутъ заключаться между крайними волосками на 100 саженномъ разстояніи. Каждое дѣленіе на рейкѣ, заключенное между крайними волосками, будетъ равно 1 сажени. Нужно при этомъ повѣрить находится ли средній волосокъ точно на срединѣ рейки. Если средній волосокъ окажется не на срединѣ, то такою рейкою измѣрять разстоянія слѣдуетъ только между крайними волосками; или же каждый крайній съ среднимъ и брать сумму.

Можно впрочемъ работать какой угодно рейкой, но нужно составить особый реечный масштабъ, такъ напр.: положимъ, что между крайними волосками кипрегеля помѣщается (а) дѣленій рейки, стоящей въ разстояніи 100 саж. отъ кипрегеля, тогда каждому дѣленію будетъ соотвѣтствовать разстояніе $\frac{100}{a}$ саж. Если съемка производится въ масштабѣ 50 саж. въ дюймѣ то каждому дѣленію будетъ соотвѣтствовать $\frac{100}{a}50$. Для того, чтобы построить реечный масштабъ, графически нужно взять съ масштаба эту послѣднюю длину, принимая дюймъ за 50 саж. и принявъ ее за единицу, какъ бы за дюймъ, построить на ней десятичный масштабъ. Масштабъ этотъ будетъ служить для откладыванія разстояній по отсчитанному числу дѣленій рейки, также какъ нормальный масштабъ служитъ для откладыванія даннаго числа саженъ.

Можно составить взамѣнъ графическаго масштаба таблицу: положимъ, что между крайними волосками кипрегеля помѣщается 72 дѣленія рейки, поставленной въ разстояніи 100 саж. отъ кипрегеля.

Отсюда будемъ имѣть: 0,72 дѣл. рейки=1 саж., 1,44 дѣл. рейки=2 саж. 2,16 дѣл. рейки=3 саж., 2,88 дѣл. рейки=4 саж., 3,6 дѣл. рейки=5 саж., 4,32 дѣл. рейки=6 саж., 5,04 дѣл. рейки=7 саж., 5,76 дѣл. рейки=8 саж., 6,48 дѣл. рейки=9 саж., 7,2 дѣл. рейки=10 саж. и т. д.

Не слѣдуетъ полагаться на память, а нужно непремѣнно записать въ журналъ высоту разстояніе въ зависимости отъ цѣны дѣленія рейки, для чего въ журналѣ слѣдуетъ начертить эскизъ рейки и обозначить на ней перпендикулярными линіями волоски сѣтки кипрегеля, покрывающей число дѣленій рейки отстоящей на 100 саж. разстоянія и между волосковъ написать число саженъ. Имѣя такой чертежикъ передъ собой, въ полѣ, всегда безошибочно можемъ провѣрить отсчетъ по рейкѣ и разстояніе.

Измѣреніе вертикальныхъ угловъ. Поставивъ мензулу, приводимъ ее въ горизонтальное положеніе по уровню помѣщенному на линейкѣ кипрегеля. На рейкѣ надо самому придѣлать подвижный показатель, изъ ленточки, коимъ отмѣряемъ высоту инструмента равную высотѣ горизонтальной оси вращенія трубы кипрегеля надъ точкою бывшей или будущей вѣхи (землею). Высоту инструмента нужно измѣрять на каждой точкѣ стоянія строго, а не довольствоваться примѣрною. Высота инструмента записывается въ журналъ высотъ, ниже прилагаемый № 1, противъ буквы $K=0{,}64$. Посылаемъ рейку на точку и отсчитавъ по ней напр. 73 саж. записываемъ въ журналъ высотъ противъ Д столько то саженъ. Когда вертикальный кругъ относительно трубы находится съ правой стороны, то наводимъ пересѣченіе волосковъ вертикальнаго и средняго горизонтальнаго на высоту инструмента, отмѣренную и отмѣченную на рейкѣ и закрѣпляемъ трубу въ этомъ положеніи (верхнимъ винтомъ). Микрометрическимъ винтомъ приводимъ пузырекъ уровня, при верніерахъ, на средину и повѣривъ въ трубу покрываемъ пересѣченіемъ волосковъ мѣтку на рейкѣ (если пересѣченіе волосковъ сошло съ мѣста, то нужно микрометреннымъ винтомъ поправить), беремъ отсчеты по двумъ противоположнымъ верніерамъ, для устраненія ошибки эксцентрицитета $360^\circ\ 55'$ и $360^\circ\ 57'$ запишемъ, для краткости въ журналѣ высотъ противъ круга правый (=) не $360^\circ\ 55'$ и $360^\circ\ 57'$, а отбросивъ 360 пишемъ для упрощенія: $0^\circ\ \frac{55'}{57'}$ и затѣмъ переставляемъ кипрегель на мензулѣ на 180°, переводимъ трубу черезъ зенитъ

и снова визируемъ на ту же мѣтку на рейкѣ, т. е. на высоту инструмента. При этомъ положеніи вертикальный кругъ будетъ слѣва отъ трубы. Закрѣпивъ трубу въ этомъ положеніи приводимъ вновь на средину пузырекъ уровня при верніерахъ, повѣряемъ визированіе и беремъ отсчетъ (снова по двумъ противоположнымъ верніерамъ=359° 5′ и 359° 3′; для сокращенія записываемъ въ журналъ высотъ полностью, противъ круга лѣваго (буква Л) $359^0\ \frac{5'}{3'}$). Какъ показано въ журналѣ.

Выводимъ среднее изъ отсчетовъ кр. п. и кр. л. и записываемъ только минуты такъ, какъ показано въ журналѣ высотъ, такимъ образомъ получимъ мѣсто нуля на кругѣ (въ журналѣ мѣсто нуля на кругѣ обозначено буквою О).

Поясненіе къ журналу высотъ.

№ 1 = Точка стоянія. № 2 = На что визируемъ.
H' = Высота вѣхи на точкѣ стоянія.
K = Высота инструмента.
K' = Высота визируемой вѣхи.
D = Горизонтальное разстояніе между точками.
N = Высота точки стоянія надъ уровнемъ моря.
$H = N + h$ = Высотѣ опредѣляемой вѣхи надъ уровнемъ моря.
$П$ = Отчетъ при кругѣ справа.
$Л$ = Отчетъ при кругѣ слѣва.
O = Мѣсто нуля на кругѣ высотъ.
a = Истинный уголъ.
lgd = Логарифмъ разстоянія. lga = Логарифмъ угла.
lgh' = Логарифмъ числа.
h' = Неисправленная разность высотъ.
r = Поправка отъ сферическаго вида земли и рефракціи.
$j = h' + k + r$ или $-h' - k + r$.
k' = Высота визируемой вѣхи надъ грунтомъ.
h = Исправленная разность высотъ.
h пр. = Испр. разность высотъ при визированіи впередъ.
h обр. = Испр. разность высотъ при обратномъ визированіи.
h ср. = Средняя величина изъ наблюденій впередъ и обратно.

Журналъ № 1.

№ 1.	**Точка около палатки**			H' = K = 0,64
№ 2	П	0° — 55/57	56′	lgd 1,8633	hпр =
				lga 8,2120	hобр =
	Л	359° — 5/3	4′	lgh′ 10,0753	hср =
				h′ = + 1,19	
Высота инструм.	О	360°	0′	k + r = + 0,00	
D = 73	А	+ 0°	56	j =	
N = 117,26				k′ =	
H = 116,07				h = + 1,19	
№ 1.				H' = K =	
№ 3	П	359° — 29/30	29′.5	lgd	hпр =
Основаніе вѣхи				lga	hобр =
	Л	0° — 31/32	31′,5	lgh′	hср =
				h′ = — 9,92	
K′ =	О	360°	0′.5	k + r = + 0,81	
D = 1100	А	— 0°	31′	j =	
N = 117,26				k′ =	
H = 108,15				h = — 9,11	
№ 1.	**Точка около палатки.**			H' = K = 0,64	
№ 5	П	2° — 24/22	23	lgd	hпр =
Верхъ вѣхи.				lga	hобр =
	Л	357° — 38/36	37	lgh′	hср =
				h′ = — 6,66	
K′ = 2,30 саж.	О	360°	0′	k + r = + 0,65	
D = 160	А	+ 2°	23′	j = + 7,31	
N = 117,26				k′ = — 2,30	
H = 122,3				h = + 5,01	

©ГПНТБ СОРАН

Выводъ мѣста нуля (М. О.) или иначе опредѣленіе поправки отъ несовпаденія нуля верніера съ нулемъ лимба.

Топографы при съемкѣ не стараются особенно точно производить поправокъ зрительной трубы кипрегеля (какъ это дѣлается при теодолитныхъ или тахеометрическихъ работахъ) по совпаденіи нуля верніера съ нулемъ лимба при горизонтальномъ положеніи трубы, а опредѣляютъ непосредственными взглядами трубы, при поворотѣ ея на 180° эту расходимость и какъ поправку вводятъ въ разсчетъ, записывая эту поправку какъ «выводъ мѣста нуля» въ журналъ.

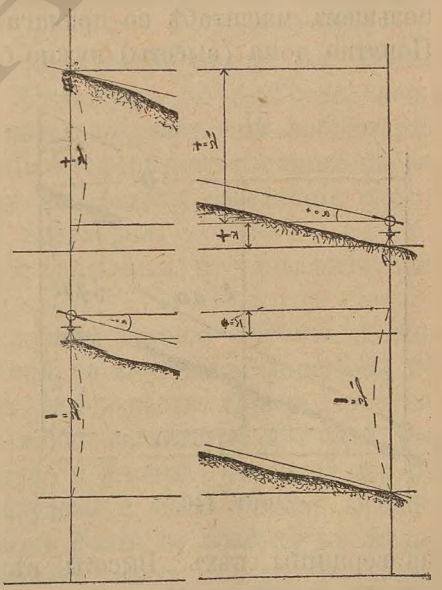
При веденіи линіи изыскатель употребляетъ внѣшніе углы, какъ болѣе удобнѣе,—меньшіе. Тоже самое и при съемкахъ можно бы для упрощенія подсчетовъ опредѣлять углы дѣйствительной величиной угла, а не дополненіемъ до 360°. Допустивъ это выводъ мѣста нуля, самый уголъ, какъ средній при поворотѣ кипрегеля на 180° получается сразу, а именно, если данный уголъ = 10°20 и 10°30, то поправка вслѣдствіе несовпаденія нулей (т. е. выводъ мѣста нуля) опредѣлится сразу $\frac{10°30 - 10°20}{2} = 5'$. Уголъ же $= \frac{10°30' + 10°20'}{2} = 10°25'$. Зная поправку + 5′ и величину одного взгляда 10°20′ можно обойтись безъ поворота кипрегеля 180°, такъ какъ достаточно прибавить эти 5′ и получимъ вѣрный уголъ 10°25′. Тѣмъ не менѣе ввиду возможности прочета слѣдуетъ всегда брать оба показателя, поворачивая кипрегель на 180° и сличая средній уголъ съ угломъ взятымъ при первомъ взглядѣ ± поправки.

При записяхъ угловъ въ журналъ надлежитъ величину угла при первомъ взглядѣ (правый кругъ) записывать безъ 360°, т. е. прямо писать 10°30′, а при второмъ взгдядѣ (кр. лѣв.) 349°40′ (т. е. 10°20′).

Это необходимо во первыхъ для того, чтобы въ случаѣ описки въ прочетѣ при первомъ взглядѣ обнаружить таковую при второмъ, отсчитывая ту же величину 349°40°′ которую въ дѣйствительности показываетъ при поворотѣ верніеръ; во вторыхъ, для того, чтобы въ случаѣ описки и помарки въ знакѣ + или — въ показаніи величины угла узнать каковъ данный уголъ выше или ниже горизонта, т. е. съ повышеніемъ или пониженіемъ. При опредѣленій сред. угла придется тогда брать

*) М. О. мѣсто нуля.

величину угла, перваго не 10°30′, а прибавивъ 360, т. е. 370°30′. При опредѣленіи угловъ, возвышенія (+) или пониженія (—) слѣдуетъ, чтобы всякій разъ при отсчетѣ угла, пересѣченіе волосковъ покрывало желаемую для угла точку, а пузырекъ уровня при верніерахъ долженъ быть строго на срединѣ. Пузырекъ уровня при верніерахъ приводитъ винтомъ на середину рабочій стоящій у мензулы съ зонтомъ. Черт. 145.



Черт. 145.

Говоря теоретически мѣсто нуля должно быть 0, почему на практикѣ помощью винтовъ исправляетъ ошибку и тогда при самомъ маленькомъ углѣ видно какой это уголъ: пониженія или повышенія.

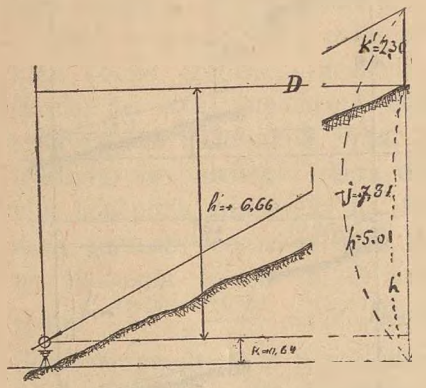
Имѣя истинный уголъ и разстояніе высота получается сразу изъ таблицы высотъ*), находя ее при данномъ углѣ готовой въ соотвѣтственной графѣ. Въ случаѣ если таблицъ не имѣется высоту можно легко вычислить логарифмически:

1) логарифмъ для $d = 73$ саж. $lg.\ d = 186{,}33$,

2) логарифмъ тангенсовъ $lg\ .\ a = 821{,}20$, получаемъ логарифмъ h' $(lg\ .\ h)' = 10{,}0753$ жур. I. противъ числа 0,753 имѣемъ 1,189. Высоты пишутся съ 2 десятичными знаками, а потому въ журналѣ высотъ противъ не исправленной разности высотъ h' запишемъ 1,19. Высота инструмента (K) въ разсчетъ въ данномъ случаѣ не принимается потому, что мы наблюдали на высоту же инструмента. Осталось исправить неисправленную высоту h' только поправкой отъ сферическаго вида земли и рефракціи, что при съемкахъ на дальнее разстояніе необходимо. Въ таблицѣ поправокъ, поправка эта на 73 саж. = 0,00. Исправленную такимъ образомъ высоту пи-

*) Таблица высотъ Кавказскаго межеваго отдѣла въ Владикавказѣ. Г. Краевски.

шемъ противъ $h' = 1{,}19$. При вычисленіи угловъ логарифмы замѣняются таблицами разностей высотъ, весь разсчетъ получается такимъ образомъ готовый. Въ таблицахъ находимъ противъ угла 0°56′ и горизонтальнаго разстоянія—7300 саж. (переставивъ запятую на 2 десятичныхъ знака) 1,19 саж. Въ полѣ, для рисовки горизонталей, можно пользоваться масштабомъ высотъ, которые надо составить самому въ возможно большемъ масштабѣ по прилагаемому чертежу (чер. листъ IV). Понятно дома (высоты) нужно будетъ вычислить, по логарифмамъ или таблицѣ.



Черт. 146.

Высота инструмента, какой бы уголъ мы ни брали всегда будетъ со знакомъ (+), что видно изъ прилагаемыхъ чертежей. Для полученія (h) нужно къ h' придать высоту инструмента и поправку отъ рефракціи и сферичности $= (h' + k + r = h)$.

Когда на вѣхахъ нѣтъ мѣтки высоты инструмента и не видно основаніе вѣхи, тогда берутъ углы (черт. 146 и жур. I) на вершины вѣхъ. Высоты вѣхъ измѣряются до постановки ихъ въ грунтъ и мѣра ихъ записывается въ журналъ высотъ.

Для примѣра возьмемъ уголъ 2°23′ и разстояніе 160 саж. По таблицѣ разностей высотъ для вѣхи № 5 (см. журналъ) противъ даннаго угла и разстоянія въ 160 саж. находимъ $h' = +6{,}66$; а потому j высота верха вѣхи № $5 = h' + k + r = 6{,}66 + 0{,}65 + 0{,}01 = 7{,}31$ с. Низъ вѣхи $= j - k' = 5{,}01$. Высота вѣхи № 4 согласно (черт. 5) $h = h' - (k + r) + k'$ со знакомъ минусъ, такъ какъ это пониженіе. Конечно слѣдуетъ стараться опредѣлять углы по мѣткѣ высоты инструмента для упрощенія вычисленій, и не брать для большей точности далекихъ разстояній, напр. болѣе 200 саж. при снятіи боковыхъ точекъ. То же самое когда опредѣляютъ уголъ визируя на низъ вѣхи.

Вообще говоря, нужно принять за правило:

1) Работая по магистрали не брать высотъ далѣе 100 саж.

2) Каждую точку опредѣлять при 2-хъ приложеніяхъ круга.

3) Высоты переходныхъ (связывающихъ) точекъ по магистрали должны быть опредѣлены изъ взаимныхъ измѣреній впередъ и обратно.

4) Никогда не слѣдуетъ брать высотъ на далекія разстоянія при восходѣ и заходѣ солнца, ибо при низкомъ стояніи солнца неправильность рефракціи сильно вліяетъ на точность результатовъ.

Хорошіе результаты, при опредѣленіи угловъ на далекія разстоянія, получаются отъ 9 час. утра до 3-хъ час. пополудни. Это правило не относится до разстояній небольшихъ, до 100 саж. (вліяніе рефракціи и сферичности слишкомъ ничтожно менѣе 0,001), потому на близкія разстоянія можно опредѣлять высоты во всякое время дня.

Обученіе реечниковъ сигналамъ и указаніе имъ ихъ обязанностей:

Передъ началомъ съемки нужно хорошо обучить реечниковъ, чтобы они ходя съ рейкой по контурамъ, дорогамъ, рѣкамъ не пропускали изгибовъ поверхности грунта и кромѣ того, нужно пріучить ихъ ко всѣмъ сигналамъ, для чего употребляется свистокъ или труба и флачки. Сигналы должны быть хорошо обдуманы и изучены и знакъ «идти дальше» передается плавнымъ движеніемъ флага по воздуху въ желаемомъ направленіи. Тогда реечникъ идетъ только до изгиба контура и кричитъ «готово», съемщикъ отсчитываетъ по рейкѣ и откладываетъ на планшетѣ разстоянія и пр. и снова команда (свистокъ и флагъ). Реечникъ все время передвигается, слѣдя за сигналами съемщика. Если реечникъ отошелъ слишкомъ далеко на изгибъ, тогда нужно дать сигналъ воткнуть флагъ въ землю. Реечникъ, увидя этотъ сигналъ, выбираетъ вблизи себя такое мѣсто, чтобы удобно было поставить мензулу и ставить рейки. Прографивъ на планшетѣ направленіе, читаемъ по рейкѣ показаніе, беремъ уголъ и если имѣемъ перейти туда, гдѣ стоитъ рейка, то поднявъ флагъ вверхъ (на всю вытянутую руку), тихимъ наклономъ флага, даемъ сигналъ: положить рейку. Въ мѣсто, гдѣ рейка стояла, нужно забить колъ или положить камни; положивъ рейку реечникъ смотритъ въ сторону съемщика, т. е. ждетъ дальнѣйшихъ приказаній. Если съемщикъ перейдетъ на мѣсто рейки, то повторяетъ си-

гналъ «положить рейку», этимъ даетъ знать реечнику, что онъ самъ можетъ лечь, т. е. отдыхать. Если съемщикъ не сію минуту переходитъ на мѣсто рейки и рейка намъ нужна для дальнѣйшей рисовки, напримѣръ такого контура, который приведетъ рейку обратно къ намъ, то въ такомъ случаѣ нужно послѣ сигнала «положи рейку» поднять флагъ и описавъ имъ нѣсколько круговъ въ воздухѣ снова поставить флагъ. Тогда реечникъ замѣчаетъ точку стоянія рейки и снова смотритъ въ нашу сторону, дабы по сигналу отправится до слѣдующаго контура и т. д.

Во время этой работы мы посылаемъ другого реечника (для перваго реечника сигналы показывали бѣлымъ флагомъ, а второму будемъ показывать краснымъ; цвѣта флаговъ нужно оставить реечникамъ на все время производства работъ). Другой реечникъ точно также долженъ останавливаться на всѣхъ изгибахъ контура, логовъ, рѣчекъ, дорогъ и т. п.

Производство съемки вообще ходовая инструментальная съемка вдоль по линіи. Точки на планшетахъ подраздѣляются:

1) Переходныя или связывающія точки, на которыхъ устанавливается мензула и берутся два взгляда съ двухъ смѣжныхъ переходныхъ точекъ.

2) Реечныя точки, т. е. боковыя въ сторонѣ отъ желѣзнодорожной линіи на коихъ берется лишь одинъ взглядъ съ точки стоянія съ линіи.

3) Простыя плановыя точки, кои служатъ лишь для рисовки контуровъ въ журналъ не вносятся. Высоты на этихъ точкахъ кипрегелемъ не опредѣляются.

4) Карманныя точки, безъ записей въ журналахъ для обрисовки горизонталей.

Переходная точка опредѣляется возможно вѣрнѣе въ горизонтальномъ и вертикальномъ положеніи. Въ журналѣ связывающія и простыя точки записываются по порядку съемки таковыхъ и нумераціи. Связывающія точки отличаются отъ простыхъ опредѣленіемъ высотъ впередъ и обратно и такъ ниже точки 32, 33 и 36 связывающіе. См. журналъ листъ IV.

Отмѣтка точки № 32 $= N =$ 115,59 высчитана по предшествующей переходной точкѣ.

Отмѣтка точки № 33 $= H =$ 117,18 получена изъ двухъ наблюденій.

Отмѣтка точки № 36 $= N =$ 103,77.

Отмѣтка при буквѣ N относится къ точкѣ стоянія, номеръ которой написанъ въ заголовкѣ. Когда высоты получаются изъ таблицъ, то, конечно, записи логарифмовъ лишни. Въ журналѣ показаны соотвѣтственные мѣста всѣмъ величинамъ H, N, D, K, L, L', k' k' r и j.

Установивъ мензулу надъ точкой № 1 и приведя ее въ горизонтальное положеніе по уровню помѣщенному на линейкѣ кипрегеля приставляемъ къ рамкѣ оріентиръ-буссоль и оріентируемъ планшетъ по сторонамъ свѣта; сперва мензулу поворачиваемъ рукой до тѣхъ поръ, пока буссоль будетъ отклоняться въ сторону примѣрно отъ 2° до 3° тогда нужно закрѣпить становой винтъ и подводить микрометрическимъ винтомъ мензулу до тѣхъ поръ пока стрѣлка буссоли не станетъ строго по линіи С. Ю. Остановившуюся буссоль нужно снять и снова приставить къ рамкѣ планшета слегка ожививъ для того, чтобы убѣдиться, что буссоль стала вѣрно. (Разстоянія опредѣленныя (измѣренныя) дальномѣромъ между крайними волосками гораздо лучше, чѣмъ тѣ же разстоянія опредѣленныя (измѣренныя) какимъ-нибудь крайнимъ и среднимъ.) Въ то время, когда для оріентированія на планшетѣ стоитъ оріентиръ-буссоль съ планшета слѣдуетъ убрать всѣ желѣзныя вещи и даже киплегель. Когда планшетъ оріентированъ, по сторонамъ свѣта ставимъ кипрегель на планшетъ и наводимъ перпендикулярнымъ волоскомъ, на провѣшенную магистральную линію... 1, 2, 3 отмѣченную нумерами, безъ промѣра лентой. Измѣряемъ высоту инструмента и записываемъ въ журналъ высотъ, а также откладываемъ ее установкой мѣтокъ на рейкахъ. Высоту точки № 1-й принимаемъ условно за 100,00 саж. или, если имѣется вблизи связывая нивеллировку съ маркою Вост. Топогр. Отдѣла. Затѣмъ приступаемъ къ снятію точекъ по нашей линіи, разбитой вѣхами, а также одновременно всѣхъ характерныхъ боковыхъ точекъ. См. чер. 148, листъ II.

Посылаемъ реечника по провѣшенной линіи до слѣдующей вѣхи № 2, отсчитываемъ по рейкѣ, напримѣръ, 100 саж., беремъ высоту угла на мѣтку на рейкѣ и приказываемъ реечнику идти обратно и встать на пересѣченіи линіи съ дорогой, отложивъ прочитанное разстояніе этой точки № 3-й на план-

шетъ и взявъ уголъ, посылаемъ реечника вверхъ по дорогѣ до перекрестка, гдѣ велимъ ему поставить флагъ № 4 равный высотѣ инструмента. Отложивъ реечный отсчетъ, т. е. разстояніе на прографленной линіи называемой «оріентировкой» съ точки № 1 на точку № 4, беремъ уголъ возвышенія а реечнику велимъ спускаться по скату до отдѣльно стоящей березки (точ. № 5). Затѣмъ точно также наносимъ ее на планшетъ послѣ чего опредѣляемъ точки № 6 и № 7 на удобныхъ для постановки инструмента мѣстахъ, прографливаемъ направленіе отсчитываемъ разстояніе и ихъ углы и т. д. См. сборный планъ л. II.

Если осматривая мѣсто увидимъ, что рисовать рѣку удобнѣе съ точки № 7 (у моста) то прографимъ оріентировку на концахъ линейки кипрегеля съ точки № 1 на точку № 7.

Вычисленныя высоты точекъ 2, 3, 4, 5, 6 и 7 выписываютъ на планѣ. Для чего начинаютъ осмотръ съ ближайшихъ точекъ; по полученнымъ разностямъ высотъ назначаемъ горизонтали черезъ 1 или болѣе саж.

Горизонтали вычерчиваются въ полѣ карандашемъ на планшетѣ, находя полныя единицы горизонталей интерполированіемъ отмѣтокъ сосѣднихъ точекъ изъ пропорціональныхъ треугольниковъ, а лучше вычерчивая ихъ натуры, если мѣстность между опредѣленными точками не совсѣмъ ровная.

Высота точекъ получается въ полѣ по масштабу высотъ, если нѣтъ таблицъ, во всякомъ случаѣ они въ полѣ не вычисляются дабы не задерживать полевой работы. Таковые подсчеты надо производить вечеромъ или въ ненастные дни.

Чер. 147, л. IV представляетъ масштабъ высотъ, помощью котораго можно съ достаточной точностью опредѣлить высоту точки зная разстояніе и уголъ. Для одиночныхъ, т. е. не связывающихъ точекъ, примѣненіе этого масштаба, взамѣнъ вычисленія или таблицъ, совершенно достаточно. Пользованіе масштабомъ очень просто. Цифры внизу рамки представляютъ разстоянія, углы надписаны на наклонныхъ линіяхъ а высоты на бокахъ рамки. Итакъ. напримѣръ, при разстояніи 325 саж. и углу 3° высотъ ровна 17 саж. Если разстояніе меньше до 100 с., то пользуясь нашимъ масштабомъ принимаютъ его за 1000 и затѣмъ полученную высоту уменьшаютъ въ десять разъ, т. е. переносятъ запятую. Линіи угловъ даны каждые 10′ а потому для опредѣленія высотъ угловъ съ большей точностью напримѣръ, 2° 5′ простѣйшій способъ приложить линейку и посмотрѣть на пересѣченіе ея съ соотвѣтственной линіей высотъ. Въ томѣ таблицъ нами дана таблица высотъ № 1, въ которой даны высоты черезъ 100 саж. Для полученія нпр. высоты при разстояніи 135 и углѣ 2° слѣдуетъ взять сумму: на сто—3,49; на тридцать 1,05 и на пять 0,17, а всего 4,71. Имѣя масштабъ высотъ, эту же высоту получаемъ сразу безъ всякихъ сложеній графически. См. чер. 147, листъ IV.

Перейдя въ слѣдующую переходную точку ставимъ мензулу точно также по отвѣсу, передвигая мензулу до тѣхъ поръ пока точка № 7 на планѣ не будетъ отвѣсно надъ точкой замѣченной реечникомъ; потомъ приводимъ мензулу въ горизонтальное положеніе; оріентируемъ по вѣхѣ № 1 и вообще какъ и на предшествующей стоянкѣ снимаютъ всѣ нужныя точки и зарисовываемъ ихъ на планшетѣ. Вычисливъ разности высотъ этихъ точекъ №№ 8, 9, 10, 11 и 12. Проводятъ по разностямъ высотъ горизонтали и переходятъ затѣмъ съ инструментомъ дальше, на слѣдующую точку № 2 и т. д.

Придя на угловую вѣху № 18 нужно особенно тщательно поставить мензулу по отвѣсу потому, что здѣсь перемѣна линіи; оріентируютъ мензулу по линіи *AB* и наносятъ линію *CD*. Затѣмъ точно также слѣдуетъ нанести дороги, рѣку, контура, взять высоты другихъ точекъ и зарисовать мѣсто по полученнымъ разностямъ высотъ. Дальше переходимъ на слѣдующую переходную точку № 31 на линіи *CD* и т. д. до конца работы. Иногда въ болѣе трудныхъ мѣстахъ для снятія высотъ боковыхъ точекъ необходимо сойти съ мензулой съ желѣзнодорожныхъ линій и пройти нѣкоторое разстояніе обходомъ. Въ такомъ случаѣ имѣется возможность провѣрить работу какъ въ планѣ такъ и по высотѣ, для чего надлежитъ этотъ боковой ходъ связать съ одной изъ переходныхъ точекъ главной линіи.

Съемка безъ оріентировокъ мензулы по линіямъ, а взамѣнъ этого съ оріентировкой по оріентиръ - буссоли. Въ лѣсахъ, когда мѣстность закрытая и точная обрисовка горизонталей затруднительна, слѣдуетъ пройти инструментальными ходами по дорогамъ, рѣчкамъ и просѣкамъ. При этомъ можно пользоваться одной лишь буссолью для оріентировки мензулы. Такой способъ съ хорошей буссолью, даетъ лучшіе результаты,

чѣмъ при послѣдовательномъ оріентированіи по короткимъ направленіямъ. При чемъ мензулу не нужно ставить лишній разъ и центрировать, что представляетъ излишнюю скучную и утомительную работу. Такіе ходы слѣдуетъ связывать съ ранѣе опредѣленными точками и оказавшуюся невязку разбить на всѣ пройденныя точки по горизонтальному разстоянію примѣнительно къ правиламъ «смыканія фигуръ» также точно и по высотѣ. Нужно помнить, что входя въ закрытую мѣстность слѣдуетъ повѣрить склоненіе стрѣлки оріентируя мензулу по опредѣленной линіи.

Для этихъ боковыхъ дополнительныхъ съемокъ нѣтъ даже надобности брать съ собой въ поле планшетъ; достаточно отдѣльныхъ листовъ бумаги, приклеивъ ихъ къ мензульному кресту. Снявъ планчики, таковые уже дома на квартирѣ тщательно переносятся на общій планъ съемки. Эта работа очень удобна во время дождя, дабы не пачкать плана и не терять времени. Для желѣзнодорожныхъ рекогносцировокъ пріемы эти могутъ быть свободно примѣняемы.

Списокъ высотъ въ порядкѣ нумеровъ. Окончательныя высоты всѣхъ точекъ списываются по порядку №№ на особыя страницы имѣющіяся въ концѣ журнала. Переходныя, т. е. связывающія точки нужно записывать чернилами и съ двумя десятичными знаками, въ отличіе отъ реечныхъ, которые пишутся карандашемъ и съ однимъ десятичнымъ знакомъ.

Переносъ линій съ планшета на планшетъ. Самый скорый и вѣрный способъ переноски линіи напримѣръ, съ планшета р. V л. 1 на р. IV л. 1 чер. 148 л. II состоитъ въ слѣдующемъ: нужно взять ровный и немятый восковой каленкоръ или восковую бумагу и наложить на снятый планшетъ: приклеивъ его, прографливаютъ рамки планшета, назначаютъ точку № 31 и черезъ нее прографливаютъ магистраль CD и линію $f\ q$ на восковкѣ, а потомъ скопировываютъ все снятое не болѣе какъ на 1—2 дюйма со снятаго плана: дороги, контура, горизонтали и пр. Снявъ восковку накладчиваютъ ее рамками на рамки слѣдующаго планшета такъ, чтобы углы рамокъ на восковкѣ совмѣстились съ углами рамокъ новаго плана. Расправивъ и приклеивъ затѣмъ восковку къ новому планшету наносятъ линіи $f\ q$ и магистраль прокалываютъ точку № 31 какъ равно всѣ точки (если таковыя есть) и подложивъ угольную копировальную бумагу нужно прокопировать все снятое по рамкѣ. Снявъ калепкоръ нужно прографить линію $f\ q$ тушью около точки № 31 сдѣлать тушью кружокъ, выправить прокопированное и карандашемъ прографить магистраль CD на новомъ планѣ.

Поставивъ мензулу съ новымъ планшетомъ на точку № 31, строго центрируя по отвѣсу, приводимъ ее въ горизонтальное положеніе и оріентируемъ линіи $f\ q$, а потомъ съ точки на планѣ, 31 визируемъ на магистраль CD. (На снятомъ и новомъ планѣ слѣдуетъ линіи $f\ q$ и магистраль CD прографить во всю длину кипрегельной линейки. Такимъ образомъ сводка плановъ по точкѣ № 31 и линіямъ $f\ q$ и CD готова.

Магнитный меридіанъ рамки долженъ остаться тотъ же но лучше провѣрить приложивъ оріентпръ-буссоль къ рамкѣ.

Дойдя работой до рамки на новомъ планѣ, слѣдуетъ точно также выставить вѣху такъ, чтобы направленіе на выставленную вѣху было почти параллельно рамкѣ, что необходимо для того, чтобы линія на вѣху или какой-нибудь другой видимый предметъ (что еще лучше) могла быть перенесена на бока рамки на слѣдующій новый планъ.

Опредѣленіе основныхъ геометрическихъ пунктовъ. Иногда случается надобность снять площадь заключающую въ себѣ нѣсколько квадратныхъ верстъ, въ такомъ случаѣ прежде чѣмъ начать съемку, нужно выставить вѣхи на предполагаемомъ къ съемкѣ участкѣ. При постановкѣ вѣхъ слѣдуетъ измѣрять ихъ высоту и записывать въ журналъ.

При съемкѣ, вслѣдствіе постоянныхъ переходовъ отъ одного конца къ другому, накопляются неизбѣжныя погрѣшности. Для возможнаго устраненія этихъ погрѣшностей, передъ производствомъ съемки на планшетѣ, снимаютъ нѣкоторыя основныя точки на возможно большемъ разстояніи одна отъ другой. Если вообразимъ эти точки соединенными между собою по три—прямыми линіями, то получимъ на мѣстностя сѣть треугольниковъ или тріангуляцію, которая послужитъ средствомъ постояннаго контроля во все время производства съемокъ.

Тріангуляція бываетъ: тригонометрическая и геометрическая. Если опредѣленіе относительнаго положенія пунктовъ тріангуляціи будетъ произведено тригонометрическимъ рѣшеніемъ треугольниковъ и числовымъ опредѣленіемъ положенія каждаго изъ пунктовъ, то сѣть называется тригонометрическою;

© ЦНТБ СОЮЗА

если же это опредѣленіе дѣлается графически, геометрическимъ построеніемъ на бумагѣ треугольниковъ подобныхъ, то такая тріангуляція называется геометрическою.

Вѣхи нужно ставить на самыхъ видныхъ и нужныхъ мѣстахъ, при скрещиваніи дорогъ, при переходѣ рѣкъ, ручьевъ, вообще тамъ, гдѣ желательна наибольшая вѣрность. Для того, чтобы вѣхи, во время работы, не смѣшивать, нужно разнообразить ихъ разными знаками.

Основу тріангуляціи составляетъ базисъ. При постановкѣ вѣхъ, участокъ предположенный къ съемкѣ надлежитъ хорошо осмотрѣть, причемъ для базиса выбирается мѣсто самое ровное, открытое, на которомъ ставятся 2 вѣхи и между ними провѣшивается базисъ. Вѣшить линію удобнѣе когда солнце находится сзади вѣшальщика, тогда вѣшки будутъ виднѣе, потому, что будутъ обращены къ вѣшильщику освѣщенной стороной, тогда блескъ солнечныхъ лучей не препятствуетъ визированію. По провѣшенной линіи измѣряютъ базисъ возможно тщательно нѣсколько разъ цѣпью и рейкой и берутъ среднее изъ всѣхъ измѣреній. Если базисъ промѣренъ на мѣстности наклонной, то длину его слѣдуетъ привести къ горизонту. Длина базиса зависитъ отъ масштаба, въ которомъ предполагается снять участокъ. Планшетная доска бываетъ около 22—24 дюймовъ, значитъ на доскѣ свободно можно помѣстить квадратъ въ 20 дюймовъ. При 100 саж. масштабѣ базисъ не долженъ быть болѣе 2-хъ верстъ, при 50 саж. масштабѣ—1-й вер. при 25″—0,5 вер. Еслибы не нашлось такихъ удобныхъ длинныхъ линій для базиса, то можно ограничиться половиной и даже третью, вышеуказанныхъ длинъ. Всего удобнѣе расположить базисъ въ срединѣ снимаемаго участка.

При прочерчиваніи линіи для треугольниковъ главныхъ точекъ сѣти слѣдуетъ всегда работать при одномъ и томъ же положеніи кипрегеля т. е. при кругѣ правомъ или лѣвомъ, дабы не получать двухъ чертъ вмѣсто одной, почему кипрегель долженъ быть хорошо вывѣренъ. Нанесеніе главной сѣти треугольникомъ начинается съ нанесенія базиса. Для этого установивъ мензулу надъ точкою базисной вѣхи A цетрируемъ точку A на планшетѣ, по отвѣсу, и приведя мензулу въ горизонтальное положеніе оріентируемъ планшетъ по сторонамъ свѣта, при чемъ надлежитъ каждый разъ постукиваніемъ или

приложеніемъ какого-нибудь мелкаго желѣзнаго предмета оживить стрѣлку.

Дальнѣйшая работа по тріангуляціи состоитъ въ слѣдующемъ:

Нужно приложить край линейки кипрегеля къ точкѣ A и визировать на вѣху B такъ, чтобы вертикальный волосокъ покрылъ вѣху B, нужно убѣдиться не сошелъ ли край линейки съ точки A, если сошелъ, то слѣдуетъ вновь навесть, плавно придвигая кипрегель къ себѣ. Когда точка A будетъ у края линейки а вертикальный волосокъ строго покроетъ вѣху B, нужно провести по краю кипрегельной линейки, пересѣкая точку A линію по всей линейкѣ причемъ направленіе AB слѣдуетъ обозначить стрѣлочками, на обоихъ концахъ ставя буквы A. B. Отложивъ циркулемъ на линіи A B отъ точки A по направленію къ B измѣренную и провѣренную длину базиса равную напримѣръ 686 саж. получимъ точку B. Для опредѣленія прочихъ вѣхъ и видимыхъ предметовъ кипрегель наводится точно также на всѣ вѣхи и видимые предметы. На концахъ линейки дѣлаются замѣтки на что визировано, а направленія визировъ слѣдуетъ показать стрѣлками на линіяхъ съ двухъ сторонъ.

Одновременно съ проложеніемъ геометрической сѣти слѣдуетъ сдѣлать—опредѣленія высотъ геометрическихъ пунктовъ. Поставивъ дальше мензулу на мѣсто вѣхи B центрируемъ и приводимъ ее въ горизонтальное положеніе какъ прежде и приложивъ край линейки кипрегеля къ линіи AB наводимъ трубу кипрегеля на вѣху A, закрѣпивъ становой винтъ и подведя микрометрическимъ винтомъ мензулу, такъ чтобы перпендикулярный волосокъ въ кипрегелѣ покрылъ вѣху A.—Потомъ наведемъ послѣдовательно кипрегель на всѣ видимыя вѣхи, прографимъ линіи по краю линейки, сдѣлаемъ отмѣтки на что визировали и отмѣтимъ стрѣлками направленія, все какъ раньше и опредѣлимъ высоты на всѣ видимыя вѣхи.—Измѣренія вертикальныхъ угловъ въ сѣти слѣдуетъ дѣлать непремѣнно при 2-хъ положеніяхъ круга кипрегеля, визируя на всѣ пункты сначала при кругѣ правомъ, а потомъ, такъ же, на всѣ пункты, при кругѣ лѣвомъ.—Не слѣдуетъ дѣлать измѣреній вертикальныхъ угловъ при восходѣ и заходѣ солнца; вообще при низкомъ стояніи солнца неправильность рефракціи

сильно вліяетъ на точность работы.—Наплучшіе результаты измѣренія вертикальныхъ угловъ получаются отъ 9 час. утра до 3-хъ час. пополудни.—Правило это относится только до пунктовъ геометрической сѣти, значительно удаленныхъ другъ отъ друга; измѣренія же высотъ на разстоянія до 200 саж. можно дѣлать во всякое время дня, какъ выше объ этомъ было уже сказано.—Разности высотъ между геометрическими пунктами слѣдуетъ измѣрять впередъ и обратно.—Для большей точности и для контроля высотъ, каждый геометрическій пунктъ надлежитъ опредѣляться съ 2-хъ или 3-хъ другихъ, которыхъ высоты получены изъ предшествующихъ, окончательно вѣрныхъ, измѣреній и изъ всѣхъ такихъ опредѣленій брать среднее. Высоту инструмента на геометрическихъ пунктахъ нужно измѣрять точно на каждой точкѣ стоянія.—И такъ, по извѣстной прямой AB опредѣлены треугольники $A1B$, $A2B$, $A3B$, $A4B$..... съ точки B переходимъ на точку № 3, и повѣряемъ точки №№ 1, 2 новыхъ вѣхъ и т. д. до новаго базиса.

Слѣдуетъ принять за правило, чтобы опредѣленіе каждой вѣхи повѣрялось возможно большимъ числомъ пересѣчекъ, съ другихъ вѣхъ, и если всѣ пересѣчки пересѣкутся въ одной точкѣ, то тогда только опредѣленіе вѣхи можно считать вполнѣ надежнымъ.—Прямою засѣчкою называется такая, когда мы на вѣхѣ не стояли, а опредѣляли ее съ другихъ вѣхъ.

Общія указанія. Переходныя точки нужно выбирать такъ, чтобы всѣ видоизмѣненія окружающей мѣстности и контура были видны ясно. Опредѣленныя дальномѣромъ переходныя точки слѣдуетъ измѣрять преимущественно крайними волосками.

При съемкѣ плана цѣльнымъ участкомъ каждую переходную точку, опредѣленную дальномѣромъ, слѣдуетъ повѣрить засѣчками.

Не слѣдуетъ переходить слишкомъ далеко съ точки на точку, чтобы избѣгнуть рисованія подробности издалека. Точно также реечныя точки для рисовки подробностей и рельефа не должны быть слишкомъ удалены отъ точки стоянія. Рисовать нужно и должно только то, что ясно видно, въ особенности при рисовкѣ рельефа съ натуры, тщательно вглядываясь въ мѣстнонсть.

Съ вершины горы рѣдко удается уловить всѣ видоизмѣненія скатовъ.—При изображеніи рельефа нужно прежде всего

назначить вершины, скаты (тальвиги) и сѣдловины, а потомъ уже, спускаясь съ горы, по какому нибудь хребтику, къ подошвѣ горы, группировать горизонтали потому что стоя внизу горы въ нѣкоторомъ разстояніи видимъ отчетливо гору, Обходя низомъ гору, т. е. переходя съ точки на точку для обозрѣнія формы скатовъ, часто приходится брать высоты или дѣлать точки стоянія по скату горы, для того, чтобы лучше видѣть и опредѣлить формы рельефа, а такъ же для наноски контуровъ.

Когда скаты очень длинны, то съемщикъ идя съ горы долженъ рисовать рядомъ идущіе хребтики и логи какъ равно и тотъ хребтикъ, по которому самъ спускается; бока рядомъ идущихъ хребтиковъ будутъ нарисованы прекрасно, логи тоже, но бока хребта, по коему онъ спускается плохо видны, а потому приходится или переходить логъ и рисовать ихъ съ противоположныхъ боковъ съ нѣкоторой высоты.

Уступы, рытвины, срѣзы около дорогъ и рѣкъ промоины, валы, насыпи, и тому подобныя частныя отступленія отъ общаго характера мѣстности выразить горизонталями не возможно, а потому такія мѣста вычерчиваются штрихами (черт. 149, л. II).

Крутые скаты, косогоръ напримѣръ въ $45''$ и болѣе при масштабѣ менѣе 50 саж. въ сот. черезъ саж. сливаются, то въ такихъ мѣстахъ надлежитъ масштабъ увеличить 25 или даже 10 саж. въ соткѣ, для нужныхъ косогоровъ, по коимъ проходитъ линія жел. дороги.

Заключеніе. При рекогносцировкахъ и предварительныхъ изысканіяхъ въ мѣстности трудной, гористой, когда нѣтъ хорошихъ съемокъ, надлежитъ, имѣя ввиду успѣхъ изысканій, дать самое широкое примѣненіе мензулѣ и кипрегелю, и даже въ мѣстности очень трудной, когда нѣтъ съемокъ, самыя желѣзнодорожныя изысканія можно произвести съ достаточной точностью мензулой и кипрегелемъ въ замѣнъ ленты, нивеллира и угломѣровъ. Успѣхъ работъ, имѣя ввиду не только сбереженіе времени и средствъ, но главное выборъ лучшаго направленія будетъ громадный, о чемъ мы уже выше подробнѣе высказались. Выбравъ лучшее направленіе, составивъ профиль и повѣрочныя или окончательныя изысканія, можно произвести въ послѣдствіи, удовлетворяясь для рекогносцировокъ и

© ГПНТБ СССР

даже въ нѣкоторыхъ случаяхъ для предварительнаго проекта профилью составленной вышеизложенными пріемами мензулой и кипрегелемъ.

ГЛАВА XVI.

Пропускная способность и водоснабженіе.

Въ § 5 техническихъ условій утвержденныхъ Инж. Сов. по журн. № 129 отъ 1899 г. для первостепенныхъ дорогъ сказано:

Пропускная способность дороги опредѣляется при разрѣшеніи ея сооруженія, но если таковая не была обусловлена при разрѣшеніи, то дорога должна быть проектирована и построена такимъ образомъ, чтобы, съ окончаніемъ ея постройки, она могла пропускать, не прибѣгая къ открытію разъѣздовъ, предусмотрѣнныхъ ниже для пропуска максимальнаго числа поѣздовъ, при проектируемомъ типѣ подвижного состава и при соотвѣтственномъ наибольшемъ составѣ поѣздовъ, 2 пары пассажирскихъ или товаро-пассажирскихъ и 7 паръ товарныхъ поѣздовъ въ сутки, считая въ томъ числѣ одинъ факультативный поѣздъ, при средней ходовой скорости не менѣе 30 верстъ въ часъ для пассажирскихъ и товаро-пассажирскихъ поѣздовъ не менѣе 20 верстъ въ часъ для товарныхъ поѣздовъ, считая эти скорости отдѣльно для каждаго изъ участковъ дороги между двумя узловыми пунктами или, за неимѣніемъ таковыхъ, между двумя станціями на взаимномъ разстояніи не болѣе 250 верстъ; при этомъ наибольшее разстояніе между станціями не должно превосходить 30 верстъ *).

---

*) Если обусловленная при разрѣшеніи сооруженія дороги пропускная ея способность превышаетъ вышеуказанную, то пропускъ требуемаго числа поѣздовъ можетъ быть осуществленъ при помощи разъѣздовъ, при условіи однако же, чтобы разстояніе между станціями не превышало вышеуказаннаго 30-ти верстнаго предѣла.

Сообразно пропускной способности дороги при открытіи движенія должны быть размѣщены на дорогѣ остановочные пункты и уложены станціонные пути, а равно устроены зданія для мастерскихъ подвижного состава, и дорога должна быть снабжена всѣми тѣми устройствами и приспособленіями, имѣющими тѣсную связь съ ея пропускною способностью, осуществленіе коихъ не можетъ быть выполнено въ 3-хъ мѣсячный срокъ. Во всякомъ случаѣ съ открытіемъ, въ будущемъ, разъѣздовъ между станціями и съ укладкой дополнительныхъ разъѣздныхъ путей, должна быть предусмотрѣна возможность пропуска одной пары пассажирскихъ поѣздовъ при средней ходовой скорости не менѣе 30-ти верстъ въ часъ, не считая остановокъ на станціяхъ, и 19-ти паръ воинскихъ поѣздовъ 50-ти вагоннаго состава, считая въ томъ числѣ 5 фа-

Для дорогъ второстепенныхъ данныя согласно § 5 нормы другія: количество поѣздовъ и скорость меньше. Эти нормы для каждой данной дороги утверждаются Министерствомъ П. С.

Вычисленіе разстояній между пунктами скрещенія—вообще.

Движеніе поѣздовъ наглядно представляется особыми графическими построеніями называемыми графиками поѣздовъ. На вертикальной линіи въ произвольномъ масштабѣ отмѣчаются версты и станціи, а на горизонтальной промежутки времени черезъ 5 минутъ; толстыя горизонтальныя линіи соотвѣтствуютъ станціямъ, а толстыя вертикальныя—часамъ.

Время считается отъ полуночи. Положимъ отъ начальной станціи A долженъ быть отправленъ поѣздъ на станцію B, со скоростью v верстъ въ часъ; движеніе этого поѣзда выразится

культативныхъ, при средней ходовой скорости не менѣе 22 верстъ въ часъ, и при условіи веденія каждаго воинскаго поѣзда однимъ 8 колеснымъ паровозомъ съ давленіемъ на ось не менѣе 12 тоннъ въ груженомъ состояніи и съ давленіемъ по манометру не менѣе 9 атмосферъ. Скорость эта считается отдѣльно для каждаго изъ участковъ дороги между двумя узловыми пунктами или, за неимѣніемъ таковыхъ, между двумя станціями на взаимномъ разстояніи не болѣе 250 верстъ. Сообразно этому заданію, должно быть устроено водоснабженіе по всей линіи желѣзной дороги, а также должны быть размѣщены дополнительные разъѣзды между станціями, ограничиваясь для сихъ послѣднихъ лишь устройствомъ земляного полотна.

Возможность пропуска установленнаго выше числа паръ коммерческихъ поѣздовъ, при принятомъ на дорогѣ размѣщеніи станцій, и возможность пропуска указаннаго выше числа воинскихъ поѣздовъ, при открытіи предположенныхъ разъѣздовъ, должна быть доказана графиками движенія поѣздовъ, представляемыми одновременно съ общимъ проектомъ дороги, задаваясь, соотвѣтственными профилю дороги, типу паровозовъ и составу поѣздовъ скоростями *), замедленіями скорости при подходѣ и отходѣ поѣздовъ со станціи и необходимыми остановками для смѣны паровозовъ, набора воды и топлива, а также полагая при томъ не менѣе 5 минутъ между приходомъ и отправленіемъ поѣзда на одинъ и тотъ же перегонъ и руководствуясь при этомъ спеціальными правилами составленія графиковъ движенія поѣздовъ военнаго времени.

---

*) Для воинскихъ поѣздовъ скорость опредѣляется по утвержденной Министромъ Путей Сообщенія 24 марта 1899 г. діаграммѣ члена Инж. Сов. профессора Щукина; для коммерческихъ же поѣздовъ скорость опредѣляется согласно установленнымъ на сей предметъ Министерствомъ Путей Сообщенія общимъ правиламъ.

нѣкоторой наклонною линіей EF, причемъ горизонтальная проекція ея выразитъ время прохожденія поѣзда отъ ст. A до ст. B равное

$$T = \frac{l \times 60}{v} \text{ въ минутахъ.}$$

Уклонъ линіи EF зависитъ отъ скорости v и чѣмъ болѣе v, тѣмъ круче линія EF; горизонтальная линія Fg изображаетъ время остановки F на ст. B. Слѣдующій поѣздъ изъ станціи A можетъ быть выпущенъ по тому же направленію лишь когда получится извѣстіе со станціи B о приходѣ перваго поѣзда для избѣжанія настиганія одного поѣзда другимъ. Такъ какъ поѣзда со станціи A идутъ съ разной скоростью, то въ графикѣ получится рядъ не параллельныхъ линій. Точно также на слѣдующемъ перегонѣ B и C получатся совершенно другіе уклоны линіи, т. е. скорости, въ зависимости отъ уклона и кривыхъ пути на этомъ перегонѣ. Эти разныя скорости слѣдуетъ на основаніи формулъ паровой механики вычислить въ зависимости отъ типа паровоза и профили пути. Число поѣздовъ въ сутки между A и B выразится такъ.

$$N = \frac{24 \times 60}{T},$$

гдѣ

$$T = \frac{l \times 60}{v} + b \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A)$$

l — разстояніе между A и B,
v — средняя скорость на перегонѣ,
b — стоянка на станціи.

Если между станціями A и B должны двигаться поѣзда и въ обратномъ направленіи, причемъ для простоты разсужденія примемъ, что скорость движенія поѣздовъ будетъ одинакова, то число поѣздовъ съ каждой стороны будетъ $\frac{24 \times 60}{2T}$, при условіи, чтобы поѣздъ выходилъ со станціи лишь тогда когда пришедшій сталъ на запасный путь.

Разстояніе между точками скрещенія на дорогѣ съ однимъ путемъ измѣряется наибольшимъ числомъ слѣдуемыхъ поѣздовъ въ опредѣленномъ промежуткѣ времени.

Такъ, напр., если требуется въ теченіе сутокъ, т. е. 24 часовъ по каждому направленію пускать 15 поѣздовъ со среднею скоростью въ 25 вер. въ часъ и со среднею продолжительностью остановки на станціяхъ въ 8 минутъ, то получается наибольшее разстояніе x между точками скрещенія поѣздовъ изъ

$$2\left(\frac{60}{25}\, x + 8\right) . 15 = 24 . 60$$

или

$$x = (48 - 8) . \frac{25}{60} = 16^2/_3 \text{ вер.}$$

Еслибы скорость была одинакова для всей линіи, то число поѣздовъ могло бы быть опредѣлено по наибольшему по длинѣ и трудности перегону; но на самомъ дѣлѣ этого нѣтъ, такъ какъ скорость есть функція типа паровоза и профиля пути или виртуальной длины линіи (независимо отъ состава поѣзда, полагая его постояннымъ). Бомъ даетъ эмпирическую формулу для опредѣленія наивыгоднѣйшихъ скоростей на подъемѣ принятую Инженернымъ Совѣтомъ по жун. М. П. С. № 33 отъ 31 августа 1891 г.

$$V \text{ вер.} = 25 \text{ вер.} - 0{,}533\ m - 0{,}0042\ m^2$$

или въ километрахъ:

$$V \text{ кил.} = 26{,}67 - 0{,}568\ m - 0{,}0045\ m^2,$$

гдѣ v 25 вер. (или 26,67 въ кил.)—средняя скорость, принятая Инженернымъ Совѣтомъ въ разсчетахъ виртуальной длины на горизонтальной мѣстности $i = 0{,}00\ m$.

Формула эта даетъ только очень приблизительные разсчеты, такъ какъ средняя ходовая скорость 25 вер. непостоянна, причемъ во вниманіе не приняты скаты, которые не допускаютъ подобной скорости. (См. Гл. XVII. Разсчетъ разстоянія между пунктами скрещенія въ завимости отъ скорости и характеристики паровоза).

Такъ какъ уклоны и радіусы на перегонѣ разнообразны, то слѣдуетъ высчитать скорости для каждаго уклона и радіуса, и затѣмъ, высчитавъ среднюю скорость на перегонѣ вычертить графикъ движенія поѣздовъ, и найти число паръ ихъ. Если профиль линіи однообразенъ, то можно задаться нѣкоторою средней скоростью для всей линіи и опредѣлить такимъ образомъ время прохожденія поѣзда съ одной конечной станціи до другой,

© ГПНТБ СО РАН

за вычетомъ остановокъ; положимъ длина линіи L, принятая скорость v, время прохожденія T, то: $vT = L$; если виртуальная длина линіи по скоростямъ L_0, то $\frac{L_0}{T} = v_0$ даетъ намъ виртуальную скорость на данной линіи. (См. Гл. XVII).

Время для прохожденія каждаго поѣзда t_1, t_2, t_3, ... будетъ равно $t_1 = \frac{l'_1}{v_1}$, $t_2 = \frac{l'_2}{v_2} t_2 = \frac{l'_3}{v_3}$, ... гдѣ l'_0, l'_1, l'_2 . . . виртуальныя длины перегоновъ по скоростямъ.

Дѣйствительныя среднія скорости на перегонахъ, какъ сказано выше, надо вычислить по формуламъ паровой механики для разныхъ уклоновъ и радіусовъ или взять по табл. Гл. XVII.

Время стоянокъ включаетъ въ себѣ и тотъ промежутокъ времени, который является при замедленіи скорости поѣзда подходящаго къ станціи и при малой скорости при отходѣ поѣзда со станціи; на это теряется приблизительно около 3 минутъ. Такъ какъ на линіи предполагаются поѣзда различной скорости, то приходится для опредѣленія числа поѣздовъ составить графикъ и таковой представить при проектѣ.

При изысканіяхъ обыкновенно приходится рѣшать вопросъ,—на какихъ разстояніяхъ должны быть размѣщены станціи, чтобы можно было пропустить извѣстное число поѣздовъ: если дорога должна пропустить въ каждый конецъ m — пассажирскихъ и n — товарныхъ поѣздовъ, причемъ остановки на станціяхъ для первыхъ a, и для вторыхъ—b, виртуальная скорость движенія отъ станціи A къ B первыхъ v_1, а вторыхъ v_2, то наибольшее разстояніе для перегона X можетъ быть опредѣлено изъ уравненій:

$$\frac{24 \times 60}{2} = m\left\{\frac{60}{v_1} X + a\right\} + n\left\{\frac{60}{v_2} X' + b\right\}.$$

Для обратнаго направленія, для котораго получаются иныя виртуальныя скорости v'_1 и v'_2 наибольшее протяженіе перегона Y опредѣлится изъ выраженія:

$$\frac{24 \times 60}{2} = m\left\{\frac{60}{v'_1} Y + a\right\} + n\left\{\frac{60}{v'_2} Y + b\right\}$$

для размѣщенія станцій необходимо принять величину меньшую изъ нихъ; для приблизительныхъ разсчетовъ достаточно взять v среднее, сообразуясь съ виртуальной длиной.

Разстояніе между станціями должно быть тоже опредѣлено и въ зависимости отъ расходованія воды паровозами (см. гл. XVII).

Зная разстояніе между станціями, и число паръ поѣздовъ, заданныхъ заранѣе, опредѣливъ вѣсъ поѣзда по приведеннымъ выше формуламъ и исключивъ безполезный вѣсъ подвижного состава, можно опредѣлить количество груза, которое въ состояніи перевести данная линія въ годъ.

Согласно техническихъ условій первостепеннаго значенія дорогъ (магистралей) по журн. Инжен. Совѣта № 129 отъ 1899 г. Для воинскихъ поѣздовъ скорость опредѣляется по утвержденной Министромъ Путей Сообщенія 24 марта 1899 г. діаграммѣ члена Инж. Совѣта профессора Щукина; для коммерческихъ же поѣздовъ скорость опредѣляется согласно установленнымъ на сей предметъ Министерствомъ Путей Сообщенія общимъ правиламъ *). Діаграмма пр. Щукина и таблица скоростей составленная по этой діаграммѣ нами дана въ Приложеніяхъ таб. L и діаграмма листъ XII.

Діаграмма проф. Н. Л. Щукина имѣетъ спеціальное назначеніе. Мы задались поэтому составленіемъ діаграммъ въ зависимости отъ профиля пути, а также и расхода воды, (которые будутъ приложены ко второму изданію нашего руководства, а пока для разсчета разстояній въ зависимости отъ скоростей предлагаемъ пользоваться таблицами инж. Мееровича (см. гл. XVII). Таблицы даны въ томѣ приложеній.

Согласно техническихъ условій первостепенныхъ дорогъ:

§ 86. «Товарные паровозы и ихъ тендера должны быть, по своему вѣсу, не легче нормальныхъ 8-ми колесныхъ паровозовъ и, по своей силѣ, не слабѣе таковыхъ».

«Пассажирскіе паровозы и ихъ тендера должны отвѣчать, по своей конструкціи, скорости движенія не менѣе 60 верстъ въ часъ поѣзда вѣсомъ не менѣе 200 тоннъ и по подъему на прямой не менѣе 0,002».

«Конструкція паровозовъ должна быть вообще согласована съ принятымъ для верхняго строенія типомъ и толщиной балласта и размѣрами шпалъ».

Точный способъ опредѣленія пропускной способности дороги заключается въ слѣдующемъ:

*) Къ сожалѣнію еще не разработаннымъ.

Задавшись типомъ паровоза и нѣкоторою минимальною скоростью на максимальномъ подъемѣ, опредѣляемъ составъ поѣзда и вычисляемъ затѣмъ силу тяги паровоза и сопротивленіе поѣзда на разныхъ подъемахъ и кривыхъ, выраженныхъ эквивалентными по сопротивленію уклонами.

Приурочивъ эти величины къ заданному продольному профилю дороги, получимъ среднюю ходовую скорость, которая такимъ образомъ явится строго опредѣленною величиною; слѣдовательно нельзя задаваться произвольною величиною средней скорости на участокъ; она можетъ быть принята меньшей, чѣмъ получается по разсчету, полагая, что работа паровоза не будетъ вполнѣ использована, но никакъ не должна быть больше разсчетной величины *).

Опредѣливъ среднюю максимальную ходовую скорость на дорогѣ, слѣдуетъ опредѣлить для любого элементарнаго участка дороги виртуальную длину по скоростямъ (а не виртуальную длину по сопротивленіямъ Гл. XIII), т. е. ту воображаемую длину, которую бы поѣздъ прошелъ со среднею ходою скоростью въ то же время, въ какое данный участокъ въ зависимости отъ профили пути, составу поѣзда и силѣ паровоза въ дѣйствительности проходится поѣздомъ, т. е.

$$l_1 = \frac{V_0}{V_1} \cdot l_0, \text{ гдѣ}$$

V_0 средняя ходовая скорость, l_0 дѣйствительная длина дороги, V_1 скорость на элементарномъ участкѣ и l_1 его виртуальная длина скоростей, т. е. длины будутъ относиться обратно пропорціонально скоростямъ.

Принявъ затѣмъ во вниманіе виртуальныя длины элементарныхъ участковъ разнаго сопротивленія, получимъ длину всей дороги, которую данный поѣздъ проходитъ съ однообразною скоростью. Длину эту слѣдуетъ раздѣлить на равныя части такого протяженія, чтобы въ сутки со среднею скоростью прошло заданное число паръ поѣздовъ. Такимъ образомъ получится теоретическое подраздѣленіе линіи на перегоны, каковое дѣленіе должно быть затѣмъ сообразовано съ

*) См. разсчетъ пропускной способности Московско-Виндавской ж. д. составленный инж. Беркевичемъ въ пояснительной запискѣ, въ „Приложеніи“.

профилемъ и планомъ линіи и съ мѣстными потребностями перерѣзываемаго желѣзною дорогою района.

Увеличеніе скорости передвиженія грузовъ достигается выборомъ для коммерческаго движенія сильнаго, напримѣръ, какъ для Петербургъ—Витебской жел. дор., четырехъ-оснаго паровоза Tandem Compound, который по діаметру своихъ ведущихъ колесъ можетъ имѣть наибольшую скорость въ 41,5 верстъ въ часъ *).

Задавшись этимъ или другимъ типомъ паровоза, необходимо сдѣлать вычисленія, общій ходъ коихъ заключается въ нижеслѣдующемъ:

I. По даннымъ для выбраннаго паровоза опредѣляется его сила на предѣльныхъ подъемѣ и кривой и по ней число вагоновъ въ товарномъ поѣздѣ.

II. Пользуясь формулами проф. Петрова, опредѣляемъ силу тяги паровоза при разныхъ впускахъ пара въ цилиндръ и скорости, соотвѣтствующія каждой силѣ тяги.

III. Опредѣляется сопротивленіе поѣзда при разныхъ скоростяхъ на площадкѣ и на всѣхъ встрѣчающихся подъемахъ и кривыхъ.

IV. Сравнивая силу тяги паровоза при разныхъ скоростяхъ (по п. II) съ сопротивленіемъ поѣзда на площадкѣ при тѣхъ же скоростяхъ, опредѣляемъ—избытокъ силы тяги на преодолѣніе сопротивленія поѣзда на подъемахъ—при разныхъ скоростяхъ.

V. Сравнивая избытокъ силы тяги на подъемахъ (по п. IV) при разныхъ скоростяхъ съ сопротивленіемъ поѣзда на подъемахъ при различной величинѣ этихъ послѣднихъ (по п. III), получаемъ различныя скорости поѣзда, соотвѣтствующія различнымъ подъемамъ и кривымъ.

VI. Опредѣляются скорости поѣзда на спускахъ при условіи пользованія обыкновенными (простыми) тормазами.

VII. По найденнымъ скоростямъ на любомъ уклонѣ или подъемѣ опредѣляется средняя нормальная ходовая скорость, принявъ во вниманіе дѣйствительное протяженіе подъемовъ, спусковъ и площадокъ.

*) На другихъ дорогахъ типы паровозовъ, данные Министерствомъ П. С. слабѣе, а именно 8-колесные Компаундъ, для которыхъ составлены таблицы инж. Мееровича.

© ГПНТБ СО РАН

VIII. По даннымъ скоростямъ на различныхъ подъемахъ и уклонахъ и средней нормальной ходовой скорости (V_0) опредѣляются виртуальные коэффиціенты по скоростямъ $\left(\frac{V_0}{V}\right)$ для каждаго элемента профиля.

IX. Составляются произведенія изъ длинъ каждаго элемента профиля на соотвѣтствующій коэффиціентъ скорости $\left(l_x \cdot \frac{V_0}{V_x}\right)$ и подбираются суммы этихъ произведеній такимъ образомъ, чтобы онѣ равнялись, или были менѣе теоретической виртуальной длины перегона, выведенной изъ условія пропуска требуемаго числа поѣздовъ *).

Весь вопросъ такимъ образомъ приводится къ правильному опредѣленію дѣйствительныхъ скоростей или времени пробѣга каждой сажени по разнымъ уклонамъ и радіусамъ, а также расхода воды для заданнаго типа паровоза. Опредѣленіе этихъ скоростей вопросъ спеціальный и требуетъ знанія паровой механики. (См. Гл. XVII или примѣненія таблицъ).

Начальникъ изысканій обязанъ во время полевыхъ работъ, слѣдя за успѣхомъ изысканій всѣхъ партій, вести полевой эскизъ расположенія всѣхъ станцій разъѣздовъ и прочихъ остановочныхъ пунктовъ съ водоснабженіемъ и безъ онаго. Полезно вести предлагаемые нами эскизы (черт. 150, л. V). Если этого не дѣлать, то въ результатѣ можетъ оказаться, что выбранныя и трассируемыя начальникомъ партіи площадки не будутъ соотвѣтствовать условіямъ достаточной пропускной способности и водоснабженія. Легко можетъ оказаться, что эти площадки придется бросить, запроектировать новые соотвѣтствующіе раціональному расположенію таковыхъ и тогда въ результатѣ профиль будетъ искаженъ.

*) Переходя къ дополнительнымъ вычисленіямъ, слѣдуетъ указать, что пособіями при разсчетахъ могутъ служить:

1) Пояснительная записка съ разсчетомъ движенія поѣздовъ, составленная на Харьково-Николаевской жел. дор. въ 1893 г. инж. Черновымъ.

2) Статья инж. О. А. Струве „Объ условіяхъ размѣщенія пунктовъ скрещенія на желѣзныхъ дорогахъ въ одинъ путь 1899 г.“.

3) Курсъ желѣзныхъ дорогъ проф. Гордѣенко и его замѣтки въ Сборникѣ И. И. П. С. за 1899 г.

4) Курсъ паровой механики Петрова и пр.

Въ томѣ приложеніи данъ какъ лучшій образецъ: подсчетъ пропускной способности Петербургъ—Витебской жел. дороги составленный инж. Беркевичемъ.

Расположеніе паровозныхъ станцій (основныхъ и оборотныхъ депо).

Паровозныя станціи устраиваются на разстояніяхъ, соотвѣтствующихъ расходу топлива паровозамъ; разстоянія эти будутъ зависѣть отъ объема тендера и условій движенія на данномъ протяженіи пути. Брозіусъ и Кохъ, въ своемъ сочиненіи «der aussere Eisenbahnbetrieb. Wiesbaden 1893. II Bd., стр. 62» для этого разстоянія даютъ формулу:

$$S^{km} = 1000 \frac{K^{kg}}{R^{kg}} \cdot \frac{W^{kg/t} + x^0/_{00}}{n^{kg/t} + y^0/_{00}},$$

гдѣ K—обозначаетъ запасъ топлива, R—вѣсъ тендера паровоза, w—сопротивленіе тяги на прямой и горизонтальной на 1 тонну, x—наибольшій встрѣчающійся на протяженіи подъемъ, и y—средній уклонъ дороги между обѣими станціями съ запасомъ топлива. (См. стр. 337).

Водоснабженіе.

Въ § 77 техническихъ условій Министерства П. С. для первостепенныхъ дорогъ (см. приложеніе стр. 28) говорится:

§ 77. Дорога должна быть снабжена водою въ количествѣ, соотвѣтствующемъ опредѣленной для нея при открытіи разъѣздовъ, пропускной способности (§ 5) и вообще всѣмъ потребностямъ дороги въ водѣ. Наибольшее разстояніе между пунктами водоснабженія должно быть опредѣлено въ зависимости отъ продольнаго профиля дороги, типовъ обращающихся на дорогѣ паровозовъ и объема паровозныхъ тендеровъ съ такимъ разсчетомъ, чтобы на разстояніи между двумя водоснабженіями, съ пропускомъ одного промежуточнаго, не могъ быть израсходованъ объемъ воды въ 400 кубическихъ футовъ, при расходѣ воды въ 5 кубическихъ футовъ на виртуальную версту пробѣга поѣзда опредѣленную по діаграммѣ, указанной въ § 5.

§ 78. **Количество воды на каждомъ изъ пунктовъ водоснабженія.** Количество воды, которое должно быть доставляемо въ теченіе сутокъ каждымъ изъ пунктовъ водоснабженія, опредѣляется на основаніи слѣдующаго расчета:

а) количество воды, назначаемое собственно для потребности поѣздовъ, не должно быть менѣе 6 кубическихъ футовъ на поѣздо-версту полезнаго пробѣга паровозовъ на соотвѣтствующихъ перегонахъ, по расчету виртуальной длины таковыхъ, опредѣленной по діаграммѣ, ука-

© ГПНТБ СО РАН

занной въ § 5-мъ, и по числу отправляемаго со станціи въ теченіе сутокъ наибольшаго количества воинскихъ поѣздовъ, не считая факультативныхъ (§ 5); при этомъ надлежитъ предположить, что на обѣихъ сосѣднихъ станціяхъ произошла одновременно порча водоснабженій и что поѣзда должны поэтому слѣдовать съ набранною водою черезъ станцію. На тѣхъ станціяхъ, гдѣ происходитъ прицѣпка паровозовъ къ поѣздамъ (конечныхъ и станціяхъ съ паровозными депо), надлежитъ, сверхъ того, имѣть въ виду, что количество воды, доставляемой станціею для поѣздныхъ потребностей, должно быть не менѣе объема всѣхъ тендеровъ отправляемыхъ со станціи въ поѣздахъ въ теченіе сутокъ (въ одну сторону на станціяхъ конечныхъ и въ обѣ стороны, на прочихъ станціяхъ съ паровознымъ депо), причемъ объемъ тендера принимается въ 400 кубическихъ футовъ;

б) количество воды, назначаемое на маневры, резервы и промывку паровозовъ, а равно и на потребности мастерскихъ и живущихъ на станціяхъ, должно составлять въ сутки: на станціяхъ съ коренными депо по 10 кубическихъ саженей, на станціяхъ съ оборотными депо по 4 кубическихъ сажени и на всѣхъ прочихъ станціяхъ (собственно на маневры и потребности служащихъ) по 1 кубической сажени, и

в) количество воды, назначаемое для потребности перевозимыхъ войскъ, должно составлять въ сутки по 2,5 кубическихъ сажени на конечныхъ станціяхъ и на станціяхъ съ паровознымъ депо и по 1 кубической сажени на прочихъ станціяхъ.

Каждый пунктъ водоснабженія долженъ доставлять воду въ количествѣ, соотвѣтствующемъ общему объему, опредѣленному для всѣхъ перечисленныхъ потребностей въ общей ихъ совокупности.

Для второстепенныхъ и другихъ дорогъ эти нормы будутъ конечно другіе въ зависимости отъ типа паровоза и пропускной способности дороги.

Водоснабженіе всѣхъ станцій должно быть расчитано соразмѣрно требованіямъ тракціи и пропускной способности дороги, почему расходъ проточной воды или количество воды должно быть опредѣлено въ зависимости отъ виртуальной длины линіи.

Наибольшее разстояніе между пунктами водоснабженія не должно превышать того протяженія желѣзнодорожной линіи, виртуальная длина котораго, въ невыгоднѣйшемъ направленіи, могла бы израсходовать весь объемъ воды въ тендерѣ при движеніи обращающихся на дорогѣ поѣздовъ.

Разсчетъ расхода воды на версту на одинъ поѣздъ прямого горизонтальнаго пути. Подробный разсчетъ помѣщенъ въ томѣ Приложеній *), стр. 61—66. Согласно этого расчета расходъ

*) Согласно техническихъ условій утвержденныхъ инженернымъ Совѣтомъ Министерва П. С. Этотъ же разсчетъ подробнѣе разработанъ у инж. Филиппова въ „*Желѣзнодорожномъ водоснабженіи*“. стр. 4—5.

воды въ куб. путяхъ на поѣздо-версту пробѣга Q

$$Q = 0{,}00014\ T\ g. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

гдѣ T—сопротивленіе поѣзда на прямомъ горизонтальномъ пути въ килограммахъ.

g—расходъ пара въ часъ на паровую лошадь машины, въ килограммахъ.

Для опредѣленія величины T принята Министерствомъ для прямого горизонтальнаго пути формула Вилькнэра (при движеніи трехъ-оснаго паровоза, на основаніи опытовъ движенія вагоновъ Вильмэна и др.),

$$T = P\ (12 + 0{,}0044\ v^2) + Q\ (1{,}65 + 0{,}05\ v). \quad . \quad . \quad (2)$$

гдѣ P=вѣсъ паровоза съ тендеромъ (примемъ шестиколесный паровозъ) = 38,5 + 23,5 тоннъ = 62 тоннамъ.

$Q = S \times n = 119 \times 35$ гдѣ S = вѣсъ одного груженаго вагона и число ихъ.

Вставляя численныя величины получимъ:

$$T = 3178{,}48.$$

Величина g согласно разсчета для даннаго паровоза (см. приложеніе, стр. 63, таб. II) = 11,70 килограммамъ.

Вставляя дальше T и g въ формулу (1)

$$Q = 0{,}00014\ T \times g = 0{,}00014 \times 3178{,}8 \times 11{,}7 =$$

$$= 5{,}2 \text{ куб. фут. на поѣздо-версту.}$$

Опыты Западно-Сибирской желѣзной дороги показали, что норма расхода въ 5 куб. фут. на виртуальную поѣздо-версту ближе всего подходитъ къ дѣйствительному расходу воды при наибольшей работѣ паровозовъ, питающихся хорошею водой, и должна быть нѣсколько увеличиваема лишь для очень жесткихъ водъ, обладающихъ способностью сильно выбрасываться.

При емкости танка тендера отъ 8 до 10 куб. метровъ, беря среднее въ 318 куб. фута, воды въ немъ можетъ хватать на 318 : 5,20 = 61 виртуальную (тяговую) версту. При емкости тендера 497 к. б. 8-ми колеснаго паровоза компаундъ правительственнаго типа воды хватитъ на 497 : 5,2 = 95 виртуальныхъ верстъ.

© ГПНТБ СО РАН

Для опредѣленія расхода воды поѣздомъ на отдѣльныхъ перегонахъ и въ извѣстномъ направленіи, слѣдуетъ помножить величину $Q = 5{,}20$ на виртуальное, тяговое протяженіе этихъ перегоновъ. Примемъ емкость тендера 318 к. ф., тогда max. виртуальной длины = 61.

Если наибольшее тяговое протяженіе между станціями въ прямомъ направленіи равняется напр. 45 верстамъ, то казалось бы, какъ выше сказано, что станціи распредѣлены въ отношеніи водоснабженія удовлетворительно, потому что нѣтъ перегона, превышающаго возможное протяженіе для тендера въ 61 виртуальную версту. Но приходится еще принимать во вниманіе, что всякая станція съ водоснабженіемъ должна помогать сосѣднимъ на случай порчи и ремонта ихъ; а потому за наибольшій виртуальный перегонъ слѣдуетъ считать не 45 верстъ, а наибольшую сумму двухъ сосѣднихъ, которая не должна быть больше допускаемой объемомъ тендера величины 61 версты.

Если въ обратномъ направленіи движенія поѣздовъ никакая сумма двухъ сосѣднихъ перегоновъ виртуально не превосходитъ 61 версты, въ прямомъ же направленіи сумма двухъ перегоновъ равняется напр. 70,40 верстамъ, т. е. на этомъ протяженіи можетъ не хватить воды въ тендерѣ, когда водоснабженіе одной изъ станціи бездѣйствуетъ, въ такомъ случаѣ слѣдуетъ приблизить станцію съ водоснабженіемъ или устроить гдѣ-либо между этими станціями временное водоснабженіе, болѣе дешевое, чѣмъ постоянное, которымъ пользоваться приходилось бы только въ случаѣ бездѣйствія сосѣдняго постояннаго.

Расчетъ расхода воды по-саженно изложенъ нами въ слѣдующей главѣ XVII. Разсчетъ этотъ очень скорый и точный, уже получилъ примѣненіе при представленіи проекта Петербургъ—Вятской ж. д. и др.

Максимальное разстояніе между двумя станціями, зависитъ: 1) отъ скорости движенія и потребности скрещиванія поѣздовъ, 2) системы сигнализаціи, и 3) отъ системы водоснабженія и времени пополненія запасовъ воды во время стоянки поѣздовъ. Хотя въ Англіи и Америкѣ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ сдѣланы приспособленія, помощью которыхъ паровозы могутъ получать воду въ пути на ходу, но приспособленія таковыя устроены лишь для скорыхъ поѣздовъ. Въ мѣстностяхъ болѣе населенныхъ приходится проектировать станціи въ зависимости

отъ потребностей движенія и взаимнаго сношенія со значительно мелкими промежутками, чѣмъ это необходимо для пополненія запасовъ воды въ паровозахъ и скрещенія поѣздовъ.

Съ цѣлью увеличенія движенія и доходовъ слѣдовало бы тамъ гдѣ это необходимо, устраивать какъ можно болѣе станцій, такъ какъ таковыя не только составляютъ единственный источникъ доходности для дороги, но благодаря имъ возрастаетъ взаимное сношеніе и благосостояніе мѣстностей, перерѣзаемыхъ желѣзною дорогою. Однако число станцій имѣетъ также свой предѣлъ въ стоимости и потерѣ времени, которыя обусловливаются остановкою и возобновленіемъ хода поѣздовъ, а также временемъ стоянки на станціи, къ сему слѣдуетъ еще прибавить стоимость устройства, содержанія и управленія станцій.

Стоимость остановки, которая опредѣляется износомъ рельсовъ и колесъ при тормаженіи, потерею времени какъ при этомъ, такъ и при стоянкѣ и возобновленіи хода поѣздовъ и стоимостью повышенія силы тяги при началѣ движенія, смотря по величинѣ поѣздовъ, по подъемамъ дороги и по продолжительности стоянки, весьма различна.

При обсужденіи вопроса, слѣдуетъ ли вообще устраивать станціи, необходимо принять въ разсчетъ сначала стоимость простѣйшаго устройства остановочныхъ пунктовъ кои не представляютъ большой стоимости. Иногда достаточно устроить небольшую платформу и небольшой навѣсъ, котораго впрочемъ можно избѣгнуть, по соглашенію съ владѣльцемъ земли или завода, предложивъ ему выстроить таковой на свой собственный счетъ. Бываютъ случаи, что соотвѣтствующіе мѣстные жители заявляютъ готовность взять на себя стоимость устройства и содержанія станціи.

Ширина станціонныхъ площадокъ и число укладываемыхъ путей должны соотвѣтствовать главнымъ образомъ пропускной способности дороги.

Во всякомъ случаѣ мѣсто для числа укладываемыхъ путей должно быть разсчитано съ нѣкоторымъ запасомъ, для того, чтобы станція при случайномъ увеличеніи движенія имѣла возможность расшириться, не требуя впослѣдствіи прикупа земли. Когда ожидается бойкое движеніе, устройствомъ на одной сторонѣ станціи вытяжного пути представляется возможность, вводъ, выводъ и перемѣну вагоновъ производить безпрепят-

ЭЛЕКТРОСТАН

ственно при одновременной пріемкѣ и отправкѣ поѣздовъ на главныхъ путяхъ.

Количество воды, потребное для станцій. Количество воды потребное для станціи зависитъ:

1) отъ максимальнаго числа паръ поѣздовъ, при полномъ графикѣ, а также отъ величины и силы паровозовъ и объема тендерныхъ баковъ;

2) отъ того, имѣются ли на станціи мастерскія и паровозное депо и каковое—основное или оборотное, и

3) отъ того—промежуточная эта станція или конечная.

Количество воды, которое должно быть доставляемо въ теченіи сутокъ каждымъ изъ пунктовъ водоснабженія, опредѣляется на основаніи слѣдующаго расчета:

а) Количество воды, назначаемое собственно для потребностей поѣздовъ, не должно быть менѣе 5 куб. фут. (согласно вычисленнаго выше) на поѣздо-версту полезнаго пробѣга паровозовъ, по расчету виртуальной (тяговой) длины и по числу отправляемыхъ со станціи въ теченіи сутокъ поѣздовъ; при этомъ надлежитъ предположить, что на сосѣднихъ станціяхъ произошла одновременно порча водоснабженій и что поѣзда должны по этому слѣдовать съ набранною водою черезъ станцію.

На станціяхъ конечныхъ съ коренными депо и промежуточной — съ оборотнымъ депо надлежитъ сверхъ этого имѣть въ виду, что количество воды должно быть не менѣе объема всѣхъ тендерныхъ баковъ, отправляемыхъ въ теченіи сутокъ со станціи поѣздовъ (въ одну сторону на станціяхъ конечныхъ и въ обѣ стороны на прочихъ станціяхъ съ паровозными депо *).

б) Расходъ воды, на маневры, резервы и промывку паровозовъ, а равно для мастерскихъ и живущихъ на станціяхъ долженъ составлять въ сутки, согласно послѣднихъ нормъ Министерства П. С.: на станціяхъ съ коренными депо по 10 куб. саж. на станціяхъ съ оборотными депо по 4 куб. саж. и на всѣхъ прочихъ станціяхъ (собственно на маневры и потребности служащихъ) по 1 куб. сажени.

в) Независимо отъ сего для надобностей большихъ мастерскихъ должно быть на этихъ станціяхъ расходъ воды особо еще на 10 куб. саж.

*) См. приложеніе, стр. 65 Техническихъ условій.

г) Расходъ воды для потребностей перевозимыхъ войскъ долженъ составлять въ сутки по 2,5 куб. саж., на конечныхъ станціяхъ и на станціяхъ съ паровозными депо и по 1 куб. саж. на прочихъ станціяхъ.

Каждый пунктъ водоснабженія долженъ доставлять воду въ количествѣ соотвѣтствующемъ объему, опредѣляемому для всѣхъ перечисленныхъ потребностей въ общей ихъ совокупности.

На основаніи предыдущихъ данныхъ составляется постанціонная вѣдомость всѣхъ перечисленныхъ потребностей воды и назначается округленная общая ихъ сумма на каждую станцію въ сутки.

Суточный расходъ для упрощенія разсчета можно принять положивъ, что на каждомъ останов. пунктѣ съ водоснабженіемъ каждый паровозъ будетъ брать воду для прохожденія 70 вирт. верстъ (максимальное разстояніе).

Тогда, напримѣръ для 10 паръ поѣздовъ, принявъ на поѣздо-версту 5 куб. фут., получимъ: См. Гл. XVII—Расходъ воды на станціяхъ.

1) на станціи съ основ. депо и мал. мастерск. потребуется въ сутки: $(2 \times 10 \times 5 \times 70) : 7^3 = 20^1/_2$ куб. саж., да кромѣ того для депо и малыхъ мастерскихъ: $10 + 2^1/_2$, а всего 33 куб. саж. Для этихъ станцій съ большими мастерскими 43 куб. саж.

2) на станціи съ оборотн. депо и мал. мастерск. потребуется въ сутки: $20^1/_2 + 4 + 2^1/_2 = 27$ куб. саж.;

3) на остальныя станціи и остановочные пункты съ водоснабженіемъ: $20^1/_2 + 1 + 1 = 2^1/_2$ куб. саж.

Во время полевыхъ работъ по изысканіямъ эти данныя достаточны. Болѣе точный расчетъ данъ въ Гл. XVII.

Источники водоснабженій *).

Для станцій необходима преимущественно живая вода, или вода въ достаточномъ количествѣ изъ искусственнаго водохранилища—пруда, или изъ колодцевъ.

Вода должна быть изслѣдована химически и опредѣлена ея степень чистоты. Недостаточно чистая вода, при возвышеніи

*) Составлено на основаніи данныхъ въ книгѣ инженера Филиппова „Желѣзнодорожное водоснабженіе“ и техническихъ условій Министерства П. С.

© ГПБ СОРАН

температуры, осаждаетъ заключающіяся въ ней соли на стѣнкахъ котла и трубъ, образуя котельную накипь, представляющую дурной проводникъ тепла, препятствующій приходить водѣ въ соприкосновеніе со стѣнками котла, а потому уменьшающей его паропроизводительность, которая разъѣдая стѣнки, уменьшаетъ срокъ службы котла. Если вода, которою приходится располагать въ данномъ мѣстѣ, такъ насыщена вредными для котловъ солями, что не можетъ быть примѣнена къ питанію паровыхъ котловъ въ своемъ естественномъ состояніи и если въ то же время станцію нельзя, или невыгодно перенести на другое мѣсто, то прибѣгаютъ къ искусственной очисткѣ воды. Вредныя примѣси бываютъ слѣдующія: углекислая и сѣрнокислая известь, углекислая и сѣрнокислая магнезія, хлоръ, кремнеземъ, окись желѣза и др. малозначущія соединенія.

Для того, чтобы судить о пригодности воды для паровыхъ котловъ, обыкновенно довольствуются, вмѣсто болѣе или менѣе подробнаго анализа, опредѣленіемъ такъ называемой *жесткости воды*.

Жесткость выражаютъ въ градусахъ нѣмецкихъ или французскихъ. Одинъ градусъ нѣмецкій соотвѣтствуетъ содержанію одного сантиграмма извести въ литрѣ (1000 кубич. сантим.) воды;—одинъ градусъ французскій соотвѣтствуетъ содержанію одного сантиграмма углекальціевой соли въ литрѣ воды.

Напримѣръ, вода, имѣющая жесткость въ 10 нѣмецкихъ градусовъ, содержитъ въ литрѣ количество известковыхъ и магнезіальныхъ солей, равное по дѣйствію 10 сантиграммамъ извести; если же вода имѣетъ жесткость въ 10 французскихъ градусовъ, то это значитъ, что въ литрѣ ея содержится такое количество известковыхъ и магнезіальныхъ солей, которое соотвѣтствуетъ по дѣйствію 10 сантиграммамъ углекальціевой соли.

Отношеніе между градусами жесткости такое: 1° французскій = 0,56° нѣмецкаго, или 1° нѣм. = 1,8° франц.

Опредѣленіе жесткости довольно просто дѣлается по способу Буртона и Буде при помощи прибора ихъ гидротиметра. Способъ этотъ заключается въ томъ, что при смѣшеніи опредѣленнаго количества воды съ нѣкоторымъ опредѣленнымъ количествомъ мыльнаго раствора, извѣстной крѣпости, образовывается остающаяся пѣна и пѣна будетъ оставаться не растворяясь только послѣ того, какъ заключающіяся въ водѣ соли будутъ нейтрализованы мыльнымъ растворомъ.

Если взять воду химически чистую и распустить въ ней небольшое количество мыла, то при взбалтываніи сосуда съ водой, частицы воды захватываютъ воздухъ, образуя на поверхности мыльную пѣну; но если въ водѣ есть малѣйшая примѣсь какой-либо соли (земель), то соль эта разлагаетъ мыло и образуетъ зернистые или хлопковидные осадки и пѣна до тѣхъ поръ не образуется, пока все количество соли, находящейся въ испытуемой водѣ, ни будетъ нейтрализовано мыломъ, тогда дальнѣйшая примѣсь мыла начнетъ только образовывать пѣну.

Гидротиметръ Бутрона и Буде представляетъ стеклянную трубку, запаянную внизу съ дѣленіями, соотвѣтствующими одному градусу жесткости; дѣленія идутъ отъ верха къ низу; верхняя часть обдѣлана съ одной стороны въ видѣ воронки съ притертой пробкой для наполненія трубки испытующимъ мыльнымъ растворомъ и съ другой въ видѣ узкой трубочки для того, чтобы накапать этотъ мыльный растворъ въ испытываемую воду. Если дѣленія на трубкѣ назначены вѣрно,—соотвѣтственно градусу жесткости, то, капая мыльный растворъ до тѣхъ поръ, пока начнетъ оставаться нерастворяемая мыльная пѣна, замѣчаютъ сколько дѣленій израсходовано мыльнаго раствора, чтобы нейтрализовать соли въ испытываемой водѣ: количество расхода мыльнаго раствора по числу дѣленій трубки покажетъ число градусовъ жесткости воды. Опытомъ находятъ какое количество мыльнаго раствора извѣстной крѣпости необходимо, чтобы нейтрализовать каждую единицу солей (земель) и потому всегда можно на приборѣ назначить гидрометрическіе градусы, дающіе возможность опредѣлить степень жесткости испытываемой воды.

Мыльный растворъ приготовляется изъ 100 граммовъ бѣлаго содового мыла съ 1600 граммами 90° алкоголя, которые нагрѣваются до кипѣнія и по охлажденіи профильтровываются, а затѣмъ разбавляются 1000 куб. сант. дистилированной воды.

Такимъ растворомъ наполняется гидротиметръ нѣсколько выше нулевого дѣленія и поступаетъ въ дѣло.

До 15° франц. жесткости вода считается хорошею (мягкою), отъ 15° до 50°—жесткою, дурною, образующею вредную

котельную накипь, но еще годною для употребленія въ своемъ естественномъ состояніи, имѣя только въ виду очистку котельнаго камня время отъ времени; при жесткости же выше 50°— вода считается уже негодною и прежде поступленія въ паровые котлы должна бы была быть очищена химически, во избѣжаніе очень вреднаго ея дѣйствія на стѣнки котловъ.

Гидротиметръ Бутрона уѣзжая на изысканія всегда нужно брать съ собой.

Рѣки и вообще живые источники имѣютъ обыкновенно мягкую или мало жесткую воду, поэтому ихъ предпочитаютъ другимъ источникамъ искусственнымъ, въ которыхъ часто встрѣчаются примѣси вредно дѣйствующихъ солей въ болѣе или менѣе значительномъ количествѣ.

Что касается способовъ очищенія воды, то таковыхъ существуетъ нѣсколько; въ Россіи для желѣзнодорожныхъ водоснабженій введенъ способъ Беранже и Штингля на Юго-Западныхъ и Ростово-Владикавказской ж. дорогахъ.

Такъ какъ очищеніе воды требуетъ большихъ издержекъ, а употребленіе воды дурного качества вызываетъ еще большіе расходы, то при устройствѣ водоснабженія необходимо всегда очень тщательно изслѣдовать всѣ имѣющіяся въ распоряженіи воды для опредѣленія степени ихъ годности. Тѣ станціи, на которыхъ вода лучше, скоро узнаются машинистами и они, насколько это возможно стараются набирать воду преимущественно только на такихъ станціяхъ. Они даже нерѣдко просрочиваютъ положенное по росписанію время стоянки на такихъ станціяхъ, лишь бы достичь своей цѣли, если вода сосѣднихъ станцій худшаго качества.

Проекты станціоннаго водоснабженія.

Для составленія проекта водоснабженія, нужно путемъ изысканій выбрать родъ источника, разстояніе его отъ станціоннаго водоемнаго зданія и профиль мѣстности между ними, дабы опредѣлить высоту рабочаго напора H и составить разцѣнку. Затѣмъ нужно подсчитать количество воды, потребное для станціи въ сутки.

Діаметры трубъ обыкновенно назначаются 4″—для напорной линіи и 6″ — для разводящихъ; если при расчетѣ механическаго оборудованія водоснабженія будетъ получаться слишкомъ большая скорость воды въ напорной линіи, требующая черезчуръ большихъ размѣровъ машины и котла, то выгоднѣе, въ видахъ дальнѣйшей эксплоатаціи, замѣнить 4″ напорныя трубы — 5″ дюймовыми. Это можетъ имѣть мѣсто при очень удаленныхъ (до 3-хъ и 4-хъ верстъ) источникахъ водоснабженія и значительной высотѣ напора.

Такимъ образомъ необходимыми при изысканіяхъ данными считаются:

а) расходъ воды (по главѣ третьей) изъ суточной потребности, показанной въ таблицѣ;

б) родъ источника;

в) длина трубопровода и разность горизонтовъ верха бака и наинизшаго уровня воды въ источникѣ;

г) діаметры напорныхъ, разводящихъ и всасывающихъ трубъ—обыкновенно 4″, 6″ и 5″.

Частные примѣры подсчета водоснабженія при разныхъ источникахъ и условіяхъ помѣщены въ приложеніи стр. 112—134 тамъ же и чертежи.

Техническія условія на устройство станціонныхъ водоснабженій *).

Источники водоснабженія. Станціонныя водоснабженія назначаются для питанія паровозовъ и для потребностей живущихъ на станціи, въ виду чего источниками должны быть избираемы преимущественно рѣки, озера, или обильные водою ключи, а за неимѣніемъ таковыхъ — колодцы артезіанскіе или обыкновенные и лишь въ крайнемъ случаѣ пруды, искусственные бассейны и болота съ мягкой, т. е. неспособной давать въ паровыхъ котлахъ трудно отдѣлимыя накипи, и, по возможности, чистой и здоровой водою, съ расходомъ обезпечивающимъ съ избыткомъ потребности даннаго водоснабженія, даже въ самое сухое время года.

Въ отношеніи силы источника, таковой долженъ давать постоянный суточный расходъ воды не менѣе двойного опре-

*) Составлены на основаніи нормъ и распоряженій Министерства Путей Сообщенія. См. Справочный календарь инж. Ефимовича.

© ГПНТБ СССР

дѣленнаго для каждой станціи расхода, причемъ на промерзаніе верхняго слоя источника должно полагать въ сѣверныхъ частяхъ Россіи до 1 сажени, въ среднихъ—половину этого и въ южныхъ около четверти. Силу источника или расходъ его опредѣляютъ обыкновенно въ самое неблагопріятное время года, напримѣръ, послѣ продолжительной засухи лѣтомъ или въ суровое время зимой.

Для опредѣленія помощью химическаго анализа качества воды избраннаго источника, должны быть представлены 2 бутылки воды, емкостью каждая въ $^1/_{16}$ ведра. До наполненія водою бутылки должны быть тщательно вымыты водою изъ источника. На каждой бутылкѣ долженъ быть наклеенъ ярлыкъ съ обозначеніемъ рода и названія источника водоснабженія и названія станціи, для которой данный источникъ назначается. При пересылкѣ по почтѣ, бутылки съ образцами воды должны быть тщательно обернуты толстымъ слоемъ войлока и помѣщены, согласно почтовыхъ правилъ, въ жестяные ящики.

Источниками водоснабженія, какъ выше сказано, могутъ служить: 1) рѣки, рѣчки и ручьи, озера и пруды, т. е. наземныя воды; 2) ключи, отличающіеся обиліемъ и постоянствомъ воды; 3) почвенныя (или верховодки) и грунтовыя воды; 4) болота, содержащія годную воду, и наконецъ 5) артезіанскіе колодцы.

1) Если источникомъ водоснабженія служитъ порядочная **рѣка**, или большое озеро, то силу источника опредѣлять надобности нѣтъ, потому что достаточность его очевидна; при установкѣ водопріемника нужно имѣть только въ виду, чтобы помѣстить его въ такомъ мѣстѣ берега, гдѣ во всякое время года представляется непосредственный свободный притокъ къ водопріемнику воды, при самомъ низкомъ горизонтѣ послѣднихъ, и гдѣ ледоходъ не можетъ угрожать водопріемнику разрушеніемъ.

2) При проектированіи водоснабженія изъ небольшого **водотока** необмодимо прежде всего узнать, не промерзаетъ или не пересыхаетъ ли онъ, а затѣмъ опредѣлить расходъ воды въ немъ.

Опредѣленіе расхода воды источника можетъ быть лучше всего сдѣлано при помощи досчатаго водослива.

По формулѣ $$Q = 0{,}57\, bh\sqrt{2gh}$$

гдѣ: b — ширина водослива,

h — толщина переливающагося чрезъ водосливъ слоя воды, опредѣляемъ расходъ воды при горизонтѣ самыхъ низкихъ водъ черезъ водосливъ, въ зависимости отъ котораго и живого сѣченія водотока F находимъ среднюю скорость теченія воды по формулѣ $v = \frac{Q}{F}$; и, наконецъ, наименьшій расходъ воды въ источникѣ, отнесенный къ горизонту самыхъ низкихъ водъ, будетъ $Q_{min} = Fv$.

Опредѣленный такимъ образомъ наименьшій суточный расходъ воды долженъ быть, по крайней мѣрѣ, въ четыре раза болѣе количества воды, требующагося въ сутки отъ даннаго водоснабженія.

3) При недостаточномъ расходѣ воды въ водотокѣ слѣдуетъ, или, избравъ соотвѣтственное мѣсто, преградить его **плотиной**, такъ чтобы объемъ воды образовавшагося пруда, вмѣстѣ съ притокомъ источника, обезпечивалъ проектируемое водоснабженіе, или же устроить искусственный бассейнъ, соотвѣтствующей площади и глубины, въ зависимости отъ потребнаго количества воды и глубины залеганія и мощности ближайшаго отъ поверхности земли водонепроницаемаго пласта.

Въ зависимости отъ характера береговъ водотока и высоты подпора, плотины могутъ быть устроены земляныя (преимущественно) или деревянныя, съ деревянными или каменными водосливами или каналами вырытыми въ грунтѣ.

Во избѣжаніе засоренія пруда, полезно со стороны наибольшихъ наносовъ земли съ окружающихъ прудъ полей устраивать нагорныя канавы, или же засаживать берега пруда ивовыми растеніями; если же при томъ притокъ воды съ окружающихъ прудъ косогоровъ на столько великъ, что можно опасаться разстройства береговъ, то слѣдуетъ въ предѣлахъ горизонтовъ весеннихъ и низкихъ водъ укрѣплять берега дерномъ или камнемъ, придавая откосамъ ихъ болѣе пологій уклонъ.

При проектированіи водоснабженія изъ пруда долженъ быть представленъ въ Управленіе работами подробный планъ мѣстности, на которой предполагается устроить прудъ, съ указаніемъ промѣровъ глубины дна горизонталями, результатовъ буренія грунта и обмѣра поверхности питающаго прудъ бассейна, а равно данныхъ и соображеній о размѣрахъ предполагаемаго

© ПГПБ ОРАН

притока воды къ пруду, при чемъ въ случаѣ пруда, расчитаннаго лишь на питаніе дождевой водой, притокъ воды можетъ быть опредѣленъ на основаніи собранныхъ данныхъ о средней толщинѣ выпадающаго въ данной мѣстности слоя снѣга, принимая объемъ этого послѣдняго 0,06 одинаковаго по вѣсу объема воды.

При проектированіи водоснабженія изъ существующаго пруда слѣдуетъ прежде всего убѣдиться, насколько онъ обиленъ водою и имѣетъ ли онъ какіе-либо постоянные источники питанія, и только тогда можно остановиться на выборѣ пруда, когда по всѣмъ собраннымъ даннымъ онъ окажется обезпеченнымъ водою даже въ самое сухое время года.

Прудъ, въ которомъ вода удерживается плотиною, можетъ быть избранъ источникомъ водоснабженія только тогда, когда устройство и состояніе плотины окажется вполнѣ надежнымъ, или когда прудъ настолько глубокъ и обиленъ водою, что даже въ случаѣ порчи плотины проектируемое изъ него водоснабженіе будетъ обезпечено водою.

При незначительныхъ размѣрахъ пруда и небольшой глубинѣ въ немъ воды слѣдуетъ произвести промѣръ всего дна пруда горизонталями, съ указаніемъ меженняго и самаго низкаго горизонтовъ воды, а равно горизонта воды, соотвѣтствующаго порчѣ водоудержательной плотины. Въ случаѣ пруда значительныхъ размѣровъ достаточно произвести промѣры дна его только въ мѣстѣ расположенія водопріемника, на протяженіи примѣрно около 25 саж. въ каждую сторону, считая отъ оси этого послѣдняго *).

При проектированіи водоснабженія изъ пруда на суходолѣ необходимо прежде всего произвести пробное буреніе грунта въ предѣлахъ дна предполагаемаго пруда; при чемъ на выборѣ

*) Дѣйствіе водослива должно быть расчитано на пропускъ наибольшаго притока воды къ нему, опредѣляя ширину L водослива и глубину H переливающейся чрезъ водосливъ воды по формулѣ выше указанной

$$Q = 0{,}57\, LH\sqrt{2gH},$$

гдѣ Q — наибольшій притокъ воды къ водосливу.

Толщина водяного слоя надъ водосливомъ должна быть опредѣлена въ зависимости отъ наибольшей допускаемой скорости, которая должна быть: для деревянныхъ водосливовъ не болѣе 20 футовъ, для каменныхъ — не болѣе 15 футъ, а для земляныхъ, укрѣпленныхъ одиночною мостовою — 7 футовъ, двойною же — 10 фут.

Однакоже устройство глухихъ плотинъ съ водосливами, отводящими верхніе чистые слои воды, неминуемо ведетъ къ занесенію пруда наносами и къ уменьшенію его объема, такъ что, по истеченіи болѣе или менѣе значительнаго промежутка времени, пруды приходится очищать посредствомъ дорого стоющихъ пріемовъ.

Во избѣжаніе этого, въ плотинѣ, въ самомъ пониженномъ мѣстѣ должны быть устроены водоспускныя каменныя или деревянныя трубы, а водосливы должны служить лишь подспорьемъ или отвода полыхъ водъ, на случай внезапнаго и обильнаго ихъ притока.

даннаго мѣста можно остановиться только тогда, если окажется, что на незначительной отъ поверхности земли глубинѣ залегаетъ сплошной водонепроницаемый слой, толщиною не менѣе полусажени. При этомъ слѣдуетъ тщательно изучить расположеніе водонепроницаемаго пласта и убѣдиться, не выклинивается ли онъ въ предѣлахъ дна проектируемаго пруда. Буровыя скважины, по миованіи въ нихъ надобности, должны быть тщательно задѣланы глиной. (Въ степяхъ Забайкалья и Монголіи водопроницаемый слой вездѣ такъ близокъ, что достаточно вырыть ямку въ аршинъ, до 1 саж., дабы получить годную для питья воду).

Въ видахъ меньшей потери воды отъ испаренія и фильтраціи черезъ грунтъ и меньшаго значенія мертваго слоя воды, слѣдуетъ, при выборѣ мѣста для пруда, отдавать предпочтеніе узкимъ, но глубокимъ оврагамъ съ крутыми берегами.

Объемъ полезнаго слоя воды въ прудѣ или бассейнѣ, за вычетомъ изъ полной глубины воды, отнесенной къ горизонту порога водослива, около 0,45 саж. на толщину слоя льда и около 0,25 саж. на толщину слоя ила, долженъ быть не менѣе полугодового расхода воды, требующагося проектируемымъ водоснабженіемъ.

Устройство станціонныхъ водоснабженій изъ прудовъ, принадлежащихъ частнымъ лицамъ, крайне нежелательно, въ видахъ неудобства совмѣстнаго пользованія таковыми и недостаточной гарантіи въ содержаніи ихъ въ исправности, а въ особенности водоудержательныхъ плотинъ, а равно вслѣдствіе недостаточной чистоты воды въ прудахъ, назначенныхъ для хозяйственныхъ и фабричныхъ надобностей.

Принимая во вниманіе вышеизложенное относительно лег-

© ГПБ

каго засоренія прудовъ, трудности и дороговизны ихъ очистки и устройства плотинъ съ приспособленіемъ для спуска нижнихъ слоевъ воды, къ устройству водоснабженія изъ прудовъ вообще слѣдуетъ прибѣгать лишь въ крайнихъ, исключительныхъ случаяхъ, при отсутствіи какихъ-либо другихъ источниковъ.

4) Въ мѣстностяхъ, гдѣ имѣется нѣсколько расположенныхъ не далеко другъ отъ друга **ключей**, въ случаѣ недостатка всего необходимаго количества воды въ одномъ изъ нихъ, недостающее количество можетъ быть пополнено соединеніемъ всѣхъ ключей, при достаточной водопроницаемости, при чемъ водопріемникъ располагается на самомъ обильномъ изъ ключей и къ нему помощью деревянныхъ, чугунныхъ или гончарныхъ трубъ подводится вода изъ остальныхъ ключей, обдѣланныхъ деревянными срубами.

При необходимости воспользоваться почвенными водами должно быть тщательно изслѣдовано количество ихъ, что можетъ быть сдѣлано при помощи пробныхъ колодцевъ при глубинѣ залеганія водоноснаго слоя не болѣе 2 саженъ, или помощью буровыхъ скважинъ при болѣе глубокомъ залеганіи его.

Расходъ пробныхъ колодцевъ, свидѣтельствующій о достаточной водопроницаемости грунта въ данномъ мѣстѣ, опредѣляется посредствомъ откачиванія изъ нихъ воды, при чемъ откачку слѣдуетъ производить не до дна колодца, а, понизивъ горизонтъ воды въ немъ на одинъ или два фута противъ нормальнаго, поддерживать его на этомъ уровнѣ, и при этомъ опредѣлять количество откачанной воды въ теченіе нѣсколькихъ часовъ.

Опыты откачки должны производиться въ теченіе нѣсколькихъ дней, въ самое сухое время года.

5) **Болото** можетъ быть избрано источникомъ водоснабженія лишь въ крайнемъ случаѣ, когда другіе источники весьма удалены отъ станціи.

Для сужденія о количествѣ воды въ данномъ болотѣ полезно произвести промѣры глубины дна болота и вычислить объемъ его, а затѣмъ, измѣривъ въ разныхъ мѣстахъ болота процентное содержаніе въ водѣ торфяныхъ частей, опредѣлить полезный объемъ болота, то есть объемъ воды въ немъ.

Для того, чтобы убѣдиться въ надежности водоснабженія изъ даннаго болота, слѣдуетъ въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ вырыть въ немъ пробный колодезь и откачиваніемъ изъ него воды удостовѣриться въ количествѣ грунтовыхъ водъ и скорости притока ихъ къ колодцу. Количество воды, которое долженъ давать въ сутки устроенный въ болотѣ водопріемникъ, имѣющій площадь основанія въ 1 кв. саж. и глубину въ 1,25 саж., должно быть для самаго сухого времени года по крайней мѣрѣ въ четыре раза болѣе суточнаго расхода воды, требующагося для даннаго водоснабженія.

Увеличеніе производительности водопріемника, при недостаточномъ притокѣ къ нему воды изъ болота, можетъ быть достигнуто или, если характеръ болота дозволитъ, увеличеніемъ площади поперечнаго сѣченія колодца до 2,25 кв. саж. ($1,5 \times 1,5$). а въ крайнемъ случаѣ до 4 кв. саж. (2×2), или пристройкой къ пріемному колодцу деревянныхъ трубъ, или шпунтовыхъ галлерей, такого размѣра и количества, чтобы онѣ, дѣйствуя какъ дренажъ, пополняли недостатокъ воды, ощущаемый въ водопріемномъ колодцѣ.

6) При ненадежности другихъ источниковъ водоснабженія, слѣдуетъ прибѣгнуть къ отысканію **артезіанской воды**.

При извѣстномъ знаніи всегда можно найти артезіанскую воду, но не нужно думать, чтобы успѣхъ буренія вездѣ могъ быть одинаковъ.

При артезіанскомъ водоснабженіи станціи, закрѣпленная и законченная скважина служитъ какъ источникомъ водоснабженія, такъ и водопріемникомъ. Водоподъемное зданіе всегда ставится надъ скважиной. Постановка водоемнаго зданія съ бакомъ, совсѣмъ рядомъ съ водоподъемнымъ зданіемъ имѣетъ взаимное вліяніе на выборъ мѣста для буренія артезіанской скважины и на мѣстоположеніе водоемнаго зданія на станціи.

7) Въ Закаспійскомъ краѣ за неимѣніемъ воды проточной или почвенной прибѣгаютъ къ устройству водоснабженія изъ оросительныхъ **канавъ-арыковъ**.—На Самаркандъ-Андижанской жел. дорогѣ изъ числа 21 станцій съ водоснабженіемъ 13 станцій снабжаются водой изъ оросительныхъ канавъ-арыковъ.

Вода изъ арыки собирается въ достаточномъ количествѣ въ особыхъ мощеныхъ бассейнахъ, въ которыхъ вода пропускается черезъ фильтрующій слой. Такъ какъ вода въ арыкѣ проточная, то изъ бассейна устроенъ выходъ и арыкъ на дальнѣй-

шемъ пути продолжаетъ орошать мѣстность. Жители орошающіе водой изъ арыковъ свои поля поддерживаютъ все время образцовое состояніе арыковъ на всемъ. Ширина арыковъ отъ аршина до одной сажени.

8) На Западно-Сибирской жел. дорогѣ на протяженіи до 500 верстъ за неимѣніемъ годной воды для водоснабженія дороги таковую воду приходится развозить цѣлыми водяными поѣздами по всѣмъ станціямъ для потребностей не только паровозовъ, но и для служащихъ.—При большихъ морозахъ существующихъ въ Сибири развозка воды поѣздами—независимо отъ дороговизны этого водоснабженія крайне затруднительна, въ виду чего Управленіе дороги предполагаетъ если не ошибаемся строить водоснабженіе изъ сосѣднихъ рѣкъ Томи и Иртыша на разстояніи, до 100 и болѣе верстъ.

При разстояніи **перевозки воды** въ отдѣльномъ бакѣ, напримѣръ 20 верстъ и потребностей въ водѣ для перегона, безъ водоснабженія—25 куб. саж. и тарифѣ за провозъ $^1/_{100}$ коп. съ пудо-версты,—весь расходъ будетъ $365.20.25.60 : 100.100 = 10.950$ р. с. Капитализируя этотъ годовой расходъ при 4% годовыхъ, получимъ капиталъ въ 273.755 руб. не считая сравнительно незначительныхъ затратъ на устройство баковъ съ отопленіемъ въ вагонахъ. Этотъ примѣръ ясно доказываетъ, какъ дорого стоитъ перевозка воды и на сколько выгодно, въ случаѣ отсутствія воды, не жалѣть средствъ на устройство артезіанскихъ колодцевъ.

На Забайкальской жел. дорогѣ, на сколько намъ извѣстно, недостатокъ воды на нѣкоторыхъ станціяхъ пополняется въ зимнее время искусственнымъ таяньемъ льда, а весной естественнымъ таяньемъ снѣга, нагроможденнаго помощью снѣжныхъ щитовъ цѣлыми буграми по всей площади водоснабжающихъ прудовъ. Послѣдній пріемъ увеличенія количества воды въ прудахъ путемъ естественнаго таянія снѣга, конечно, очень дешевъ и практиченъ; но зато водоснабженіе путемъ искусственнаго таянья льда, вслѣдствіе его дороговизны, наврядъ ли можетъ себя оправдать.

Водоудержательныя плотины. При устройствѣ плотины въ такомъ мѣстѣ, гдѣ на поверхности земли залегаетъ слой значительной толщины наноснаго водопроницаемаго грунта, или при устройствѣ плотины значительной высоты—болѣе 2 саж.,

вдоль всей проектируемой земляной плотины должны быть забиты два ряда шпунтовъ, въ разстояніи другъ отъ друга равномъ ширинѣ верхняго гребня плотины: забивка шпунтовыхъ рядовъ требуется въ первомъ случаѣ для достиженія большей водонепроницаемости плотины, при чемъ наносный грунтъ между шпунтами выбирается на всю глубину до материка и замѣняется доброкачественною землею, предназначенною для образованія ядра плотины; во второмъ же случаѣ шпунтовые ряды забиваются съ цѣлью приданія плотинѣ, кромѣ непроницаемости, большей прочности. Высота шпунтовъ опредѣляется меженнимъ горизонтомъ воды впереди плотины.

При устройствѣ запруды значительной высоты, но небольшой длины, при прегражденіи, напримѣръ, глубокихъ, но узкихъ овраговъ, со значительнымъ притокомъ и скоростью воды, вмѣсто земляной плотины, предпочтительно устраивать деревянную плотину, изъ двухъ рядовъ шпунтовыхъ свай, забитыхъ въ разстояніи другъ отъ друга, смотря по высотѣ плотины, отъ 1 до $2^1/_2$ саж., промежутокъ между которыми заполняется кампемъ, глиною или другою доброкачественною землею *).

---

*) Если, напротивъ того, на мѣстѣ, избранномъ для устройства плотины, верхній слой земли окажется наноснымъ—водопроницаемымъ и толщина этого слоя будетъ не болѣе 1 сажени, то, передъ возведеніемъ плотины, слѣдуетъ вырыть вдоль проектной ея оси, канаву шириною равною ширинѣ основанія плотины, или, по крайней мѣрѣ, ширинѣ основанія ядра плотины, и глубиною равною толщинѣ наноснаго слоя, и вслѣдъ затѣмъ заполнить эту канаву доброкачественною, хорошо утрамбованною землею, предназначенною для устройства ядра плотины, и уже на этомъ основаніи возводить насыпь плотины.

При значительной толщинѣ наноснаго слоя земли, для устройства прочнаго водонепроницаемаго основанія, забиваются вдоль проектируемой плотины, какъ указано выше, два ряда шпунтовъ, промежутокъ между которыми, по вынутіи мѣстнаго грунта, заполняется доброкачественною землею.

Для устройства остальной части земляной насыпи плотины можетъ быть употреблена земля и худшаго качества, нежели для ядра, однако, за исключеніемъ пористыхъ, легко проницаемыхъ и растворяемыхъ водою породъ, причемъ для насыпки передняго откоса плотины, должна быть взята лучшая земля, нежели для задняго откоса.

Уклонъ откосовъ плотины долженъ быть для передняго не менѣе двойного, а при болѣе легкихъ породахъ земли полезно увеличивать означенный уклонъ до тройного и даже четверного, черезъ что увеличится водонепроницаемость плотины; уклонъ же задняго откоса достаточно сдѣлать полуторнымъ.

Въ видахъ осадки насыпи плотины и сползанія ея откосовъ, вы-

Водопріемники или сборные колодцы. При проектированіи водоснабженія изъ рѣки, ручья, озера или пруда водопріемникъ долженъ быть расположенъ у урѣза воды, въ такомъ мѣстѣ берега источника, гдѣ во всякое время года обезпеченъ непосредственный свободный притокъ къ нему воды, при самомъ низкомъ горизонтѣ ея въ источникѣ, и гдѣ ледоходъ не угрожалъ бы ему разрушеніемъ *).

Изысканія по избранію мѣста для водопріемника должны быть сдѣланы заблаговременно и, во всякомъ случаѣ, расходъ воды, который можетъ дать водопріемникъ, долженъ быть обстоятельно опредѣленъ до закладки водоподъемнаго зданія.

сота плотины должна быть на 10% болѣе проектной высоты и откосы ея должны быть болѣе полные.

Для предохраненія передняго откоса плотины отъ размыва, полезно засѣивать таковой травою, либо укрѣплять дерномъ или камнемъ, а лучше всего засаживать его ивовыми растеніями.

Ширина верхняго гребня плотины должна быть не менѣе $1^1/_2$ саженн и, при необходимости устройства проѣзда по плотинѣ, должна быть шириною не иенѣе 3 — 4 саженъ, причемъ въ этомъ послѣднемъ случаѣ долженъ быть устроенъ деревянный мостъ, надъ водосливомъ, а по краямъ плотины должны быть установлены деревянныя надолбы.

При земляныхъ плотинахъ водосливы должны быть устраиваемы въ выемкѣ одного изъ береговъ проектируемаго пруда, причемъ выемки эти должны быть соединены съ верхнею и нижнею частями пруда надлежащимъ образомъ устроенными подводнымъ и отводнымъ руслами. При устройствѣ какъ деревянныхъ, такъ и каменныхъ водосливовъ, забиваются въ началѣ и въ концѣ таковыхъ шпунтовые ряды, которые продолжаются, въ видѣ крыльевъ, съ одной стороны въ прилегающій къ водосливу берегъ пруда, съ другой стороны въ насыпь плотины и срѣзаются на высотѣ горизонта высокихъ водъ; длина крыльевъ опредѣляется урѣзомъ горизонта высокихъ водъ съ берегомъ пруда въ мѣстѣ устройства водослива. Подобныя крылья изъ шпунтовыхъ рядовъ полезно устраивать въ мѣстѣ соединенія плотины и съ другимъ берегомъ пруда. При каменныхъ водосливахъ основанія таковыхъ закладываются въ глубинѣ 0,75 саж. ниже грунта, причемъ вся каменная кладка производится на цементномъ растворѣ.

*) Поэтому водопріемникъ долженъ быть расположенъ противъ правильной и, по возможности, глубокой части рѣчного русла, не подвергающейся дѣйствію наносовъ и находящейся внѣ дѣйствія подпорныхъ плотинъ, принадлежащихъ частнымъ владѣльцамъ.

Въ случаѣ расположенія вблизи источника водоснабженія города или фабрикъ, отводящихъ въ него нечистоты, водопріемникъ долженъ быть расположенъ выше города или заводскихъ построекъ.

При водоснабженіи изъ пруда водопріемникъ долженъ быть расположенъ въ болѣе глубокой части пруда, вблизи плотины.

Въ исключительныхъ случаяхъ водопріемникъ располагается въ

Въ противномъ случаѣ, если окажется впослѣдствіи, что расходъ водопріемника недостаточенъ и долженъ быть пополненъ соединеніемъ его съ рѣкою и поднятіемъ горизонта послѣдней, можетъ случиться, что при подпорномъ горизонтѣ водоподъемное зданіе будетъ затоплено.

При пользованіи для водоснабженія почвенными водами изъ колодцевъ или искусственныхъ бассейновъ, послѣдніе не должны быть слишкомъ углублены въ водопроницаемый пластъ, служащій подошвой водоноснаго слоя, такъ какъ, пробивъ этотъ пластъ, можно изъ водопріемника упустить всю воду, которая уйдетъ до другого водонепроницаемаго слоя, лежащаго ниже *).

нѣкоторомъ отдаленіи отъ урѣза воды источника и можетъ питаться при этомъ водою изъ источника помощью фильтраціи. Если же грунтъ недостаточно водопроницаемъ, то вода изъ источника должна быть подведена къ водопріемнику, въ зависимости отъ характера берега, помощью деревянныхъ трубъ изъ пластинъ, шпунтовъ галлереей или закрытыхъ канавъ, огражденныхъ, со стороны источника, каменной отсыпью.

Конецъ соединительной трубы, расположенной въ озерѣ, заключается въ деревянный ящикъ съ рѣшетчатыми стѣнками, обсыпанный камнемъ для фильтраціи воды и для огражденія отъ поврежденій.

Притокъ къ водопріемнику происходитъ самотекомъ, вслѣдствіе разности горизонтовъ воды въ немъ и въ источникѣ.

Водопріемникъ долженъ былъ расположенъ такъ, чтобы въ видахъ лучшаго всасыванія насосомъ, растояніе отъ него до водоподъемнаго зданія было, по возможности, не болѣе 25—35 саженей.

Разстояніе же фильтра отъ водопріемника должно быть, по возможности, не болѣе:

при трубахъ изъ пластинъ и гончарныхъ . . . . . 20 саж.
„ „ деревянныхъ шпунтовыхъ . . . . . 10 „

*) Типъ водопріемника опредѣляется въ зависимости отъ рода источника водоснабженія и рода грунта у источника, на мѣстѣ избранномъ для водопріемника.

Водопріемный колодезь, если берега источника водоснабженія въ мѣстѣ устройства колодца недостаточно высоки и затопляются весенними водами, долженъ быть окруженъ насыпью, возвышающеюся надъ горизонтомъ высокихъ водъ на 0,30 саж.; откосы насыпи и часть берега источника укрѣпляются, въ предѣлахъ горизонтовъ высокихъ и низкихъ водъ, смотря по силѣ теченія источника, дерномъ, камнемъ или фашинами.

Типы водопріемниковъ и фильтровъ.

I. Водопріемники для плывучаго грунта съ сильнымъ притокомъ грунтовыхъ водъ состоятъ изъ водопріемнаго колодца, размѣрами 100×100 саж. въ свѣту и водопроводящей галлереи, шириною 0,50 саж.

Глубина колодца зависитъ отъ горизонта самыхъ низкихъ водъ

Водоподъемное зданіе (водокачка) есть зданіе приспособляемое для механическаго оборудованія водоснабженія. Механическое оборудованіе составляютъ: паровой котелъ, какъ источникъ силы, приводящей въ движеніе машину, которая въ свою очередь служитъ двигателемъ собственно рабочей машинѣ—насосу.

Размѣры водоподъемнаго зданія должны быть сообразованы съ необходимыми въ каждомъ случаѣ размѣрами и удобствомъ размѣщенія машины и котла *).

Сила машины. Машина должна въ 1 секунду поднять W куб. фут. воды на высоту $\Sigma H_0 = H_1 + H_2$.

источника, причемъ полъ его долженъ быть на 1,25 саж. ниже этого горизонта.

Длина галлереи находится въ зависимости отъ крутизны берега.

II. Водопріемники для твердыхъ, устойчивыхъ грунтовъ состоятъ изъ ряжеваго водопріемнаго колодца, размѣрами въ свѣту 1,00 × 1,00 с. и водопроводящей трубы изъ двухвершковыхъ пластинъ, размѣрами 0,35 × 0,35 саж. въ свѣту.

III. Водопріемники для водоснабженія изъ болотъ, а также изъ рѣкъ, прудовъ и озеръ, при легкофильтрующихъ берегахъ этихъ источниковъ, равно какъ при пользованіи для водоснабженія почвенными и грунтовыми водами, при торфяныхъ, болотистыхъ грунтахъ, состоятъ въ нижней части изъ шпунтовъ, верхняя часть колодца ряжевая. При недостаточномъ притокѣ воды должны быть устроены шпунтовыя галлереи, согласно галлереямъ при водопріемникахъ типа I.

Размѣръ водопріемнаго колодца, размѣръ и число дренажныхъ галлерей должны быть опредѣлены въ зависимости отъ количества и скорости притока воды.

IV. При устройствѣ водоснабженія изъ озера съ пологими берегами и необходимости отнесенія водоподъемнаго зданія и водопріемника на значительное отъ озера разстояніе, болѣе выгодно подводить воду изъ источника къ водопріемнику помощью чугунныхъ трубъ, вмѣсто дорого стоющихъ шпунтовыхъ галлерей или деревянныхъ трубъ.

Для этого употребляются обыкновенныя чугунныя водопроводныя трубы, соединенныя между собою черезъ извѣстные промежутки, въ зависимости отъ профиля берега и дна озера, спеціальными шарнирными штуцерами.

*) **Водоподъемныя зданія.** Водоподъемное зданіе должно быть построено на незатопляемомъ мѣстѣ, по возможности ближе къ водопріемнику и обращено входными дверями въ сторону станціи, а заднимъ фасадомъ въ сторону источника, причемъ машинное отдѣленіе должно находиться съ лѣвой стороны, а жилое помѣщеніе съ правой, считая отъ входныхъ дверей.

Въ крайнемъ случаѣ, во избѣжаніе значительнаго удаленія водоподъемнаго зданія отъ водопріемника, и удлиненія всасывающей линіи, таковое можетъ быть построено и въ предѣлахъ водоразлива, при усло-

H_1—Вся высота поднятія воды съ потерею напора для всасывающихъ трубъ.

H_2—Тоже самое для нагнетательныхъ трубъ напр.:

$$\Sigma H_0 = 26{,}48 + 177{,}56 = 204{,}04 \text{ фута.}$$

Вѣсъ W куб. фут. воды, полагая вѣсъ фута = 1,229 пуд. $P = W \times 1{,}229 = 0{,}45$ пуд.

Работа машины $T = P \times \Sigma H_0 =$

Вводя коэффиціентъ полезной работы машинъ = 0,36 и выражая работу въ паровыхъ лошадяхъ, имѣемъ:

$$0{,}36 \times 15.\ N = T.82 \text{ оттуда } N = \frac{91{,}82}{5{,}40} = 17.$$

Водопроводныя трубы съ принадлежностями.

Обыкновенно воду приходится поднимать снизу въ водоемъ при помощи механическихъ устройствъ — насосами съ паровымъ двигателемъ, иногда водянымъ, вѣтровымъ или, при временныхъ водоснабженіяхъ, просто ручными насосами. Часть трубопровода отъ водопріемника до насоса носитъ названіе всасывающихъ трубъ; отъ насоса до бака—нагнетательныхъ или напорныхъ трубъ и отъ бака къ кранамъ—разводящихъ трубъ.

Если источникъ водоснабженія выше подъема, то притокъ воды въ него совершается напорными трубами самотекомъ и регулируется автоматическимъ поплавкомъ. См. приложеніе частные примѣры 112—134.

Діаметръ трубъ зависитъ отъ длины водопровода и высоты напора. Въ обыкновенныхъ случаяхъ по техническимъ условіямъ послѣдняго времени требуется, чтобы внутренній діаметръ напорныхъ трубъ былъ не менѣе 4 дюймовъ, а разво-

---

віи устройства надлежащей глубины фундамента и насыпи съ соотвѣтственнымъ укрѣпленіемъ вокругъ него, съ поднятіемъ верха насыпи не менѣе какъ на 0,50 сажени надъ горизонтомъ самыхъ высокихъ водъ источника водоснабженія.

Внутри машиннаго отдѣленія должны быть устроены на цементномъ растворѣ фундаменты подъ паровые котлы и насосы, и галлереи для укладки трубъ съ соотвѣтствующими отверстіями въ фундаментѣ для прохода всасывающихъ, напорныхъ и сливныхъ трубъ.

Отдел РСФСР

дящихъ—не менѣе 6 дюймовъ. Діаметръ всасывающихъ трубъ берется на 1 дюймъ больше напорныхъ.

Трубопроводные діаметры повѣряются разсчетомъ, причемъ главное значеніе имѣетъ треніе на внутренней поверхности трубъ. Это треніе прямо пропорціонально квадрату скорости протеканія воды и длинѣ трубы, а въ обратномъ отношеніи оно состоитъ къ діаметру трубы *).

Чѣмъ болѣе діаметръ трубъ, тѣмъ потеря напора менѣе, но цѣнность больше и наоборотъ; поэтому всегда будетъ какой-то наивыгоднѣйшій діаметръ относительно цѣнности и потери напора; таковой діаметръ въ разсчетахъ находится ощупью **).

На Забайкальской жел. дорогѣ ввиду сильныхъ морозовъ, доходящихъ иногда до 37° Реомюра водопроводныя трубы воизбѣжаніе замерзанія и вслѣдствіе необходимости глубоко ихъ закладывать проведены въ отопляемыхъ галлереяхъ достаточной высоты, чтобы въ случаѣ надобности могъ пройти во внутрь человѣкъ. Галлереи эти стоятъ большихъ денегъ, но иногда необходимы.

Водоемное зданіе или водонапорная башня, строится обыкновенно изъ камня или кирпича съ деревяннымъ шатромъ вверху—вокругъ водоемнаго бака. Въ теплыхъ климатахъ верхняго шатра можетъ не быть, если нечего бояться за промерзаніе воды въ бакѣ. Внутри водоемнаго зданія должны быть устроены: фундаментъ подъ подогрѣватель на цементномъ растворѣ, сухой колодезь для напорныхъ и разводящихъ трубъ съ арками въ фундаментѣ для прохода этихъ трубъ, а равно отверстія въ стѣнкахъ зданія для прохода сигнальной или холостой трубы и трубы водоразборнаго крана.

Высота такого зданія зависитъ отъ величины заданнаго техническими условіями, для данной дороги, напора; въ послѣднее время высоту эту техническими условіями обусловливаютъ обыкновенно четырьмя саженями отъ дна бака до поверхности рельсъ станціонныхъ путей *).

*) Чугунныя трубы изготовляются каждымъ заводомъ въ видѣ извѣстной серіи съ возрастающими діаметрами. Такъ какъ большинство заводовъ имѣютъ опредѣленный сортаментъ трубъ, то важно знать его, чтобы избѣжать расходовъ на новыя модели. Въ будущемъ водопроводные съѣзды разсчитываютъ нормировать размѣры трубъ, которые были бы обязательны для введенія на желѣзныхъ дорогахъ не менѣе какъ на 10 лѣтъ; но пока нормировка эта еще не проведена и заводы изготовляютъ водопроводныя трубы безъ всякихъ нормъ, прямо по указанію заказчика.

**) Разсчетъ діаметра смотри сочиненіе инж. Филиппова стр. 60.

Направленіе водопроводной линіи. Направленіе водопроводной линіи между водопріемникомъ и водоподъемнымъ зданіемъ (всасывающая линія) и между водоподъемнымъ и водоемнымъ зданіями (напорная линія) должно быть, по возможности, прямолинейное и по кратчайшему между ними разстоянію.

Въ случаѣ необходимости обойти встрѣчаемыя водопроводною линіей препятствія, въ видѣ большихъ и глубокихъ болотъ, овраговъ, дорого стоющихъ построекъ и т. п., допускается отклоненіе отъ прямолинейнаго направленія водопроводной линіи, съ тѣмъ однако, чтобы всѣ повороты были подъ однообразными углами, въ 135° и 90°, или по кривымъ, радіусъ которыхъ не менѣе 100 саженей.

Линія по выбранному направленію должна быть пронивеллирована и составлена профиль, съ подсчетомъ глубины заложенія трубъ.

Вантузы. Для удаленія воздуха, скопляющагося въ напорной линіи водопровода, въ самыхъ повышенныхъ точкахъ, на

*) Расположеніе водоемныхъ зданій указывается на типовыхъ планахъ расположенія путей и зданій. На станціяхъ съ коренными и оборотными депо, водоемныя зданія должны быть располагаемы, по возможности, ближе къ паровознымъ сараямъ, но такъ, чтобы они не мѣшали будущему развитію паровозныхъ зданій и станціонныхъ путей. Наибольшее приближеніе къ серединѣ главнаго пути принимается въ 12,5 саж., а выборъ наиболѣе подходящаго изъ указанныхъ мѣстъ для постройки водоемнаго зданія предоставляется начальникамъ участковъ, имѣя при этомъ въ виду возможность пользованія мѣстными топографическими условіями.

Располагая бакъ на возвышенности съ удаленіемъ отъ пути, можно въ нѣкоторыхъ случахъ уменьшить высоту водоемнаго зданія, но съ тѣмъ, чтобы потеря напора отъ удаленія зданія была принята во вниманіе, исходя изъ нормальной скорости теченія воды въ гидравлическихъ кранахъ, при заданной высотѣ бака надъ рельсами и удаленіи его отъ главнаго пути.

Въ зависимости отъ количества воды потребной на станціи, устраиваются водоемныя зданія на одинъ или на два бака.

Въ случаѣ расположенія источника на самой станціи, или въ недалекомъ отъ нея разстояніи, допускается соединеніе въ одно водоемнаго зданія съ водоподъемнымъ.

Внутри каждаго водоемнаго зданія должны быть устроены, на цементномъ растворѣ, фундаменты подъ подогрѣватель и галлерею для разводящихъ и напорныхъ трубъ.

переломахъ линіи устанавливаются вантузы, (воздушные колокола), въ разстояніи другъ отъ друга не>500 саж.

Отверстіе для выпуска скопляющагося въ вантузѣ воздуха закрывается деревяннымъ шаромъ, обитымъ резиной.

Для возможности осмотра и ремонта вантузъ отдѣляется отъ водопроводныхъ трубъ, на которыхъ онъ установленъ, краномъ.

Вантузъ устанавливается въ колодцѣ (предпочтительно деревянномъ) съ двойной деревянной крышкой.

Гидравлическіе и другіе краны располагаются между главнымъ и пассажирскимъ путями. На станціяхъ съ коренными и оборонными депо, путевые краны должны быть расположены вблизи паровозныхъ зданій и притомъ предпочтительно возлѣ путей, ведущихъ къ поворотнымъ кругамъ, или къ складамъ топлива *).

Къ каждому изъ гидравлическихъ крановъ должна вести особая линія трубъ, на которой въ галлереѣ водоемнаго зданія устанавливается задвижка, для изолированія этой линіи при ея ремонтѣ, безъ остановки работы другого гидравлическаго крана.

На станціяхъ съ паровозными депо и мастерскими устраиваютъ стѣнные гидравлическіе краны, которые располагаются непосредственно возлѣ баковъ, помѣщаемыхъ въ общемъ зданіи и которые приспособляются такъ, чтобы наливной рукавъ могъ поворачиваться въ горизонтальной плоскости и приводиться въ перпендикулярное положеніе къ оси ближайшаго пути.

2) Пожарный кранъ. Близъ станціонныхъ зданій, на товарномъ дворѣ около товарныхъ платформъ и вообще мѣстъ подверженныхъ пожарамъ, устанавливаются пожарные краны, которые помѣщаютъ въ спеціально устраиваемыхъ колодцахъ.

*) Каждый гидравлическій кранъ устанавливается на отдѣльномъ, возведенномъ на цементномъ растворѣ фундаментѣ, входъ въ который закрытъ двойной крышкой: нижней—деревянной и верхней—чугунной. Во избѣжаніе замерзанія воды, остающейся въ вертикальной трубѣ послѣ закрытія вентиля, она отводится черезъ отверстіе въ нижней части вентиля при помощи 3" трубы съ краномъ, въ деревянный осадочный колодезь. Послѣдній долженъ быть расположенъ, по возможности, вблизи станціонныхъ канавъ, съ которыми, въ случаѣ надобности, соединяется водоотводными трубами (можно примѣнить бракованныя чугунныя трубы или куски ихъ оставшіеся отъ укладки, а также гончарныя и деревянныя). Въ лѣтнее время кранъ этотъ запирается, чѣмъ устраняется лишній расходъ воды. Для скорѣйшаго удаленія воды, сливная труба гидравлическаго крана укрѣпляется съ уклономъ въ сторону выхода воды.

3) Пожарно-водоразборный кранъ. Для нуждъ станціонныхъ служащихъ и ихъ семействъ устраиваютъ краны водоразборные, которые обыкновенно соединяются въ конструкціи своей съ пожарными кранами.

4) Промывательный кранъ ставится на станціяхъ съ паровозными депо въ количествѣ обыкновенно на два стойла по одному крану. Краны эти помѣщаются въ каменныхъ колодцахъ, и служатъ для промывки паровозовъ, при помощи рукава. Такіе же краны ставятся въ мастерскихъ, гдѣ требуется ремонтная промывка паровозовъ.

Кромѣ всѣхъ указанныхъ крановъ, проводятся въ дома, мастерскія, дамскія и мужскія комнаты и въ буфеты, чугунными трубами малаго діаметра, а въ самомъ зданіи свинцовыми, отростки водопроводовъ съ водоразборными кранами и гдѣ нужно раковинами къ нимъ, для отвода израсходованной воды.

Артезіанское водоснабженіе.

На станціи съ артезіанскимъ водоснабженіемъ должно быть пробурено двѣ буровыхъ скважины, по слѣдующимъ соображеніямъ:

1) Воду приходится выкачивать насосами, опущенными въ скважины на довольно значительную глубину, причемъ при ремонтѣ насосовъ, довольно часто портящихся, въ особенности при грязной водѣ, нужно потратить много времени на подъемъ насоса и спускъ его, не считая самаго ремонта. Чтобы избѣжать въ такихъ случаяхъ прекращенія водоснабженія, весьма желательно имѣть двѣ скважины, могущія работать независимо другъ отъ друга.

2) При значительной глубинѣ погруженія насоса, работѣ машины представляется крайне неравномѣрное сопротивленіе: при ходѣ поршня вверхъ—вѣсъ всего поднимаемаго столба воды, вѣсъ поперечныхъ штангъ и поршня и всѣ вредныя сопротивленія: при ходѣ поршня внизъ, напротивъ, вѣсъ поршневыхъ штангъ самъ ускоряетъ ходъ машины. Это неудобство уничтожается и сопротивленіе дѣлается болѣе равномѣрнымъ,

если работаютъ насосы двухъ скважинъ отъ одного приводнаго вала, причемъ ходъ поршня вверхъ въ одной скважинѣ соотвѣтствуетъ ходу внизъ поршня въ другой скважинѣ.

Насосы.

При водоснабженіяхъ желѣзнодорожныхъ станцій, для поднятія воды, примѣняются почти исключительно поршневые насосы, приводимые въ дѣйствіе силою паровыхъ машинъ.

Насосы бываютъ всасывающіе и нагнетательные.

Нагнетать воду можно всегда подходящимъ насосомъ, соотвѣтствующею силою и при достаточномъ діаметрѣ трубъ; но всасывать—можно только до извѣстнаго предѣла. Отчасти въ этомъ заключается конструктивная разница между глубоководными—артезіанскими насосами и простыми всасывающими насосами, которые могутъ забирать воду присасываніемъ къ поршню только съ глубины, теоретически не большей 32,2 фут., а практически съ меньшей глубины, не превосходящей 27—25 футовъ, (а лучше еще меньше) и гнать ее потомъ во водоемный бакъ; глубоководный же насосъ, со штангами болѣе или менѣе значительной длины, всасываетъ внизу воду въ предѣлахъ указаннаго присасыванія къ поршню и поднимаетъ ее затѣмъ въ видѣ столба, на протяженіи всей длины штангъ и длины напорной линіи трубъ, до станціоннаго водоемнаго бака.

Насосы бываютъ простого и двойного дѣйствія, т. е. когда движеніе поршня поднимаетъ воду только при одномъ направленіи хода его; или когда при ходѣ поршня въ томъ ли, въ другомъ ли направленіи, вода все-таки поднимается одинаково.

При водоснабженіяхъ станцій, за послѣднее время, былъ въ большомъ ходу артезіанскій насосъ простого дѣйствія съ паровой машиной системы «Сохо».

ГЛАВА XVII.

Разстояніе между пунктами скрещенія въ зависимости отъ силы тяги, профили пути и расхода воды. Виртуальная длина по скоростямъ и тяговая по расходу воды.

Въ гл. XIII нами изложенъ разсчетъ виртуальной длины по сопротивленію. Разсчетъ этотъ производится по коэффиціентамъ табл. XXIII, согласно журнальнаго постановленія Инж. Совѣта № 37 отъ 31 августа 1891 г.—Эта виртуальная длина по сопротивленію можетъ понадобиться для сравненія варіантовъ двухъ конкурирующихъ съ собой направленій, но не даетъ возможности правильно размѣстить станціи. Поэтому этого разсчета виртуальной длины по сопротивленіямъ (правильнѣе по разстоянію) не слѣдовало бы считать обязательнымъ при представленіи проекта желѣзной дороги.

При производствѣ изысканій и проектировкѣ желѣзныхъ дорогъ главное значеніе имѣетъ раціональное расположеніе пунктовъ скрещенія и водоснабженія, такъ какъ отъ этого зависитъ пропускная способность дороги, разъ дорога и станціи выстроены и не могутъ уже впослѣдствіи быть перестроены или перемѣщены.

Вопросъ этотъ очень мало разработанъ и только въ послѣднее время при проектировкѣ нѣкоторыхъ дорогъ сдѣланъ починъ разсчитать теоретически правильныя разстоянія между станціями, въ зависимости отъ скорости поѣзда и расхода воды, подобно тому, какъ это разсмотрѣно въ статьѣ проф. Гордѣенко: «Виртуальная длина желѣзныхъ дорогъ по скорости и тяговая ихъ виртуальная длина», напечатанная въ Сборникѣ Института Инженеровъ п. с. Первый существенный толчекъ въ этомъ направленіи сдѣланъ профессоромъ Н. Л. Щукинымъ. Діаграмма его скоростей утверждена Министромъ п. с. 24 марта 1899 г. Она составлена профессоромъ Щукинымъ лишь только для воинскихъ поѣздовъ и кромѣ того при обстоятельствахъ движенія фиктивнаго паровоза, несуществующаго — съ среднею характеристикою, выведенной изъ цѣлой группы паровозовъ.

По настоящее время разсчетъ пропускной способности производился, принимая въ основаніе виртуальную длину (Гл. XIII) по разстоянію, чего конечно нельзя считать вѣрнымъ.

Первую ученую попытку къ разработкѣ этого вопроса мы видимъ въ интереснѣйшемъ трудѣ инж. О. А. Струве «Объ условіяхъ размѣщенія пунктовъ скрещенія», который отпечатанъ въ Жел.-дор. Дѣлѣ №№ 35—36 въ 1899 г. Въ примѣненіи къ практикѣ, разсчетъ пропускной способности впервые произведенъ правильно и точно при постройкѣ Петербургъ-Витебской желѣзной дороги, на основаніи формулъ паровой механики, въ зависимости отъ профили пути, т. е. ско-

рости и расхода воды, расчитанныхъ для каждаго уклона въ отдѣльности. Разсчетъ этотъ, составленный инж. п. с. И. Л. Беркевичемъ, былъ представленъ при пояснительной запискѣ Правленіемъ дороги на утвержденіе въ Министерство п. с. 5 іюня 1900 г. за № 11313.—Эта интересная записка и расчетъ нами приложены въ Томѣ приложеній стр. 167.

Для коммерческаго движенія Петербургъ-Витебской ж. д. принятъ очень сильный паровозъ Tandem Compound, почему результаты разсчета дали очень близкія величины къ даннымъ получаемымъ по діаграммѣ проф. Н. Л. Щукина.

Практическое примѣненіе этого разсчета, для производства желѣзнодорожныхъ изысканій вообще, встрѣчаемъ въ весьма полезной брошюрѣ и таблицахъ инж. п. с. І. Мееровича «Разсчетъ между станціями въ зависимости отъ скорости поѣзда и расхода воды» (1901 г.).

Въ разсчетѣ инж. Беркевичемъ принята тоже формула инж. Петрова для опредѣленія силы и тяги, которая принята и выше нами дана, что и проф. Щукинымъ при разсчетѣ имъ діаграммы скоростей для воинскихъ поѣздовъ. — Инж. І. Мееровичъ взамѣнъ этой формулы принялъ формулы германскихъ инженеровъ:

$$W = (2{,}4 + 0{,}001\, v_1^2 + i)\ (L + T + Q_1)$$

въ остальномъ ходъ разсчета и формулы взятые изъ паровой механики тѣ же, какія приняты въ разсчетѣ пропускной способности Петербургъ-Витебской жел. дороги.—Но инж. Мееровичъ принялъ другой паровозъ, а именно утвержденный Правительствомъ 8-ми колесный паровозъ Compound—общеупотребительный и впервые составилъ очень удобныя таблицы коэффиціентовъ времени пробѣга поѣздомъ одной сажени и расхода воды на этомъ протяженіи (k и φ) для разнаго состава поѣзда.

Въ названной брошюрѣ даны время (k) въ минутахъ (увеличенное въ тысячу разъ) и число киллограммъ воды (φ) (тоже увеличенное въ тысячу разъ), потребное для прохожденія поѣздами разныхъ составовъ одной сажени пути на разныхъ уклонахъ и кривыхъ.

При этомъ таблицы составлены при обстоятельствахъ движенія восьмиколеснаго паровоза системы компаундъ послѣдняго правительственнаго типа, во всемъ согласно нормамъ и требованіямъ Министерства п. с. и даннымъ паровой механики. Наша таблица XLVI этихъ коэффиціентовъ составлена для удобства для уклоновъ 0,008, т. е. для первостепенныхъ ж. д. Рекомендуя желающимъ познакомиться ближе съ расчетомъ обратиться къ этой брошюрѣ, мы же здѣсь покажемъ только какъ воспользоваться таблицами этой брошюры, для опредѣленія разстояній между пунктами скрещенія поѣздовъ и пунктами водоснабженія, а также потребнаго количества воды для достиженія пропускной способности, требуемой техническими условіями проектированія и сооруженія ж. д. первостепеннаго значенія (магистралей).

Для опредѣленія предѣльнаго разстоянія между остановочными пунктами и пунктами водоснабженія при данномъ профили пути, въ зависимости отъ заданной техническими условіями пропускной способности, принятъ паровозъ правительственнаго типа восьмиколесный компаундъ съ діаметромъ ведущихъ колесъ 1,20 (m.), вѣсомъ паровоза въ ходу 51.2 (m.) и объемомъ воды въ 14 (m^3) = 494.5 (куб. фута). Болѣе полная характеристика этого паровоза имѣется въ вышесказанной брошюрѣ.

Къ сожалѣнію, брошюра изложена слишкомъ сжато и не даетъ надлежащихъ указаній, какъ произвести разсчетъ разстояній между пунктами скрещенія, почему мы отъ себя даемъ слѣдующія поясненія и инструкціи, коихъ нѣтъ въ названной брошюрѣ.

I. До открытія разъѣздовъ техническими условіями задается пропускная способность въ 9 паръ поѣздовъ. Для простоты разсчета и въ виду запаса всѣ эти поѣзда разсматриваются какъ товарные. Наибольшій заданный уклонъ i_y восьмитысячный при совпаденіи съ радіусомъ $R = 300$ саженямъ и слѣдовательно, наибольшій фиктивный подъемъ согласно проф. Н. Л. Щукина

$$i = i_y + i_k + 1.$$

Здѣсь i_k — подъемъ эквивалентный по сопротивленію кривой и 1 тысячная—подъемъ, замѣняющій сопротивленіе поѣзда отъ вліянія вѣтра и температуры. Величины $i_y + i_k$ даны нами въ таблицѣ LXI № 1 для различныхъ радіусовъ и уклоновъ до 0,017 (фиктивный 21,90) и радіусовъ отъ 120 до 1000.

Въ данномъ случаѣ (согласно техническихъ условій первостепенныхъ дорогъ уклонъ) 0,008 и рад. 300.

$$i \text{ (фиктивный)} = 10{,}04 \text{ (въ тысячныхъ).}$$

На этомъ подъемѣ, какъ видно изъ таблицы А, см. стр. 461,

паровозъ можетъ свободно возить 35 товарныхъ вагоновъ съ нагрузкою въ 610 пудовъ вѣсомъ brutto 17,0 (*t*) или 30 вагоновъ съ нагрузкою въ 750 пуд. вѣсомъ brutto 19.3 (*t*), такъ что вѣсъ всѣхъ вагоновъ будетъ maximum 595 (*t*). Допустимъ наибольшую скорость поѣзда въ 40 верстъ *) и найдя по таблицѣ (*C*), стр. 463, что для такого поѣзда необходимо имѣть на 100 вагонныхъ осей 19 тормазныхъ, по таблицамъ, LXI №№ 2, 3 и 4 опредѣлится, что для прохожденія поѣздомъ одной сажени на всевозможныхъ кривыхъ, скатахъ и подъемахъ необходимо (*k*) число минутъ увеличенное въ тысячу разъ.

Въ прилагаемой таблицѣ XLVI даны нами эти коэффиціенты для первостепеннаго значенія линіи.

Положивъ на подходъ поѣзда къ остановочному пункту, на смѣну паровоза и наборъ воды въ среднемъ по 10 минутъ, получится, что для пропуска 9 паръ поѣздовъ, каждая пара должна употребить на пробѣгъ перегона не болѣе

$$\frac{24 \times 60 - 2 \times 9 \times 10}{9} = 140 \text{ минутъ.}$$

Мы здѣсь беремъ 10 минутъ по разсчету: 3 минуты добавочныхъ на отходъ и подходъ къ станціи, и 7 минутъ на остановку и наборъ воды. Въ дѣйствительности же времени на остановки окажется больше, такъ какъ получится излишекъ, вслѣдствіе того, что на большинствѣ перегоновъ время необходимое для пробѣга будетъ меньше предѣльнаго.

Подраздѣляемъ данные подъемы, скаты и площади на отдѣльные мелкіе куски съ точностью до одной сажени въ зависимости отъ длины кривыхъ разнаго радіуса и затѣмъ вычисливъ для этихъ отдѣльныхъ частей фиктивные подъемы, скаты и площадки, получимъ разные l, l_1, l_{II}, l_{III} и т. д. Такъ напр. если на подъемѣ 0,006 длиной 1.250 саж. имѣется три кривыхъ радіуса 200, 300 и 500 разныхъ длинъ, то подъемъ разбивается на 7 отдѣльныхъ частей, всего общей длиной 1250 саж., изъ коихъ четыре части подъема на прямой будутъ имѣть фиктивный подъемъ $i = i_y + 1$, такъ какъ на нихъ нѣтъ кривыхъ. Остальные три части будутъ имѣть фиктивные подъемы, въ зависимости отъ величины радіуса по таблицѣ LXI № 1 $i = i_y + i_{200/200/500} + 1$.

*) Министерствомъ для даннаго паровоза допускается наибольшая скорость въ 47,5 версты. См. табл. XLV.

Назвавъ длины участковъ пути на перегонѣ съ разнымъ характеромъ профили въ одну сторону чрезъ l; l_I; l_{II}; l_{III};.... и въ обратную чрезъ l; l'; l''; l'''... необходимо чтобы:

$$0{,}001\ (\Sigma\ lk + \Sigma'\ lk) \leqq 140 \text{ минутъ.}$$

Вотъ условіе для опредѣленія предѣльнаго разстоянія между пунктами скрещенія. Кромѣ того необходимо, согласно техническимъ условіямъ, имѣть въ виду, что разстояніе между станціями: $L \leqq 30$ верстъ.

Ш) Послѣ устройства разъѣздовъ должна быть возможность пропуска 20 паръ поѣздовъ. Всѣ эти поѣзда въ виду запаса и простоты разсчета предполагаются воинскими въ 50 вагоновъ, вѣсомъ *brutto* каждый вагонъ въ 11,5 (*t.*), такъ что вѣсъ всѣхъ вагоновъ будетъ 575 (*t.*), т. е. приблизительно того же вѣса, что и разсмотрѣннаго товарнаго поѣзда, слѣдовательно, такой поѣздъ при заданныхъ: наибольшемъ подъемѣ и паровозѣ—возможенъ и величины k для него остаются тѣ же, что и для товарнаго, помѣщенныя въ прилагаемой таблицѣ. Для прохода одного перегона, пара поѣздовъ не должна употребить болѣе

$$\frac{24 \times 60 - 2 \times 20 \times 10}{20} = 52 \text{ минуты.}$$

Изъ всего вышесказаннаго вытекаетъ, что, ведя при полевыхъ работахъ вѣдомости величинъ (k) и (φ), типы которыхъ здѣсь указаны, необходимо для назначенія площадокъ подъ разъѣзды руководствоваться условіемъ, чтобы

$$0{,}001\ (\Sigma lk + \Sigma' lk) \leqq 52 \text{ минуты,}$$

а станціи назначать по возможности чрезъ одинъ или два разъѣзда, соблюдая при этомъ условіе, чтобы

$$0{,}001\ (\Sigma\ lk + \Sigma' lk) \leqq 140 \text{ минутъ.}$$

При этомъ, понятно, слѣдуетъ помнить, что станціи по возможности должны быть расположены въ мѣстахъ здоровыхъ, сухихъ, населенныхъ и съ естественными источниками воды объ чемъ подробно изложено въ Гл. XIV.

© ГПИБ России

IV) При назначеніи пунктовъ водоснабженія необходимо имѣть въ виду число килограммъ воды, увеличенное въ 1000 разъ (φ), расходуемое паровозомъ при пробѣгѣ одной сажени, (составленное согласно таблицы (V) брошюры) и помѣщенной въ приложенной при семъ таблицѣ LXI № 5.

Если A, B и C три сосѣднихъ пункта съ водоснабженіемъ $0{,}001\ \Sigma_A l\varphi$ и $0{,}001\ \Sigma_B l\varphi$ расходъ воды въ килограммахъ на перегонахъ въ одномъ направленіи, а $0{,}001\ \Sigma'_A l\varphi$ и $\Sigma'_B l\varphi$ — въ обратномъ направленіи и при этомъ

$$\Sigma_A l\varphi + \Sigma_B l\varphi > \Sigma'_A l\varphi + \Sigma'_B l\varphi$$

то, допустивъ, что водоснабженіе въ пунктѣ B не дѣйствуетъ, а также имѣя въ виду, что согласно техническимъ условіямъ не долженъ быть израсходованъ объемъ воды болѣе 400 кубич. футовъ *) или 11320 килограммъ, необходимо:

$0{,}001\ (\Sigma_A l\varphi + \Sigma_B l\varphi) \leqq 11320$ килограммъ: это условіе опредѣляетъ предѣльное разстояніе между пунктами водоснабженія A и C.

Это условіе можетъ быть достигнуто или передвиженіемъ одной изъ станцій A и C или, при невозможности передвижки, устройствомъ вспомогательнаго водоснабженія на одномъ изъ разъѣздовъ.

V) Количество воды, которое должно быть обезпечено каждымъ изъ пунктовъ водоснабженія, согласно техническимъ условіямъ при пропускной способности 20 паръ поѣздовъ.

а) На конечныхъ станціяхъ:

$$495 \times 20 + 10 \times 343 = 13330 \text{ кб. ф.} = 38.9 \text{ кб. с.};$$

б) На станціяхъ съ кореннымъ депо:

$$495 \times 20 \times 2 + 10 \times 343 = 22330 \text{ кб. ф.} = 67.7 \text{ с.}$$

в) На ст. съ оборотнымъ депо:

$$495 \times 20 \times 2 + 4 \times 343 = 21172 \text{ кб. ф.} = 61.7 \text{ кб. с.}$$

и г) На остальныхъ пунктахъ водоснабженія потребное количество воды должно быть опредѣлено въ предположеніи порчи водоснабженія одновременно на 2-хъ сосѣднихъ станціяхъ.

Если A, B, C, D и E составляютъ пункты водоснабженія и расходъ воды на перегонахъ въ одну сторону будетъ $\Sigma_A l\varphi$; $\Sigma_B l\varphi$; $\Sigma_C l\varphi$ и $\Sigma_D l\varphi$, а обратно $\Sigma'_A l\varphi$; $\Sigma'_B l\varphi$; $\Sigma'_C l\varphi$ и $\Sigma'_D l\varphi$, то, напримѣръ, для пункта C потребуется обезпечить расходъ:

$$0{,}001 \times 0{,}03532 \times 20\ (\Sigma'_A l\varphi + \Sigma'_B l\varphi + \Sigma_C l\varphi + \Sigma_D l\varphi) + 343.$$

Здѣсь 20 — число поѣздовъ въ одну сторону, 0,0353 куб. ф.—объемъ 1 килограмма воды, 343 куб. ф. запасъ воды для служащихъ и 495 объемъ тендера или въ куб. саж. получится:

$$0{,}001 \times 0{,}00206\ [\Sigma'_A l\varphi + \Sigma'_B l\varphi + \Sigma_C l\varphi + \Sigma_D l\varphi] + 1.$$

Въ основаніе подсчета количества воды, потребной для снабженія станцій съ мастерскими и депо слѣдуетъ имѣть ввиду нижеслѣдующія данныя, а именно:

1) Для подъѣздныхъ потребностей должно быть доставлено не менѣе объема всѣхъ тендеровъ, отправляемыхъ со станціи въ поѣздахъ, въ теченіе сутокъ.

2) Объемъ тендера 8-ми колеснаго паровоза правительственнаго типа „Compound“ принятъ въ 494 куб. фута.

3) На пополненіе паровознаго котла, предполагая, что чрезъ каждыя семь дней послѣ промывки паровоза, потребуется наполненіе котла, назначено въ среднемъ 36 куб. фут. въ сутки, а вмѣстѣ съ вышеуказанными 494 куб. футами слѣдуетъ принять для разсчета 530 куб. фут. = = 1,5452 куб. саж.

4) На промывку паровозовъ принято по 2 куб. с. на каждую промывку, полагая кробѣгъ паровоза между промывками равнымъ 800 верстъ; при годовомъ пробѣгѣ паровоза въ 30,000 верстъ число промывокъ въ сутки будетъ $30{,}000 : 360 \times 800 = 0{,}18284$, поэтому расходъ воды въ сутки на промывку каждаго активнаго паровоза составитъ $0.10274 \times 2 = 0{,}20548$ куб. с.

5) Расходъ воды для маневровыхъ паровозовъ принятъ равнымъ 3 куб. с. въ сутки, согласно заключенія XX съѣзда инженеровъ подвижного состава и тяги.

6) Расходъ воды на каждое стойло принятъ, согласно заключенія того же съѣзда, равнымъ 1 куб. с. въ главныхъ мастерскихъ и о 5 куб. с. въ депо.

7) Расходъ воды для потребности служащихъ принятъ примѣрно по 10 ведеръ на человѣка въ сутки.

8) Для потребности вагоновъ въ пассажирскихъ поѣздахъ принято по 0,50 куб. с. на поѣздъ.

9) Для потребностей войскъ принято 2,5 куб. с., за исключеніемъ ст. Пологи или ст. Гора-Токмакъ, гдѣ это количество увеличено до 4 куб. саж. въ виду предполагаемаго устройства воинскаго продовольственнаго пункта.

Рекомендуемъ составить и приложить къ проекту вѣдомость суточнаго расхода воды на станціяхъ съ паровозными депо согласно даннаго нами образца № 21 томѣ таблицъ.

VI. Составивъ вѣдомость по прилагаемому образцу N 17 ст. 152

*) Объемъ воды тендера 494,5 куб. ф.

(въ приложеніи), по результатамъ этой вѣдомости убѣждаются въ томъ, что разстоянія между пунктами скрещенія и пунктами водоснабженія удовлетворяютъ вышеизложеннымъ условіямъ и вмѣстѣ съ тѣмъ результатами этой вѣдомости пользуются для опредѣленія количества воды потребной въ пунктахъ водоснабженія согласно параграфу V, а также для составленія графика движенія поѣздовъ.

Графиковъ, согласно названнымъ выше техническимъ условіямъ, необходимо составить два. Первый — для движенія до открытія разъѣздовъ на 9 паръ поѣздовъ и второй—для 20 паръ, когда открыты разъѣзды. Для составленія графика берутъ изъ вѣдомости число минутъ необходимое по разсчету для пробѣга поѣздомъ каждаго перегона и прибавляютъ по 3 минуты на подходъ и отходъ отъ остановочнаго пункта.

Имѣя время потребное для прохода перегоновъ и обозначивъ время стоянки на станціяхъ въ зависимости отъ класса станціи, отъ пунктовъ смѣны паровозовъ, пунктовъ скрещенія различныхъ поѣздовъ и проч., вычерчивается графикъ движенія.

По полученіи графика его провѣряютъ, выполняетъ ли онъ требованіе § 5 техническихъ условій относительно заданныхъ среднихъ скоростей для поѣздовъ.

Если полученная средняя ходовая скорость между узловыми станціями (или на разстояніи не болѣе 250 саженъ) будетъ равна или превзойдетъ среднюю ходовую скорость, требуемую техническими условіями, то проектировка линіи считается благопріятною. Если же она окажется по нашему разсчету менѣе требуемой, то это покажетъ, что на проектируемой линіи съ требуемой среднею ходовой скоростью не могутъ ходить поѣзда въ полномъ составѣ, т. е. составъ надо уменьшить, приблизивъ станціи въ зависимости отъ новыхъ скоростей и требуемой пропускной способности.

Нами приложенъ какъ образецъ графики движенія въ альбомѣ чертежъ 156 л. III.

VII. Что касается виртуальной длины по скоростямъ, то ее легко получить, раздѣливъ взятое изъ вѣдомости число минутъ, употребляемое поѣздомъ для пробѣга одной сажени—на число минутъ потребное для пробѣга поѣздомъ одной сажени по горизонтальному и прямому пути и помноживъ на данную дѣйствительную длину.

Что же касается числа минутъ потребнаго для пробѣга одной версты по горизонтальному и прямому пути, то оно получится взявъ изъ таблицъ XLVI или LXI величину k для уклона O и радіуса ∞ и умножить на 500 и 0,001, такъ какъ въ табличахъ величины (k) даны для пробѣга одной сажени, увеличенной въ 1000 разъ, т. е. взять половину (k).

Виртуальный коэффиціентъ для даннаго перегона получится раздѣливъ виртуальную длину по скоростямъ на дѣйствительную длину перегона.

VIII. Тяговая виртуальная длина можетъ быть получена (подобнымъ же образомъ какъ и виртуальная длина по соображенію въ пунктѣ VII)—раздѣливъ весь расходъ воды на всемъ данномъ перегонѣ (Θ) на расходъ воды потребный для провоза при прохожденіи имъ одной версты по горизонтальному и прямому пути. Что касается расхода воды, потребнаго для пробѣга одной версты по уклону O и радіусу ∞ то онъ равенъ половинѣ Θ. Коэффиціентъ тяговой виртуальной длины получимъ раздѣливъ виртуальную, тяговую длину на дѣйствительную длину перегона.

Изъ всего здѣсь изложеннаго явствуетъ, что указанный пріемъ можетъ служить также для составленія графиковъ движенія и на эксплоатаціи.

Разстоянія между пунктами скрещенія когда уклоны больше 0,008, для разнаго типа паровозовъ по табл. LXI №№ 1, 2, 3, 4 и 5.

Данная нами таблица L составлена для 8-колеснаго паровоза Компаундъ правительственнаго типа и для уклоновъ до 0,008. Въ случаѣ другого типа паровоза и уклоновъ болѣе 0,008,—эту таблицу надо пересоставить и продолжить для горныхъ участковъ до 0,017, для чего нами даны таблицы LXI №№ 1, 2, 3, 4 и 5, коими впрочемъ можно пользоваться самостоятельно для разныхъ типовъ паровозовъ и уклоновъ до 0,017 не составляя вышесказанной таблички.

Изложимъ здѣсь способъ пользованія этими таблицами *).

*) Таблицы 2, 3, 4 и 5 составлены инж. Меerовичемъ, исправлены и провѣрены нами.

ОТПЕЧАТОК

Пользованіе табл. *L* № 1.

Таблица первая даетъ намъ фиктивные *) уклоны, согласно проф. Н. Л. Щукина:

$$i = \pm i_y + i_k + 1,$$

гдѣ подъемъ въ 1 выражаетъ сопротивленіе отъ вліянія температуры **) при (— 20° С.) = 0,0005 и вѣтрѣ по формулѣ инж. Петрова = 0,001.

Величина i_k замѣняющая сопротивленіе на кривыхъ опредѣлена по формулѣ принятой Инж. Совѣтомъ М. П. С. ***) и выведенной нами на стр. 303:

$$y_k = 21 \times \frac{4l + 2 . 1 l^2}{R - 21}.$$

По таб. LXI № 1 для каждаго даннаго радіуса отъ 120 саж. до 1000 и проектнаго уклона (подъема или ската) находятъ фиктивный уклонъ, зная который по остальнымъ таблицамъ опредѣляются скорости, т. е. коэффиціенты времени (k) и расходъ воды (φ) на одну сажень.

Пользованіе таб. № 2 для опредѣленія коэффиціента (k) на подъемахъ.

Въ таблицѣ 2-ой даны для состава поѣздовъ, чаще встрѣчаемыхъ на практикѣ отъ 340 до 850 тон. и подъемовъ (i) допускаемыя паровозомъ скорости (v) въ верстахъ и число минутъ (k) потребное для пробѣга поѣздомъ 1 саж., увеличенное для удобства въ 1000 разъ. Величина (k) названа коэффиціентомъ.

Въ таблицѣ А даны: n — число вагоновъ, q — вѣсъ одного вагона и Q_1 — вѣсъ всѣхъ вагоновъ, а также нагрузка. Если

*) Уклоны эти было бы правильнѣе назвать дѣйствительными, въ различіе отъ проектнаго, а не фиктивными, такъ какъ они даютъ величину уклона = проектный уклонъ + уклонъ (эквивалентный), замѣняющій сопротивленіе на кривыхъ, находящихся на данномъ уклонѣ.

**) При сильныхъ морозахъ и вѣтрахъ Сибири взамѣнъ 1 слѣдовало бы принять 2,5.

***) По журналу № 33 отъ 23 авг. 1891 г.

Таблица А.

Число вагоновъ n	Вѣсъ одного вагона q (тоннъ).	Вѣсъ всѣхъ вагоновъ Q_1 (тоннъ).	Примѣчаніе.
20	17,0	340	Нагрузка вагона 610 пуд.
20	19,3	386	„ „ 750 „
40	11,5	460	Воинскій поѣздъ нагрузка ваг. 280 п.
30	17,0	510	Нагрузка вагона 610 пуд.
30	19,3	579	„ „ 750 „
40	17,0	680	„ „ 610 „
40	19,3	772	„ „ 750 „
50	17,0	850	„ „ 610 „
50	19,3	965	„ „ 750 „
60	17,0	1020	„ „ 610 „
60	19,3	1158	„ „ 750 „
65	19,3	1255	„ „ 750 „

вѣсъ Q_1 — средній между данными въ табличкѣ вѣсами, то для него величины (v) и (k) опредѣляются интерполированіемъ или съ достаточною точностью можно взять ближайшія величины v и k.

Скорости (v) въ этой таблицѣ опредѣлены по общепринятымъ формуламъ паровой механики, нами провѣрены и даютъ результаты очень близко подходящіе къ діаграммѣ проф. Н. Л. Щукина. Не будемъ останавливаться на этихъ формулахъ, такъ какъ это представляетъ вопросъ спеціальный. Имѣя скорости пробѣга v въ вер. и въ часъ легко получить коэффиціентъ k времени въ минутахъ для пробѣга 1 саж.

$$k = 1000\, t = 1000\, \frac{60}{v \times 500} = \frac{120}{v}\ *).$$

И такъ, если извѣстенъ составъ поѣзда, (а слѣдовательно и вѣсъ вагоновъ q_1), то по таблицѣ 2 получаемъ для заданнаго предѣльнаго подъема — коэффиціенты времени (k).

Наибольшая скорость (47,5) и наименьшая 9,5 вер. въ часъ. Въ томѣ приложеній нами дана таблица XLV, показывающая,

*) Число минутъ, потребное для прохожденія поѣздомъ 1 вер., будетъ 0,5 k.

© ГПБ СОРАН

какую наибольшую скорость можно допустить для 8 колеснаго паровоза Компаундъ правительственнаго типа. Для другихъ типовъ паровозовъ эта скорость при другомъ впускѣ пара $\left(e \lessgtr 0{,}23\right)$ должна быть принята согласно существующихъ на это правилъ Министерства п. с. отъ 1898 г. Наибольшая скорость для принятаго нами паровоза и вѣса φ не должна превосходить 47,5 верстъ въ часъ, т. е. въ минуту и въ сажень (k) maximum = 2,50, почему, дойдя по таблицѣ 2 при какомъ нибудь уклонѣ i_n до величины коэффиціента $k = 2{,}50$ соотвѣтствующей скорости 47,5, для всѣхъ уклоновъ меньшихъ i_n слѣдуетъ брать то же самое $k = 2{,}50$. Полезно задаваться скоростью $< 47{,}5$ и тогда взять соотвѣтствующую меньшую величину для (k). Наименьшая скорость при впускѣ въ цилиндръ высокаго давленія ($c = 0{,}80$), $v_{min} = 9{,}5$ верстъ, т. е. коэффиціентъ времени $k_{max} = 12{,}63$, что соотвѣтствуетъ для поѣздовъ принятыхъ составовъ наибольшимъ подъемамъ i_{max} помѣщенныхъ въ табл. XLV.

Пользованіе таблицами 3 и 4 для опредѣленія коэффиціента (k) на скатахъ.

Для опредѣленія (k) на скатахъ — слѣдуетъ пользоваться таблицами 3 и 4, сначала по таблицѣ 3-ей находятъ скатъ i_{max} (максимальный), на которомъ движеніе поѣзда невозможно, говоря точнѣе, опасно, при требуемомъ количествѣ тормазовъ.

Число потребныхъ тормазовъ опредѣляется § 90 правилъ движенія 1883 года по прилагаемой таблицѣ (C).

Затѣмъ по таблицѣ 4 находятъ скорости и коэффиціенты времени (k) для любого ската, меньше максимальнаго на любую величину r, т. е. для требуемаго ската. Такимъ образомъ, если требуется найти k для уклона i, то найдя по таблицѣ 3 i_{max} опредѣляютъ $r = i_{max} - i$ и по найденному r по таблицѣ 4 опредѣляютъ искомое r и k *).

*) Согласно правиламъ движенія поѣздъ требуется остановить не только на подъемахъ и площадкахъ, но также на каждомъ любомъ скатѣ при разстояніи остановки $l = 250$ саж. (530 метрахъ). Почему на значительныхъ скатахъ не слѣдуетъ допускать наибольшую скорость 47,5 для даннаго состава поѣзда.

Таблица С.

Уклоны дороги (тысячн.).	Для поѣздовъ наибольшая скорость которыхъ въ часъ не превышаетъ верстъ.						Уклоны дороги (тысячн.).
	25	30	35	40	45	50	
	Изъ 100 вагонныхъ осей должно быть тормазныхъ не менѣе.						
2	3	6	9	13	17	28	2
5	6	9	12	16	20	31	5
6	7	10	13	17	21	32	6
8	9	12	15	19	23	34	8
10	11	14	17	21	25	36	10
12	13	16	19	23	27	38	12
15	16	19	22	26	30	41	15

Итакъ, по таблицѣ 3 имѣемъ, напр., для поѣзда вѣсомъ 1100 т. и числѣ тормазныхъ осей 16 (по таб. C) находимъ по таб. 3 соотвѣтственный максимальный скатъ $i_м = 13{,}00$, а для скатовъ

$$12{,}5;\ 12{,}0;\ 11{,}5;\ 11{,}0;\ 10{,}5. \ldots .$$

меньшихъ $i_0 = 13{,}0$ на:

$$r = 0{,}5;\ 1{,}0;\ 1{,}5;\ 2{,}0;\ 2{,}5. \ldots .$$

по таблицѣ (IV) найдемъ:

$$v = 7{,}9;\ 11{,}0;\ 13{,}6;\ 15{,}8;\ 17{,}6. \ldots .$$

и

$$k = 15{,}3;\ 10{,}8;\ 8{,}8;\ 7{,}6;\ 6{,}8. \ldots .$$

При этомъ вліяніе кривыхъ не слѣдуетъ принимать во вниманіе, т. е. долженъ быть взять дѣйствительный скатъ *).

*) Выводъ формулы $r = i_м - i$ изложенъ въ брошюрѣ инженера Мееровича.

Если потребовалось бы составить таблицу (4) для разстоянія остановки l_1 отличнаго отъ $l = 530$ метрамъ, то величины v и k таблицы 4 достаточно умножить на

$$\sqrt{\frac{l_1}{530}} \text{ и } \sqrt{\frac{530}{l_1}}$$

С ГПБ СО РАН

Взамѣнъ таблицъ №№ 1, 2, 3, 4 и 5 нами составляется одна общая таблица, подобно приложенной нами таблицѣ XLVI.

Пользованіе таблицей № 5.

Въ этой таблицѣ данъ расходъ воды или пара (φ) въ килограммахъ для пробѣга 1 саж., увеличенный для удобства въ 1000 разъ для разныхъ уклоновъ. Величина φ колеблется въ зависимости отъ вѣса вагоновъ и уклона, отъ 258 до 795 соотвѣтственно скорости максимальной 47,5 и минимальной 9.5 вер. въ часъ.

Эти предѣльныя величины $\varphi = 258$ и 795 будутъ соотвѣтствовать тѣмъ же подъемамъ, которые указаны въ таблицѣ (B) для предѣльныхъ величинъ коэффиціента (k). Для всѣхъ подъемовъ ниже этого предѣла надлежитъ принимать $\varphi = 258$, предполагая, что 0,258 килогр. пара потребуется расходовать и на скатахъ на нагрѣваніе паровоза и прочія потери.

Такимъ образомъ расходъ воды на перегонѣ разныхъ участковъ выразится такъ

$$\Sigma l\varphi = \Sigma l_1\varphi_1 + \Sigma l_2\varphi_2 + \Sigma l_3\varphi_3 + \ldots .$$

Это выраженіе, какъ нами уже было выше изложено, даетъ возможность опредѣлить:

1) Наибольшее разстояніе между пунктами водоснабженія въ зависимости отъ количества вмѣщаемаго тендеромъ воды.

2. Количество воды потребное на пунктахъ съ водоснабженіемъ для пропуска всѣхъ поѣздовъ.

Опредѣленіе этихъ величинъ нами подробно уже выше изложено. Согласно данныхъ расчета надлежитъ представить вѣдомость по формѣ данной нами въ таблицахъ № 20, стр. 156. Согласно этихъ таблицъ въ послѣднее время представлены въ Министерство П. С. расчеты между пунктами скрещеній и расхода воды вновь проектируемыхъ дорогъ.

Числовой примѣръ.

Поясняемъ вышеуказанное числовымъ примѣромъ. Допустимъ, что на проектируемой линіи заданъ техническими условіями предѣльный уклонъ (въ обѣ стороны) 0,008 при

совпаденіи съ радіусомъ въ 300 саж. Пропускная способность задана 26 паръ товарныхъ поѣздовъ, со средней ходовой скоростью 20 вер. въ часъ, при допущеніи наибольшей скорости 35 верстъ въ часъ, причемъ поѣздъ желательно составлять изъ 50 вагоновъ съ нагрузкой въ 750 пуд. Какой длины могутъ быть перегоны между пунктами скрещенія?

На основаніи таблицы А вѣсъ всѣхъ вагоновъ Q

$$Q = 50 \times 19{,}3 \times = 965 \text{ тоннъ.}$$

По табл. № 1 находимъ, что при $R = 300$ и $i_y = 0{,}008$ эквивалентный подъемъ $i_e = 9{,}04$, а фиктивный по Щукину 10,04. Примемъ для разсчета $i = i_y + i_k + 1 = 10$.

По таблицѣ В видимъ, что поѣзда столь большого вѣса не могутъ двигаться по подъему 0,008 и что даже поѣздъ въ 850 т. съ предѣльной наименьшей скоростью ($v = 9.5$) можетъ двигаться на подъемъ не больше 7,4. То же самое указываетъ табл. LXI № 2, въ коей дана предѣльная наименьшая скорость (v) = 10,4 при вѣсѣ въ 850 для подъема 7,00 (предѣльная наибольшая 47,5 возможная при скатѣ—3,0).

Поясненіе: по правиламъ Министерства П. С. отъ 1898 г. наибольшая предѣльная скорость для 8-ми колеснаго паровоза Компаундъ не должна превосходить $v_{max} = 47{,}5$ вер. въ часъ или что все равно $k_{max} = 2{,}52$ (при впускѣ пара $e = 0{,}80$).

Съ другой стороны наименьшая предѣльная скорость при впускѣ пара $e = 0{,}80$ даетъ

$$v_{min} = 9{,}5 \text{ или } k_{min} = 12.63.$$

Эти предѣльныя скорости v_{max} и v_{min} соотвѣтствуютъ для принятыхъ поѣздовъ разнаго состава и вѣса нѣкоторымъ предѣльнымъ подъемамъ и скатамъ, при движеніи по коимъ исполнимо это требованіе. (См. таб. XLV въ Приложеніи).

Уменьшимъ поэтому число вагоновъ; при $n = 35$ получимъ $Q_1 = 35 \times 19.3 = 675$; возьмемъ по таб. LXI № 2 ближайшую графу для $Q = 680$ тон. По таблицѣ вновь видимъ, что предѣльный подъемъ 9,5, почему еще уменьшимъ Q_1, взявъ $n = 30$.

$$Q_1 = 30 \times 19.3 = 579.$$

Въ таблицѣ какъ разъ находимъ графу для $Q = 579$. Для

$i = 10$ получаемъ $v = 11{,}8$, т. е. $k = 10{,}2$. Опредѣлимъ зная Q_1 коэффиціенты, сначала для разныхъ подъемовъ черезъ 0,5 отъ 10 до 0, а потомъ для разныхъ скатовъ. Итакъ:

$+i = 10{,}0 - 9{,}5 - 9{,}00 - 8{,}5 - 8{,}0 - 7{,}5 - 7{,}00 - 6{,}5 - 6{,}0$

$k = 10{,}2 - 9{,}4 - 8{,}8 - 8{,}2 - 7{,}6 - 7{,}1 - 6{,}6 - 6{,}2 - 5{,}8$

$+i = 5{,}5 - 5{,}0 - 4{,}5 - 4{,}0 - 3{,}5 - 3{,}0 - 2{,}5 - 2{,}0 - 1{,}5 - 1{,}0 - 0{,}5$

$k = 5{,}4 - 5{,}0 - 4{,}6 - 4{,}3 - 4{,}1 - 3{,}8 - 3{,}5 - 3{,}3 - 3{,}0$

и т. д. для подъемовъ меньшихъ 1,5 беремъ $k = 3{,}0$, такъ какъ это есть предѣлъ наибольшей скорости $v = 40$ принятой нами для запаса согласно требованіямъ Министерства П. С. таб. XLV.

Для опредѣленія величины (k) на скатахъ, какъ нами выше было изложено, надо пользоваться двумя таблицами № 3 и № 4. Сначала задаемся, согласно постановленіямъ Министерства П. С. по таб. С числомъ тормазовъ, которое должно быть $= 20$. Зная число тормазовъ на 100 саж. и Q_1 находимъ по таб. № 3 тотъ предѣльный скатъ i_{max}, на которомъ уже нельзя остановиться поѣзду на разстояніи 250 с. (согласно требованіямъ тракціи). Для ближайшаго вѣса находимъ въ графѣ Q_1 для $600\,t$ и 20 тормазовъ $i_{max} = 17{,}4$.

Теперь, какъ выше было изложено, величины (k) для разныхъ скатовъ находятся по таб. 4-й помощью разностей $r = i_{max} - i$ черезъ каждые 0,5, и такъ для ската 8,0 надо вычесть $r = 9{,}7$ и затѣмъ для 7,5 вычесть 10,2 и т. д. $r = 9{,}7 - 10{,}2 - 10{,}7 - 11{,}2$ и т. д.

По таб. IV при

$i_{max} = 8{,}0 - 7{,}5 - 7{,}00 - 6{,}5 - 6{,}0 - 5{,}5 - 5{,}0 - 4{,}5 - 4{,}0$

$r = 9{,}7 - 10{,}2 - 10{,}7 - 11{,}2 - 11{,}7 - 12{,}2 - 12{,}7 - 13{,}2 - 13{,}7$

$k = 3{,}46 - 3{,}37 - 3{,}29 - 3{,}21 - 3{,}15 - 3{,}09 - 3{,}03$

Для остальныхъ уклоновъ $k = 3{,}0$, такъ какъ меньшія величины для k соотвѣтствуютъ скорости v (въ предшествующей графѣ) большей 40 верстъ въ часъ, а скорость эта предѣльная наибольшая (согласно таб. XLV) недопущена.

Составимъ таблицу найденныхъ нами величинъ (k) для разныхъ подъемовъ и скатовъ.

i	k	i	k	i	k	i	k
10,	10.2	5,0	5,0	0,5		—4,5	3,0
9,5	9,4	4,5	4,6	0,0		—5,0	3,03
9,	8,8	4,0	4,3	—0,5		—5,5	3,09
8,5	8,2	3,5	4,1	—1,0		—6,00	3,15
8,	7,6	3,0	3,8	—1,5	3,0	—6,50	3,21
7,5	7,0	2,5	3,5	—2,0		—7,00	3,29
7,	6,6	2,0	3,3	—2,5		—7,5	3,37
6,5	6,2	1,5	3,1	—3,0		—8,0	3,46
6,	5,8	1,0	3,00	—3,5			
5,5	5,4			—4,0			

Остальной разсчетъ разстоянія производится, по суммамъ длинъ разныхъ l_1, l_2, l_3 и т. д. съ равными уклонами и радіусами, приведенными въ фиктивные уклоны по таб. А,—довольно простъ и уже выше нами изложенъ.

Считая на остановку и потери для входа и выхода со станціи по 10 минутъ на каждый поѣздъ получимъ при вышеуказанной пропускной способности 22 паръ время потребное для пропуска одной пары поѣздовъ

$$\frac{24 \times 60 - 10 \times 20 \times 2}{20} = 52{,}00 \text{ мин.}$$

слѣдовательно: для одной пары поѣздовъ туда и обратно

$$\Sigma lk + \Sigma lk' \leqq 1000 \times 52{,}0 = 52000.$$

Вотъ условіе, которое должно быть выполнено.

Пассажирскіе и товаро-пассажирскіе поѣзда, коихъ v больше, въ разсчетѣ принимаются за товарные. Этотъ запасъ во времени идетъ на покрытіе потерь времени, вслѣдствіе разныхъ причинъ и случайностей при движеніи поѣздовъ по дорогѣ.

Условія пропускной способности первостепенныхъ дорогъ; пассажирское, товарное и воинское по діаграммѣ пр. Щукина.

Согласно техническихъ условій для первостепенныхъ линій, наибольшее разстояніе между станціями не должно превосходить 30 верстъ (при пропускной способности 9 паръ поѣздовъ). Затѣмъ дальше сказано, что если пропускная способность больше, то пропускъ достигается устройствомъ разъѣздовъ, при

СПИБГОРТ

чемъ разстояніе между станціями не должно быть во всякомъ случаѣ болѣе 30 верстъ и средняя ходовая скорость не менѣе 30 вер. въ часъ для пасажирскихъ и не менѣе 20 верстъ въ часъ для товарныхъ поѣздовъ на участкѣ длиной не болѣе 250 верстъ (считая остановки на станціяхъ).

Дальше технич. условіями требуется чтобы была обезпечена пропускная способность достаточнымъ устройствомъ (площадокъ) пунктовъ скрещенія для одной пары пассажирскихъ поѣздовъ, при средней ходовой скорости не менѣе 30 верстъ, въ часъ не считая остановокъ на станціяхъ и 19 паръ воинскихъ поѣздовъ 50-ти вагоннаго состава, при средней ходовой скорости 22 вер. въ часъ (считая остановки на станціяхъ) при условіи веденія воинскаго поѣзда однимъ 8 колеснымъ паровозомъ съ давленіемъ на ось не менѣе 12 тоннъ въ груженомъ состояніи *). Эта скорость считается отдѣльно для каждаго изъ участковъ дороги между двумя узловыми пунктами или, за неимѣніемъ таковыхъ, между двумя станціями на взаимномъ разстояніи не болѣе 250 вер.

Итакъ, по составленіи проекта обезпечивающаго вышесказанную пропускную способность первостепенныхъ линій должны быть высчитаны вышесказанныя среднія ходовыя скорости и таковыя не должны быть болѣе требуемыхъ техническими условіями.

Для воинскихъ поѣздовъ скорости вычисленныя по фиктивнымъ уклонамъ по прилагаемымъ нами таблицамъ, или непосредственному подсчету по формуламъ паровой механики **). должны быть провѣрены согласно требованіямъ техническихъ условій по утвержденной Министерствомъ П. С. діаграммѣ проф. Щукина—нами данной въ альбомѣ чер. 151 листъ XIII. Для удобства нами составлена таблица LVII скоростей для разныхъ уклоновъ а также табл. LIX *max.* и *min.* подъемовъ соотвѣтствующимъ *max.* и *min.* скоростей и расхода воды по Щукину.

*) И съ давленіемъ по манометру не менѣе 9 атмосферъ.

**) См. разсчетъ пропускной способности Петербургъ-Витебской дороги, стр. 169.

ГЛАВА XVIII.

Разсчетъ отверстій искусственныхъ сооруженій.

Необходимыя данныя для подсчета отверстія, выбора мѣстарасположенія его, и проч. Требуется опредѣлить:

1. Площадь бассейна.
2. Горизонтъ нижнихъ, меженнихъ, высокихъ и самыхъ высокихъ водъ, горизонтъ весенняго и осенняго ледохода и стоянія льда, съ приложеніемъ актовъ, согласно показаній старожиловъ.
3. Живыя сѣченія, уклоны водъ и логовъ.
4. Скорости и распредѣленіе ихъ по живому сѣченію; направленія главныхъ теченій.
5. Расходъ воды.
6. Планъ рѣки и мѣстности у моста, съ нанесеніемъ площади всѣхъ разливовъ.
7. Свѣдѣнія о судоходствѣ, о количествѣ осадковъ и проч.
8. Сондировки грунта подъ всѣми опорами большихъ мостовъ, а въ случаяхъ сомнительныхъ и для малыхъ; изслѣдованіе размываемости ложа для опредѣленія глубины заложеній основаній, и также для подсчета величины отверстія.
9. Изслѣдованіе существующихъ на этой же рѣкѣ, рѣчкѣ или оврагѣ искусственныхъ сооруженій, а также и плотинъ.

Разсмотримъ эти данныя, а затѣмъ изложимъ самый разсчетъ отверстій на основаніи этихъ данныхъ.

Всѣ эти данныя и свѣдѣнія надо собирать очень осмотрительно и осторожно, въ особенности горизонты высокихъ водъ заручаясь каждый разъ показаніями мѣстныхъ старожиловъ и властей документально, т. е. составляя каждый разъ форменные акты, за подписями лицъ давшихъ показанія, завѣренными насколько возможно мѣстными властями.

§ 1. Площадь бассейна.

Площадь бассейна, соотвѣтствующаго мѣсту перехода опредѣляется по картѣ возможно большого масштаба, особенно для бассейновъ до 50 кв. верстъ. За неимѣніемъ картъ нерѣдко

© РГИБ СПбГАН

приходится снимать бассейны инструментально, непосредственно на мѣстности обходомъ.

При проектѣ должны быть представлены планы всѣхъ бассейновъ какъ равно и общій планъ. Маленькіе бассейны всегда почти приходится снимать на грунтѣ. Площади эти снимаются гоніометромъ и лентой. За неимѣніемъ угломѣра можно снять съемку контуровъ-лентой безъ угломѣра: разбивкою на треугольники, при помощи вспомогательныхъ линій, или обходомъ. Въ полѣ вычерчиваютъ отъ руки эскизъ съ размѣрами и по немъ чертятъ планъ бассейна.

Площади бассейновъ опредѣляются съ плановъ планиметромъ, по клѣтчаткѣ или вычисленіемъ, разбивая площадь на правильныя геометрическія фигуры: треугольники и трапеціи.

§ 2. Горизонты водъ.

При снятіи по разспросамъ горизонтовъ высокихъ водъ и другихъ за послѣднее столѣтіе, насколько мѣстные старожилы упомнятъ надлежитъ обратить особое вниманіе на выборъ для этого людей изъ мѣстныхъ старожиловъ, въ возможно большемъ количествѣ, хорошо помнящихъ и твердо увѣренныхъ въ своихъ показаніяхъ; показанія надлежитъ снимать по возможности въ нѣсколькихъ мѣстахъ, а главное въ мѣстахъ хорошо памятныхъ старикамъ, отличая каждый разъ подмывъ волною, если это было въ бурю отъ спокойнаго горизонта, а также отличая подпорный горизонтъ, т. е. стертый льдинами, валомъ или же наводненіемъ магистральной рѣки. Горизонтъ самыхъ высокихъ водъ и др. надлежитъ отмѣчать на врытыхъ (на крестовинѣ) столбахъ, а еще лучше толстыхъ пняхъ и существующихъ постройкахъ хорошими масляными красками.

Отмѣтки самой высокой воды надлежитъ подсчитывать немедля, такъ какъ таковыя при веденіи линіи вдоль рѣки необходимы въ полѣ во время изысканій, безъ чего немыслимо вести линію. Бровку полотна принято возвышать на 0,30 с., а по разливу большихъ рѣкъ на 0,50 с. надъ горизонтомъ самыхъ высокихъ водъ.

Дно горныхъ рѣкъ очень подвижно; оно у устья часто повышается отъ складываемыхъ наносовъ, или углубляется отъ размывовъ; поэтому можетъ случиться, что указанный старожилами или опредѣленный по оставленнымъ слѣдамъ горизонтъ водъ не будетъ соотвѣтствовать состоянію рѣки во время наблюденій, являясь или преувеличеннымъ, или же ниже того, который соотвѣтствовалъ бы данному поперечному состоянію рѣки, на что слѣдуетъ обратить серьезное вниманіе, произведя надлежащія изслѣдованія.

Отмѣтки самаго высокаго горизонта надлежитъ снимать возможно чаще, особенно у поворотовъ рѣкъ, въ узкихъ ущельяхъ стѣсненныхъ скалистыми берегами и пр. и затѣмъ нанести на профиль, а промежуточные горизонты надо подсчитать интерполированіемъ.

Независимо отъ снятія показаній отъ старожиловъ, для наблюденія горизонтовъ должны быть устанавливаемы, заблаговременно въ удобныхъ для наблюденія и безопасныхъ отъ поврежденія льдомъ, карчами и проч. мѣстахъ—водомѣрныя рейки, а на большихъ рѣкахъ сваи съ горизонтально спиленными верхушками, забитыя въ нѣкоторомъ другъ отъ друга разстояніи. Показанія по футштокамъ требуется снимать ежедневно три раза, а въ сильные поводки ежечасно. Конечно подобныя наблюденія можно производить только при окончательныхъ изысканіяхъ. См. главу XIII, стр. 341 Инструкціи, въ приложеніи, стр. 200.

Свѣдѣнія о высотѣ паводковъ, времени вскрытія и замерзанія рѣкъ, величинѣ осадковъ, продолжительности ливня и его интенсивности, господствующихъ вѣтрахъ и температурѣ ихъ надлежитъ получать на ближайшихъ метеорологическихъ станціяхъ и въ Управленіи шоссейныхъ и водяныхъ сообщеній *).

Кромѣ всѣхъ вышеуказанныхъ свѣдѣній, должны быть опредѣлены горизонты стоянія льда и ледохода, а равно собраны свѣдѣнія о силѣ ледохода, о размѣрахъ льдинъ, о продолжительности ледохода, скорости и направленіи его, времени вскрытія разсматриваемой рѣки и ея притоковъ, лежащихъ выше проектируемаго сооруженія, а равно и свѣдѣнія о зажорахъ.

Если на рѣкѣ или ея притокахъ находятся (выше проектируемаго сооруженія) водоудержательныя плотины, то должны быть собраны самыя подробныя свѣдѣнія о горизонтахъ, соотвѣтствующихъ прорыву плотины, времени пусканія валовъ и проч.

*) Къ сожалѣнію наблюденій на ливень въ Россіи почти нѣтъ вовсе. См. статья А. И. Воейкова о ливняхъ въ Метеорологическомъ Вѣстникѣ 1899, №№ 1, 2 и 3.

© ГГИ РСФСР АН

§ 3. Живыя сѣченія, уклоны.

Переходы рѣкъ, рѣчекъ и овраговъ слѣдуетъ дѣлать въ ихъ прямыхъ частяхъ и въ болѣе правильныхъ плесахъ, по возможности нормально къ главному теченію. (Чер. 152, листъ V).

Для небольшихъ отверстій до 8 саж. достаточно одно живое сѣченіе; при этомъ, если по оси полотна бытовыя условія рѣки или оврага не нормальны, т. е. неправильны и въ руслѣ по оси сѣченія имѣются ямы, озерца или быть можетъ самое русло исчезаетъ, а вода течетъ по разливу тонкимъ слоемъ, то тогда живое сѣченіе надлежитъ снять немногимъ выше отверстія, гдѣ русло имѣетъ болѣе правильное очертаніе и нѣтъ ни ямъ, ни озерецъ.

Для отверстія больше 8 саж. необходимо снять 3 живыхъ сѣченія, одно по оси, другое выше моста саж. около 50 и третье ниже моста до 50 саж. Сѣченія эти должны быть нормальны къ теченію и выбраны въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ бытовыя условія болѣе правильны. Такъ, напримѣръ, живое сѣченіе по оси линіи, пересѣкающее два озера, для подсчета не годится, также не годится сѣченіе пересѣкающее русло болѣе одного раза.

Выбравъ таковыя правильныя сѣченія, на одномъ изъ береговъ параллельно урѣзу воды провѣшиваютъ и промѣряютъ базисъ, затѣмъ провѣшиваютъ нормально къ направленію теченія эти три живыхъ сѣченія, въ разстояніи болѣе или менѣе 25—75 с. другъ отъ друга. Затѣмъ производятъ промѣры глубины чрезъ каждыя 2 — 3 сажени на малыхъ рѣчкахъ и 5—10 саж. на большихъ; при этомъ замѣчаютъ одновременно на всѣхъ трехъ профиляхъ высоту горизонта высокой воды, повторяя наблюденія въ опредѣленное время надъ данными горизонтами воды нѣсколько разъ въ теченіе производства промѣровъ.

Промѣры лучше всего дѣлать со льда, увеличивая глубину на разницу горизонта высокихъ водъ и горизонта стоянія льда*).

*) Для производства промѣровъ небольшихъ рѣкъ, натягиваютъ по направленію промѣряемой профили съ одного берега на другой,—размѣченный марками канатъ; затѣмъ, притянувъ лодку къ канату, наблюдатель можетъ производить промѣръ (футштокомъ или лотомъ) въ желаемомъ мѣстѣ профили. На большихъ рѣкахъ для производства промѣровъ промѣрщикъ ѣдетъ въ лодкѣ, держась створа 1—1 (или 2—2, 3—3 профили и бросаетъ лотъ (или опускаетъ футштокъ) по знаку, данному наблюдателемъ у угломѣрнаго инструмента, установленнаго въ извѣстной точкѣ берега; иногда, впрочемъ, не наблюдатель у угломѣрнаго инструмента подаетъ сигналъ, а промѣрщикъ, опуская лотъ въ желаемомъ имъ мѣстѣ профили; тогда наблюдатель у инструмента визируя на сигналъ данный промѣрщикомъ засѣкаетъ положеніе лодки. Если есть два наблюдателя, то положеніе лодки опредѣляется засѣчками. Конечно наиболѣе удобно производить промѣры со льда.

На основаніи полученныхъ промѣровъ, приведя ихъ къ одной отмѣткѣ, вычерчиваютъ на клѣтчатой бумагѣ живыя сѣченія и всѣ горизонты водъ и опредѣляютъ площади сѣченія по горизонту самыхъ высокихъ водъ, затѣмъ подводные периметры и радіусы; среднія ариометическія изъ таковыхъ принимаютъ за данныя для подсчета.

Если характеръ ложа рѣки не одинаковъ по своему протяженію живого сѣченія, что часто случается для большихъ рѣкъ (напр. главное русло имѣетъ песчаное, глинистое или гравелистое дно, а боковые разливы покрыты травою, а иногда кустарниками или имѣютъ незначительную глубину сравнительно съ глубиною главнаго русла), то для болѣе вѣрнаго опредѣленія скоростей и расходовъ и болѣе правильнаго примѣненія коэффиціентовъ въ формулахъ, слѣдуетъ каждое живое сѣченіе разбить по характеру ложа на нѣсколько частей (обыкновенно три: главное русло, правый разливъ и лѣвый разливъ) и для каждой такой части опредѣлить отдѣльно площадь живого сѣченія, подводный периметръ и среднюю глубину, причемъ боковые не глубокіе разливы, гдѣ вода почти не течетъ, въ расчетъ не принимаются. Затѣмъ берутъ среднее ариѳметическое этихъ элементовъ каждой части на подобіе того, какъ выше указано для всего живого сѣченія, и результаты помѣщаютъ въ нижеслѣдующей таблицѣ.

Уклонъ для опредѣленія скорости притеканія къ отверстію достаточно взять на разстояніи до 50 саженей выше отверстія, а именно до ближайшаго перелома или уступа въ уклонѣ. Для рѣкъ, когда уклонъ очень пологъ приходится, нивеллировать отъ $^1/_2$ вер. до 2 вер. и болѣе, при чемъ, дабы безошибочно опредѣлить паденіе воды, необходима особенно точная

Таблица I.

Названіе элементовъ.	№№ живыхъ сѣченій.	Правая сторона разлива.	Главное русло.	Лѣвая сторона разлива.
Площадь живого сѣченія (ω).	*A.*			
	B.			
	C.			
	Среднее значеніе на участкѣ *AC.*			
Подводный периметръ (p).	*A.*			
	B.			
	C.			
	Среднее значеніе на участкѣ *AC.*			
Средняя глубина (h).	*A.*			
	B.			
	C.			
	Среднее значеніе на участкѣ *AC.*			

нивеллировка, въ два пивеллира, съ 4 взглядами, т. е. съ оборачиваніемъ и перекладываніемъ трубъ. Для правильнаго опредѣленія уклона рѣки, слѣдуетъ выбрать по возможности прямое направленіе рѣки. Подобное опредѣленіе уклоновъ желательно произвести при всѣхъ горизонтахъ, а въ особенности при горизонтѣ высокихъ водъ.

Кромѣ этого необходимо опредѣлить: средній уклонъ всего бассейна, равный разницѣ отмѣтокъ между переваломъ, т. е. наивысшей точки въ хребтѣ по руслу, дѣленной на длину бассейна *), для чего свободно можно допустить барометрическую пивеллировку. Очень часто нѣкоторые принимаютъ ошибочно за средній уклонъ тальвега уклонъ его на ближайшихъ 100—200 саж. къ сооруженію.

Уклонъ воды или лога у сооруженія достаточно брать на

*) Площадь бассейна обыкновенно опредѣляется по горизонтальной проекціи—между тѣмъ слѣдовало бы каждый разъ эту площадь умножать на *cos* средняго угла наклоненія тальвеговъ.

разстояніе отъ 20 до 75 саж. Необходимо тоже опредѣлить уклоны водъ при ледоходѣ, во время поднятіи и спада водъ, у мѣста перехода и пр.

Для снятія уклоновъ воды забиваютъ одновременно (въ условленный часъ и по данному сигналу) колья въ уровень воды, приблизительно на разстояніи 50—100 саж. другъ отъ друга. Опредѣливъ двойной нивеллировкой по каждому берегу возвышеніе конечныхъ кольевъ надѣ начальными, среднее (изъ нивеллировокъ) возвышеніе дѣлятъ на среднее (по обоимъ берегамъ) разстояніе между крайними кольями и получаютъ средній уклонъ на принятомъ протяженіи *).

Если теченіе главной массы самыхъ высокихъ водъ не совпадаетъ съ главнымъ русломъ, сокращая себѣ путь, то для опредѣленія уклона самыхъ высокихъ водъ раздѣляютъ вышеопредѣленную разность отмѣтокъ конечныхъ кольевъ на сокращенное разстояніе между ними, считая приблизительно по фарватеру высокихъ водъ, нанесеннолу на планъ рѣки.

§ 4. Скорости теченій.

Скорости теченія опредѣляются непосредственнымъ измѣреніемъ (помощью поплавка, вертушки Вольтмана, Баумгартена, трубки Питто и пр.) и помощью эмпирическихъ формулъ.

Непосредственное измѣреніе скорости дѣлается обыкновенно при горизонтѣ воды насколько возможно высокомъ, одновременно съ производствомъ промѣра глубины, при чемъ скорости опредѣляются на вертикаляхъ, изображающихъ собою линіи измѣренныхъ глубинъ. Для малыхъ рѣчекъ, ручьевъ и овраговъ можно ограничиться измѣреніемъ скорости на поверхности и въ крайнемъ случаѣ только одной наибольшей скорости, а чаще всего по формуламъ въ зависимости отъ уклона. На большихъ же рѣкахъ слѣдуетъ опредѣлять скорость, начи-

*) Весьма часто случается, что направленіе главнаго теченія весенніхъ водъ не совпадаетъ съ направленіемъ меженнихъ, напр. при извилистыхъ рѣчкахъ съ низкими, заливаемыми берегами, въ такихъ случаяхъ уклонъ весенніхъ водъ опредѣляется, раздѣляя паденіе рѣки, между двумя выбранными профилями, па разстояніе между этими профилями, измѣренное (по плану разлива) по весеннему фарватеру, по длинѣ теченія весенніхъ водъ.

© ГПБ СССР

ная отъ поверхности, черезъ равные промежутки, съ тѣмъ, чтобы на каждой вертикали было около 5—6 точекъ, опредѣленныхъ непосредственнымъ наблюденіемъ. (Черт. 152, листъ V).

Всѣ эти измѣренія дѣлаются во время самыхъ высокихъ водъ бассейна, при обыкновенныхъ условіяхъ быта рѣки; если же горизонтъ самыхъ высокихъ водъ образуется вслѣдствіе существованія подпора съ низовой стороны рѣки, для которой изслѣдуемая служитъ притокомъ, то въ такомъ случаѣ измѣренія должны быть сдѣланы:

а) для меженнихъ водъ;

б) для того горизонта высокихъ водъ притока, который по указанію мѣстныхъ жителей является наибольшимъ независимо отъ горизонтовъ пересѣкаемой линіей рѣки.

Измѣреніе скорости на поверхности производится помощью поплавковъ слѣдующимъ образомъ: передъ профилью 1 — 1, саженяхъ въ 30 — 50, пускаютъ приблизительно по фарватеру поплавковъ *), затѣмъ записываютъ по сигналу время прохода поплавка черезъ профили 1—1, 2—2, 3—3; тогда раздѣливъ разстояніе между профилями 1 и 3 на соотвѣтствующее время, получимъ скорость по фарватеру **). Наблюденія слѣдуетъ повторить раза три, причемъ производить ихъ слѣдуетъ въ болѣе прямыхъ частяхъ вблизи моста.

Для измѣренія скоростей на извѣстныхъ глубинахъ можетъ быть употребленъ поплавокъ, состоящій изъ двухъ полныхъ шаровъ или бутылокъ соединенныхъ между собою веревкою или цѣпью; шары или бутылки наполняютъ водою настолько, втобы опустивъ въ воду поплавокъ, верхній шаръ или бутылка нѣсколько виднѣлись изъ воды. Наблюденная этимъ поплавкомъ скорость будетъ среднею изъ скорости ея поверхности и скорости на глубинѣ нижней бутылки. (Чер. 154, л. IV).

*) Напримѣръ: окрашенныя со всѣхъ сторонъ въ бѣлый цвѣтъ дощечки толщиною отъ $^1/_2$ до $1''$, шириною 0,10 саж., длиною 0,20 саж.; бутылку съ прикрѣпленнымъ къ пробкѣ кускомъ кумача и проч., наполненную настолько водою, чтобы погрузилась на $^3/_4$.

**) Направленіе фарватера опредѣляется, если наблюдателемъ въ M будутъ замѣчены углы b_1, b_2, b_3 соотвѣтствующіе положенію поплавка на 1, 2, 3 и т. д. профиляхъ; если имѣются на базѣ два наблюдателя, въ A и B, то направленіе фарватера опредѣляется, засѣкая одновременно (по данному сигналу) въ A и B положеніе поплавка.

Опредѣливъ одиночнымъ поплавкомъ скорость на поверхности — будемъ знать скорость на глубинѣ нижней бутылки: $\frac{v + v_1}{2} = a$, откуда $v' = 2.\ a — v$, гдѣ a и v извѣстны. Вообще измѣренія поплавками пригодны только для скорости по фарватеру, такъ какъ пущенный въ другомъ мѣстѣ поплавокъ постепенно увлекается на фарватеръ. Наблюденія должны быть произведены не менѣе 3-хъ разъ. Разстояніе между профилями не должно быть болѣе 25 саж.

Опредѣленіе скорости помощью вертушки Вольтмана производится съ лодки, установленной въ желаемомъ мѣстѣ профили. Надѣтую на шестъ вертушку спускаютъ въ воду на желаемую глубину; при этомъ для удержанія шеста въ вертикальномъ положеніи слѣдуетъ протянуть его противъ теченія веревками, привязанными въ нижней части шеста. Въ случаѣ большихъ глубинъ, когда вертушку приходится опускать не на шестѣ, а на канатѣ, подвѣсивъ къ ней тяжелую гирю, то тогда устраиваютъ на двухъ спаренныхъ лодкахъ подмостъ, на которомъ укрѣпляютъ лебедку, служащую для подъема вертушки; при наблюденіяхъ лодки устанавливаются на четырехъ якоряхъ. Въ каждой точкѣ вращеніе вертушки должно наблюдать не менѣе трехъ минутъ *), повторяя наблюденіе 2—3 раза для каждой точки.

Скорость воды опредѣлится по формулѣ: $v = \alpha + \beta n$ гдѣ α и β—численные коэффиціенты, опредѣленные помощью наблюденій практически, n—число оборотовъ крыла въ секунду **).

*) Замѣчено, что скорость періодически измѣняется, періодъ колебанія продолжается 2—3 минуты.

**) Для опредѣленія коэффиціентовъ α и β проходятъ вертушкой въ стоячей водѣ отъ 60 до 70 разъ точно опредѣленныя пространства $S =$ примѣрно около 20 саж. каждый разъ съ новой скоростью. Записывая каждый разъ скорость $v = \frac{S}{t}$ и число оборотовъ въ секунду $n = \frac{N}{t}$ изъ 60—70 наблюденій получаютъ приблизительно 50 годныхъ, помощью которыхъ α и β опредѣляются изъ формулъ (A и B):

$$\alpha = \frac{\Sigma(n^2)\,\Sigma(v) - \Sigma(n)\,\Sigma nv}{m\,\Sigma(n^2) - (\Sigma n)^2} \text{ или } = \frac{\Sigma(v) - \beta\,\Sigma(n)}{m} \quad \ldots \quad (A)$$

$$\beta = \frac{m\,\Sigma(nv) - \Sigma(n)\,\Sigma(v)}{m\,\Sigma(n)^2 - \Sigma(n)^2} \quad \ldots \quad (B)$$

въ которыхъ m есть число годныхъ наблюденій.

Опредѣливъ вертушкой скорости въ нѣсколькихъ точкахъ, строятъ

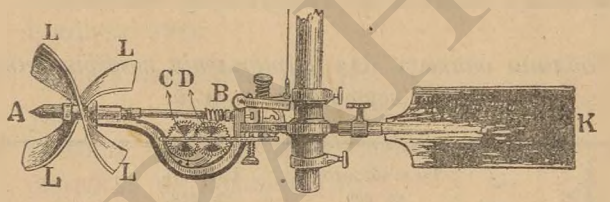
Вертушка Амслера.

Главная составня часть вертушки Амслера — колесо, діаметромъ въ три или четыре дюйма, о четырехъ лопастяхъ LL. Ось этого колеса AB имѣетъ безконечный винтъ и можетъ быть, по произволу, сомкнута или разомкнута, при помощи особаго механизма, со счетчикомъ, состоящимъ изъ двухъ зубчатыхъ металлическихъ круговъ C и D, соединенныхъ между собою шестернею. Круги счетчика раздѣлены на сто частей, чрезъ каждыя 10 дѣленій поставлены цифры на одномъ кругѣ: 100, 200 . . . 900, на другомъ 10, 20, . . . 90. Къ рамѣ, въ которой помѣщены подшипники оси вращенія колеса, придѣлано два индекса, такъ что — когда ось не сомкнута со счетчикомъ, то индексы указываютъ на нѣкоторыя дѣленія круговъ, и потому по этимъ кругамъ можетъ быть сдѣланъ отсчетъ. Кругъ счетчика D на которомъ поставлены цифры 10, 20..., оборачивается на одно дѣленіе, когда колесо вертушки дѣлаетъ одинъ оборотъ; полный оборотъ онъ дѣлаетъ, когда колесо вертушки обернется сто разъ, въ это же время 2-й кружокъ C — счетчика проходитъ 10-ую часть окружности.

Если сдѣлать отсчетъ по счетчику и опустить вертушку въ текучую воду, то колесо съ осью начнетъ вращаться; если послѣ этого сомкнуть счетчикъ съ осью колеса, то круги счетчика придутъ также въ движеніе, а если, чрезъ нѣкоторый опредѣленный промежутокъ времени, разъединить счетчикъ съ осью колеса, то хотя колесо и будетъ продолжать вращаться, но вращеніе круга счетчика прекратится; вынувъ затѣмъ вертушку изъ воды и сдѣлавъ отсчетъ на кругахъ счетчика, получимъ разность двухъ отсчетовъ, а раздѣливъ эту разность на число секундъ, въ продолженіи которыхъ счетчикъ былъ соединенъ съ осью, найдемъ число оборотовъ колеса вертушки въ одну секунду.

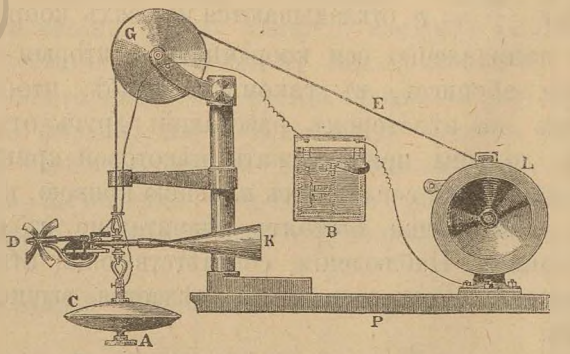
для каждой вертикали кривую скоростей ч. 152 л. V. Площадь, ограниченная вертикалью, скоростями на поверхности и по дну и кривой скоростей, по раздѣленіи на длину вертикали, даетъ среднюю скорость разсматриваемой вертикали, которую слѣдуетъ провѣрить съ скоростью по вертикали непосредственно опредѣленною по способу Тревирануса, дающему очень хорошіе результаты.

Вертушка Амслера, снабжена лебедкой L (черт. 154 и 155) для опусканія и подыманія вертушки, прикрѣпляемой къ тон-



Черт. 154.

кой проволокѣ E изъ мягкаго желѣза, перекидываемой чрезъ блокъ G. Къ лебедкѣ придѣланъ механизмъ, служащій для опредѣленія длины проволоки, а слѣдовательно, и для опредѣленія глубины, на которую опускается вертушка съ чечевице



Черт. 155.

образною тяжестью C и поддономъ A, привѣшиваемымъ къ шарниру вертушки.

Вертушка Амслера снабжается также электрическимъ замыкателемъ, отъ котораго идетъ особая изолированная проволока, соединенная съ батареей B и электрическимъ звонкомъ. Когда вертушка собрана и введена въ электрическую цѣпь, то, чрезъ каждые сто оборотовъ колеса вертушки, токъ замыкается и получается звонокъ. При такомъ устройствѣ нѣтъ надобности смыкать и размыкать ось со счетчикомъ, и нѣтъ надобности вынимать вертушку изъ воды, чтобы дѣлать отсчеты по кругамъ счетчика.

Формула, для опредѣленія скорости рѣки $v = \alpha + \beta n$ въ зависимости отъ числа оборотовъ нами дана выше. Вычисленіе коэффиціентовъ ведутся въ слѣдующей таблицѣ:

Таблица данныхъ для опредѣленія коэффиціентовъ вертушки a и b.

№ № наблюденій.	Число оборотовъ N.	Время t.	Число оборотовъ въ сек. $\frac{N}{t} = n$	Скорость въ сек. $= v\frac{D}{t}$	nv	n^2

Когда всѣ величины, означенныя въ этой таблицѣ, вычислены для всѣхъ наблюденій, то скорости, найденныя по формулѣ $\frac{D}{t} = v$, и соотвѣтствующія имъ числа оборотовъ въ секунду $\frac{N}{t} = n$ откладываются на осяхъ координатъ, первыя — по направленію оси координатъ, а вторыя — по направленію оси абсциссъ, въ такомъ масштабѣ, чтобы получить рядъ точекъ на нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга; всѣ эти точки должны принадлежать нѣкоторой кривой, поэтому большую часть ихъ соединяютъ плавною кривою, и тогда обнаружится, какія точки отстоятъ значительно въ сторонѣ отъ плавной кривой. Наблюденія, соотвѣтствующія этимъ точкамъ, отбрасываются, а изъ остальныхъ дѣлается вычисленіе коэффиціентовъ.

При производствѣ промѣровъ и наблюденій надъ скоростями должно вести соотвѣтствующій журналъ.

Средняя скорость живого сѣченія на практикѣ чаще всего опредѣляется: 1) по эмпирическимъ формуламъ, выражающимъ зависимость между ср. скоростью и 2) живымъ сѣченіемъ, уклономъ и подводнымъ периметромъ и по эмпирическимъ формуламъ, выражающимъ зависимость между среднею скоростью всего сѣченія и наибольшей скоростью на поверхности, опредѣляемой непосредственно измѣреніями.

3)—по средней скорости и наибольшей скорости на поверхности для одной и той же вертикали.

4) по скорости на поверхности и скорости на опредѣленной глубинѣ или по дну для одной и той же вертикали.

Примемъ слѣдующія обозначенія:

ω — живое сѣченіе
p — подводный периметръ
b — ширина рѣки
$R = \frac{\omega}{p}$ — средній подводный радіусъ
i — уклонъ
u — средняя скорость всего живого сѣченія
v_s — скорость на поверхности
v_f — скорость по дну
u_n — средняя скорость
v_{sn} — скорость поверхности
v_{fn} — скорость по дну
$v_{\frac{1}{2}n}$ — скорость на $^1/_2$ глубины

} одной вертикали (n)

Требуется опредѣлить скорости непосредственнымъ измѣреніемъ при горизонтѣ воды на сколько возможно высокомъ, но такъ какъ весьма рѣдко удается измѣрить скорости при горизонтѣ близкомъ къ принятому самому высокому, то кромѣ непосредственнаго измѣренія всегда нужно опредѣлять ихъ и расчетомъ по формулѣ Дарси-Базена для малыхъ отверстій и по формулѣ Гангилье-Куттера для большихъ, а затѣмъ для дальнѣйшихъ вычисленій (опредѣленія расхода) вводить въ формулы бо́льшія скорости изъ опредѣленныхъ по этимъ двумъ способамъ.

Формула Дарси-Базена имѣетъ слѣдующій видъ:

$$u = C\sqrt{Ri}, \text{ гдѣ } C = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \frac{\beta}{R}}}$$

$$\text{или } u = C_1\sqrt{i} \text{ — гдѣ } C_1 = C \times \sqrt{R} = \frac{R}{\sqrt{\alpha R + \beta}}.$$

Коэффиціенты α, β зависятъ отъ степени шероховатости русла и имѣютъ при единицѣ мѣръ — сажень слѣдующія величины: 1) Для стѣнокъ сглаженныхъ (тесаный камень, кирпичъ, нестроганыя доски, цементъ смѣшанный съ пескомъ) $\alpha = 0{,}00040537$ и $\beta = 0{,}0000133$. 2) Для стѣнокъ мало сглаженныхъ (кладка бутовая и проч.) $\alpha = 0{,}00051205$, $\beta = 0{,}00006$. 3) Для стѣнокъ земляныхъ $\alpha = 0{,}00059738$, $\beta = 0{,}00035$.

СПНТ РОСАН

Формула Гангилье и Куттера для саженей:

$$u = C\sqrt{Ri} \quad \text{гдѣ} \quad C = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{i}}{1{,}46067 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}},$$

гдѣ n—коэффиціентъ шероховатости русла принимаемый 1) для стѣнокъ изъ тесанаго камня или кирпича = 0,013; 2) для стѣнокъ изъ бутовой кладки 0,017; 3) для стѣнокъ земляныхъ—ручьи, рѣчки и рѣки въ хорошемъ состояніи 0,025; 4) русла въ гравелистомъ грунтѣ и заросшія травою 0,030.

Слѣдующая таблица даетъ величины скоростей по поверхности, по дну и среднія скорости для сдной и той же вертикали *):

Скорости по поверхн. v_s	Скорости по дну v_{fn}	Средняя скорость u_n	Скорости по поверхн. v_s	Скорости по дну v_{fn}	Средняя скорость u_n
въ дюймахъ.					
4	1,0	2,5	52	38,5	45,2
8	3,3	5,6	56	42,0	49,0
12	6,0	9,0	60	45,0	52,7
16	9,0	12,5	64	49,0	56,5
20	12,0	16,0	68	52,5	60,2
24	15,0	19,5	72	56,0	64,0
28	18,4	23,2	76	59,5	67,7
32	21,6	26,8	80	63,1	71,5
36	25,0	30,5	84	66,6	75,3
40	28,3	34,1	88	70,2	79,1
44	31,7	37,8	92	73,7	82,8
48	35,1	41,5	100	81,0	90,5

Результаты непосредственныхъ наблюденій надъ скоростями необходимо сравнивать съ получаемыми помощью эмпирическихъ формулъ.

*) *Примѣчаніе.* Для перевода дюймовъ въ метрическія мѣры саж. должно принимать:

1 дюймъ = 0,253995 дециметр.
1 „ = 0,011905 сажени.
1 дециметр. = 3,937080 дюйма.
1 „ = 0,046870 сажени.

Если живое сѣченіе рѣки раздѣлить (черт. 152), л. V, горизонтальными линіями HH_1 на нѣсколько частей и опредѣлить скорости, соотвѣтствующія какой либо горизонтали, затѣмъ отложить эти скорости въ опредѣленномъ масштабѣ въ видѣ ординатъ, принимая горизонталь за ось абсциссъ и соединить концы ординатъ плавной линіей, то получится нѣкоторая кривая, которая въ частномъ случаѣ, когда живое сѣченіе представляетъ совершенно правильную форму, имѣетъ видъ параболы; (черт. 152) ось параболы направлена въ такомъ случаѣ по фарватеру. Если профиль живого сѣченія представляетъ неправильную кривую, то и кривая скоростей имѣетъ неправильную форму при чемъ ордината, или скорость зависитъ отъ величины, соотвѣтствующей ей глубины (черт. 152).

Въ виду того, что по живому сѣченію скорости имѣютъ различныя величины, то самое наглядное представленіе о распредѣленіи скорости по живому сѣченію даютъ изотахіи, т. е. кривыя проведенныя на живомъ сѣченіи чрезъ точки, имѣющія одинаковыя скорости. Для проведенія изотахій вычерчиваютъ по линіямъ промѣровъ кривыя скоростей I, II, III, IV, V. Если изотахіи должны соединять точки, имѣющія скорости, положимъ, 2, 3, 4 фута, то проводятъ по чертежамъ кривыхъ (I, II...,V) вертикальныя прямыя линіи, отстоящія по масштабу скоростей по оси абсциссъ на 2, 3, 4 фута, точки пересѣченія этихъ прямыхъ съ кривыми скоростей, перенесенныя на живое сѣченіе, опредѣлятъ намъ форму и положеніе линій живого сѣченія, обладающихъ нѣкоторыми опредѣленными скоростями, т. е. изотахій (черт. 152). Вычерчиваніе изотахій кромѣ наглядnаго представленія о характерѣ теченія даетъ намъ возможность опредѣлять расходъ воды въ данномъ живомъ сѣченіи.

I. На оврагахъ, ручейкахъ и малыхъ рѣчкахъ достаточно ограничиться измѣреніемъ максимальной скорости на поверхности *maxm.* v_s при помощи поплавковъ (скорости на фарватерѣ весенн. водъ).

По найденному *maxim* v_s опредѣляютъ среднюю скорость всего сѣченія *(u)*, умноживъ *maxim.* v_s на коэффиціентъ, взятый изъ слѣдующей таблицы: *)

*) Эта таблица составлена по формулѣ *Prony*: $\frac{u}{max\ v_5} = \frac{max\ v_s + 2{,}37}{max\ v_s + 3{,}15}$ (для

По Weissbach'у въ среднемъ $u = 0{,}83$ max v_s скорости по дну v_f для каждой вертикали можно опредѣлять по формулѣ

$$u_f = (0{,}83 \text{ до } 0{,}60) v_s$$

гдѣ коэффиціентъ мѣняется отъ 0,83 для малыхъ глубинъ около 0,5 саж. до 0,60 для большихъ глубинъ—до 3^e.

Отсюда max $v_f = (0{,}83$ до $0{,}60)$ max $v_s =$ въ среднемъ $(0{,}83$ до $0{,}60)\ \frac{u}{0.83} = (1$ до $0{,}72) \times u$, т. е. наибольшая скорость по дну можетъ быть принимаема для малыхъ глубинъ до 0,50 саж. равно въ предѣлѣ средней скорости всего сѣченія (u) для глубинъ отъ 0,50 до 2 саж. слѣдуетъ принимать ее$= {}^7/_8\, u$; для большихъ глубинъ до 3 саж.$= {}^3/_4\, u$; далѣе же для глубинъ большихъ 3-хъ саж. можно принимать ее$= 0{,}7\, u$.

Согласно подсчета по формуламъ Прони составлена нижеслѣдующая таблица:

Грунтъ русла и его укрѣпленіе.	Допускаемая скорость по дну согласно постановленія Министерства Путей Сообщеніи.		Соотвѣтствующая скорость наибольшая на поверхности.
	Футы.	Саженн.	Сажени.
Плотная глина съ пескомъ	3	0,430	0,538
Крупный щебенистый грунтъ . .	5	0,714	0,880
Каменистый грунтъ или одиночная мостовая.	7	1,000	1,170
Скалистый грунтъ или двойная мостовая.	10	1,430	1,630
Лотокъ изъ каменной кладки . . .	14	2,000	2,228
Деревянный лотокъ.	20	2,875	3,110

метровъ); можно тоже опредѣлить скорость (u) по *Bazin'y* $u = max\ v_s - 14\ \sqrt{Ri}$ (въ метрахъ)

Для max. $v_s =$	с. 0,05	с. 0,12	с. 0,25	с. 0,50	с. 0,75	с. 1,00	с. 1,25	с. 1,50	с. 1,75	с. 2.00
$\frac{u}{max.\ v_s} =$	0,76	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89

II) **На большихъ рѣкахъ** слѣдуетъ измѣрять скорости въ нѣсколькихъ точкахъ живого сѣченія, а именно во всѣхъ тѣхъ, гдѣ были сдѣланы промѣры глубинъ, притомъ, по мѣрѣ возможности, измѣряютъ или

a) только скорости на поверхности въ упомянутыхъ точкахъ, или

b) скорости на $^1/_2$ глубины каждой вертикали.

Если были измѣрены тѣмъ или другимъ путемъ только скорости на поверхности въ разныхъ точкахъ, то средняя скорость всего сѣченія (u) опредѣлится такъ:

Средняя скорость каждой вертикали по Weissbach'у $u_n = 0{,}_{915}\ v_{sn}$; умноживъ эту скорость на часть площади живого сѣченія (w_n), соотвѣтствующую каждой вертикали, получимъ частный расходъ $q_n = u_n w_n$; отсюда полный расходъ всего живого сѣченія $Q = \Sigma q_n$, а средняя скорость всего живого сѣченія равняется полному расходу сѣченія, раздѣленному на площадь его, опредѣленную раньше

$$u = \frac{Q}{\omega} = \frac{\Sigma q_n}{\omega}$$

§ 5. Опредѣленіе расхода самыхъ высокихъ водъ. Всѣ водотоки подраздѣлимъ на двѣ группы: группу *(А)* съ бассейнами болѣе 50 кв. верстъ, и группу *(Б)* съ бассейнами менѣе 50 кв. верстъ. Въ Европейской Россіи наибольшій расходъ рѣкъ съ бассейнами болѣе 50 кв. вер. зависитъ преимущественно отъ таянія снѣговъ. Для рѣчекъ съ бассейнами менѣе 50 кв. вер. онъ зависитъ отъ ливней.

А) Для бассейновъ болѣе 50 кв. верстъ обязательно опредѣлять наибольшій расходъ воды слѣдующимъ образомъ: площадь живого сѣченія разсматриваемаго участка рѣки, вычисленную для самыхъ высокихъ водъ, помножаютъ на соотвѣтственную среднюю скорость всего сѣченія (большую изъ опредѣленныхъ непосредственнымъ измѣреніемъ и вычисленіемъ, или опредѣленную только вычисленіемъ, если не было непосредственнаго измѣренія), и получаютъ наибольшій расходъ воды (Q) (секундный притокъ воды къ сооруженію).

2) Какъ вспомогательнымъ способомъ для опредѣленія отверстій мостовъ бассейновъ болѣе 50 кв. в. можно пользоваться слѣдующею таблицею коэффиціентовъ инженера А. В. Бѣ-

линскаго *) (цирк. Министерства отъ 11 Ноября 1877 г, за № 11230), составленную по существующимъ сооруженіямъ:

Эта таблица дана для опредѣленія отверстій мостовъ, когда не всѣ элементы быта рѣки извѣстны,

$$L = \frac{\omega}{H} = \frac{kS}{H},$$

здѣсь: L — искомое отверстіе моста, $\omega = kS$ — площадь живого сѣченія весеннихъ водъ, H — средняя глубина ихъ, k — площадь бассейна (кв. верстъ) и S — коэффиціентъ, величина котораго берется изъ прилагаемой таблицы:

Поверхность бассейна въ кв. верстахъ.	Соотвѣтственный коэффиціентъ, на который должна быть умножена величина поверхности бассейна въ кв. верстахъ для полученія живого сѣченія весеннихъ водъ въ кв. саженяхъ.	Поверхность бассейна въ кв. верстахъ.	Соотвѣтственный коэффиціентъ, на который должна быть умножена величина поверхности бассейна въ кв. верстахъ для полученія живого сѣченія весеннихъ водъ въ кв. саженяхъ.
50 до 100	0,0700	10000 до 15000	0,0250
100 „ 300	0,0600	15000 „ 20000	0,0200
300 „ 500	0,0500	20000 „ 30000	0,0150
500 „ 1000	0,0450	30000 „ 50000	0,0100
1000 „ 2000	0,0400	50000 „ 100000	0,0075
2000 „ 5000	0,0350	100000 „ 300000	0,0070
5000 „ 10000	0,0300		

3) Если извѣстны глубины нѣкоторыхъ вертикалей живого сѣченія и соотвѣтствующія имъ среднія скорости, то расходъ опредѣляется слѣдующимъ болѣе точнымъ способомъ: называя h_1 и h_2 — глубину сосѣднихъ вертикалей u_1 и u_2 — среднія

*) По даннымъ Николаевской Физическо-Метеорологической обсерваторіи: „годовой ходъ количества осадковъ“ или говоря иначе амплитуда колебанія этихъ осадковъ для разныхъ мѣстъ имперіи различна. Особенно сильное повышеніе этой амплитуды наблюдается въ Кутаисѣ, Сочи, Самаркандѣ, Вѣрны, Иркутскѣ, Владивостокѣ, Нерчинскомъ заводѣ; Благовѣщенскѣ, Ленкоранѣ:—особенно сильное увеличеніе осадковъ въ Іюлѣ, Августѣ и Сентябрѣ въ трехъ послѣднихъ пунктахъ. Для выше перечисленныхъ мѣстъ коэффиціенты по таб. инж. Бѣлинскаго и Кестлинга должны быть увеличены.

скорости этихъ вертикалей, расходъ части живого сѣченія между этими вертикалями будетъ:

$$Q = \left(\frac{h_1 u_1 + h_2 u_2}{2}\right) l \ *)$$

гдѣ l разстояніе между вертикалями.

Расходъ воды всего сѣченія будетъ $\Sigma\ (q)$, причемъ скорости у береговъ принимаются равными нулю.

Если живое сѣченіе разбито на нѣсколько частей, площади которыхъ напр. ω_1 ω_2 ω_3 и т. д.. подводные периметры p_1 p_2 p_3 и т. д., то, зная уклоны, соотвѣтствующіе выдѣленнымъ частямъ, можно опредѣлить по эмпирическимъ формуламъ среднія скорости u_1 u_2 u_3 и т. д., а затѣмъ частные расходы $\omega_1 u_1$, $\omega_2 u_2$, $\omega_3 u_3$ и, наконецъ, полный расходъ $Q = \omega u = \omega_1 u_1 + \omega_2 u_2 + \ldots$.

Опредѣленіе расхода притоковъ рѣкъ, воды которыхъ подпираются со стороны магистральной рѣки, должно быть производимо съ особенною осторожностью.

Такъ какъ отверстіе сооруженія назначается съ такимъ разсчетомъ, чтобы при наибольшемъ расходѣ и наибольшей скорости возможный подмывъ, если онъ допускается, не превосходилъ нѣкоторой опредѣленной величины, то и повѣрку достаточности отверстія необходимо сдѣлать:

1) для пропуска наибольшаго расхода собственныхъ водъ;

2) для пропуска всей воды, могущей скопиться выше сооруженія отъ вліянія подпора.

Въ первомъ случаѣ вся задача состоитъ въ томъ, чтобы опредѣлить наибольшій расходъ собственныхъ водъ, который можетъ быть не при самомъ высокомъ горизонтѣ, а нѣсколько низшемъ. Расходъ достигаетъ maximum'а, когда произведеніе ωu будетъ maximum. Въ этомъ произведеніи ω увеличивается во все время постепеннаго поднятія горизонта водъ рѣки; что же касается скорости u, то она можетъ возрастать при поднятіи водъ до нѣкотораго опредѣленнаго горизонта, а при дальнѣйшемъ поднятіи можетъ отъ вліянія подпора уменьшаться и даже сдѣлаться при существованіи обратнаго теченія отрицательною величиною, именно когда поднятіе водъ магистраль-

*) См. „Краткія общія указанія къ проектированію мостовыхъ сооруженій“, Пр. Куницкаго стр. 13.

ной рѣки въ единицу времени сильнѣе таковаго же поднятія въ притокѣ собственныхъ водъ.

Опредѣленіе постепеннаго измѣненія скорости непосредственнымъ наблюденіемъ представляетъ значительныя трудности; поэтому достаточно ограничиться наблюденіями на водомѣрныхъ постахъ измѣненій уклона горизонта водъ, и на основаніи этого уклона, по эмпирическимъ формуламъ, опредѣлить соотвѣтствующія скорости. Затѣмъ взявъ наибольшую u найти $max.\ Q = \omega u$.

Подобныя наблюденія необходимы только при окончательныхъ изысканіяхъ и то, если въ данный годъ весеннія воды будутъ въ дѣйствительности самыми высокими за послѣднія десять лѣтъ.

Величину этого расхода слѣдуетъ повѣрить изслѣдованіемъ расходовъ той же рѣки по профилю, лежащему выше, въ такомъ мѣстѣ, гдѣ вліяніе подпора уже дѣлается неощутительнымъ. Если между искусственнымъ сооруженіемъ и этимъ профилемъ существуютъ притоки, то и для нихъ, выше вліянія подпора, должно быть сдѣлано опредѣленіе расходовъ рѣки и ея притоковъ.

Для рѣшенія задачи, поставленной во 2-мъ пунктѣ, необходимо выяснить для магистральной рѣки величину пониженія горизонта высокихъ водъ h въ единицу времени отъ постепеннаго спада водъ и затѣмъ въ зависимости отъ соотвѣтствующаго уклона и живого сѣченія пересѣкаемой рѣки опредѣлить расходъ воды.

Большая изъ двухъ полученныхъ величинъ расхода должна быть принимаема для назначенія отверстія искусственнаго сооруженія.

Все вышесказанное объ опредѣленіи расхода въ случаѣ подпора водъ притока водами главной рѣки вполнѣ приложимо къ случаямъ отъ зажоровъ *).

*) Для караванныхъ водъ должны быть собраны слѣдующія свѣдѣнія: время и продолжительность пусканія валовъ (иногда валы пускаютъ нѣсколько разъ въ годъ); толщина пускаемыхъ валовъ, время въ теченіи котораго горизонтъ воды поднимается до караваннаго; уклонъ воды и скорость движенія валовъ.—Вмѣстѣ съ тѣмъ должно быть выяснено, какому расходу, опредѣляя его по открытымъ въ плотинѣ отверстіямъ и горизонтамъ воды у плотины (или плотинъ, если ихъ нѣсколько), соотвѣтствуетъ тотъ или другой горизонтъ въ мѣстѣ перехода. Если прорывы плотинъ уже случались на разсматриваемой рѣкѣ, то должны быть собраны свѣдѣнія о горизонтѣ воды въ мѣстѣ перехода, соотвѣтствующемъ прорыву плотинъ (одной, двухъ и т. д., и какихъ именно), а также свѣдѣнія о величинѣ отверстія (или отверстій), черезъ которое происходилъ расходъ во время прорыва и соотвѣтствующія этому расходу разности горизонтовъ въ водохранилищѣ и ниже плотины. Опредѣленный по этимъ послѣднимъ даннымъ расходъ долженъ быть сравненъ съ расходомъ, который найдется по живому сѣченію въ мѣстѣ перехода и скорости, соотвѣтствующей данному горизонту и уклону весеннихъ или караванныхъ водъ.

Сравненіе означенныхъ расходовъ покажетъ, насколько достовѣрны собранныя данныя о прорывѣ плотины. Конечно, при этомъ большимъ подспорьемъ являются наблюденія надъ весенними и караванными водами.

Вмѣстѣ съ тѣмъ должны быть представлены: 1) данныя о размѣрахъ и объемахъ водохранилища; 2) о количествѣ притекающей къ нимъ воды при самыхъ благопріятныхъ для сего условіяхъ и повышеніе горизонта водохранилищъ вслѣдствіе такого притока, но при закрытыхъ отверстіяхъ; 3) величина отверстій, черезъ которыя можетъ проходить расходъ скопляемой водохранилищемъ воды, а также промоинъ; 4) должны быть сняты профили въ мѣстѣ расположенія плотины и высота ея гребня, а также планъ съ показаніемъ прудовъ и пр. Всѣ эти данныя, въ связи со свѣдѣніями, добытыми отъ старожиловъ о происходившихъ прорывахъ, могутъ выяснить расходъ, соотвѣтствующій прорыву плотины.

Б). Бассейны менѣе 50 кв. верстъ. Формула Кестлина

Въ этихъ случаяхъ обязательно опредѣляютъ по указаннымъ выше способамъ лишь уклонъ и живыя сѣченія, а все остальное настолько, насколько окажется нужнымъ и возможнымъ, напр. горизонтъ самыхъ высокихъ водъ большею частью нельзя при столь малыхъ водотокахъ опредѣлить на мѣстѣ по вышеизложенному, а потому приходится назначать его на живомъ сѣченіи ощупью по формуламъ (см. бланки для разсчета отверстій искусственныхъ сооруженій). Вслѣдствіе этого, а также и того, что для бассейновъ меньшихъ 20 кв. вер. обыкновенно ливень даетъ больше воды, чѣмъ всякія весеннія воды,—обязательно здѣсь (бассейны меньше 50 кв. вер.) вычислять притокъ воды къ сооруженію по нормамъ ливня Кестлина (циркуляръ Д-та отъ 16 іюня 1884 г. за № 5167).

Для бассейновъ съ очень крутыми уклонами, а равно и очень малыми, значительно меньшими 0,005, и для бассейновъ близкихъ къ 50 кв. верстамъ нормы «Köstlin'a» даютъ обыкновенно неудачные результаты, а потому особенно для этихъ случаевъ полезно провѣрять разсчетъ также и по другимъ ливнямъ.

© ГПБ СПб

Этимъ исчерпывается главный вопросъ: вопросъ опредѣленія максимальнаго притока воды къ сооруженію (Q) и средней скорости притеканія (u).

Köstlin наблюдалъ ливень въ Парижѣ интенсивностью 0,016 m/m въ секунду и продолжительностью 10 минутъ, и вывелъ нормы, которыя предписаны вышеупомянутымъ циркуляромъ для бассейновъ менѣе 50 кв. верстъ и послѣ перевода въ русскія мѣры имѣютъ слѣдующій видъ Q куб. с.$=1{,}875 \times N \times L$, гдѣ Q—расходъ (секундный притокъ воды къ сооруженію) въ куб. саж., N—площадь бассейна въ кв. верстахъ, L—численный коэффиціентъ, величина котораго для бассейновъ

длиною . . .	до	$3^1/_2$	верстъ		$^1/_2$
»	отъ $3^1/_2$	до 7	»	отъ $^3/_8$ до . .	$^1/_4$
»	» 7	— $10^1/_2$	»	берутъ	$L = {}^3/_{16}$
»	» $10^1/_2$	— 14	»	»	$L = {}^1/_8$
»	» 14	— $17^1/_2$	»	»	$L = {}^1/_{16}$

Для бассейновъ съ общимъ среднимъ уклономъ менѣе 0,005 коэффиціенты эти уменьшаются на половину.

Нормы Кестлина иногда даютъ слишкомъ большія отверстія, особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда вода въ рѣчкѣ не течетъ русломъ, а разливается тонкимъ слоемъ, причемъ конечно, скорость значительно уменьшается. Независимо отъ этого многія рѣки Закавказской и Закаспійской области и другихъ, вслѣдствіе проницаемости песчанаго грунта, теряютъ большую часть расхода воды, которая въ большей или меньшей части течетъ подъ почвой.

Министерство П. С. по представленіи Управленія по постройкѣ Забайкальской жел. дороги нормы Кестлина въ значительной степени уменьшило для Забайкальской дороги въ зависимости отъ свойствъ грунта, по которому вода притекаетъ къ сооруженію. Грунты раздѣлены на три категоріи.

а) (Категорія грунта I). Когда поверхностный слой грунта въ бассейнѣ глинистый или вообще дурно пропускающій воду, а равно, если онъ легко пропускаетъ воду, но подпочва состоитъ изъ глины, сплошной скалы и проч. грунтовъ, непоглощающихъ воду, то этотъ коэффиціентъ надо брать по циркуляру Техническаго Инспекторскаго Комитета Министерства Путей Сообщенія, отъ 16 іюля 1884 г. за № 5167.

б) (Категорія грунта II). При поверхностномъ слоѣ черноземномъ, легко пропускающемъ воду, или изъ дерна, и если при этомъ подпочва состоитъ изъ значительной толщины слоя песка, гравета, щебня, водопроницаемыхъ грунтовъ, представляющихъ продукты разрушенія скалы, изъ разорванныхъ скалъ и проч., численное значеніе L уменьшается въ два раза противъ указанныхъ циркуляромъ № 5167.

в) (Категорія грунта III). При тонкомъ поверхностномъ слоѣ изъ растительнаго перегноя или дерна съ подпочвой, представляющей толстый слой сыпучаго песка или гравета, а равно если слой этотъ обнаженъ съ поверхности, численное значеніе L уменьшается въ три раза, противъ указаннаго циркуляромъ № 5167, во всемъ согласно прилагаемой таблицѣ.

ТАБЛИЦА А.

Численныя значенія коэффиціента L при разныхъ грунтахъ и разной длинѣ бассейновъ.

	Категоріи грунтовъ, указанныя въ прилагаемомъ рапортѣ.					
	I (Согласно циркуляру № 5167).	II		III		
	Среднее паденіе главнаго тальвега.					
	$> 0{,}005$	$< 0{,}005$	$> 0{,}005$	$< 0{,}005$	$> 0{,}005$	$< 0{,}005$
Длина бассейна менѣе $3^1/_2$ вер. . .	$^1/_2$	$^1/_4$	$^1/_4$	$^1/_8$	$^1/_6$	$^1/_{12}$
Длина бассейна отъ $3^1/_2$ до 7 вер. . .	$^3/_8 - ^1/_4$	$^3/_{16} - ^1/_8$	$^3/_{16} - ^1/_8$	$^3/_{32} - ^1/_{16}$	$^1/_8 - ^1/_{12}$	$^1/_{16} - ^1/_{24}$
Длина бассейна отъ 7 до $10^1/_2$ вер. . .	$^3/_{16}$	$^3/_{32}$	$^3/_{32}$	$^3/_{64}$	$^1/_{16}$	$^1/_{32}$
Длина бассейна отъ $10^1/_2$ до 14 вер. .	$^1/_8$	$^1/_{16}$	$^1/_{16}$	$^1/_{32}$	$^1/_{24}$	$^1/_{48}$
Длина бассейна отъ 14 до 17 вер. . .	$^1/_{16}$	$^1/_{32}$	$^1/_{32}$	$^1/_{64}$	$^1/_{48}$	$^1/_{96}$

Что касается минимальныхъ отверстій искусственныхъ сооруженій, то во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда вода не можетъ быть пропущена чрезъ полотно дренажными трубами, или отведена отъ него канавами, слѣдуетъ давать сооруженіямъ отверстія, опредѣленныя по упомянутому выше расчету, но не меньшія:

а) для каменныхъ трубъ. . . . . 0,50 саж.
б) » мостовъ. . . . . 1,00 »

Формула Кестлина выведена изъ наблюденій въ средней Европѣ, гдѣ метеорологическія условія не представляютъ тѣхъ частныхъ отступленій, какія изыскатель встрѣчаетъ въ Россійской Имперіи на ея обширныхъ пространствахъ отъ Ледовитаго океана до Памира на югѣ и отъ Балтійскаго моря до Великаго океана на дальнемъ востокѣ. Слишкомъ разнообразныя физическія условія обязываютъ изыскателя въ каждомъ частномъ случаѣ изучить мѣстныя условія и входитъ въ М. П. С. съ особымъ представленіемъ объ измѣненіи въ случаѣ надобности нормъ Костлина.

Расходъ ручьевъ, бассейны которыхъ близки къ 50 кв. вер. (больше или меньше ихъ), опредѣленный по формулѣ Кестлина или же по наибольшему горизонту весеннихъ водъ, слѣдуетъ провѣрить непосредственнымъ подсчетомъ на ливень. Для этого нужно выдѣлить ту часть бассейна, съ которой стекающая вода успѣваетъ достигнуть сооруженія до прекращенія ливня: примѣняя для выдѣленной части максимальныя нормы ливня (продолжительность 2 часа, интенсивность 0,016 миллиметровъ въ секунду, т. е. 115 миллим. за 2 часа, при отсутствіи потери черезъ испареніе и поглощеніе почвою и пр.) и прибавляя расходъ при меженнемъ горизонтѣ (предполагается, что ливни не бываютъ во время высокихъ водъ) получимъ искомый наибольшій расходъ.

Чтобы выдѣлить требуемую часть бассейна, нужно знать скорости движенія воды во время ливня по главному тальвегу и его склонамъ, а также по второстепеннымъ тальвегамъ (притокамъ) и ихъ склонамъ; но такъ какъ опредѣленіе всѣхъ этихъ скоростей слишкомъ затруднительно, то достаточно опредѣлить скорости только для главнаго тальвега вблизи моста, а также въ 2—3 мѣстахъ (примѣрно въ 2 до 5 верстъ) выше сооруженія. Нанеся на снятыхъ профиляхъ горизонты высокой воды, (замѣченные по оставленнымъ ею слѣдамъ, или другимъ какимъ-либо образомъ), можемъ опредѣлить скорости въ соотвѣтствующихъ сѣченіяхъ. Примѣмъ полученныя скорости за скорость движенія воды при окончаніи ливня; скоростями же при началѣ ливня будутъ наблюденныя при меженнемъ горизонтѣ; среднія изъ соотвѣтствующихъ скоростей при началѣ и концѣ ливня можно принять за среднія скорости движенія воды въ разсматриваемыхъ сѣченіяхъ за время ливня; зная

ихъ можно составить приблизительный законъ измѣненія скоростей по главному тальвегу и опредѣлить длину пути, проходимаго по главному тальвегу частицею воды за время ливня: нанеся эту длину соотвѣтствующимъ образомъ на карту, опредѣлимъ приблизительно наиболѣе удаленную точку тальвега, съ которой вода успѣваетъ достигнуть сооруженія до прекращенія ливня. Проведя черезъ найденную точку линію, перпендикулярную къ направленію тальвега, выдѣлимъ ею (приблизительно) требуемую часть бассейна. Остается ввести для этой части нормы ливня и прибавить расходъ меженнихъ водъ, чтобы получить приблизительную величину искомаго расхода. Скорость, опредѣленная по этому расходу, уклону и поперечному сѣченію у моста, всегда будетъ нѣсколько отличаться отъ опредѣленной раньше для высокой воды; если разность между этими скоростями будетъ велика, то слѣдуетъ опредѣлить скорости и въ другихъ сѣченіяхъ, разсматривая ихъ такъ, какъ разсматривали раньше мостовое сѣченіе, и повторить разсчетъ при новыхъ скоростяхъ.

Если на рѣкѣ или ея притокахъ имѣются водоудержательныя плотины, то случается иногда, что горизонтъ самыхъ высокихъ весеннихъ водъ бываетъ ниже караваннаго или же горизонта соотвѣтствующаго прорыву плотины. На это обстоятельство должно быть обращено особенное вниманіе при назначеніи отверстія искусственнаго сооруженія.

Раздѣливъ ω_1 на h_1, получаютъ отверстіе моста въ погонныхъ саженяхъ.

Наконецъ вычисляютъ подпоръ, образуемый устройствомъ моста по формулѣ

$$\frac{v_1^2 - u^2}{2g},$$

гдѣ v_1—средняя скорость подъ мостомъ, u—средняя скорость притеканія всего живого сѣченія (въ томъ случаѣ, если пролеты моста занимаютъ собою все главное русло и часть боковыхъ разливовъ), или только главнаго русла (при расположеніи моста, занимающаго своими пролетами лишь одно главное русло или менѣе его).

Примѣчаніе 2-е. Если полученная по расчету величина отверстія увеличивается по косвеннымъ причинамъ (напр. силь-

ный косогоръ, или назначеніе моста и для путепровода или скотопрогона), то это требуется оговорить каждый разъ въ представленіи, а на проектахъ устоевъ дѣлать надпись «путепроводъ», «скотопрогонъ», причемъ расчетъ отверстія долженъ быть пересчитанъ на величину принятаго отверстія вмѣсто теоретически достаточнаго.

Въ путепроводахъ требуется имѣть высоту отъ лотка до низу фермы не менѣе 2-хъ саж., а для скотопрогоновъ не менѣе 1,10 саж.; исключеніе изъ послѣдняго условія могутъ составлять скотопрогоны для мелкаго скота, но тогда должно быть оговорено, что скотопрогонъ назначается исключительно лишь для мелкаго скота.

§ 6. Планъ рѣки и разливовъ требуется снять съ цѣлью опредѣленія общаго характера направленія теченія весеннихъ водъ и выбора мѣста перехода тальвега.

На планѣ вычерчиваются линіи равныхъ глубинъ; линіи наибольшихъ глубинъ опредѣляютъ направленіе главнаго весенняго теченія и направленія теченій по разливу.

Фарватеръ можно тоже опредѣлить непосредственно при помощи поплавка, нанося его положеніе на разбитыхъ профиляхъ засѣчками, снятыми на грунтѣ изъ базы угломѣрными инструментами.

Мостъ стараются расположить нормально къ направленію главнаго весенняго теченія и по возможности симметрично относительно его; при этомъ иногда приходится отклонять меженнее русло, проектировать спрямленія и пр.

§ 7. Свѣдѣнія о судоходствѣ должны преимущественно относиться къ характеру судоходства, времени, въ теченіи котораго оно происходитъ, размѣрамъ судовъ, глубинѣ осадки ихъ, высотѣ такелажа. Всѣ эти данныя необходимы для опредѣленія достаточной высоты низа фермы надъ горизонтомъ самыхъ высокихъ водъ и высоты такелажа.

§ 8 Опредѣленіе качества грунта, его размываемости, характера напластованій и глубины залеганія материка должно быть произведено посредствомъ сондировки въ мѣстахъ предполагаемаго расположенія опоръ, а также между ними. Полученныя данныя буровыхъ скважинъ наносятся на поперечномъ профилѣ рѣки въ нѣкоторомъ опредѣленномъ масштабѣ. Точки различныхъ скважинъ, отдѣляющія одинаковые грунты, соединяются между собою прямыми, и такимъ образомъ получается общій характеръ напластованій. На черт. 152, л. V показаны образцы графическаго изображенія буровыхъ скважинъ и различнаго рода грунтовъ. Кромѣ этого необходимо собрать данныя о подвижности дна, т. е. образуются ли въ руслѣ размывы, отложенія наносовъ, насколько постоянными оказываются берега рѣки, и не имѣетъ ли она стремленія къ различнымъ сдвигамъ.

Если вблизи проектируемаго искусственнаго сооруженія существуютъ на той же рѣкѣ мосты (трубы), то, какъ подспорье при назначеніи отверстія сооруженія, должны служить изслѣдованія существующихъ сооруженій въ отношеніи величины скоростей и расходовъ, устройства основаній, типа укрѣпленія опоръ, конусовъ, ложа, степени размываемости русла и пр.

Скорости по дну и укрѣпленіе лотковъ.

При проектированіи искусственныхъ сооруженій должны быть принимаемы наибольшія скорости протеканія воды черезъ нихъ по таблицѣ данной нами выше на стр. 484:

$$W = 7,\ 10,\ 14 \text{ и } 20 \text{ футъ.}$$

При подсчетѣ въ формулы отверстія можно вставлять среднія скорости; впрочемъ для запаса принимаютъ скорости по дну.

1) Принято для обыкновенныхъ грунтовъ лотки 1-саж. мостиковъ дѣлать изъ кладки на растворѣ; лотки отв. 2, 3 и даже 4 и 5 саж. мостиковъ укрѣплять одиночной и двойной мостовой; въ случаѣ необходимости лотки 2 и 3-хъ саж. мостиковъ дѣлаютъ изъ кладки на растворѣ.

2) Въ мостахъ остальныхъ отверстій русла не укрѣпляются, поэтому скорость по дну допускается въ зависимости отъ рода грунта и величины желаемаго размыва.

3) Для скорости воды, притекающей къ сооруженію, нужно принять, что она ни въ какомъ случаѣ не должна быть больше скорости, допущенной къ сооруженію, а если грунтъ ложа не соотвѣтствуетъ притекающей скорости, то слѣдуетъ входные лотки укрѣплять мостовой (для скорости до 7′ и 10′), и рядами съ каменной наброской, плетнями съ засыпкой камнемъ и пр. (для скоростей до 14′).

СПбГПУ

Вообще, если скорость притекающей воды болѣе той, какую желательно было бы, по разнымъ соображеніямъ, допустить въ особенности въ искусств. подводящихъ руслахъ, то слѣдуетъ проектировать каскады изъ ряжей, плетней, сухой кладки и пр. и подводить воду къ сооруженію канавами, разсчитывая ихъ сѣченія и уклоны и укрѣпляя ихъ ложе сообразно съ расходомъ и скоростью притекающей воды.

4) Въ мостахъ большихъ отверстій русла не укрѣпляются. Скорость по дну допускается по подсчету въ зависимости отъ рода грунта и величины желаемаго размыва.

Какъ извѣстно въ рѣкахъ всегда имѣетъ мѣсто движеніе дна, болѣе или менѣе правильное вслѣдствіе размыва.

По наблюденіямъ Франціуса, Дюбуа и другихъ движеніе грунта становится уже незамѣтнымъ, если скорости достигаютъ слѣдующихъ размѣровъ:

Таблица наибольшихъ допускаемыхъ скоростей.

НАИМЕНОВАНІЕ ГРУНТА.	Скорости въ mt.			Скорости въ саженяхъ.		
	По поверхности.	Среднія.	По дну.	По поверхности.	Среднія.	По дну.
Иловатая земля	0,16	0,13	0,10	0,07	0,06	0,05
Жирная глина очень слабая . . .	0,32	0,27	0,20	0,15	0,13	0,09
Мелкій, подвижной рѣчной песокъ .	0,80	0,66	0,50	0,37	0,31	0,23
Обыкновенный песокъ или глина . .	1,27	1,06	0,80	0,60	0,49	0,37
Плотный песокъ съ гравіемъ	1,60	1,33	1,00	0,75	0,62	0,47
Плотная глина или галька	1,92	1,60	1,20	0,93	0,75	0,56
Галька съ камнемъ или глиной . . .	2,30	1,90	1,40	1,08	0,93	0,66
Дно покрытое крупн. камнемъ . . .	2,56	2,13	1,60	1,20	1,00	0,75
Слоистыя горныя породы разрушенныя	3,20	2,66	2,00	1,50	1,21	0,93
» » » неразрушенн.	4,82	4,00	3,00	2,26	1,87	1,41
Скалистый грунтъ	6,54	5,33	4,00	3,06	2,60	1,87

Принятыя скорости хотя и могутъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ перемѣщать отдѣльныя частицы грунта, тѣмъ не менѣе являются совершенно безопасными для устойчивости сооруженія.

Разсчетъ отверстія каменныхъ трубъ.

Каменныя трубы дѣлаются обыкновенно въ поперечномъ сѣченіи въ видѣ прямоугольника, перекрытаго полуциркульнымъ

сводомъ, причемъ горизонтъ воды не доходитъ до пяты свода; ниже приведенъ разсчетъ отверстія для такого рода трубъ. Если же труба дѣлается параболическаго сѣченія каменная или бетонная, такъ что пяты свода опираются непосредственно на фундаментъ, то необходимо въ означенный разсчетъ ввести коэффиціентъ сжатія $\mu = 0{,}75$ и принимать за полный расходъ воды

$$Q_1 = \frac{Q}{\mu}.$$

При разсчетѣ каменной трубы принимаютъ, что перепадъ, т. е. переходъ отъ повышенія горизонта къ горизонту воды въ трубѣ, занимаетъ только часть длины трубы. Тогда расходъ въ какомъ-либо сѣченіи *ob* трубы, въ которомъ установилось равномѣрное движеніе получится слѣдующимъ образомъ:

Назовемъ;

Q расходъ;

b отверстіе;

y высота подпертаго горизонта передъ трубой;

η высота воды въ трубѣ;

W скорость въ трубѣ;

v скорость въ потокѣ;

g ускореніе;

a глубина потока при самыхъ высокихъ водахъ;

k высота соотвѣтствующая скорости притекающей воды.

Весь разсчетъ истекаетъ изъ двухъ основныхъ извѣстныхъ формулъ:

$$Q = b \,.\, \eta \,.\, W$$

$$y - \eta = \frac{W^2 - v^2}{2g}$$ (см. Курсъ Николаи, стр. 165).

Изъ этихъ двухъ уравненій получаемъ три нужныхъ величины въ саженяхъ, по Брессу:

$$b = \frac{35{,}45}{W^3} Q \text{ или } W = 1{,}717 \sqrt[3]{\frac{Q}{b}}$$

$$y = 0{,}326\ W^2 - \frac{v^2}{2g}$$

$$\eta = 0{,}2172\ W^2.$$

© ГПНТБ СССР
Библиотека строительных узлов Инж. Пророва

формулы эти выведены Брессомъ и примѣнимы, конечно, только тогда, когда $y > \eta$ при нестѣсненномъ руслѣ, если получится при нестѣсненномъ руслѣ т. е. при $y = a$, что $y < \eta$ то тогда изъ уравненія $Q = b \,.\, a\, W$ получимъ новое $b = \frac{Q}{a \,.\, W}$ и въ такомъ случаѣ величину y надлежитъ немного увеличить, но не слишкомъ, такъ какъ нельзя быть увѣреннымъ, что вода поднимется до желаемой высоты, и образовавшійся подпоръ дастъ намъ въ трубѣ допущенную скорость.

При протеканіи воды черезъ трубу естественная глубина потока a увеличивается такъ какъ вслѣдствіе тренія о стѣнки и сжатія струи, вода въ логѣ какъ бы спирается и горизонтъ высокихъ водъ, независимо отъ подпорнаго поднимается.

Такъ какъ скорость притеканія V будетъ = скорости только при нестѣсненномъ сѣченіи, только при условіи, что $y = a$, съ возрастаніемъ же y величина этой скорости постепенно уменьшается вслѣдствіе поднятія горизонта, и въ нѣкоторыхъ случаяхъ, напримѣръ, для овраговъ съ полыми берегами, дѣлается равною нулю, то значеніе y_1 слѣдуетъ опредѣлять въ предположеніи $k = \frac{V^2}{2g}$ и $k = O$, и принять для y_1 среднее изъ полученныхъ значеній.

Выходной лотокъ укрѣпляется въ зависимости отъ скорости допущенной въ трубѣ, и отъ перепада $(\eta - a)$, образующагося у выходного порога трубы.

Дну трубы слѣдуетъ придать уклонъ, опредѣляя его напримѣръ, по формулѣ Дарси-Базена.

Трубу, если только она помѣщается, всегда выгоднѣе запроектировать, чѣмъ мостикъ. Для этого иногда разсчетливѣе поднять насыпь, чтобы помѣстить трубу. Труба пропускаетъ воды значительно болѣе, чѣмъ мостъ одного съ ней отверстія, причемъ количество кладки меньше, а также получается экономія за ненадобностью пролетнаго строенія.

Приведемъ образецъ подсчета каменной трубы, согласно коего предлагаемъ при составленіи проекта отпечатать бланки:

Образецъ разсчета отверстія каменной трубы (по табл. XLIX и L).

черезъ_____, на _____верстѣ, пикетъ

высота насыпи_____саж.

Принято отверстіе трубы_____саж.

Высота до пятъ свода_____саж.

Площадь бассейна . . . . . $P =$ _____ кв. верстъ.

Длина бассейна . . . . . $S =$ _____ верстъ.

Средній уклонъ всего тальвега . $i =$ _____

Уклонъ на 50 саж. выше и ниже сооруженія . . . . . $i_0 =$ _____

Поперечный профиль русла у сооруженія (Приложить чертежъ 181, л. IV) на клѣтчаткѣ).

Наибольшій расходъ воды по Köstlin'у:

$Q = 1.875 \times \times P \times L = 1.875 \times$ ____ $\times$ ____ $= Q =$ ____ куб. саж.

L — коэффиціентъ, зависящій отъ длины и уклона бассейна i, по даннымъ табл. № 1 *).

(Величина Q дана въ таб. LVI для разныхъ P и L).

Подбирая ощупью горизонтъ притекающей воды, соотвѣтствующій найденному по Köstlin'у приходу, получимъ его отмѣтку_____саж.

Дѣйствительно, площадь живого сѣченія_____

_____ $= \omega =$ _____ кв. саж.

Подводный периметръ _____

_____ $= p =$ _____ пог. саж.

Подводный радіусъ $R = \frac{\omega}{p} =$ _____ пог. саж.

Средняя скорость потока по Bazin'у изъ выраженія

$$v = c_1 \sqrt{i}$$ въ саженяхъ

гдѣ $c_1 = c\sqrt{R}$ (находимъ изъ таблицъ XXIV и XXV), величину $\sqrt{i}$ беремъ изъ таблицы XXVI, слѣдовательно

$c_1 \sqrt{i} =$_____ $\times$_____ $= v =$_____ $\frac{\text{саж.}}{\text{сек.}}$

Тогда расходъ: $Q = \omega \,.\, v =$ ____ $\times$ ____ $=$ _____ куб. саж.

---

*) Приложенной ниже въ этомъ же образцѣ, но для разсчета не нужна. Весь подсчетъ получается быстро и точно по таблицамъ XLIX, L и LVI.

© ГПНТБ СО РАН

Полученный расходъ весьма мало разнится отъ расхода, опредѣленнаго по нормамъ Köstlin'a, а потому найденный горизонтъ притекающей воды, соотвѣтствующій отмѣткѣ ____, принимается за истинный.

Наибольшая глубина притекающей воды, равная разности отмѣтокъ: _____ — _____ = a = _____ саж.

Имѣя въ виду укрѣпить лотокъ трубы _____ задаемся однообразною въ ней скоростью, согл. таблицѣ № 3.

W_0 = _____ саж. = _____ фут.

По таблицѣ № [illegible] находимъ, что при W_0 _____ саж. и Q = _____ саж. необходимое для трубы отверстіе заключается между _____ и _____

Принимая окончательно

b = _____ саж.

получимъ однообразную скорость въ трубѣ

$$W = 1.717 \sqrt[3]{\frac{Q}{b}} = 1.717 \sqrt{\quad} = \quad \text{саж.}$$

Подпорный горизонтъ воды передъ трубой

$$y = 0{,}326\ W^2 - \frac{v^2}{9{,}2} = \text{саж.}$$

допуская $\frac{v^2}{9{,}2} = O$ получимъ:

$$y = 0{,}326\ W^2 \text{ (саж.)}$$

$y > a$ слѣдовательно формулы Бресса примѣнимы.

Высота воды въ трубѣ η

$$\eta = 0{,}2172\ W^2 = \text{— саж.}$$

Необходимая высота стѣнъ трубы H (отъ обрѣза фундамента до пятъ свода)

$$H = \eta + \frac{y - \eta}{1{,}56 \cdot b} + 0{,}20 = \text{—}.$$

см. табл. №3 и діаграмму въ альбомѣ Л.

Высота насыпи h = см. таб. 5, стр. 503 болѣе чѣмъ достаточна.

*) См. табл. LII, LIII и LVIII.

Уклонъ трубы опредѣлится изъ:

$$i = \left(\alpha + \frac{\beta}{R}\right)\frac{W^2}{R} = \left(0{,}00007315 + \frac{0{,}00006}{R}\right)\frac{W^2}{R} = \ldots \text{(a)}$$

гдѣ $R = \dfrac{\text{живое сѣченіе трубы}}{\text{смоченный периметръ трубы}} =$ — фут.

$$i = \left(0{,}00007315 + \frac{0{,}00006}{\quad}\right) \quad\quad = \quad\quad$$

Придаемъ трубѣ уклонъ = _____

Отмѣтка обрѣза фундамента по серединѣ трубы = _____

Въ томъ случаѣ если $y < a$ сѣченіе трубы не будетъ наивыгоднѣйшимъ.

Допустивъ $y = a$ получимъ:

$$b = \frac{Q}{\mu \cdot a \cdot w} \text{ гдѣ } \mu = 0{,}90$$

$$\text{и } \eta = \frac{W^2 - v^2}{2g} + a.$$

Вспомогательныя данныя.

Таблица № I.

При опредѣленіи расхода по нормамъ Köstlin'a, согласно циркуляра Министерства Путей Сообщенія отъ 16 іюня 1884 г. за № 5167, численное значеніе коэффиціента L принимается для бассейновъ:

длиною до $3^1/_2$ верстъ	L = 0,50 т. е.	$= {}^1/_2$
„ отъ $3^1/_2$ до 7 вер.	„ = отъ 0,375 до 0,25	$= {}^3/_8 - {}^1/_4$
„ „ 7 „ $10^1/_2$ „	„ = „ 0,188 „	$= {}^3/_{16}$
„ „ $10^1/_2$ „ 14 „	„ = „ 0,125 „	$= {}^1/_8$
„ „ 14 „ $17^1/_2$ „	„ = „ 0,063 „	$= {}^1/_{16}$

Примѣчаніе. Для бассейновъ, уклонъ которыхъ, считая до водораздѣла, менѣе 0,005, коэффиціентъ L можетъ быть уменьшенъ на половину.

(Табл. XLI даетъ величины Q для разныхъ функцій, почему Q по Кестлину высчитывать не надо).

Таблица № 2 = XXV.

© ГПНТБ СССР

Если по формулѣ Bazin'a для каналовъ съ земляными ложемъ

$$v = c\sqrt{Ri} = \frac{\sqrt{Ri}}{\sqrt{a + \frac{\beta}{R}}}$$

положить $v = c_1\sqrt{i}$ гдѣ $c_1 = \frac{\sqrt{R}}{\sqrt{a + \frac{\beta}{R}}} = \frac{R}{\sqrt{aR + \beta}}$

гдѣ $a = 0{,}00059738$ и $\beta = 0{,}00035$

то $$c_1 = \frac{R}{\sqrt{0{,}00059738 \times R + 0{,}00035}}.$$

Въ таблицѣ XXV даны значенія c_1, вычисленныя по сей послѣдней формулѣ.

Таблица № 3.

Согласно постановленіямъ Министерства, наибольшія допускаемыя скорости воды въ искусственныхъ сооруженіяхъ, при соотвѣтственномъ укрѣпленіи послѣднихъ, суть слѣдующія:

Укрѣпленіе лотка сооруженія.	Допускаемая скорость по дну W_0.		Соотвѣтственная средняя скорость въ саж W_1.
	Фут.	Саж.	
1) Одиночной мостовой	7,00	1,00	1,17
2) Двойной мостовой	10,00	1,43	1,63
3) Лотокъ изъ каменной кладки .	14,00	2,00	2,23

Къ таблицѣ № 4.

Расходы воды въ каменныхъ трубахъ разныхъ отверстій и при различныхъ допущенныхъ въ нихъ однообразныхъ скоростяхъ.

Вычислено по формулѣ:

$$w = 1{,}717\sqrt[3]{\frac{Q}{b}}$$ откуда $Q = 0{,}19768 \times b \times W^3$ (въ саженяхъ).

Таблица № 4.

Допущенныя скорости W_0.	Отверстія трубъ въ саженяхъ.														
	0.50	0,75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
	Расходы въ куб. саж.														
с. ф.															
1,00 = 7	0,099	0,148	0,198	0,247	0.297	0,346	0.395	0,445	0,495	0 544	0,593	0,643	0,692	0.742	0.791
1,43 = 10	0.289	0,434	0.578	0,723	0,867	1,012	1.156	1,301	1,445	1,590	1,734	1,879	2.023	2,168	2,312
2,00 = 4	0,791	1,186	1,581	1,977	2,372	2,768	3 163	3,558	3,954	4,349	4,744	5,140	5,535	5.931	6,326

Таблица № 5. См. діаграмма, листъ VIII.

Отверстіе.	Высота.		Отверстіе.	Высота.	
	Устоя.	Насыпи.		Устоя.	Насыпи.
0,50	0,75	1,75	2,00	2	3,83
0,75	0,90	2,03	2,50	—	—
1,00	1,00	2,25	3,00	2	4,08
1,50	1,50	3,08	—	2	4,33

Отверстіе подсчитывалъ (имя и фамилія)

Примѣчаніе. Таблицу XXV слѣдуетъ на бланкѣ отпечатать изъ приложеній таблицы. Таблицу XXVI для Vi, данную нами въ приложеніи печатать на бланкѣ нѣтъ надобности.

Этотъ образецъ разсчета отверстій рекомендуемъ, какъ самый удобный въ практикѣ.

Кромѣ этого приложены діаграммы листъ № VIII по коимъ мы всегда можемъ по данному расходу опредѣлить размѣръ трубы, а именно высоту стѣны и количество кладки.

Разсчетъ отверстій малыхъ мостовъ.

При подсчетѣ отверстія деревянныхъ и каменныхъ мостовъ предполагается, что дно русла спланировано на уровнѣ низшей точки, и что такимъ образомъ отверстіе имѣетъ прямоугольную форму.

*) Въ табл. XXXIV вкрались ошибки почему приложена табл. 4, исправленная.

© ГПБ СОРАН

Отверстіе мостиковъ опредѣляется по формулѣ, выражающей сумму расходовъ воды черезъ неполный водосливъ, согласно законовъ гидравлики:

$$b = \frac{Q}{\mu \sqrt{2g}\left\{\frac{1}{3}\left[(h+k)^{3/2} - k^{3/2}\right] + a\,(h+k)^{1/2}\right\}} \quad \ldots \quad (a)$$

Окуда послѣ преобразованія (см. курсъ Николаи, стр. 203) *).

$$b = \frac{Q}{0{,}0652\,(W^3 - v^3) + 0{,}9\,aW_0} = \frac{Q}{M+N},$$

назовемъ

$$M = 0{,}0652\,(W^3 - v^3),$$

и

$$N = 0.9\,aW_0,$$

тогда

$$b = \frac{Q}{M+N}.$$

Величины M и N вычисленныя для различныхъ значеній W и W_0 даны въ таблицѣ XLII и XLVIII.

Подпоръ передъ мостомъ $h = \frac{W^2 - u^2}{2g}$.

Ввиду небольшой разницы можно принять $W_0 = W$ **).

---

*) Изъ формулы a, подставляя принятую въ зависимости отъ мощенія лотка скорость u рѣшая его относительно v по правилу Кардана, получимъ дѣйствительную скорость подъ мостомъ (W) а именно:

$$W = \sqrt[3]{\frac{\alpha}{2} + \sqrt{\frac{\alpha^2}{4} + \frac{\beta^3}{27}}} + \sqrt[3]{\frac{\alpha}{2} - \sqrt{\frac{\alpha^2}{4} + \frac{\beta^3}{27}}}$$

гдѣ $\alpha = \frac{Q}{\mu x} \cdot 3g$. и $\beta = 3g \cdot a - v^2$.

**) *Примѣчаніе.* Вмѣсто скорости по дну W_0 можно, какъ сказано выше, принять среднюю скорость W_1 немногимъ большую согласно таблички № 2, тогда отверстіе немногимъ уменьшится,—къ чему иногда прибѣгаютъ въ случаѣ если отверстіе получается черезмѣрно большое.

Для опредѣленія скорости въ сооруженіи можно пользоваться таблицами инж. Радкевича, „Опредѣленіе отверстія искусственныхъ сооруженій“ гдѣ напр. для расхода Q=0,46 при скорости притеканія $v = u_1 =$ =0,87 и глубинѣ потока a=0,10 находимъ скорость въ сооруженіи v_1=1,70^c и высоту подпора $h_1 = \frac{v_1^2 - u_1^2}{2g} = \frac{1{,}70^2 - 0.87^2}{9{,}4} = 0{,}23$.

Приведемъ образецъ разсчета, для чего предлагаемъ отпечатать слѣдующіе бланки:

Образецъ разсчета моста малаго отверстія.

черезъ _____, на _____ верстѣ,
пикетѣ № _____, при высотѣ насыпи _____ саж.
Принято отверстіе моста _____ саж.

Площадь бассейна. . . . . P= _____ кв. верстъ.
Длина бассейна. . . . . S= _____ верстъ.
Средній уклонъ тальвега до водораздѣла . . . . . i= _____

Поперечный профиль русла у сооруженія. (Приложить чертежъ, какъ выше въ разсчетѣ трубы, на клѣтчаткѣ).

Наибольшій расходъ воды по Kostlin'y: $Q = 1{,}875 \times P \times L = 1{,}875 \times$ _____ $\times$ _____ = _____ куб. саж.

(L—коэффиціентъ, зависящій отъ длины и уклона бассейна i, по даннымъ № 1).

Этотъ расходъ получается по таб. LVI.

Подбирая ощупью горизонтъ притекающей воды, соотвѣтствующій найденному по Kostlin'y приходу, получимъ его отмѣтку _____

Дѣйствительно, площадь живого сѣченія _____ = ω = _____ кв. саж.

Подводный периметръ _____ = p = _____ пог. саж.

Подводный радіусъ $R = \frac{\omega}{p}$ = _____ = _____ пог. саж.

Средняя скорость потока по Basin'y изъ выраженія

$$v = c_1 \sqrt{i}$$

гдѣ $c_1 = c\sqrt{R}$ находимъ изъ таблицы XXV по данному R величину $\sqrt{i}$ беремъ изъ таблицы № XXVI, слѣдовательно

$c_1 \sqrt{i}$ = _____ $\times$ _____ = v = _____ $\frac{\text{саж.}}{\text{сек.}}$

Тогда расходъ Q

$Q = \omega\, v$ = _____ $\times$ _____ = _____ куб. саж.

Полученный расходъ весьма мало разнится отъ расхода, опредѣленнаго по Kostlin'y, а потому найденный горизонтъ при-

текающаго потока, соотвѣтствующій отмѣткѣ_____можетъ быть принятъ за дѣйствительный.

Наибольшая глубина притекающей воды, равная разности отмѣтокъ a = _____—_____=_____саж.

Имѣя ввиду укрѣпить русло между устоями моста_____ _____задаемся скоростью по дну въ этомъ руслѣ, согл. таблицѣ № 3,

W_0 =_____саж. =_____фут.

Тогда отверстіе моста найдется изъ выраженія

$$b = \frac{Q}{0{,}0652\,(W_0{}^3 - V^3) + 0{,}9\,a\,W_0} = \text{(по таб. XLVII и XLVIII).}$$

Принимаемъ окончательно:

b =_____саж.

Скорость по дну W_0 принимаемъ за среднюю дѣйствительную скорость въ сооруженіи.

Если пренебречь тѣмъ уменьшеніемъ подпора, которое будетъ имѣть мѣсто въ дѣйствительности вслѣдствіе принятаго нами b =_____саж. вмѣсто разсчетнаго b =_____ саж., то

Подпоръ $h = \frac{W_0{}^2 - V^2}{2g} = \frac{(\_\_\_\_)^2 - (\_\_\_\_)^2}{9{,}20}$ = _____саж.

Высота подпорнаго горизонта

$H = a + h$ = _____+_____=саж.

Отмѣтка подпорнаго горизонта =_____+_____=_____

---

*) Изъ формулы (1) подставляя принятую величину для $x = 2{,}00$, и рѣшая формулу относительно v, по правилу Кардана, получимъ дѣйствительную скорость подъ мостомъ

$$v_1 = \sqrt[3]{\frac{\alpha}{2} + \sqrt{\frac{\alpha^2}{4} + \frac{\beta^3}{27}}} + \sqrt[3]{\frac{\alpha}{2} - \sqrt{\frac{\alpha^2}{4} + \frac{\beta^3}{27}}}$$

гдѣ для примѣра

$$\alpha = \frac{Q}{\mu x} \times 3g = \frac{1{,}59}{0{,}90 \times 2{,}00} \times 13{,}80 = 12{,}19$$

$$\beta = 3ga - u^2 = 13{,}80 \times 0{,}155 - 0{,}35^{-2} = 2{,}014,$$

подставляя α и β находимъ $v_1 = 1{,}99$.

Подпоръ будетъ $h = \frac{V_1{}^2 - u^2}{2g} = \frac{1{,}99^{-2} - 0{,}35^{-2}}{9{,}20} = 0{,}42.$

Для возможности помѣщенія моста при данной высотѣ насыпи h_0 должно быть соблюдено условіе (черт. 152, л. VII).

$h_0 + 0{,}19 \leqq a + h + f + H_1$ . . . . (см. таб. LVIII);

гдѣ f минимальное возвышеніе низа фермы надъ горизонтомъ подпертой высоты воды = 0,25 саж. для мостовъ отверстіемъ включительно, 0,50 саж. для мостовъ отверстіемъ болѣе 5,00 и H_1 высота фермы. (См. таб. LIII и LVIII).

Вспомогательныя данныя.

Таблица № 1.

При опредѣленіи расхода по нормамъ Köstlin'a, согласно циркуляра Министерства Путей Сообщенія отъ 16 іюня 1874 года за № 5167, численное значеніе коэффиціента L принимается для бассейновъ:

длиною до $3^1/_2$ верстъ . . .	$L = 0{,}50$	т. е	$= {}^1/_2$	
» отъ $3^1/_2$ до 7 вер .	» = отъ 0,375 до 0,25		$= {}^3/_8 - {}^1/_4$	
» » 7 » $10^1/_2$ » .	» = » 0,188		$= {}^3/_{16}$	
» » $10^1/_2$ » 14 » .	» = » 0,125		$= {}^1/_8$	
» » 14 » $17^1/_2$ » .	» = » 0,063		$= {}^1/_{16}$	

Примѣчаніе. Для бассейновъ, уклонъ которыхъ менѣе 0,005, коэффиціентъ L можетъ быть уменьшенъ на половину.

(Табл. LVI даетъ величину Q для разныхъ функцій почему Q по Кестлину высчитывать не надо).

Таблица № 2.

Если въ формулѣ Bazin'a для каналовъ съ земляными ложемъ

$$v = c\sqrt{Ri} = \frac{\sqrt{Ri}}{\sqrt{a + \frac{\beta}{R}}}$$

положить $v = c_1\sqrt{i}$ гдѣ $c_1 = \frac{\sqrt{R}}{\sqrt{a + \frac{\beta}{R}}} = \frac{R}{\sqrt{a\,R + \beta}}$

гдѣ $a = 0{,}00059738$, и $\beta = 0{,}00035$

то получимъ $c_1 = \frac{R}{\sqrt{0{,}00059738 \times R + 0{,}00035}}$

Въ таблицѣ XXV даны значенія c_1, вычисленныя по сей послѣдней формулѣ.

Таблица № 3 (XXV).

Согласно постановленіямъ Министерства, наибольшія допускаемыя скорости воды искусственныхъ сооруженіяхъ, при соотвѣтственномъ укрѣпленіи послѣднихъ, суть слѣдующій.

УКРѢПЛЕНІЕ ЛОТКА.	Допускаемая скорость по дну W_0.		Соотвѣтственная средняя скорость въ саж. W_1
	Фут.	Саж.	
1) Одиночный мостовой	7,00	1,00	1.17
2) Двойной мостовой	10,00	1,43	1,63
3) Лотокъ изъ каменной кладки .	14,00	2,00	2,23

Разсчетъ произвелъ: (имя и фамилія).

Иногда при подпорѣ горизонта иловые наносы залегаютъ на большую глубину и тогда укрѣпленіе грунта становится невозможнымъ; въ такихъ случаяхъ подпоръ не допускается и отверстіе опредѣляется по формулѣ

$$b = \frac{Q}{\mu . a . w}$$

гдѣ μ коэффиціентъ сжатія=0,75 до 0,85.

Если отверстіе моста получится чрезмѣрно большимъ сравнительно съ расходомъ, то слѣдуетъ прибѣгнуть къ прорытію болѣе глубокаго русла, съ пониженіемъ обрѣза фундамента, вслѣдствіе чего расходъ увеличится и само отверстіе уменьшится; объ искусственныхъ руслахъ сказано нѣсколько словъ дальше.

q = Для всѣхъ мостовъ не менѣе 0,50.

f = Не менѣе { 0,25 для мосовъ до 5 саж. включительно; 0,50 » » болѣе 5 саж.

Чертежъ см. въ альбомѣ, черт. 153, листъ VII.

Къ табл. LVIII, черт. 153, л. VII.

	Ѣзда по низу.					
Номинальныя отверстія мостовъ (въ саженяхъ) . . .	10	15	20	25	30	40
Высота подферменнаго камня C	0,20	0,25	0,25	0.25	0,25	0,25
Выота H_0.	0,509	0,741	0,703	0,729	0,793	1,049
Высота отъ низа фермы посрединѣ моста до подошвы рельса H_1	0,41	0.49	0,41	0,42	0,42	0,64
Наименьшая высота бровки земляного полотна у моста надъ подпертымъ горизонтомъ средней высоты водъ .	0,77	1,05	1,12	1,24	1,30	1,36

Разсчетъ отверстій трубъ и мостовъ по Брессу.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда въ мѣстѣ перехода наибольшая глубина (a) водотока превосходитъ глубину воды внутри трубы (η), полученную изъ формулы Бресса $\eta = 0{,}217\ V^3$, то отверстіе трубы можно опредѣлить изъ общей формулы расхода:

$$Q = \mu\ a.\ b.\ V,$$

въ которой для трубъ коэффиціентъ $\mu = 0{,}_{90}$.

Такъ какъ для водотоковъ съ пологими берегами, слабо обрисованною профилью, глубина a, при большихъ значеніяхъ V, вообще бываетъ менѣе η, то для такихъ водотоковъ не встрѣчается надобности въ нахожденіи глубины a, эта глубина подсчитывается для водотоковъ съ рѣзко обрисованнымъ сѣченіемъ.

Мосты малыхъ отверстій можно подсчитывать какъ трубы по Брессу. Такое отступленіе отъ общепринятаго способа подсчета отверстій для предварительныхъ изысканій допущено на основаніи нижеслѣдующаго *):

*) Мосты малыхъ отверстій по проекту изысканій Вологда — Вятка подсчитаны какъ трубы. При окончательныхъ изысканіяхъ таковые разсчеты должны быть представлены по формулѣ водослива.

Предположимъ, что движеніе воды въ трубѣ установилось; выдѣлимъ въ началѣ перепада двумя безконечно близкими плоскостями элементъ воды $y.\ b.\ dx$, гдѣ (y) глубина подпертой воды, (b) отверстіе; массу этого элемента назовемъ чрезъ M, а силу, сообщающую ему ускореніе j, назовемъ чрезъ P, тогда $P = M.\ j$; массу элемена $(y - \eta).\ b.\ dx$, соотвѣтствующаго высотѣ напора (перепада) $y - \eta$, назовемъ m, вѣсъ этого элемента чрезъ G, а ускореніе силы тяжести чрезъ g, тогда $G = mg$. Назовемъ скорость, съ которой вода притекаетъ къ началу перепада чрезъ v, высоту этой скорости чрезъ $k = \frac{v^2}{2g}$, массу элемента $k.\ b.\ dx$ чрезъ m_1, а вѣсъ его чрезъ G_1, тогда $G_1 = m_1.\ g.$ — Сила P, сообщающая массѣ M, движущейся со скоростью v, ускореніе j, равна вѣсу элементовъ

$$G + g_1 = P = Mj = mg + m_1 g = (m + m_1)\ g, \text{ откуда}$$

$$j = \frac{m + m_1}{M}\ g = \frac{y - \eta + k}{y}.\ g.$$

Скорость въ концѣ перепада $V = v + jt$, а путь, пройденный частицей воды отъ начала перепада до конца его, или длина перепада $S = v\ t + \frac{1}{2} jt^2$; подставляя въ это уравненіе значенія t и j изъ вышеприведенныхъ выраженій и имѣя въ виду, что

$$\frac{V^2 - v^2}{2g} = h = y - \eta, \text{ получимъ}$$

$$S = \frac{h\ (h + \eta)}{h + k};$$

при $k = O$ длина перепада $S = y$,

Въ формулахъ Бресса $\eta = {}^2/_3\ (y + k)$, подставляя это значеніе въ предыдущую формулу, получимъ для формулъ Бресса: $S = {}^2/_3\ h + \frac{h\ (h + 2\ y)}{3\ (h + k)}$; при $k = O$ длина перепада $S = y$.

При выводѣ выраженій для S не было принято во вниманіе коэффиціента скорости, который можно положить равнымъ 0,80; вводя этотъ коэффиціентъ, получимъ

$$S_0 = \frac{S}{(0{,}80)^2} = \frac{S}{0{,}64}.$$

Вышеприведенный выводъ длины перепада не совсѣмъ точенъ, но для практическихъ примѣненій вполнѣ пригоденъ.

Скорость, съ которой подпертая сооруженіемъ вода притекаетъ къ сооруженію менѣе скорости, бывшей въ свободномъ руслѣ, до устройства сооруженія; чѣмъ слабѣе обрисованъ поперечный профиль русла, чѣмъ больше подпоръ, тѣмъ сильнѣе увеличивается площадь живого сѣченія подпертой воды, а слѣдовательно тѣмъ быстрѣе уменьшается скорость притеканія подпертой воды; такъ какъ искусственныя сооруженія малыхъ отверстій всегда проектируются съ большимъ подпоромъ, то для подсчетовъ можно принимать скорость притеканія равной нулю, тѣмъ болѣе, что это допущеніе на величинѣ отверстія не отражается, а увеличиваетъ лишь немного высоту горизонта подпертой воды, т. е. служитъ большимъ обезпеченіемъ при назначеніи высоты пятъ свода въ трубахъ и высоты бровки полотна; равнымъ образомъ длина перепада S при $k = 0$ будетъ больше. И такъ, принимая $k = 0$, опредѣлимъ по Брессу значенія η и y и соотвѣтствующія имъ S при коэффиціентѣ (для мостовъ) $\mu = 0{,}_{855}$, принимая

$V =$	7′,	8′,	9′,	10′,	11′,	12′,	13′,	14′
$\eta =$	0,217;	0,283;	0,358;	0,441;	0,536;	0,638;	0,748;	0,868;
$y =$	0,325;	0,425;	0,537;	0,662;	0,803;	0,956;	1,122;	1,302;
$S =$	0,500;	0,664;	0,839;	1,343;	1,411;	1,493;	1,753;	2,031.

Если предположить, что наибольшая глубина a свободнаго русла равна вышеуказаннымъ значеніямъ η, то длина перепада будетъ менѣе длины лицевой грани устоя; при $a = 0{,}69$ с. и $V = 2$ с. длина перепада $S = 2{,}20$ с; при дальнѣйшемъ увеличеніи a, если V будетъ равно 2 саженямъ, перепадъ выйдетъ за предѣлы лицевой грани моста и общая формула расхода будетъ не примѣнима. Въ дѣйствительности длина перепада менѣе полученной по разсчету, перепадъ начинается не у входнаго сѣченія, а нѣсколько раньше и поэтому предѣлъ примѣнимости общей формулы расхода будетъ нѣсколько шире.

Если глубина a будетъ немного менѣе η, напримѣръ, если предположить, что глубина $a = 0{,}30$ с, а сооруженіе желательно разсчитать при допущеніи $V = 10$ фут., то глубина η будетъ равна 0,441 с, длина перепада $S = 1{,}343$ саж., у выходного отверстія сооруженія получится второй перепадъ высотою

ОТИНТБС СПбГАСУ

$\eta - a = 0{,}141$ с, этотъ перепадъ повлечетъ за собой увеличеніе скорости у выходного отверстія, но такъ какъ сѣченіе отверстія у выхода быстро мѣняется, то опредѣлить вліяніе этого второго перепада очень трудно. Чѣмъ больше будетъ разность $\eta - a$, при большомъ V, тѣмъ скорѣе оба перепада сольются.

Наблюденія надъ проходомъ водъ чрезъ искусственныя сооруженія показываютъ, что не только въ трубахъ, но и въ мостахъ существуютъ два перепада, а это приводитъ къ заключенію, что и при разсчетѣ мостовъ можно пользоваться формулой Бресса, ограничивъ передѣлы ея примѣненія для различныхъ скоростей извѣстными значеніями разности $\eta - a$; равнымъ образомъ и примѣненіе формулъ Бресса при разсчетѣ трубъ тоже должно быть поставлено въ зависимость отъ этой разности.

Обращаясь къ общепринятой формулѣ разсчета отверстій малыхъ мостовъ и принимая въ ней $k = 0$, получимъ

$$b = \frac{Q}{\mu\,(a + {}^2/_3 h)\,V} = \frac{Q}{0{,}855\,(a + {}^2/_3 h)\,V}$$

Мы видѣли, что длина перепада $S = \frac{a+h}{0{,}64}$; при $a < 0{,}96^c$ и $V = 2{,}00$ с. длина перепада $S < 2{,}20$ саж., слѣдовательно расходъ въ этихъ случаяхъ долженъ происходить чрезъ сѣченіе $b.\ a$, а не чрезъ сѣченіе $b.\ (a + {}^2/_3 h)$, поэтому общепринятая формула должна давать отверстія менѣе требуемыхъ.

Въ виду изложеннаго выше, для разсчета отверстій трубъ и малыхъ мостовъ С.-Петербургъ — Вятской ж. д. были приняты формулы Бресса и общая формула $Q = \mu.\ a.\ b.\ V$, при чемъ для мостовъ скорость V назначалась около 10—12 фут.; для случаевъ $V = 13 - 14$ футамъ предполагалось, что мосты со стороны выхода будутъ проектированы съ откосными крыльями.

Примѣненіе подобнаго разсчета значительно упрощаетъ дѣло.

Чугунныя трубы.

Діаметръ чугунныхъ трубъ допускается 0,50 с. Называя
h — высоту напора воды надъ центромъ трубы,
L — длину трубы отъ входнаго до выходнаго конца,
d — діаметръ трубы,

ξ — коэффиціентъ сопротивленія при входѣ воды въ трубу равный 0,505 — когда концевыя звенья трубы не скошены, и 0,87 — при скошенныхъ подъ угломъ 50°,

V — скорость воды,

λ — коэффиціентъ тренія воды о стѣнки трубы, равный по *Вейсбаху* $\lambda = 0{,}01439 + \frac{0{,}0094711}{\sqrt{V}}$ (для метровъ),

Таблица значеній λ при различныхъ скоростяхъ.

V въ метрахъ.	λ	V въ метрахъ.	λ	V въ метрахъ.	λ
0,05	0,0568	0,70	0,0257	3	0,0198
0,10	0,0443	0,80	0,0250	4	0,0191
0,15	0,0388	0,90	0,0244	5	0,0187
0,20	0,0356	1,00	0,0239	6	0,0183
0,25	0,0334	1,25	0,0229	7	0,0180
0,30	0,0317	1,50	0,0221	8	0,0178
0,40	0,0294	1,75	0,0215	10	0,0174
0,50	0,0278	2,00	0,0211	12	0,0171
0,60	0,0266	2,50	0,0204	15	0,0168

g — ускореніе силы тяжести $= 32',2 = 9{,}803$ метра, — получимъ для высоты напора слѣдующую зависимость:

$$h = \left(1 + \xi + \lambda \frac{L}{d}\right) \frac{V^2}{2g} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Опредѣливъ изъ этого уравненія высоту напора для проектируемой трубы при $V = 20'$, повѣримъ, не выходитъ ли подпорный горизонтъ выше того, который можетъ быть допущенъ при заданной высотѣ насыпи; еслибы оказалось, что высота подпорнаго горизонта менѣе допускаемой, то въ формулѣ расхода

$$q = \frac{\pi d^2}{4} V \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

для скорости V можетъ быть принято $20'$; если же высота напора получилась бы болѣе допускаемой, то для скорости V вт

© ГПНТБ СО РАН

выраженіи (2) нужно было бы принять значеніе, которое получится изъ уравненія:

$$V = \sqrt{\frac{2gh}{1+\xi+\frac{\lambda L}{d}}} = \mu\sqrt{2gh} \quad . \quad . \quad . \quad (3),$$

принявъ въ немъ h = высотѣ бровки надъ центромъ трубы безъ 0,50 саж.

Наибольшій возможный расходъ чрезъ трубу будетъ $\frac{\pi d^2}{4} V$.

Если расходъ воды черезъ трубу окажется болѣе расхода даннаго тальвега (примѣняя нормы Kostlin'a), то пропускъ воды трубою обезпеченъ.

Мосты и трубы. Мосты и трубы могутъ быть каменные, кирпичные или металлическіе.

Отверстіе, какъ каменныхъ, такъ и кирпичныхъ трубъ у пятъ свода должно быть не менѣе 0,40 саж. Устройство каменныхъ, кирпичныхъ и чугунныхъ трубъ допускается въ тѣхъ лишь мѣстахъ, гдѣ по разсчету надъ сводомъ трубы останется насыпь высотою не менѣе 0,50 саж.; при меньшей высотѣ насыпей, должны быть устроены открытые мосты.

Въ дополненіе къ утвержденнымъ типамъ мостовъ и трубъ напомнимъ о пропускѣ водъ подъ полотно дороги помощью сифоновъ каменныхъ, кирпичныхъ, желѣзныхъ-гофрированныхъ, кои всрѣчаемъ въ Закаспійскомъ краѣ при пропускѣ водъ оросительныхъ арыковъ подъ полотномъ дороги, какъ это показано на черт. л. IV *). На Забайкальской ж. д. и др. встрѣчаемъ на косогорахъ такъ называемые китайскіе мостики отверстіемъ 0,25 на 0,20 — открытые и закрытые для бассейномъ не болѣе 0,10 саж **).

Мосты отв. 10 саж. и болѣе должны быть настолько подняты надъ уровнемъ самой высокой воды, чтобы отъ нижней поверхности мостовыхъ фермъ до этого уровня было не менѣе 0,50 саж. Когда, за невозможностью наблюсти дѣйствительный

*) Подобные мостики приходилось устраивать зачастую въ выемкахъ, такъ какъ вслѣдствіе наносовъ и постоянной очиски жителями этихъ арыковъ, таковые постепенно подымаются, такъ что горизонтъ въ нихъ воды выше окружающей степи.

**) Въ холодномъ климатѣ Сибири при суровой зимѣ и быстромъ таяніи снѣговъ весной эти мостики не практичны.

горизонтъ высокихъ водъ, положеніе послѣдняго опредѣляется разсчетомъ по расходу воды, полученному по нормамъ Kostlin'a, возвышеніе низа мостовыхъ фермъ мостиковъ отверстій менѣе 10 саж. надъ такимъ, опредѣленнымъ по разсчету горизонтомъ, должно быть не менѣе 0,25 сажени. Въ мостахъ черезъ судоходныя и сплавныя рѣки величина этого подъема должна удовлетворять условіямъ судоходства или сплава.

Разсчетъ отверстій большихъ мостовъ.

Отверстія большихъ мостовъ опредѣляются по формулѣ $L = \frac{Q}{\mu(a+h)}$ гдѣ Q = расходъ = ΩU — площади на скорость; гдѣ μ—коэффиціентъ сжатія, зависящій отъ отверстія и формы передней грани опоры:

при прямоугольномъ сѣченіи $\mu = 0{,}85$,
» закругленномъ 0,90,
» остроугольномъ . . . . 0,95.

a — наибольшая глубина отъ горизонта высокой воды до дна.
h — глубина, какую можно допустить на размывъ.

Для опредѣленія Q расхода выбираютъ на рѣкѣ прямую часть съ малымъ разливомъ, безъ кустарника, съ ровнымъ дномъ въ продольныхъ и поперечныхъ профиляхъ, какъ объ этомъ уже сказано выше.

Если нѣтъ притока, то можно до 10 верстъ внизъ или вверхъ искать болѣе подходящаго мѣста для опредѣленія расхода воды.

Скорости наблюдаются поплавками, вертушками съ электрическими приборами и по уклону.

Расположивъ на поперечномъ профилѣ предполагаемое сооруженіе, опредѣляютъ свободную площадь живого сѣченія; тогда средняя скорость въ этомъ сѣченіи будетъ $V_0 = \frac{Q}{\mu\omega}$.

Для нагляднаго представленія о распредѣленіи скоростей по живому сѣченію, вычерчиваютъ при помощи координатъ кривыя всѣхъ скоростей: по дну, на поверхности и средней.

Средняя скорость точно также можетъ быть опредѣлена по эмпирическимъ формуламъ, причемъ сравнительная таблица подсчетовъ по Куттеру и Гангюлье со скоростями измѣренными

непосредственно дала результаты очень близкіе (см. брошюру опред. отверстій инж. Радкевича).

Чаще всего приходится пользоваться формулой Гангюлье и Куттера для саженей *):

$$V = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}0015}{i}}{1{,}46067 + \left(23 + \frac{0{,}0015}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}\sqrt{Ri} = C_1\sqrt{Ri}$$

гдѣ n коэффиціентъ шероховатости и равняется для земляныхъ руселъ рѣки 0,025, а для грунтовъ крѣпкихъ, гравелистыхъ и съ зарослями = 0,030 *).

При разсчетѣ отверстій большихъ мостовъ надо разсмотрѣть слѣдующіе два случая:

1) Размывъ ложа не допускается. Опредѣливъ V_0 — среднюю скорость въ стѣсненномъ сѣченіи $= \frac{Q}{\mu\omega}$, можно найти наибольшую скорость на поверхности, а по ней наибольшую скорость по дну; эта послѣдняя не должна превосходить предѣльной скорости, при которой ложе рѣки начинаетъ размываться. Такъ какъ въ естественномъ руслѣ равновѣсіе установлено и нѣтъ болѣе размывовъ, то можно принять, что V_0 не должно быть больше средней скорости нестѣсненнаго главнаго русла, т. е. $V_0 < V$. Если бы оказалось, что $V_0 > V$, то нужно увеличить принятую ширину отверстія; или же увеличить площадь живого сѣченія подъ мостомъ, произведя выемку грунта по горизонту меженнихъ водъ (или выше этого горизонта). Надо имѣть въ виду, что подобныя выемки обыкновенно заносятся при спадѣ водъ и, слѣдовательно, можетъ случиться, что новыя высокія воды размоютъ ложе главнаго русла прежде, чѣмъ наносный слой въ уширеніи; поэтому значительно увеличивать площадь живого сѣченія выемкою грунта по меженному горизонту не слѣдуетъ.

Примѣчаніе. Длина уширенія (считая по оси пути) можетъ быть опредѣлена:

Если q_2 — расходъ по главному руслу,

» q_p — расходъ по разливу.

*) См. въ концѣ книги таблицу, служащую для вычисленія формулы Гангюлье и Куттера LIV и LV.

Если a — разность высокаго и меженняго горизонта.

» X — требуемая длина уширенія, то, принимая для уширенія среднюю его глубину (a) за средній радіусъ, опредѣляютъ среднюю скорость (V) въ уширеніи, а затѣмъ изъ уравненія $Q - (q_2 + q_p) = X \,.\, a\, V$.... искомую величину X. Остается увеличить полученную величину отверстія въ зависимости отъ коэффиціента μ и въ случаѣ многопролетнаго моста—отъ стѣсненія живого сѣченія быками.

При назначеніи отверстія въ мостахъ нужно имѣть въ виду, что скорость на поверхности, развивающаяся въ стѣсненномъ сѣченіи, не должна препятствовать взводному и сплавному судоходству по рѣкѣ, а равно, опредѣливъ величину подпора, вызываемаго мостомъ, необходимо убѣдиться, не выходитъ ли подпорный горизонтъ за предѣлы, которые могутъ быть допущены по тѣмъ или другимъ соображеніямъ.

Если для нестѣсненнаго живого сѣченія l — ширина рѣки, h_0 — средняя глубина, V — средняя скорость, ω — площадь живого сѣченія, то расходъ

$$Q = \omega \,.\, V = l h_0 V.$$

$\omega = \Sigma\omega$ по главному руслу и его разливамъ. Средняя скорость опредѣляется по формулѣ Гангюлье и Куттера для каждой части отдѣльно

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \ldots = \omega_1 v_1 + \omega_2 v_2 + \ldots = lhV$$

Иногда при большой извилистости рѣки (см. Курсъ Николаи, 117) получаются расходъ и скорость теченія преувеличенными. Ихъ тогда можно уменьшить 10%—15%. Обыкновенно для запаса оставляютъ ихъ не уменьшая.

Имѣя готовый расходъ отверстіе можемъ приблизительно подобрать пользуясь таблицей инженера Бѣлинскаго. Именно, живое сѣченіе подъ мостомъ ω должно быть:

$$\omega = \frac{Q}{\mu V} \text{ кв. саж.}$$

Такъ какъ подпора нѣтъ, то $V_1 = V$.

Провѣряемъ по табл. инж. Бѣлинскаго найденную величину живого сѣченія подъ мостомъ, площадь котораго должна быть $\gtrless$ нашей площади.

На основаніи этого находимъ отверстіе.

Достаточность его можно провѣрить непосредственнымъ подсчетомъ по дѣйствительному живому сѣченію подъ мостомъ. Располагаемъ мостъ наивыгоднѣйшимъ образомъ, надъ главнымъ русломъ на $ПN$ + саж. до $ПN$ + — саж., при чемъ зачастую приходится до горизонта меженнихъ водъ дѣлать уширеніе, т. е. вынимать грунтъ. Опредѣливъ затѣмъ дѣйствительное ω кв. саж. при горизонтѣ высокихъ водъ получимъ:

$$V = \frac{Q}{\mu\omega} = \qquad \text{саж.}$$

Если эта скорость $\gtrless$ скорости въ естественномъ состояніи, то и отверстіе достаточно. Въ такомъ случаѣ размыва не будетъ.

2) Въ случаѣ размываемости грунта. Имѣющіяся данныя, при какой величинѣ скорости извѣстный грунтъ начинаетъ размываться, слишкомъ разнятся между собой и часто несогласуются съ дѣйствительностью.

Въ виду вышесказаннаго, отъ рѣшенія задачи при недопущеніи размыва грунта лучше воздержаться и произвести разсчетъ отверстія моста, допуская размывъ грунта на нѣкоторую глубину.

По стѣсненіи живого сѣченія рѣки вслѣдствіе устройства моста и по увеличеніи поэтому скорости, грунтъ ложа рѣки подъ мостомъ будетъ размываться и размывъ этотъ прекратится лишь тогда, котда живое сѣченіе подъ мостомъ достигнетъ такой величины, при которой величина средней скорости сдѣлается равной прежнему значенію.

Вопросъ распадается на двѣ части:

а) Когда разливъ рѣки не великъ и скорости довольно однообразны по всему живому сѣченію рѣки.

Въ этомъ случаѣ полный расходъ высокихъ водъ можетъ быть выраженъ:

$$Q = \omega V = l h_0 V,$$

гдѣ l — ширина рѣки до постройки моста, h_0 — средняя глубина, V — средняя скорость; по стѣсненіи живого сѣченія и по прекращеніи размыва:

$$Q = \mu L H_0 V,$$

гдѣ L — величина пролета моста въ свѣту, H_0 — средняя глубина послѣ размыва, V — та же средняя скорость, которая была до сооруженія моста, $\mu = 0{,}90$ — коэффиціентъ сжатія струи. Задаваясь величиною пролета — L, опредѣлится величина — H_0; допуская, что отношеніе между наибольшею и среднею глубинами до и послѣ размыва остается постояннымъ, т. е. $\frac{h}{h_0} = \frac{H}{H_0} = f$, гдѣ h — наибольшая глубина до размыва, H — наибольшая глубина послѣ размыва, — найдемъ $H = fH_0$ и тогда наибольшій размывъ будетъ $= H - h = a$ и эта величина не должна быть болѣе допускаемой величины размыва.

б) Если скорости по разливу значительно отличаются одна отъ другой.

Въ этомъ случаѣ предполагается, что размывъ прекратится, когда средняя скорость новаго сѣченія сдѣлается равной средней скорости не всего прежняго живого сѣченія рѣки, а средней скорости главнаго русла прежняго сѣченія. Расходъ опредѣляется, разбивая живое сѣченіе на части, какъ бы на нѣсколько руслъ одного характера и опредѣляя для каждой части величины ея площади и средней скорости, по формулѣ:

$$Q = \omega_1 V_1 + \omega_2 V_2 + \omega_3 V_3 + \ldots = \Sigma \omega V.$$

Величина живого сѣченія послѣ устройства моста опредѣлится изъ уравненія:

$$Q = \mu\omega V = \mu L H_0 V,$$

гдѣ V — есть средняя скорость главнаго русла. Задаваясь отверстіемъ моста — L, опредѣлимъ среднюю глубину послѣ размыва:

$$H_0 = \frac{\omega}{L} = \frac{Q}{\mu V L}.$$

Если h и h_0 есть наибольшая и средняя глубины главнаго русла до размыва, причемъ — $\frac{h}{h_0} = f$, то наибольшая глубина послѣ размыва — $H = fH_0$ и слѣдовательно наибольшій размывъ — $a = H - h$.

При этомъ способѣ разсчета получается нѣсколько меньшее значеніе размыва, чѣмъ по предыдущему способу.

Для опредѣленія вида живого сѣченія рѣки послѣ размыва въ обоихъ вышеприведенныхъ случаяхъ предполагается,

что всѣ глубины измѣняются въ одномъ и томъ же отношеніи — $f = \frac{H_0}{h_0}$.

Что касается назначенія допускаемой величины размыва, то какой либо точной опредѣленной цифры дать нельзя; эта величина зависитъ: 1) отъ необходимой для устойчивости опоръ моста толщины — h_1 слоя, сопротивляющагося выпиранію грунта изъ-подъ основанія опоръ; 2) отъ глубины рѣки до устройства опоръ — h_2 и 3) отъ наибольшей возможной при данныхъ средствахъ глубины заложенія основанія опоръ отъ уровня воды — h_3. Тогда наибольшая величина размыва, которую можно допустить, будетъ:

$$a = h_3 - (h_1 + h_2).$$

Въ этомъ выраженіи величина — h_2 — извѣстна, величина — h_1 должна быть взята или изъ утвержденныхъ типовъ мостовыхъ опоръ — глубина заложенія отъ обрѣза фундамента — или должна быть разсчитана по формулѣ Паукера

$$h_1 > H_1 \, tang^4 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right),$$

гдѣ H_1 есть высота землянаго столба, замѣняющаго собою вѣсъ пролетной части и наибольшей подвижной нагрузки приходящейся на эту опору, φ — уголъ естественнаго откоса, равный для песка — 30°, для глины — 35°; если N — вѣсъ опоры съ передающимся на нее вѣсомъ пролетной части и подвижной нагрузки, F — площадь основанія опоры, d — вѣсъ куб. саж. земли въ пудахъ, обыкновенно принимаемый = 1000 пуд., то высота $H_1 = \frac{N}{Fd}$, слѣдовательно

$$h_1 > \frac{N}{Fd} \, tang^4 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = 0{,}0001111 \, \frac{N}{F} \text{ для песка}$$

и $h_1 > 0{,}0000754 \, \frac{N}{F}$ . . . . . для глины.

Значитъ величины h_1 и h_2 можно считать опредѣленными, величину же h_3 приходится принимать, соображаясь каждый разъ съ мѣстными обстоятельствами, со способами производства работъ и имѣющимися для этого средствами. Если глубина заложенія основанія послѣ размыва есть h_1, то необходимо, чтобы коэффиціентъ устойчивости послѣ размыва $\frac{h_1}{h_2} = m$ былъ отъ 2 до 2,50, а до размыва коэффиціентъ устойчивости $\frac{H + a}{h_2} = m$ отъ 3,25 до 3,50. *)

*) Относительно этой формулы Паукера слѣдуетъ замѣтить, что получаемыя изъ нея величины необходимой глубины заложенія основаній въ песчаномъ грунтѣ въ зависимости отъ наибольшей возможной нагрузки вовсе не соотвѣтствуютъ глибинамъ заложенія дѣйствительно потребнымъ для того, чтобы не происходило выпираніе песчанаго грунта изъ-подъ фундамента; это доказано было опытами, произведенными въ 1889 г. проф. В. И. Курдюмовымъ и инж. П. К. Янковскимъ.

П. К. Янковскій предложилъ (см. журналъ Минист. Пут. Сообщ., 1889 г., № 51) формулу временнаго сопротивленія разрушенію песчанаго основанія на глубинѣ h отъ поверхности, выведенную имъ теоретически и дающую результаты очень близкіе къ даннымъ опытамъ.

Сохраняя принятыя выше обозначенія, инж. П. К. Янковскій даетъ слѣдующія формулы:

1. Если предположить, что отъ сооруженія можетъ отколоться вертикальный слой, невыгоднѣйшій въ смыслѣ выпиранія основанія:

$$H = 2h \left[\frac{tg \frac{45^0 + \varphi}{2}}{tg \frac{45^0 - \varphi}{2}}\right]^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(а)}$$

2) Если сооруженіе расколоться на вертикальные слои не можетъ и ширина фундамента = b, такъ что выпираніе грунта должно происходить одновременно изъ-подъ всего сооруженія:

$$H = \frac{(h + z)^2}{2z} \left[\frac{tg \frac{45^0 + \varphi}{2}}{tg \frac{45^0 - \varphi}{2}}\right]^2 - \frac{z}{2} \quad \ldots\ldots\ldots \text{(б)}$$

гдѣ $z = \frac{b \, . \, cos \, 2\varphi}{4 cos \, \varphi \, . \, cos \frac{45^0 + \varphi}{2} \, sin \frac{45^0 - \varphi}{2}}$

Если уголъ тренія песка $\varphi = 34^0$, то формула Янковскаго (а) даетъ для h величину, приблизительно, въ 6 разъ меньшую, чѣмъ формула Паукера; такимъ образомъ для дѣйствительнаго коэффиціента устойчивости получается величина:

$$m \, . = 12 - 15.$$

Такой значительный коэффиціентъ устойчивости приходится взять потому, что въ положеніяхъ для вывода формулы предположено равномѣрное давленіе на основаніе, при этомъ же условіи произведены вышеупомянутые опыты, такъ какъ были сдѣланы приспособленія для предупрежденія опрокидыванія призмъ, замѣнявшихъ сооруженіе.

Отдѣльно стоящіе быки въ рѣкахъ производятъ въ дѣйствительности неравномѣрное давленіе на грунтъ вслѣдствіе односторонней нагрузки подвижнымъ составомъ и опрокидывающаго момента, полу-

© ГПБ СПбГУ

Размѣры подвижной нагрузки даны въ томѣ II, таб. LXXI.

Вообще при обыкновенныхъ условіяхъ производства работъ слѣдуетъ допускать размывъ не болѣе 0.60 саж.

Если по разсчету размывъ окажется болѣе допускаемаго, то нужно задаться другою—большею величною пролета моста и произвести разсчетъ снова до полученія допускаемой величины размыва.

Искусственныя русла.

Когда искусственное сооруженіе, вслѣдствіе недостаточной высоты насыпи не помѣщается, то таковое приходится вкапывать, т. е. рыть искусственное подводящее русло. На практикѣ почти всегда надо копать русла, регулирующія теченія на отмѣткѣ обрѣза фундамента, т. е. самой пониженной точки,—

чающагося при тормаженіи поѣзда, проходящаго по мосту, и при давленіи вѣтра, направленнаго подъ угломъ въ 45° къ оси моста, а также при давленіи льда на опоры при ледоходѣ и т. п., поэтому при разсчетѣ глубины заложенія слѣдуетъ опредѣлить, въ зависимости отъ указавныхъ обстоятельствъ, величину H max. наибольшаго, при неравномѣрномъ распредѣленіи давленія на основаніе и по ней опредѣлять необходимую глубину заложенія изъ формулы (а) Янковскаго.

При этихъ условіяхъ слѣдуетъ принимать коэффиціентъ устойчивости не менѣе

$$m = 2 - 2{,}5$$

Такъ какъ величина угла φ имѣетъ очень большое вліяніе въ форм. Янковскаго, то необходимо относиться съ большой осторожностью къ выбору величины для φ.

Таблица угловъ естественнаго откоса φ для различныхъ грунтовъ:

Названіе грунта.	φ^0
1. Земля растительная или обыкновенная:	
Рыхлая, сухая или нѣсколько сырая	42° — 38°
Сухая и утрамбованная	42° — 38°
Рыхлая насыщенная водою	35° — 30°
2. Песокъ	
Сухой или нѣсколько сырой	37° — 34°
Влажный	34° — 30°
Насыщенный водою, смотря по крупности	30° — 20°
3. Глина:	
Сухая или нѣсколько сырая	42° — 38°
Утрамбованная	42° — 38°
Насыщенная водою	35° — 30°

углублять же русло ниже этой точки слѣдуетъ только съ цѣлью увеличенія высоты насыпи до требуемой величины.

Въ такихъ случаяхъ подводящія русла, увеличивая живое сѣченіе и глубину потока, вліяютъ на уменьшеніе величины отверстія. Требуемую скорость, ту—которая потребуется согласно подсчета, всегда можно развить, придавая канавѣ тотъ или другой уклонъ.

Говоря вообще, на мѣстахъ ровныхъ канавы эти очень часто выходятъ длинными и дорогими, почему выгоднѣе увеличивать отвертіе или насыпь.—Съ низовой стороны уклонъ долженъ быть не менѣе 0,002.

Такъ какъ канава должна помѣщать всю воду, то ее надо рыть на нѣкоторомъ протяженіи шире согласно подсчета. У сооруженій же уклонъ на протяженіи до 10 саж. надо дѣлать такой, какъ съ нагорной стороны, во избѣжаніе подпора.

Канавы въ зависимости отъ величины скорости приходится укрѣплять, напр. на крутыхъ косогорахъ кладкой на растворѣ съ уступами изъ ряжей или каменной кладки и каменными колодцами.

Ввиду вышесказаннаго, опытный изыскатель, ведя въ полѣ линію, долженъ имѣть въ виду это обстоятельство, держась ближе къ косогору и вообще ближе къ нагорной сторонѣ, гдѣ русла болѣе рельефно выдѣляются, чѣмъ въ низовьяхъ по разливамъ. Обыкновенно малоопытные инженеры, увлекаясь нулевыми работами, искажаютъ линію и проектируютъ черезчуръ низкую насыпь. Тоже самое обстоятетьство надо имѣть въ виду при проектированіи линіи полотна, т. е. красной линіи на профили. Гораздо раціональнѣе, дабы избѣжать перепроектировокъ, съ начала подсчитать отверстія и минимальныя необходимыя высоты насыпей и затѣмъ только проектировать на профили красную линію. Во всякомъ случаѣ не слѣдуетъ подсчитывать, земляныхъ работъ, пока не будутъ спроектированы отверстія и провѣрена достаточность высоты насыпей.

Проектируя искусственныя русла, таковыя надлежитъ подсчитать, дабы они помѣщали весь расходъ; впрочемъ часть высокихъ водъ можетъ протекать нѣкоторымъ разливомъ. Приведемъ для образца общій подсчетъ, въ коемъ выведемъ всѣ нужныя формулы. Примѣняя искусственное русло и вкопывая искусственное сооруженіе, отверстія обыкновенно не подсчи-

© ГПНТБ СССР

тываютъ, а задаются таковымъ сообразуясь съ расходомъ, который опредѣляютъ по Кестлину по таб. LVI. Затѣмъ опредѣляютъ глубину русла изъ извѣстной формулы:

$$b = \frac{Q}{0{,}0652\,(V_0^3 - V^3) + 0{,}90aV}; \quad \ldots \quad \text{(b)}$$

откуда

$$a = \frac{Q - 0{,}065\,(v^3 - v_1^3)b}{\mu b v}$$

Формула довольно простая. Имѣя въ виду, что чаще всего v скорость въ сооруженіи, которою задаемся при сплошномъ лоткѣ на растворѣ $= 2$ и скорость въ руслѣ при одиночной мостовой $= 1$, формула упрощается:

$$a = \frac{Q - 0{,}065\,b}{\mu . b . 2}$$

для отвер. 1,00 саж. $a = \dfrac{Q - 0{,}065}{1.80}$

» » 2,00 » $a = \dfrac{Q - 0{,}13}{3.60}$

» » 3,00 » $a = \dfrac{Q - 0{,}195}{5{,}40}$.

Зная a опредѣляемъ l ширину канавы, изъ уравненія обусловливающаго достаточную вмѣстимость канавы, при условіи, если весь расходъ помѣщенъ въ канаву, а именно изъ трапеціи: черт. 157, л. IV

$$\omega = \frac{l + (l + 2a)}{2}\,a = (l + a)\,a$$

$$Q = \omega . v_1 = (l + a)\,a . v_1$$

откуда искомое l: $$l = \frac{Q}{av_1} - a .$$

Затѣмъ подводный периметръ $p = l + 2a\sqrt{2}$

$$R = \frac{w}{p} = \frac{(l + a)a}{l + 2a\sqrt{2}} = \frac{l + a}{2{,}82 + \dfrac{l}{a}} .$$

Дальше необходимо опредѣлить уклонъ, какой слѣдуетъ придать канавѣ, дабы скорость въ ней была требуемая, т. е. v_1 каждый разъ нами задаваемая.—Искомый i можно получить изъ извѣстнаго уравненія по Дарси Базену:

$$v_1 = c\sqrt{Ri} = v_1\sqrt{i};\ \text{назвавъ}\ c_1 = c\sqrt{R}$$

откуда подставивъ по таблицѣ XXV получимъ:

$$i = \frac{v_1^2}{c_1^2} .$$

Величину подкопа $\frac{v^2 - v_1^2}{2g}$ можно получить изъ таблицы инж. Радкевича.

Увеличенная насыпь $h_0 = h + a$ должна быть достаточной или же сооруженіе надлежитъ еще вкопать. Конечно, надо сообразоваться, чтобы l не было слишкомъ широкое, чтобы въ канавѣ уклонъ скоро кончился, то есть, чтобы не было большого перепада. Въ случаѣ надобности надо увеличивать отверстіе. Величину перепада опредѣлить легко, зная уклонъ мѣстности и уклонъ канавы;—при большей величинѣ перепада, надо канаву вести уступами, дѣлая водобойные колодцы или ряжи, что обязательно на косогорахъ. Ширина канавъ получается больше отверстія, почему на нѣкоторомъ разстояніи ее приходится съузить, дабы надъ мостомъ получилась заданная скорость.

Приведемъ общій примѣръ:

Площадь бассейна

$p = 2{,}80$ тогда по формулѣ Кестилина

$L = 3{,}00$ расходъ будетъ $Q = 1{,}875\ P\ L$

$i = 0{,}0047$ $= 1.875 \times 2.80 \times {}^1/_4 = 1{,}31$

$h = 0{,}90$ (изъ таб. LVI).

Принимаемъ ширину отверстія $b = 2{,}00$, получаемъ глубину русла канавы:

$$a = \frac{Q - 0{,}13}{3{,}60} = 0{,}32^c .$$

Ширина канавы $$l = \frac{Q}{a} - a = 3{,}78^c$$

$$R = \frac{l + a}{2{,}82 + \dfrac{l}{a}} = 0{,}28; — C_1 = 12{,}31\ \text{(изъ таб. XXV)}$$

и, наконецъ, уклонъ ея $i = 0{,}006$.

©ГПНТБ СССР

При длинѣ канавы 50 саж. перепадъ равенъ 0,22^c —незначителенъ,—на нѣсколькихъ саженяхъ разгоняется

$$h_0 = 0{,}90 + 0{,}32 = 1.22$$

болѣе чѣмъ достаточно.

Вмѣсто вкапыванія искусственнаго сооруженія иногда выгоднѣе поднять проектировку.

Нѣтъ впрочемъ надобности, чтобы весь расходъ, а тѣмъ болѣе и подпоръ помѣщались въ канавѣ, если только высота насыпи позволяетъ. Часть воды можетъ быть въ разливѣ; въ такомъ случаѣ надо пересчитать Q, опредѣляя новое W и R. Этотъ подсчетъ можно сдѣлать обратнымъ путемъ, то-есть подсчитать, какую часть воды выгодно помѣстить въ руслѣ, и какую въ разливѣ, дабы исполнить минимумъ земляныхъ работъ.

Сначала опредѣляютъ a. Изъ формулы b) стр. 524 получаемъ:

$$a = \frac{Q - 0{,}065\,(V_1{}^3 - V^3)\,b}{0{,}906.\,V}.$$

Затѣмъ, сообразуясь съ высотой, можемъ a уменьшить, предоставляя части воды разлиться.

Изъ чертежа 158, л. IV видно, что площадь W съ достаточной степенью точности

$$W = (l + a)\,a + \frac{LX}{2} = \frac{Q}{V};$$

откуда новое X, удовлетворяющее всѣмъ условіямъ

$$X = \frac{2Q}{LV} - \frac{2a\,(l + a)}{L};$$

Затѣмъ
$$R = \frac{w}{p} = \frac{(l + a)\,a + \dfrac{LX}{2}}{L + 2{,}82\,a}$$

$i = \left(\dfrac{V}{c_1}\right)^2$, по Дарси-Базену $V = C_1\sqrt{i}$, гдѣ C_1 изъ таб. XXV.

Провѣряемъ высоту насыпи и перепадъ, какъ и прежде,—при чемъ въ обоихъ случаяхъ надо обращать вниманіе, чтобы длина канавы съ низовой стороны не выходила черезмѣрно длинной. Для подъсчета длинъ, канавъ и количества земляныхъ работъ необходимы нивеллировки.

Конечно, если высота насыпи позволяетъ, то беремъ X наибольшее, т. е. глубину самыхъ высокихъ водъ и тогда искусственная канава, какъ самъ разсчетъ оказываетъ не нужна.

Если высота насыпи не многимъ лишь менѣе высоты помѣщающей трубу, то иногда можетъ быть выгоднѣе, въ особенности не на косогорахъ, проектировать трубу, вкапывая ее на сколько этого потребуетъ достаточность высоты насыпи для даннаго отверстія, какъ напримѣръ въ случаѣ если вода течетъ въ тальвегѣ тонкимъ слоемъ и нѣтъ достаточно глубокаго русла.

Въ выраженіе $b = \frac{35{,}46}{W^3}\,.\,Q$ вовсе не входитъ глубина потока a и отверстіе трубы отъ нея не зависитъ. Между тѣмъ по формулѣ для опредѣленія отверстія мостовъ $b = \dfrac{Q}{\mu a W + 0{,}0652\,(W^3 - v^3)}$ глубина эта имѣетъ существенное значеніе; величина 0,0652 $(W^3 - v^3)$ незначительна. Отверстіе въ мостахъ чуть ли не обратно пропорціонально глубинѣ потока. Поэтому въ мостахъ примѣненіе искусственныхъ руселъ, т. е., такъ сказать, вкапываніе мостовъ очень часто выгодно, а иногда прямо-таки необходимо (въ такихъ случаяхъ когда вода течетъ тонкимъ слоемъ и когда отверстіе по подсчету выходитъ чрезмѣрно большимъ, но этого нельзя сказать о трубахъ. При одинаковыхъ бытовыхъ данныхъ бассейна величина отверстія трубы получается меньшая, чѣмъ моста. Оно и понятно. Въ трубѣ высота для протекающей воды всегда болѣе глубины воды въ мосту. Отверстіе моста при ширинѣ устоевъ 2,20 разсчитывается по формулѣ на неполный водосливъ, гдѣ высота слоя водъ, т. е. глубина потока, играетъ существенную роль. Теченіе же воды въ трубѣ, при ея сравнительно значительной длинѣ, подвержено большему тренію о стѣны и сжатію струи, поэтому труба, какъ сооруженіе болѣе устойчивое и находящее подъ давленіемъ насыпи допускаетъ большее поднятіе воды, и большій расходъ, чѣмъ мостъ того же отверстія.

Въ выраженіе высоты воды передъ трубой:

$$y = 0{,}04658\;W^2 - \frac{v^2}{29},$$

гдѣ
$$v = c\sqrt{Ri}$$

входитъ a въ функцію для R, высота воды въ трубѣ $\eta = {}^2/_3\,y$.

© ГПНТБ СССР

Такимъ образомъ вкапывая трубу мы увеличиваемъ aR и v, а тѣмъ самымъ уменьшаемъ y, η и подпоръ. Этимъ мы можемъ достигнуть уменьшенія высоты стѣнъ трубы, но величина отверстія остается прежняя, между тѣмъ, какъ въ мостахъ она значительно уменьшается.

Частный примѣръ. При данныхъ:

Высота насыпи $h = 4{,}20$.

Площадь бассейна $P = 11{,}00$.

Длина » $L = 7{,}50$.

Естественный уклонъ потока $= 0{,}011$.

по таб. LVI. » $Q = 1{,}875\ P\,.\,{}^{3}/_{16} - 3{,}87$.

Подбираемъ горизонтъ выс. водъ.—Оказывается, что горизонтъ 41,77 даетъ $Q_1 = 3{,}94$ близко подходящій расходъ къ расходу по Кестлину:

$$\omega = 5{,}46;\ p = 38{,}81;\ R = \frac{\omega}{p} = 0{,}15$$

$$v = c_1\sqrt{i} = 0{,}74$$

$$Q_1 = \omega v = 3{,}94.$$

По извѣстной намъ формулѣ отверстіе:

$$b = \frac{}{0{,}0652\,(W^3 - v^3) + \mu\,.\,a\,.\,W}.$$

Самая большая глубина $a = 0{,}33$.

Въ тальвегѣ нѣтъ рѣзко выдѣляющагося русла.

При $W = 2$ получаемъ $b = 3{,}51$.

Принимаемъ $b = 4{,}00$.

Тоже самое отверстіе подсчитаемъ при условіи сооруженія подводящаго иск. русла, т. е. при условіи пониженія отмѣтки обрѣза.

Задаемся отверстіемъ $b = 3{,}00$ глубина канавы:

$$a_1 = \frac{3{,}87 - 0{,}195}{5{,}40} = 0{,}68$$

при условіи помѣстить весь расходъ въ канаву. — Такъ какъ $h = 4{,}20$ болѣе чѣмъ достаточно, то расходъ 3,87 можетъ отчасти протекать естественнымъ русломъ при горизонтѣ 41,77, т. е. при $a = 33$, почему естественное русло углубляемъ на $0{,}68 - 0{,}33 = 0{,}35$ саж.

Конечно на практикѣ подобное уменьшеніе отверстія моста сооруженія искусственнаго русла не всегда можетъ оказаться выгоднымъ и оно допускается лишь въ случаѣ недостаточной высоты насыпи.

Такъ какъ насыпь довольно большая, то попробуемъ спроектировать каменную трубу.

По табл. № 4, стр. 503 получаемъ при $W = 2{,}00$ отверстіе 2,50, расходъ трубы 3,95; такимъ образомъ труба отверстіемъ 2,50 саж. болѣе чѣмъ достаточна и представляетъ наивыгоднѣйшее рѣшеніе вопроса.

Высота слоя воды передъ трубой $y = 0{,}326\ W^2 = 1{,}30$ и въ трубѣ $\eta = {}^{2}/_{3}y = 0{,}86$, между тѣмъ въ мосту наибольшая глубина воды при отвер. 3,00 его получилась 0,68 саж. и при отверстіи 4,00 безъ искусств. русла $= 0{,}33$ саж.

При подсчетѣ отверстія иск. сооруженіи очень часто могутъ встрѣтиться нѣкоторыя неопредѣленности и затрудненія, почему всѣ подсчеты должны быть провѣрены опытнымъ инженеромъ и не только въ кабинетѣ но и подробно на грунтѣ. Тамъ, гдѣ послѣдній при одномъ подробномъ обзорѣ мѣстности на грунтѣ можетъ опредѣлить приблизительно отверстія, тамъ малоопытный инженеръ легко можетъ быть очень затрудненъ и нерѣдко неумѣло пользуясь собранными, зачастую недостаточными данными, получитъ по подсчету чрезмѣрно большое отверстіе, или наоборотъ.

Нагорныя и другія канавы.

Нагорнымъ и отводнымъ канавамъ, а также искусств. подводящимъ русламъ требуется придавать такіе размѣры поперечнаго сѣченія, чтобы они свободно пропускали воду, протекающую по нимъ во время ливней (см. Циркуляръ Забайкальской ж. д. № 13593/203 отъ іюля 10 дня 1897).

Количество воды, стекающей во время ливней въ отводныя и нагорныя канавы, зависитъ отъ тѣхъ же элементовъ (площади бассейновъ, свойствъ грунта, длины и уклона тальвеговъ и проч.), отъ которыхъ зависитъ количество воды, притекающей къ отверстіямъ искусственныхъ сооруженій. Поэтому оно можетъ быть опредѣлено способомъ, примѣняемымъ при разсчетѣ отверстій искусственныхъ сооруженій. Зная же количество воды, которое должна отводить канава, легко опредѣляется площадь ея поперечнаго сѣченія, именно: площадь эта опредѣляется дѣленіемъ объема протекающей въ одну секунду въ данномъ сѣченіи канавы воды на среднюю скорость теченія. Средняя же скорость теченія воды въ канавѣ опредѣляется по формулѣ:

$v = \sqrt{\frac{2g}{a} \times \frac{F}{U} \times i}$, въ которой

v — средняя скорость теченія,
g — ускореніе силы тяжести = 32,2 фут. = 4,6 саж.
i — уклонъ дна канавы,
a — численный коэффиціентъ, который съ достаточной для практики точностью можетъ быть, въ разсматриваемыхъ случаяхъ, принятъ въ 0,0234 *).

Выражая же коэффиціентъ c въ формѣ: $c = \sqrt{\frac{2g}{a}}$ величина коэффиціента — a опредѣлится (для всякихъ мѣръ) $a = 0{,}0234$.

$\frac{F}{U}$ } отношеніе площади живого сѣченія потока въ канавѣ къ подводному периметру потока.

Средняя скорость, вообще говоря, опредѣляется по приведенной выше формулѣ, но считается полезнымъ (для возможности быстрыхъ справокъ) привести здѣсь ея численное значеніе для канавъ тѣхъ типовъ, которыми приходится чаще пользоваться, именно для канавъ имѣющихъ дно шириною въ 0,30—0,60 саж., въ среднемъ около 0,50 саж., пропускающихъ воду слоемъ въ 0,20—0,40 саж., въ среднемъ около 0,30 саж. съ полуторными откосами. Для такихъ канавъ численное значеніе:

$$\frac{2g}{a} = \frac{9{,}2}{0{,}0234} = 400 \text{ саж.}$$

$$r = \frac{F}{U} = \frac{(0{,}50 + \frac{3}{2} \times 0{,}30) \times 0{,}30}{0{,}50 + 2\sqrt{0{.}45^2 + 0{,}30^2}} = 0{,}18 \text{ саж.}$$

Поэтому при опредѣленіи средней скорости въ обыкновенныхъ случаяхъ можно пользоваться формулой

$$v = \sqrt{400 \times 0{,}18\, i} \text{ или } = \sqrt{72 \,.\, i} \text{ саж.}$$

Вычисляя эту формулу для разныхъ значеній i получаемъ, что при $i = 0{,}001$; $v = 0{,}27$ саж.

для $i = 0{,}002 - 0{,}003$ $v = 0{,}42$ саж.
„ $i = 0{,}004 - 0{,}005$ $v = 0{,}57$ „
„ $i = 0{,}006 - 0{,}008$ $v = 0{,}71$ „
„ $i = 0{,}009 - 0{,}010$ $v = 0{,}83$ „

При длинныхъ канавахъ, чтобы не давать очень большихъ размѣровъ поперечнаго сѣченія всей канавѣ, размѣры въ разныхъ пунктахъ

---

*) Формула Дарси-Базена — $v = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \frac{\beta}{r}}}\sqrt{ri} = C\sqrt{ri}$, гдѣ для земляныхъ русель $\left\{\begin{matrix}\alpha = 0{,}00008534 \\ \beta = 0{,}00035\end{matrix}\right\}$ для футовъ (см. Недзялковскій стр. 474, Бихеле стр. 105).

Для среднихъ размѣровъ канавы шириною по дну 0,50 саж., глубиною — 0,30 саж. съ откосами 3 : 2 — $\frac{F}{U} = r = 0{,}18$ саж. = 1,26 футовъ,

тогда — $c = 52{,}47$.

ея опредѣляются по площадямъ соотвѣтственныхъ этимъ пунктамъ бассейновъ. Поясню вышеизложенное частнымъ примѣромъ разсчета размѣровъ канавы.

Положимъ, требуется опредѣлить размѣръ поперечнаго сѣченія канавы въ опредѣленномъ пунктѣ ея, выше котораго площадь бассейна, форма его и уклоны таковы, что количество притекающей воды 0,15 куб. саж. въ секунду. Канавѣ по мѣстнымъ условіямъ можно дать уклонъ въ 0,004.

Поперечное сѣченіе канавы при этихъ условіяхъ должно быть

$$\frac{0{,}15}{0{,}57} = 0{,}26 \text{ кв. саж.}$$

Глубина потока и наименьшая глубина канавы (при ширинѣ по дну 0,50 саж. и полуторныхъ откосахъ) опредѣляется изъ уравненія

$$\left(0{,}50 + \frac{3}{2}\, h\right) h = 0{,}26$$

или

$$h^2 + 0{,}333\, h = 0{,}17$$

$$h = -\frac{0{,}333}{2} + \sqrt{\left(\frac{0{,}333}{2}\right)^2 + 0{,}17} = 0{,}28 \text{ саж.}$$

ГЛАВА XIX.

Повѣрочныя и окончательныя изысканія.

Повѣрочныя изысканія—это тѣ же предварительныя. Само названіе указываетъ ихъ назначеніе. Главной задачей таковыхъ изысканій есть выясненіе, въ случаѣ надобности новыхъ варіантовъ, въ обходъ большихъ работъ, съ цѣлью облегченія техническихъ условій или измѣненій направленія линіи на ближайшіе города, заводы и пр.

Данныя нами инструкціи производства работъ и общія замѣчанія относятся точно также къ повѣрочнымъ изысканіямъ какъ и къ предварительнымъ. Техническія условія, а также особыя инструкціи даются для повѣрочныхъ изысканій Министерствомъ каждый разъ отдѣльно, согласно коихъ должны быть произведены изысканія. Наконецъ, повѣрочныя изысканія назначаются съ цѣлью выясненія вопросовъ объ улучшеніи профили и пополненія всѣхъ данныхъ собранныхъ предварительными изысканіями,—а также въ случаѣ сомнѣнія для возстановленія на мѣстности линіи, спроектированной по пла-

ОТИНТЪ СОРАН

намъ горизонталей и инструментальнаго ея снятія съ натуры въ болѣе трудныхъ мѣстахъ.

Окончательныя изысканія. Данныя нами въ главѣ о предварительныхъ изысканіяхъ инструкціи для производства таковыхъ и составленія предварительнаго проекта дороги, а также техническія условія и составъ проекта со всѣми къ нему приложеніями относятся точно также и къ окончательнымъ изысканіямъ.

Для всякой вновь проектируемой дороги даются Министерствомъ каждый разъ спеціальныя техническія условія; если мѣстность равнинная, то укловы задаются, какъ для равнинныхъ мѣстностей 0,006 при радіусѣ 150 саж. и 0,0094 на прямой, причемъ по направленію движенія грузовъ подъемы обусловливаются иногда техническими условіями меньше, чѣмъ въ обратномъ направленіи. На горныхъ участкахъ предѣлы уклоновъ отъ 0.014, т. е. 1,4 с. на 10 саж. при радіусѣ 120 и 0,0174 на прямыхъ. Средніе размѣры даны въ таблицахъ уклоновъ въ главѣ: «Предварительныя изысканія» стр. 328.

Окончательныя изысканія въ главныхъ своихъ основаніяхъ ведутся такъ же, какъ и предварительныя, съ нѣкоторыми лишь болѣе подробными требованіями и окончательной разбивкой линій подъ постройку. Главная задача окончательныхъ изысканій, это улучшеніе насколько возможно предварительныхъ изысканій. Если для этой цѣли приходится отклонять линію отъ прежняго направленія, то эти отклоненія какъ отдѣльные варіанты должны быть оправданы профилями, планами и разцѣнками, въ зависимости отъ профили пути и эксплоатаціонныхъ расходовъ. Направленіе дороги, выбранное на мѣстѣ по предварительнымъ изысканіямъ, рѣдко оказывается безошибочнымъ, въ каждой прямой, въ каждой кривой, или въ положеніи вершинъ угловъ можно часто отыскать недостатки. На мѣстѣ можно часто увидѣть, что если подвинуть линію въ сторону или немного измѣнить ея направленіе, то уменьшится работа по сооруженію дороги; двѣ кривыя можно иногда замѣнить одною кривою большаго радіуса и сократить длину линіи, и т. п.

Дадимъ здѣсь болѣе подробныя указанія, смотря по характеру мѣстности:

I) **Въ ровной мѣстности** такого рода измѣненія линіи на глазъ, на мѣстѣ, съ цѣлью выбора наилучшаго для нея направленія, представляютъ сравнительно небольшія трудности.

Въ мѣстахъ пересѣченія линіи съ значительными рѣками, направленіе дороги слѣдуетъ назначить перпендикулярно къ направленію теченія весеннихъ водъ, которое часто бываетъ не по направленію меженняго теченія, чѣмъ устраняется подмывъ устоевъ и быковъ весеннимъ теченіемъ; мостовыя опоры должны быть расположены по направленію теченія высокихъ водъ. При выборѣ мѣста пересѣченія рѣкъ, во многихъ случаяхъ могутъ оказать содѣйствіе карты рѣкъ, снятыя департаментомъ шоссейныхъ и водяныхъ сообщеній.

При предварительныхъ изысканіяхъ эти данныя вообще говоря рѣдко изслѣдуются въ достаточной степени.

Независимо отъ указаннаго нами въ предшествующихъ главахъ, надлежитъ обратить особое вниманіе дабы: а) глубина русла была по возможности меньшая, во избѣжаніе излишней каменной кладки въ опорахъ. Обыкновенно глубина въ рѣкѣ больше если грунтъ дна болѣе слабъ и легче размывается, b) если дно каменисто, то вода не глубокая, за то рѣка тамъ болѣе широкая. Въ этихъ мѣстахъ теченіе высокихъ водъ зачастую не совпадаетъ съ меженнимъ теченіемъ. При переходѣ рѣки линіей слѣдуетъ выбирать самыя узкія мѣста съ крутыми берегами при условіи каменистости дна. Скорость теченія въ такомъ естественномъ руслѣ всегда большая при небольшой глубинѣ. Вообще говоря лучшими мѣстами для постройки мостовъ надо считать тѣ мѣста руселъ, гдѣ связь между бытовыми элементами рѣки вполнѣ установилась. Во всякомъ случаѣ средняя скорость теченія подъ мостомъ не должна быть болѣе 8—10 футъ въ секунду. Какъ на исключеніе можемъ впрочемъ указать на мостъ на р. Ингодѣ на Забайкальской ж. д., гдѣ скорость подъ мостомъ допущена 14 футъ, ввиду тѣсноты ущелья и плотнаго скалистаго дна. При допущеніи подъ мостомъ такой большой скорости кладка опоръ и основаній должна быть самая тщательная.

II) **Если мѣстность средней трудности, и для нея нѣтъ топографическихъ съемокъ** въ горизонталяхъ, то планъ изготовляется во время окончательныхъ изысканій, на основаніи поперечныхъ профилей, по коему линію, путемъ нѣсколькихъ пере-

ОТТИСК

проектировокъ, можно бы улучшить и затѣмъ возстановить на грунтѣ. Во время изысканій надо стараться, по возможности, уменьшить количество работъ для составленія такого плана. (При предварительныхъ изысканіяхъ такой планъ горизонталей требуется только въ мѣстахъ гористыхъ, очень трудныхъ).

a) Для уменьшенія полевой работы, при разбивкѣ поперечныхъ профилей, ведущій линію долженъ быть хорошо знакомымъ съ данной мѣстностью. Лучше всего, если онъ во время провѣшиванія магистрали наноситъ глазомѣрную ситуацію горизонталей для общихъ предварительныхъ соображеній гдѣ и какой длины слѣдуетъ снять профили. Если линія идетъ по косогору и по магистральной линіи нужно сдѣлать выемку, то чтобы уменьшить выемку или довести до нуля, надо подвинуть линію къ тальвегу и, слѣдовательно имѣть планъ въ горизонталяхъ въ сторону возвышенія нѣтъ надобности и, развѣ для доказательства только предъ другими, нужно сдѣлать нивеллировку въ эту сторону на столько, чтобы было видно, что тутъ дѣйствительно возвышенность. Положимъ, кромѣ того, что въ линіи, идущей по косогору, надо сдѣлать выемку глубиною 8 саж., слѣдовательно, чтобы уменьшить ее до нуля, надо пронивеллировать въ сторону оврага до того мѣста, гдѣ отмѣтка окажется на 8 саж. меньше отмѣтки точки магистрали, съ которой разбитъ профиль; но лучше, если профиль продолжить еще на половину ширины полосы, отчуждаемой подъ дорогу, отъ 12 до 30 саж. ширины, на которой располагаются строенія, резервы, т. е. мѣста, откуда берется земля для насыпей и балласта; кавальеры, т. е. мѣста, гдѣ складывается земля изъ выемокъ и пр.

b) Поперечныя профили вдоль рѣки должны быть достаточной длины, съ нагорной стороны до верху, дабы весь откосъ насыпи помѣщался, а со стороны низовой до самой рѣки, если она близко, во всякомъ случаѣ до низу откоса насыпи. Иногда профиль захватываетъ часть рѣки, озера, если откосъ падаетъ въ воду, тогда надо дѣлать промѣры глубинъ этихъ рѣкъ и озеръ.

c) Если напр. окажется, что улучшеніе въ выборѣ направленія можетъ быть сдѣлано, если линію отнести въ сторону за версту и болѣе отъ назначеннаго уже направленія, то лучше провѣшить другую магистраль и пронивеллировать ее, чтобы избѣжать длинныхъ поперечныхъ профилей. Опредѣляя, гдѣ нужно сдѣлать поперечныя профиля, съ цѣлью составленія плана въ горизонталяхъ, должно, слѣдовательно, принять во вниманіе всѣ повороты дороги, какіе ей слѣдуетъ придать, дабы улучшить ее относительно уклоновъ и уменьшить земляныя работы. Для очертанія холма или отдѣльной возвышенности, надо назначить одну изъ профилей такъ, чтобы она проходила чрезъ вершину, а другія профили по направленію касательныхъ къ очертанію подошвы; если возвышенность имѣетъ нѣсколько вершинъ, то отъ главной профили нужно провести отдѣльныя профили къ другимъ вершинамъ и сѣдловинамъ хотя бы подъ разными румбами.

d) Ведущій линію долженъ обратить серьезное вниманіе на высоту насыпи,—достаточную для того, чтобы всѣ искусственныя сооруженія помѣстились подъ насыпью полотна. Во всякомъ случаѣ, при составленіи проекта дороги падлежитъ впередъ разсчитать размѣры отверстій искусственныхъ и опредѣлить высоту насыпей и затѣмъ уже въ зависимости отъ этихъ высотъ проектировать линію полотна дороги; см. таблицы LII, LIII и LVIII. Въ противномъ случаѣ зачастую, во избѣжаніе перепроектировокъ, проектирующій линію вынужденъ допускать вкопываніе искусственныхъ сооруженій, что удороживаетъ работы или вынужденъ приподымать полотно на мѣстахъ искус. сооруженія и этимъ искажать профиль.

e) Въ графѣ примѣчаній нивеллировочнаго журнала противъ каждой пронивеллированной профили слѣдуетъ обязательно записывать, какой характеръ имѣетъ мѣстность въ дальнѣйшемъ направленіи профили, напр. однообразный подъемъ или скатъ и т. п.

Кромѣ того, дѣлая поперечную нивеллировку, надо замѣчать и записывать въ книжку родъ грунта, предѣлы скалистаго или твердаго грунта, причемъ изслѣдованіе грунта въ глубину дѣлается или пробными ямами до сажени глубины, или буровыми инструментами, если надо изслѣдовать на большую глубину, вообще произвести геологическія изслѣдованія какъ и по магистральной линіи.

f) При окончательныхъ изысканіяхъ слѣдуетъ не жалѣть труда на достаточное количество промежуточныхъ точекъ. На мѣстахъ большихъ выемокъ и насыпей разница въ горизонтѣ на промежуточной точкѣ на нѣсколько сотокъ можетъ дать раз-

ницу въ нѣсколько кубич. саженъ и болѣе. Во избѣжаніе недоразумѣній съ подрядчиками и производства дополнительныхъ нивеллировокъ, во время постройки, надлежитъ рельефъ мѣстности обрисовывать точками съ достаточною точностью. При насыпяхъ и выемкахъ до 1 саж. промежуточныя точки рекомендуемъ ставить, измѣряя разстоянія съ точностью до 1 саж.; при большихъ насыпяхъ и выемкахъ съ точностью до десятыхъ частей сажени. На станціяхъ и разъѣздахъ требуется снятіе поперечныхъ профилей для подсчета земляныхъ работъ. При окончательныхъ изысканіяхъ репера надо ставить у каждаго искус. сооруженія, на станціяхъ у источниковъ водоснабженія и пр. не далѣе какъ каждыя двѣ версты.

g) Вычерчиваніе профилей снимаемыхъ ватерпасомъ слѣдуетъ производить карандашомъ на графленой бумагѣ или глазомѣрно, т. е. схематически. Профили наносятъ послѣдовательно одну за другой, ставятъ надъ ними нумера, соотвѣтствующіе плану, и обозначаютъ величины главныхъ отмѣтокъ. Для отличія правой и лѣвой стороны,—лучше всего дѣлать надпись: вправо или влѣво.

III) **Въ мѣстностяхъ очень пересѣченныхъ,** какъ на Кавказѣ, начиная съ 1873 года, при изысканіяхъ начали употреблять, для составленія плана въ горизонталяхъ, съемку тахеометромъ, (ст. 128). Такого рода съемка была произведена въ 1873 году чрезъ главный кавказскій перевалъ и по Дарьяльскому ущелью, 1874 г. въ Бамбакскомъ и Добидачайскомъ ущельяхъ, по линіи между Тифлисомъ и Джульфой, въ 1890 по переваламъ Джимагскому (Магскому) и Архотскому, между Тифлисомъ и Владикавказомъ.

Въ Альбомѣ чертежей л. VI, какъ образецъ дана тахометрическая съемка черезъ Архотскій перевалъ, съ вычисленіемъ длины тоннеля черезъ перевалъ.

Производство окончательныхъ изысканій въ мѣстности гористой по планамъ горизонталей.

Какъ сказано въ главѣ XIII, при предварительныхъ изысканіяхъ линія трассируется на мѣстности съ разбивкой подробнаго пикетажа согласно техническихъ условій или же въ мѣстности гористой, очень трудной и снимается планъ горизонталей

тогда линія проектируется на планѣ, съ разбивкой пикетажа—на планѣ, какъ бы на мѣстности, т. е. по подсчету длины кривыхъ и пр. При такомъ производствѣ изысканій разбивка линіи на мѣстности не обязательна.

Вышеуказанныя профиля и планы служатъ вспомогательнымъ матеріаломъ при производствѣ дальнѣйшихъ изысканій.

При окончательныхъ изысканіяхъ линія, хотя бы выборъ направленія не былъ измѣненъ, т. е. остался прежній, проходится на мѣстности вновь по улучшенной трассѣ, по всей ея длинѣ, причемъ линія на участкахъ спроектированныхъ по планамъ горизонталей возстановляется согласно плана горизонталей. Въ такомъ случаѣ обязанность начальниковъ партій состоитъ въ томъ, чтобы:

во 1-хъ) убѣдиться на мѣстности вѣрно ли выбрано само направленіе, нельзя ли обойти косогоръ подымаясь по боковымъ оврагамъ на верхнія террасы или даже измѣнить всѣ направленія и пройти по водораздѣлу и пр. Эти данныя должны быть представлены при предварительномъ проектѣ. Если этихъ оправдательныхъ данныхъ нѣтъ при проектѣ по предварительнымъ изысканіямъ, то они должны быть собраны при окончательныхъ изысканіяхъ.

Нерѣдко бывали у насъ примѣры, что при окончательныхъ изысканіяхъ приходилось измѣнять направленіе линіи, которое всѣми предшествовавшими изысканіями было признано за лучшее. Свѣжимъ примѣромъ этому можетъ послужить направленіе Круго-Байкальской ж. д. По многимъ предварительнымъ изысканіямъ было выбрано направленіе горами въ обходъ косогоровъ о. Байкала. Постройка дороги могла бы не осуществиться, еслибы не удачные труды по окончательнымъ изысканіямъ 1899—1900 г., кои обнаружили возможности постройки лучшаго направленія этой дороги по косогору Байкала, на всемъ протяженіи линіи отъ Баранчукъ до Мысовой. Задача изыскателя блестяще была выполнена, не только путемъ кропотливыхъ плановъ горизонталей, но и сложными геологическими изслѣдованіями.

Во 2-хъ) когда начальникомъ партіи окончательно выяснено на мѣстѣ, что направленіе линіи выбрано вѣрно, то онъ обязанъ вслѣдъ затѣмъ, т. е. до возстановленія линіи на грунтѣ, провѣрить проектировку линій на планѣ горизонталей

въ кабинетѣ, т. е. еще до производства полевыхъ работъ. Начальникъ партіи обязанъ во всѣхъ частностяхъ строго критически отнестись къ предварительному проекту линіи на планѣ. Для этого онъ долженъ сопоставить: продольную профиль линіи и поперечныя профиля съ планомъ линіи и отмѣтивъ на планѣ карандашомъ всѣ мѣста большихъ работъ подпорныхъ стѣнокъ и пр. убѣдиться помощью лекалъ нельзя ли подборомъ другихъ радіусовъ и вообще измѣненіями линіи въ планѣ уменьшить работы. Иногда нуль работъ по продольной профили можетъ дать на поперечныхъ дополнительныхъ профиляхъ значительныя работы. Чтобы направить линію наилучшимъ образомъ по косогору, избѣгая на сколько возможно подпорныхъ стѣнокъ, тоннели и пр. слѣдуетъ на планѣ отмѣтить себѣ нулями, на поперечныхъ профиляхъ мѣста черезъ кои желательно, дабы прошла ось линіи. Эти нули надо ставить сообразуясь каждый разъ съ поперечною профилью пользуясь для этого лекаломъ нормальной профили пути, обращая вниманіе на откосы насыпей и выемокъ. Когда всѣ эти желанныя точки на планѣ избраны, то тогда лучшее направленіе сразу само обнаружится. Наивыгоднѣйшее среднее направленіе, между этихъ точекъ выбирается подборомъ лекалъ кривыхъ разнаго радіуса въ зависимости отъ высоты проектной линіи и распредѣленія массъ *) Это направленіе будетъ безусловно наилучшимъ направленіемъ. Подробности подобной проектировки линіи даны нами въ главѣ XX.

Въ 3-хъ) когда такимъ образомъ линія на планѣ провѣрена и гдѣ нужно улучшена, то третья обязанность начальника партіи при окончательныхъ изысканіяхъ состоитъ въ возстановленіи линіи на грунтѣ, т. е. въ разбивкѣ ея на мѣстности кольями подъ постройку. Какъ ни просты сами по себѣ эти геодезическія дѣйствія, укажемъ здѣсь на нѣкоторые практикуемые пріемы. Дабы надлежаще возстановить линію необходимо составить въ кабинетѣ вѣдомость всѣмъ угламъ, а именно вѣдомость мѣстонахожденія угловъ линіи на планѣ помощью ординатъ и абсцисъ отъ ближайшаго пикета магистрали. Величины этихъ координатъ должны быть щтательно измѣрены по масштабу съ плана горизонталей. Кромѣ этихъ

*) т. е. транспорта выемокъ въ насыпи.

данныхъ внесенныхъ въ отдѣльныя графы въ вѣдомости должны быть графы: 1) величина угла на планѣ, 2) величина угла дѣйствительнаго на грунтѣ и 3) радіусъ. Имѣя подобную вѣдомость инженеръ отыскавъ на грунтѣ магистраль и требуемые пикеты возстановляетъ помощью эккера вершины угловъ и ставитъ въ нихъ вѣхи съ флагомъ. Остается провѣшить линію отъ угла до угла и пройти лентой съ промѣромъ. Величина угла на мѣстности снимается точно по инструменту и согласно даннаго радіуса закругленіе разбивается по таблицамъ. Расходимость между угломъ дѣйствительнымъ и проектнымъ зависитъ отъ точности геодезическихъ работъ, а также точности въ вычерчиваніи плана, точно также и расходимость въ отмѣткахъ нивеллировки, отдѣльныхъ пикетовъ и точекъ.

Если мѣстность пересѣчена холмами и не видно (что можно легко усмотрѣть изъ плана горизонталей) отъ одной вѣхи другую угловую вѣху, то кромѣ мѣстонахожденія угловъ, слѣдуетъ въ вѣдомости въ отдѣльной графѣ показать координатами мѣстонахожденіе нѣкоторыхъ пикетовъ находящихся на болѣе возвышенныхъ мѣстахъ.

Зачастую на мѣстности пропадаютъ нѣкоторые пикеты, особенно въ населенныхъ мѣстахъ. Иногда чтобы возстановить на грунтѣ ось линіи приходится возстанавливать самую магистраль въ случаѣ если окажутся колья съ ней выдернутыми. Не всегда на грунтѣ легко найти колья на линіи предшествовавшихъ изысканій. Иногда таковую линію приходится отыскивать по продольному профилю и плану линій и по разспросамъ у жителей. Въ случаѣ затрудненій въ отысканіи линій и реперовъ лучше всего таковую отыскивать въ мѣстахъ менѣе доступныхъ, косогористыхъ. Вотъ почему при изысканіяхъ слѣдуетъ возможно чаще ставить реперы и возможно крѣпче укрѣплять колья особенно угловые.

Предлагаемъ для возстановленія линіи на мѣстности заготовить вѣдомость по прилагаемому образцу.

№№ по порядку	Пикетъ магистрали	Ординат.	Абсцисс.		Уголъ по профили	Уголъ дѣйствительный.	Радіусъ.	Пикетъ по оси лин.	Примѣчаніе.
			впр.	влѣв.					

Когда линія на мѣстности уже возстановлена, то приступаютъ къ подробной разбивкѣ кольями закругленій, а именно всѣхъ пикетовъ и промежуточныхъ точекъ. Для болѣе точной провѣрки кривой и болѣе правильнаго расположенія на кривой кольевъ рекомендуемъ разбивать на мѣстности самую ось полотна кольями черезъ 5 — 10 — 25 с., смотря по величинѣ радіуса, а именно: для радіусовъ 150 и 200, черезъ 5 саж., для радіусовъ 250—350 черезъ 10 саж. и для большаго радіуса черезъ 25 саж., безъ чего нельзя точно обрисовать настоящей профили пути, что особенно важно въ мѣстахъ гористыхъ при большихъ работахъ. Нѣкоторые инженеры этого не дѣлаютъ, мотивируя эту свою нераціональную экономію труда тѣмъ, что подобная разбивка оси полотна производится лишь для производства земляныхъ работъ передъ самой постройкой.

Когда возстановленная линія промѣряна и пронивеллирована, то къ таковой исполнительной линіи, при окончательныхъ изысканіяхъ передъ постройкой должны быть сняты вновь всѣ необходимые для подсчета земляныхъ работъ поперечныя профиля, кои называются исполнительными и по коимъ производится разсчетъ съ подрядчиками.

Въ 4-хъ) зачастую при производствѣ предварительныхъ изысканій инженеры не обращаютъ достаточнаго вниманія на правильное распредѣленіе станцій и водоснабженія. Окончательными изысканіями должны быть подробно разработаны эти разстоянія и водоснабженіе каждой станціи въ отдѣльности. Къ проекту должны быть представлены всѣ необходимые расчеты количества воды: въ живыхъ источникахъ, рѣкахъ, рѣчкахъ, ключахъ, озерахъ, также въ искусственно устраиваемыхъ водохранилищахъ, прудахъ, съ ихъ плотинами и водопропускными сооруженіями, а также нивеллировки по устройству прудовъ, укладкѣ трубъ и пр. Въ виду этого въ нашемъ руководствѣ мы отвели цѣлую главу XVI о водоснабженіи, съ приложеніемъ лучшихъ примѣровъ и образцовъ подсчетовъ существующихъ станцій съ водоснабженіемъ. См. томъ III, стр. 113—134.

Постройка Сибирской дороги и безводье во многихъ ея мѣстахъ могутъ намъ служить примѣрами ошибокъ, кои желательно дабы больше не повторялись. Вся мѣстность между

рѣками Иртышемъ и Обью и отчасти р. Тоболь и Иртышемъ на протяженіи болѣе 1000 вер. очутилась вслѣдъ за открытіемъ движенія безъ воды и таковую приходится развозить на многихъ участкахъ нѣсколькими спеціальными водяными поѣздами. При постройкѣ отсутствія воды не могло быть извѣстно, но къ сожалѣнію, строители не ожидали такого развитія движенія, которое въ скоромъ будущемъ еще болѣе разовьется не пожелали сразу испросить суммъ на капитальное обезпеченіе водой дороги, хотя бы длинными водопроводами изъ Иртыша и Оби.

Водоснабженіе Забайкальской ж. д. несмотря на столь продолжительную шестилѣтнюю ея постройку оставляетъ желать очень многаго. На многихъ станціяхъ даже горныхъ участкахъ водоснабженіе устроено изъ колодцевъ, которые зачастую изсякаютъ; на нѣкоторыхъ станціяхъ вода для движенія добывается путемъ таянія льда, путемъ искусственнаго нагроможденія снѣга щитами на тощихъ водохранилищахъ, также при помощи дорогостоющихъ отопляемыхъ водопроводныхъ галлерей, коихъ отапливаніе стоитъ слишкомъ дорого и эти галлереи всетаки обмерзаютъ. Къ сожалѣнію, строители не прибѣгли къ капитальной прокладкѣ водопроводныхъ трубъ на достаточной глубинѣ, пожалѣли средствъ на устройство надежныхъ, достаточно глубокихъ водохранилищъ, а главное — не прибѣгли къ артезіанскимъ колодцамъ.

Въ 5-хъ) Начальники партій обязаны провѣрить разстояніе между пунктами скрещенія и водоснабженія, согласно данныхъ нами указаній и формулъ въ гл. XVII въ зависимости отъ пропускной способности и профили пути, и составить графикъ распредѣленія станціи. Конечно, вообще говоря, станціи и разъѣзды проектируются въ зависимости отъ топографическихъ условіи мѣстности, почему иногда случается, что станціи распредѣляются не равномѣрно и иногда эти разстоянія значительно меньше требуемыхъ по подсчету. Точно также станціи съ водоснабженіемъ распредѣляются не всегда равномѣрно, имѣя всегда въ виду преимущество живого источника передъ системами водоснабженія.

Въ томъ случаѣ, когда линія слѣдуетъ вдоль рѣки снабжающей водой дорогу и нѣтъ особенныхъ топографическихъ препятствій, тогда разстоянія между станціями могутъ быть максимальны,—согласно точному подсчету.

© ГПНТБ СССР

Много у насъ въ Россіи примѣровъ дорогъ оплачивающихъ вѣчную контрибуцію, вслѣдствіе плохо трассированныхъ линій по ползучимъ косогорамъ, плывунамъ, трясинамъ и проч., кои при окончательныхъ изысканіяхъ легко могли бы быть обойдены. Много примѣровъ дорогъ направленныхъ въ угоду мѣстныхъ потребностей черезъ заводы, богатыя имѣнія и проч., по болѣе длинному пути, кои потомъ оказались транзитными, и наоборотъ предполагаемая транзитная линія, миновавшая города и заводы оказалась бездоходной и пришлось строить питающія ее вѣтви. Много примѣровъ дорогъ искаженныхъ въ планѣ и профили слишкомъ тяжелыми безъ надобности подъемами и кривыми. Всѣ эти дороги осуждены оплачивать вѣчную контрибуцію вслѣдствіе неудачно выбраннаго направленія. Вотъ почему при окончательныхъ изысканіяхъ не слѣдуетъ останавливаться предъ данными предварительныхъ изысканій. Всѣ требованія, указанныя нами въ главѣ о предварительныхъ изысканіяхъ: о геологическихъ, статистическихъ и проч. изслѣдованіяхъ должны бывь вновъ провѣрены и окончательно дополнены. Для этихъ работъ должны быть всегда приглашаемы спеціалисты.

Вслѣдствіе недостатка отпускаемыхъ средствъ не рѣдко предварительныя изысканія производятся слишкомъ поверхностно, между тѣмъ какъ нами уже было изложено, таковыя изысканія въ отношеніи производства работъ ничѣмъ не должны разниться отъ окончательныхъ, почему ассигнуемыя на нихъ суммы должны бытч вполнѣ достаточны.

Всѣ данныя для подсчета искусственныхъ сооруженій какъ равно и площади бассейновъ, въ случаѣ подобности, должны быть при окончательныхъ изысканіяхъ сняты съ натуры, затѣмъ опредѣленія скоростей рѣкъ, буренія подъ основанія опоръ, для опредѣленія глубины ихъ заложенія и пр. и пр. должны быть въ совершенной полнотѣ закончены.

Дополнительныя работы при окончательныхъ изысканіяхъ.

1) Должны быть опредѣлены грунты выемокъ и резервовъ и относительное положеніе резервовъ, такъ какъ эти два послѣднія обстоятельства значительно измѣняютъ стоимость единицы работъ. Поперечныя профиля въ совокупности съ планомъ линіи опредѣляютъ кромѣ того всѣ необходимыя работы по проекту пагорныхъ канавъ и водоотводныхъ и водонаправляющихъ сооруженій, для составленія проекта коихъ нерѣдко бываютъ необходимы кромѣ того и особыя съемки мѣстности.

2) Кромѣ того, должны быть составлены планы станцій съ показаніемъ расположенія путей на нихъ, къ нимъ должны быть приложены поперечныя профили станціонныхъ площадокъ для опредѣленія земляныхъ работъ необходимыхъ для планировки мѣстности; на планахъ должно быть намѣчено водоснабженіе станцій, для чего необходимо изслѣдованіе болѣе подробное источниковъ питанія водопроводовъ и продольная профиль водопроводной сѣти.

3) По длинѣ всей линіи должна быть сдѣлана подробная съемка мѣстности съ опредѣленіемъ границъ владѣльцевъ земель, по которымъ намѣчена линія, и распредѣленіемъ земель на лѣсные, пахотные и иные участки; а также сносомъ строеній; въ мѣстахъ пересѣченія поселковъ должны быть составлены подробные планы построекъ прилегающихъ къ линіи. На такихъ планахъ наносится полоса очужденія, ширина которой зависитъ отъ различныхъ потребностей постройки; собравъ свѣдѣнія о стоимости различныхъ родовъ земель и стоимости сносовъ построекъ, можно составлять смѣту отчужденія земель. Эти планы и вѣдомости особенно необходимы въ мѣстахъ застроенныхъ.

Въ особенности надлежитъ вносить въ планъ отчужденія мѣста гдѣ можно ожидать залежей балласта, камня, песку и пр. строительныхъ матеріаловъ. Правила о постройкахъ, складахъ, раскопкахъ и пр. вблизи желѣзныхъ дорогъ, томъ III, стр. 162 и 192.

4) Должны быть выяснены цѣны на рабочія руки—мѣстнаго населенія: землекоповъ, каменщиковъ, плотниковъ и прочихъ мастеровыхъ, также въ мѣстахъ болѣе отдаленныхъ количество таковыхъ. См. т. III.

5) Изслѣдованіе грунтовъ въ выемкахъ съ цѣлью опредѣленія стоимости земляныхъ работъ дѣлается по мѣрѣ надобности, причемъ если глубина ея не превышаетъ 1,5 саж., то это можетъ быть достигнуто выкопкою пробныхъ ямъ; при

© ГПНТБ СССР

глубинѣ же болѣе 1,5 саж. приходится прибѣгать къ буренію или опусканію колодцевъ, опуская ихъ до дна выемокъ и замѣчая на какихъ глубинахъ происходитъ измѣненіе грунтовъ. Грунты въ резервахъ, глубина коихъ рѣдко превышаетъ 1,5 можно опредѣлять пробными ямами.

6) Подробныя данныя, необходимыя для разсчета отверстій искусственно сооруженныхъ изложены въ главѣ XVIII.

Точно также должны быть собраны нивеллировками всѣ данныя для подсчета.

Канавъ въ корѣ болотъ.

Нагорныя канавы отъ 50 до 75 куб. сажен. на версту.

Подсыпка бермъ отъ 40 до 60 куб. саж. на версту.

Прорытіе руселъ отъ 40 до 60 куб. саж. на версту.

По устройству переѣздовъотъ 40 до 60 куб. саж. на переѣздъ.

По засыпкѣ ямъ и старыхъ руселъ, планировкѣ подъ гражданскія сооруженія и отклоненію встрѣчающихся дорогъ.

По устройству струенаправляющихъ дамбъ.

Полевые журналы и профили.

Всѣ свѣдѣнія, относящіяся къ проектируемой жел. дорогѣ, и всѣ результаты геодезическихъ работъ по изысканіямъ должны записываться въ полевые журналы. Такихъ журналовъ должно быть девять, а именно:

1) и 2) Журналы главной и контрольной нивеллировки линіи. Образецъ этого журнала данъ нами на стр. 76.

3) Журналъ кривыхъ и прямыхъ, съ подсчетомъ длины вставокъ.

4) Пикетажный журналъ. Это есть журналъ для занесенія всего, что встрѣчается въ полѣ на направленіи дороги; поэтому въ пикетажный журналъ вносятся всѣ точки, обозначенныя на линіи кольями, всѣ повороты и углы и всѣ особенности мѣстности, какія только могутъ встрѣтиться, какъ-то: дѣлаются указанія на родъ мѣстности, по которой проходитъ линія (лѣсъ, садъ, пашня, село и т. п.), съ обозначеніемъ пикетажными отмѣтками начала и конца. Записывается также и порода и качество лѣса (лиственный, хвойный, кустарникъ, дровяной лѣсъ и т. п.). Если на линіи или вблизи отъ нея находятся

какія-либо строенія, то они отмѣчаются въ журналѣ съ указаніемъ рода постройки, ея матеріала (каменный домъ, деревянная мельница, досчатый баракъ и т. п.), общихъ размѣровъ (длина, ширина, высота — приблизительно) и разстояніе отъ линіи. При пересѣченіи дорогъ, онѣ обозначаются въ журналѣ (приблизительно подъ дѣйствительнымъ угломъ къ оси пути) съ надписью, откуда и куда идетъ дорога и какая она (шоссе, почтовая, проселочная. желѣзная, вьючная тропа и т. п.). Обозначаются въ журналѣ также ручьи, рѣки, озера, болота съ указаніемъ стрѣлкой направленія теченія и подписью названія. Помѣщаются, наконецъ, указанія на родъ грунта той мѣстности, по которой проходитъ линія (черноземъ, песокъ, скала, глина и т. п.). Особенное вниманіе должно быть обращено на обозначеніе такихъ мѣстъ, гдѣ при сооруженіи дороги могутъ встрѣтиться болѣе или менѣе значительныя затрудненія, такъ, напр., должны быть занесены въ журналъ мѣста со сплывами, обвалами, трясинами, снѣжными обвалами, рѣчными выносами и проч. Всѣ такія мѣста съ соотвѣтственными надписями записываются въ журналъ съ указаніемъ пикетажными отмѣтками длины протяженія ихъ по линіи дороги.

Наконецъ, въ томъ же журналѣ обозначаются границы уѣздовъ и губерній и записывается, по какую сторону отъ линіи и приблизительно противъ какого пикета находятся тѣ города, села, деревни, мимо которыхъ проходитъ линія.

Когда мѣстность легкая и ситуація не сложная, то журналъ 2 и 3 соединяются въ одинъ согласно приложенному образцу. Образецъ пикетажнаго журнала данъ на стр. 347.

5) Журналы поперечныхъ профилей, въ коихъ профиля должны быть въ случаѣ надобности показаны отдѣльными эскизами.

6) Журналъ нивеллировки руселъ, рѣкъ (живыхъ сѣченій) и враговъ. Для каждой рѣки въ журналѣ долженъ быть составленъ отъ руки чертежъ русла съ показаніямъ горизонтовъ воды: низкаго, меженнаго и высокаго, а также горизонта ледохода. Тутъ же должны быть приведены всѣ промѣры глубинъ и указаны площади живыхъ сѣченій. Въ этомъ журналѣ могутъ быть помѣщены данныя, полученныя при измѣреніи скоростей рѣкъ.

7) Геологическій журналъ, куда заносятся всѣ свѣдѣнія,

ОТГИЗ

добытыя геологическими изслѣдованіями по поверхности, шурфованіемъ и буреніемъ.

8) Журналъ разныхъ свѣдѣній, въ который записывается вообще все, что можетъ имѣть то или другое значеніе при составленіи проекта, какъ-то: свѣдѣнія о строительныхъ матеріалахъ, о водоснабженія станцій, о торговомъ и промышленномъ значеніи сосѣднихъ населенныхъ центровъ, и пр.

9) Журналъ водоснабженія станцій, поперечныхъ профилей на станціяхъ и другихъ дополнительныхъ работъ.

Въ нивеллировочныхъ и пикетажныхъ журналахъ каждая отдѣльная работа должна быть снабжена надписью, въ родѣ: Нивеллировка (или пикетажъ) главной линіи отъ пик. № 000».

Ессли работа исполнена на варіантѣ, то подписывается: «Нивеллировка (или пикетажъ) варіанта отъ пик. № 000 до пик. № 000 главной линіи». Тутъ же выставляется число мѣсяца, когда производилась работа.

Если во время нивеллировки какая-либо часть линіи была пропущена и пронивеллирована впослѣдствіи ватерпасомъ, то въ журналѣ, въ графѣ примѣчаній должна быть сдѣлана надпись: «Отъ пик. № 000 до пик. № 000 ватерпасная нивеллировка», съ указаніемъ, гдѣ можно найти ее.

Вечеромъ каждаго дня, по возвращеніи съ работъ, обѣ нивеллировки должны быть провѣрены, и провѣрочныя суммы взглядовъ должны быть подсчитаны и записаны въ соотвѣтственныя графы. Если разница между обѣими нивеллировками незначительная, не выходящая за предѣлы допускаемой, то по нивеллировочному журналу вычерчивается рабочій профиль пройденной въ теченіе дня части линіи, чтобы можно было судить, насколько удовлетворительно назначена линія, въ какихъ работахъ она проектируется, и не надо ли ее всю или частью измѣнить, раньше чѣмъ продолжать ее дальше на слѣдующій день, какъ объ этомъ уже было сказано выше.

Необходимость провѣрки по профили пройденной въ теченіе дня части линіи настолько важна, что ежедневная свѣрка нивеллировочныхъ журналовъ, подсчетъ отмѣтокъ и вычерчиваніе рабочей профили должны быть безусловно обязательными, и ни въ какомъ случаѣ эти вечернія работы не должны быть запускаемы, въ особенности при подведеніи линіи по волнистой и пересѣченной мѣстности.

10) Рабочая профиль составляется въ масштабѣ, принятомъ для подробныхъ профилей, но въ самомъ упрощенномъ видѣ, а именно: наносятся лишь пикеты и наиболѣе характерныя промежуточныя точки, надписываются ихъ отмѣтки, по которымъ вычерчивается очертаніе земной поверхности; обозначаются также точки касанія каждой кривой съ указаніемъ лишь величины радіуса, отъ котораго зависитъ предѣльная величина уклоновъ. Все это вычерчивается тушью. Проектная линія наносится карандашемъ, и надписываются величина и протяженіе каждаго уклона, а также проектныя отмѣтки на переломахъ линіи.

Нивеллировочныхъ журналовъ слѣдуетъ имѣть два: одинъ—чистовой, который постояно остается дома, другой—черновой въ формѣ вѣдомости, тѣмъ болѣе, что не всѣ точки можно всегда помѣстить въ профиль. Въ эту же вѣдомость вносятся кривыя и прямыя (ихъ начала и конецъ). Такое веденіе журнала весьма полезно на случай, во 1-хъ, потери журнала, а во 2-хъ—продолжительной ненастной погоды и частыхъ дождей, когда журналъ намокаетъ, листы его коробятся, рвутся, а написанное карандашемъ такъ сильно пачкается и расплывается, что съ большимъ трудомъ можно иногда прочитать цифры. Подобная вѣдомость необходима при представлевіи проекта.

11) Всѣ записи и чертежи въ поименованныхъ журналахъ должны быть исполнены ясно, аккуратно, въ надлежащемъ порядкѣ, безъ помарокъ и путаницы, такъ чтобы по этимъ журналамъ проектъ могъ быть составленъ не только лицами, производившими изысканія, но и другими же бывшими на изысканіяхъ. См. гл. IV, стр. 31—34.

Свѣдѣнія о строительныхъ матеріалахъ и рабочей силѣ *). Одновременно съ производствомъ изысканій дороги должны быть собраны по возможности вѣрныя и подробныя свѣдѣнія о строительныхъ матеріалахъ и рабочей силѣ, которыми можно располагать на мѣстѣ во время постройки. Свѣдѣнія о нихъ должны заключаться въ слѣдующемъ:

а) Дерево: 1) порода лѣса, 2) качество его, 3) размѣры,

*) Условія годности естественныхъ камней и лѣса смотри въ т. III, стр. 181—192.

4) на что годенъ (дрова, шпалы, постройки, сваи и т. п.), 5) мѣста добычи, въ какомъ видѣ находится въ продажѣ, 7) мѣста складовъ лѣсныхъ матеріаловъ, 8) цѣна разныхъ сортовъ лѣса, 9) способы и дальность доставки его на линію, 10) къ каковому пункту линіи удобнѣе всего можетъ быть доставленъ.

б) Камень: 1) родъ камня, 2) мѣста добычи, 3) строительныя качества камня, 4) приблизительное количество его, 5) способы добычи, 6) стоимость куб. единицы на мѣстѣ добычи, 7) стоимость и дальность доставки на линію, 8) къ какому пункту линіи удобнѣе всего можетъ быть доставленъ, 9) кому принадлежитъ камень.

в) Кирпичъ: 1) мѣста изготовленія, 2) сортъ и строительныя качества кирпича, 3) количество кирпича, находящагося обыкновенно въ продажѣ, 4) наибольшая производительность заводовъ, 5) мѣста складовъ кирпича, 6) цѣна кирпича на мѣстѣ продажи и съ доставкой на линію, 7) способы и дальность доставки, 8) къ какому пункту линіи удобнѣе можетъ быть доставленъ.

г) Известь: 1) мѣста производства, 2) строительныя качества извести, 3) наибольшая производительность печей, 4) способы обжига (постоянныя или напольныя печи), 5) стоимость на мѣстѣ производства, продажи и на линіи, 6) способы и дальность доставки на линію, 7) до какого пункта линіи удобнѣе всего можетъ быть доставлена.

д) Песокъ: 1) мѣста добычи, 2) приблизительная площадь и толщина песчанаго пласта (карьера), 3) толщина вскрышки (пласты другихъ породъ покрывающихъ песчаный слой), 4) качества песка (крупность зеренъ, примѣси, твердость, растворяемость въ водѣ), 5) на что пригоденъ (для балласта, для каменной или кирпичной кладки), 6) насколько удобенъ и выгоденъ пластъ для устройства балластнаго карьера, 7) стоимость песка, 8) способы и дальность доставки на линію, 9) къ какому пункту линіи удобнѣе всего можетъ быть доставленъ.

Относительно рабочей силы, должны быть собраны слѣдующія свѣдѣнія:

1) На какое число (примѣрно) рабочихъ можно разсчитывать въ данной мѣстности въ различное время года; 2) насколько пригодны мѣстные рабочіе по своимъ способностямъ

и выносливости для работъ по постройкѣ дороги; 3) въ какомъ числѣ (примѣрно) можно имѣть спеціальныхъ рабочихъ и какихъ цеховъ: каменщики, кирпичники, камнетесы, плотники, столяры, печники, кровельщики, кузнецы, слесаря и пр.; 4) условія найма рабочихъ, выработанныя мѣстною практикою; 5) цѣны поденныя, мѣсячныя и годовыя разнаго рода рабочимъ при наймѣ ихъ подрядчиками и казенными учрежденіями: 6) сдѣльныя цѣны главнѣйшихъ видовъ работъ (земляныя работы, камнетесныя работы, каменная и кирпичная кладка, рубка стѣнъ изъ бревенъ, кровельныя работы, печныя работы, мостовыя работы и проч.); 7) цѣны на пароконныя и одноконныя подводы съ проводникомъ или безъ него, поденно и помѣсячно; 8) средняя покупная цѣна рабочей лошади, а также подводы съ упряжью; 9) средняя стоимость лошади и ухода за нею; 10) на каждое число (примѣрно) лошадей можно разсчитывать въ данной мѣстности въ различное время года, какъ для найма, такъ и для покупки.

Кромѣ того, необходимы подробныя статистическія данныя о богатствѣ, т. е. производительности и потребленіи края, а также движеніи грузовъ вдоль проектируемой дороги и проч. Всѣ эти свѣдѣнія должны представлять собой точныя документальныя данныя, собранныя при содѣйствіи мѣстныхъ учрежденій и властей и во всякомъ случаѣ, насколько возможны, должны быть провѣрены членами экспедиціи по изысканіямъ дороги.

Геологическія изысканія.

Геологическія изысканія должны состоять въ опредѣленіи геологическаго состава, строенія и прочности породъ, залегающихъ вдоль полотна проектируемой дороги и въ мѣстахъ расположенія принадлежащихъ къ ней построекъ. Изслѣдованія грунта должны быть произведены съ поверхности, а на мѣстахъ, назначенныхъ подъ особенно важныя и грузныя сооруженія, и тамъ, гдѣ по мѣстнымъ условіямъ можно ожидать какихъ-либо особенностей въ геологическомъ характерѣ грунта, трудно уяснимыхъ однимъ лишь поверхностнымъ осмотромъ мѣстности геологическія изслѣдованія должны быть произведены и на глубинѣ.

ОТИПРОЗЕМ

Для опредѣленія напластованій по поверхностному осмотру особенно слѣдуетъ пользоваться обнаженіями ихъ въ оврагахъ, рытвинахъ и по крутымъ обрывистымъ берегамъ рѣкъ.

Особенное вниманіе должно быть обращено на мѣстности съ грунтами глинистыми, торфяными, илистыми, болотными и вообще всѣми слабыми грунтами, легко разрушающимися подъ вліяніемъ воды и воздуха и представляющими слабое сцѣпленіе и малую прочность.

Тщательное изслѣдованіе должно быть произведено также на болѣе или менѣе крутыхъ косогорахъ, состоящихъ изъ породъ хотя и крѣпкихъ, но сильно растрескавшихся и потому склонныхъ къ обваламъ и осыпямъ (мергель, шиферъ, мягкій песчаникъ и т. п.). Особенно важно обратить вниманіе на такія мѣста, кои должны быть пройдены выемками, если притомъ слои твердаго грунта чередуются со слоями мягкихъ породъ (глина, тальк)., по которымъ растрескавшіеся пласты легко могутъ скользить. Для каждой выемки необходимо, кромѣ рода грунта, знать еще направленіе паденія пластовъ и хотя приблизительно крутизну этого паденія.

Изслѣдованія на глубину должны быть главнымъ образомъ произведены на мѣстахъ расположенія значительныхъ мостовъ, віадуковъ и зданій для опредѣленіи глубины заложенія основаній, въ глубокихъ выемкахъ, проектированныхъ въ разрушенныхъ слояхъ сомнительной прочности и устойчивости, каковы напримѣръ старые обвалы, слежавшіяся осыпи и выносы, покрытые нерѣдко маскирующими ихъ слоями болѣе плотныхъ породъ, а равно въ мѣстахъ расположенія высокихъ насыпей.

Изслѣдованія на глубину не болѣе 1 саж. могутъ быть производимы щупомъ или американскимъ буромъ, а также развѣдочными колодцами или шурфами.

Изслѣдованія грунта. Изслѣдованіе грунта вдоль проектируемой желѣзной дороги производится: 1) для опредѣленія глубины заложенія основаній и толщины того слоя, которому желаютъ передать давленіе сооруженія; 2) для опредѣленія рода и стоимости работъ, а также крутизны откосовъ въ выемкахъ; 3) для изслѣдованія пластовъ строительныхъ матеріаловъ преимущественно камня и песка); 4) для отысканія и изслѣдованія источниковъ воды, потребной для снабженія станціи и путевыхъ зданій.

Глубина сондировки. Глубина сондировки зависитъ отъ цѣли этой работы. Такъ, при опредѣленіи глубины заложенія основаній разныхъ сооруженій сондировкою изслѣдуются не только всѣ верхніе слои грунта, не пригоднаго по своей слабости для принятія груза сооруженія, но также и материковый пластъ на глубину не менѣе 2 саж. такъ какъ только при такой толщинѣ онъ считается способнымъ выдержать грузъ самаго тяжелаго сооруженія. Поэтому, если при сондировкѣ будутъ на нѣкоторой глубинѣ обнаружены слои хотя и очень надежнаго и твердаго грунта, но толщиною менѣе 2 саж., то они не могутъ быть безопасною подошвою для фундамента сооруженія, и сондировка должна быть продолжена далѣе въ глубь для розысканія пласта надлежащей толщины. Нерѣдко, впрочемъ, материковые пласты требуемой толщины залегаютъ на столь значительной глубинѣ, что пользованіе ими, какъ подошвою фундамента, сопряжено съ громадными затрудненіями и расходами. Въ такихъ случаяхъ сондировка ведется на глубину не болѣе 8 — 10 саж., а грузъ сооруженія передается хотя не материковымъ пластамъ, но предварительно уплотненнымъ искусственнымъ способомъ (забивка свай частокомъ, втрамбовываніе щебня, шпунтовые ряды), или при уменьшенномъ давленіи сооруженія на единицу площади фундамента (уширеніе фундамента, замѣна верхняго слоя грунта пескомъ, сплошные фундаменты). Вообще глубина сондировки находится въ зависимости отъ наибольшаго давленія, производимаго сооруженіемъ на квадратную единицу площади, при размѣрахъ его, обыкновенно употребляемыхъ на практикѣ, а также отъ наибольшаго давленія, безопасно допускаемаго на тотъ или иной грунтъ.

Сондировка выемокъ должна доходить до глубины будущаго полотна дороги. Въ сухихъ и мокрыхъ болотахъ, покрытыхъ сверху моховою корою, слѣдуетъ опредѣлить сондировкою, какъ вообще глубину болота, такъ и толщину верхней коры и нижнихъ торфяныхъ или илистыхъ слоевъ, покрывающихъ дно болота и способныхъ сильно сжиматься подъ давленіемъ насыпи.

Такъ какъ пользованіе строительными матеріалами, лежащими на значительной глубинѣ, вообще невыгодно, то сондировка, предпринимаемая съ цѣлью изслѣдованія пластовъ

строительнаго камня или песка, не ведется на глубину болѣе 2 саж. Сондировка съ цѣлью отысканія воды для путевыхъ зданій углубляется не болѣе 6 саж. Тѣ овраги и балки, которые предполагается превратить путемъ запруживанія плотинами въ резервуары воды для снабженія станцій, должны быть обслѣдованы сондировкою на глубину не менѣе 2 саж. для обнаруженія водопроницаемыхъ пластовъ, по которымъ собранная вода можетъ уходить изъ бассейна въ глубь.

Шурфованіе. Шурфованіе есть одинъ изъ способовъ сондировки грунта посредствомъ колодцевъ, которые роются въ назначенныхъ для того мѣстахъ до опредѣленной глубины. Наиболѣе выгодная форма шурфа круглая, такъ какъ при одной и той же ширинѣ съ квадратною она требуетъ меньше выемки грунта. Но круглая фарма колодца затрудняетъ обдѣлку его крѣпями, гдѣ это требуется слабостью грунта. Въ этомъ отношеніи удобнѣе прямоугольная форма шурфа. Наименьшими размѣрами шурфа, при которыхъ работа киркою и лопатою еще возможна, слѣдуетъ считать $^1/_2$ саж. въ діаметрѣ или въ сторонѣ квадрата. Но лучше придавать шурфамъ форму прямоугольника со сторонами въ 0,40 саж. и въ 0,75 саж.; обыкновенные же размѣры шурфа считаются въ $0{,}60 \times 0{,}85$ саж.

Работа по опусканію шурфа ничѣмъ не отличается отъ рытья обыкновенныхъ колодцевъ. При небольшой глубинѣ шурфа (до 0,75 с.) рабочій можетъ выбрасывать землю изъ шурфа лопатой. При дальнѣйшемъ углубленіи необходимо пользоваться ведрами или корзинами, которыя нижній рабочій подаетъ верхнему. Наконецъ, при еще большей глубинѣ приходится поднимать ведра и корзины на веревкѣ, для чего надъ шурфомъ устраивается легкій воротокъ. Вода появляющаяся въ шурфѣ отливается ведрами; при значительномъ же притокѣ ея и большой глубинѣ шурфа слѣдуетъ употреблять насосы.

Только въ каменистыхъ грунтахъ стѣнки шурфа могутъ стоять открытыми на значительную глубину. Въ прочихъ грунтахъ, вслѣдствіе обваловъ и осыпанія грунта, послѣдній долженъ быть поддержанъ деревянною одеждою—крѣпями. Крѣпи состоятъ изъ рамъ, сколоченныхъ изъ толстыхъ досокъ, пластинъ или тонкихъ бревенъ, смотря по слабости грунта, и располагаются черезъ каждую сажень или болѣе по периметру

шурфа. За рамы закладываются доски, которыя крѣпко прижимаются къ грунту клиньями, забиваемыми между рамами и досками.

Во многихъ случаяхъ, когда грунтъ не подвергается обваламъ и выпучиванію и не производитъ большого давленія на крѣпи, а лишь осыпается, и глубина шурфа не особенно велика, досчатыя крѣпи съ рамами, довольно дорогія, могутъ быть замѣнены крѣпями изъ плетней. Колья такого плетня толщиною $1—1^1/_2$ вер. располагаются по периметру шурфа въ разстояніи 5—6 вершк. одинъ отъ другого и плотно заплетаются свѣже-срубленными вѣтвями (не очищая листьевъ). При подрываніи грунта подъ плетнемъ и при поколачиваніи по верху плетня удается опускать его въ шурфъ по мѣрѣ углубленія послѣдняго. При круглой формѣ шурфа такія плетневыя крѣпи въ состояніи выдерживать довольно значительное давленіе грунта и въ лѣсныхъ мѣстностяхъ обходятся крайне дешево.

По мѣрѣ углубленія шурфа производятся наблюденія надъ порядкомъ измѣненія рода грунта и толщины отдѣльныхъ пластовъ, а также опредѣляются углы паденія и простиранія пластовъ. Для каждаго шурфа ведется журналъ, куда въ послѣдовательномъ порядкѣ записываются всѣ вышеуказанныя данныя, съ обозначеніемъ глубины залеганія каждаго пласта, горизонта грунтовыхъ водъ.

Ручное буреніе. Буреніе есть изслѣдованіе грунта посредствомъ пробивки на данную глубину цилиндрической скважины и въ добычѣ изъ него мелкихъ образчиковъ грунта для опредѣленія его геологическаго состава и строенія. Буръ для ручнаго буренія состоитъ изъ слѣдующихъ частей: 1) буровое напарье, т. е. нижняя часть буроваго инструмента, предназначенная для разрушенія грунта на днѣ скважины и для углубленія послѣдней; 2) штанги, т. е. пустотѣлаго цилиндрическаго стержня, къ которому привинчивается напарье. Штанга составляется изъ отдѣльныхъ колѣнъ или звеньевъ въ видѣ стальныхъ трубокъ, которыя свинчиваются вмѣстѣ по мѣрѣ надобности; 3) ушка, навинчиваемаго на верхній конецъ штанги; 4) рукоятки, вставляемой въ ушко; 5) нажимныхъ хомутовъ, предназначенныхъ для свинчиванія и развинчиванія его во время буренія въ скважинѣ; 6) обсадныхъ или закрѣпитель-

ныхъ трубъ въ видѣ отдѣльныхъ колѣнъ, свинчиваемыхъ вмѣстѣ и служащихъ для сдерживанія грунта въ скважинѣ отъ обваловъ и осыпанія.

Кромѣ того, при буреніи съ промывкою скважины необходимо еще имѣть ручной насосъ и каучуковые рукава.

Что касается напарья, то оно бываетъ пяти различныхъ сортовъ, въ зависимости отъ твердости пробуравливаемаго грунта: 1) для летучихъ и разжиженныхъ водою грунтовъ, а также для мелкой гальки употребляется желонка; 2) въ мягкихъ грунтахъ, какъ напримѣръ, глина, слабые мергели, глинистый песокъ, торфъ и пр., буреніе производится буровой ложкой; 3) для крупной гальки и грунта, содержащаго много отдѣльныхъ булыгъ, служитъ пирамидальный буръ; 4 и 5) въ твердыхъ породахъ употребляются два напарья: при ударномъ буреніи — долото, и при вращательномъ — трубчатый буръ съ зубчатой коробкой.

Діаметръ скважины зависитъ отъ глубины буренія: такъ до 8 саженей глубины пробуравливаются скважины въ $1^1/_2$ дюйма діаметромъ; при большей глубинѣ до 15 саж. скважинѣ придаютъ діаметръ въ $2^1/_4$—$2^1/_2$ дюйма.

Способы буренія. Смотря по способу пользованія буромъ, буреніе бываетъ двухъ родовъ:

1. Ударное, когда дно скважины разрушается рядомъ ударовъ объ него соотвѣтствующаго напарья бура (долото). Это буреніе примѣняется лишь при прохожденіи твердыхъ породъ, а также для разбиванія отдѣльныхъ булыгъ (пирамидальнымъ буромъ);

2. Вращательное, когда раздробленіе грунта производится разрѣзываніемъ или истираніемъ его. Оно употребляется во всѣхъ грунтахъ, кромѣ твердыхъ, и достигается вращеніемъ бура вокругъ его оси съ употребленіемъ соотвѣтственнаго напарья (ложка, желонка или трубчатый буръ).

Кромѣ этого различаютъ еще: 1) буреніе съ промывкою скважины и 2) сухое буреніе. Промывка скважины заключается въ томъ, что во все время буренія посредствомъ насоса заставляютъ въ скважинѣ циркулировать воду, которая размельчаетъ и выноситъ изъ скважины разрушенную породу.

Способъ этотъ весьма хорошъ, такъ какъ значительно облегчаетъ и ускоряетъ работу буренія и устраняетъ необходимость

въ извлеченіи грунта изъ скважины желонкою. Но при этомъ необходимо закрѣплять скважину обсадными трубами; кромѣ того, при такомъ способѣ трудно получить хорошіе образцы пробиваемой породы для опредѣленія ея геологическаго состава.

Ходъ буровыхъ работъ. Приступая къ буренію скважины, собираютъ буръ, т. е. къ одному колѣну штанги привинчиваютъ съ одной стороны ложку, съ другой ушко. Поставивъ буръ вертикально къ точкѣ, гдѣ должна быть скважина, и вложивъ въ ушко рукоятку, рабочій нажимаетъ буръ къ землѣ, поворачивая его рукояткою вправо. Ложка ввинчивается въ грунтъ, и буръ начинаетъ погружаться въ землю. Сдѣлавъ 15 оборотовъ, буръ вытаскиваютъ (продолжая вертѣть вправо, его тянутъ вверхъ), ставятъ вертикально около скважины, очищаютъ ложку отъ накопившагося въ ней грунта и снова вставляютъ въ скважину, продолжая буреніе попрежнему.

Когда первое звено штанги уйдетъ въ землю, то не вынимая бура, отвинчиваютъ ушко и навинчиваютъ новое звено.

Напарье, очевидно, должно соотвѣтствовать твердости грунта Поэтому, если буръ дойдетъ до твердыхъ породъ, то его вытаскиваютъ изъ скважины, ложку замѣняютъ долотомъ и продолжаютъ буреніе дальше, но уже ударнымъ способомъ, т. е. поднимаютъ буръ на 1—$1^1/_2$ фута и ударяютъ имъ въ дно скважины. Передъ каждымъ ударомъ буръ поворачиваютъ въ $^1/_8$—$^1/_{10}$ окружности.

Когда на днѣ скважины наберется столько разбитой породы, что удары бура сдѣлаются глухими, то буръ вынимаютъ, а въ скважину спускаютъ желонку на веревкѣ или на штангѣ. Послѣ нѣсколькихъ ударовъ по дну скважины, желонку вынимаютъ, и отодвинувъ въ лѣвую сторону пружинную собачку, снимаютъ боковую крышку и высыпаютъ изъ желонки породу.

Въ слабыхъ и пропитанныхъ водою грунтахъ стѣнки скважины не могутъ сохраняться и обваливаются или осыпаются. Для предохраненія скважины отъ засоренія въ такихъ случаяхъ необходимо закрѣпить ее трубами. Опустивъ въ скважину первое звено трубы, надѣваютъ на верхній конецъ ея хомутъ и, прижимая къ землѣ, вертятъ ее вправо до тѣхъ поръ, пока она вся войдетъ въ землю. Тогда навинчиваютъ новое звено трубы и продолжаютъ попрежнему погружать ее,

ОТПЕЧАТАНО

пока вся скважина не будетъ закрѣплена. Но при этомъ надо имѣть въ виду, чтобы нижній конецъ трубы былъ выше напарья бура.

Буреніе глубокихъ скважинъ (до 15 с.) производится подобно вышеописанному, только діаметръ скважины дѣлается болѣе. Такъ какъ при этомъ поднятіе тяжелаго буроваго инструмента однимъ рабочимъ затруднительно, то надъ скважиной устанавливаютъ треногу (коперъ) высотою въ 3 саж. изъ 3 вершк. бревенъ, немного вкопанныхъ въ землю и на верху соединенныхъ вмѣстѣ. Къ копру подвѣшивается шкивъ, черезъ который перебрасывается веревка, привязанная къ ушку бура. При ударномъ буреніи рабочіе поднимаютъ веревкою буръ на 1—2 фута и сразу опускаютъ веревки, вслѣдствіе чего буръ падаетъ на дно скважины. Вращательное буреніе производится такъ же, какъ и для малыхъ скважинъ.

Буреніе съ промывкою скважины ведется подобно вышеописанному, съ тою только разницею, что въ скважину накачиваютъ воду. Углубивъ скважину на 1 сажень и закрѣпивъ ее обсадною трубою, навинчиваютъ на верхній конецъ послѣдней еще одно звено трубы, къ которому посредствомъ особой воронки привинчиваютъ резиновый рукавъ. Такимъ же резиновымъ рукавомъ соединяютъ верхній конецъ штанги съ напорною трубою насоса. При дѣйствіи насоса вода вступаетъ въ штангу, опускается до дна скважины, затѣмъ поднимается вверхъ между штангой и трубой и выливается прочь. Вращательное движеніе бура производится посредствомъ хомута, которымъ плотно обхватываютъ штангу выше обсадной трубы. Погруженіе въ скважину обсадной трубы должно производиться одновременно съ буреніемъ и тоже посредствомъ хомута. Необходимо слѣдить, чтобы напарье бура не застряло въ грунтѣ, раздробленномъ при буреніи и пропитанномъ водою. Для этого накачиваніе воды должно быть, по возможности, непрерывнымъ, и даже во время наращиванія штанги и трубы надо пріостанавливать дѣйствіе насоса на самое короткое время.

Сравненіе результатовъ примѣненія на практикѣ шурфованія и буренія выяснило большую выгодность пробивки скважинъ, чѣмъ рытья шурфовъ. Единственныя преимущества шурфованію заключаются лишь въ болѣе легкомъ и точномъ

опредѣленіи положенія пластовъ и въ полученіи болѣе явственныхъ образчиковъ грунта. Но съ другой стороны, въ отношеніи скорости, удобства, легкости и дешевизны работы, шурфы сильно уступаютъ скважинамъ. Поэтому изслѣдованіе грунта шурфованіемъ производится лишь при неимѣніи буроваго инструмента или при необходимости точнаго опредѣленія положенія пластовъ. Этой послѣдней цѣли при желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ вполнѣ достаточно можетъ удовлетворить ручное буреніе, если только оно ведется правильно и съ надлежащимъ распредѣленіемъ скважинъ.

Слѣдующая таблица можетъ служить нѣкоторымъ руководствомъ при приблизительномъ разсчетѣ времени, потребнаго для углубленія шурфовъ и скважинъ:

ОБОЗНАЧЕНІЕ ГРУНТА И ГЛУБИНЫ.	Скорость углубленія въ часъ въ метрахъ.	
	Скважины діаметромъ $1^1/_2$ д.	Шурфа площадью 4 ф. × 6 ф.
1. Въ мягкой породѣ:		
а) безъ закрѣпленія до глубины 8 м.	4.000	0.070
„ „ „ „ 15 „	1.800	0.050
б) съ закрѣпленіемъ „ „ 8 „	2.850	0.030
„ „ „ „ 15 „	1.550	0.020
2. Въ породѣ средней твердости до 8 „	1.300	0.050
„ „ „ „ „ 15 „	0.750	0.040
3. Въ твердой породѣ до 8 м.	0.100	0.040
„ „ „ „ 15 „	0.080	0.030
4. Въ очень твердой породѣ до 8 м. . .	0.030	0.010
„ „ „ „ „ 15 „ . .	0.020	0.009

Положеніе пласта какого-либо грунта можетъ быть опредѣлено, если извѣстно положеніе хоть одной точки его поверхности, а также паденіе и простираніе пласта. Если по поверхности пласта провести горизонтальную линію, то уголъ, который она составитъ съ магнитнымъ меридіаномъ, называется простираніемъ пласта. Если же на поверхности послѣдняго провести прямую, перпендикулярную къ горизонтальной линіи, то эта прямая будетъ линіей паденія, а уголъ ея съ горизонтомъ—угломъ паденія пласта.

Въ шурфѣ, вслѣдствіе его значительной площади, всегда легко опредѣлить горнымъ компасомъ паденіе и простираніе пластовъ, пользуясь обнаженіями ихъ въ шурфѣ, или хотя слѣдами напластованій, ясно обозначающимися на выровненныхъ стѣнкахъ шурфа въ видѣ параллельныхъ линій. Такія двѣ линіи, идущія по двумъ сосѣднимъ стѣнкамъ шурфа и пересѣкающіяся одна съ другою въ углѣ шурфа, вполнѣ опредѣляютъ положеніе плоскости напластованій.

Скважина не можетъ дать какихъ-либо данныхъ для измѣренія паденія и простиранія. Такъ какъ положеніе плоскости можетъ быть опредѣлено не менѣе какъ тремя точками, то необходимо сдѣлать не менѣе трехъ скважинъ для опредѣленія искомыхъ паденія и простиранія пласта.

Для небольшихъ и легкихъ сооруженій, каковы не высокіе мосты малыхъ отверстій, трубы, деревянныя и каменныя одноэтажныя постройки и проч., обыкновенно изслѣдованіе грунта ограничивается осмотромъ вырытаго подъ фундаментъ котлована и пробою его ударами тупого конца лома. И только въ сомнительныхъ случаяхъ, когда можно подозрѣвать рѣзкую и невыгодную перемѣну грунта по направленію глубины, присутствіе подъ дномъ котлована родниковъ, могущихъ постепенно размывать грунтъ, или образованіе какихъ-либо пустотъ и т. п., грунтъ изслѣдуется буреніемъ или шурфованіемъ на глубину до 2 саж.

Въ выемкахъ шурфы и скважины располагаются по оси дороги; если при буреніи должно быть точно опредѣлено положеніе пластовъ, то, кромѣ ряда скважинъ по оси пути, пробивается еще рядъ скважинъ по косогору съ нагорной стороны.

Для устраненія необходимости въ дополнительномъ рядѣ скважинъ углы простиранія и паденія слѣдуетъ стараться опредѣлять по наружнымъ обнаженіямъ и выклиниваніямъ грунта, если таковыя имѣются вблизи.

Для большихъ и грузныхъ зданій сондировка дѣлается по периметру ихъ, напр. въ четырехъ углахъ дома.

Для мостовъ большихъ отверстій закладываются скважины отдѣльно для каждаго устоя и быка въ мѣстахъ расположенія послѣднихъ. Скважины для быковъ пробуравливаются съ двухъ соединенныхъ вмѣстѣ лодокъ съ помостомъ наверху, поставленныхъ на 4 якоряхъ, или же со льда.

Положеніе каждаго шурфа и скважины относительно линіи должно быть точно опредѣлено промѣрами разстояній до ближайшихъ точекъ линіи. Кромѣ того верхъ шурфа или скважины долженъ быть связанъ нивеллировкою съ осью дороги и отнесенъ къ общему горизонту.

Всѣ свѣдѣнія, добытыя сондировкою, заносятся въ журналъ, гдѣ должны быть изображены схематическіе чертежи плана расположенія шурфовъ и скважинъ относительно линіи и вертикальный разрѣзъ ихъ съ показаніемъ рода грунта и его послѣдовательнаго расположенія толщины разныхъ пластовъ, глубины сондировки, горизонта грунтовыхъ водъ и проч.

Подсчетъ и разбивка закругленій.

Переломы линіи должны быть замѣнены плавной кривой. Таковой служитъ обыкновенно дуга круга, радіусъ котораго зависитъ отъ характера мѣстности, но не долженъ быть меньше величины, опредѣленной техническими условіями. Дуга круга сопрягается съ прямыми обыкновенно посредствомъ кубической параболы, радіусъ кривизны которой измѣняется непрерывно отъ ∞ до радіуса дуги круга кривой. Въ послѣдующемъ мы разсмотримъ лишь разбивку кривыхъ по дугѣ круга.

При предварительныхъ изысканіяхъ, въ мѣстахъ ровныхъ или въ лѣсахъ, кривыя не разбиваются; но при изысканіяхъ окончательныхъ и во всякомъ случаѣ въ мѣстахъ гористыхъ или на косогорахъ, надо точно опредѣлить мѣстоположеніе данной кривой.—Когда нѣтъ надобности разбивать кривую, тогда промѣръ идетъ по тангенсамъ; но чтобы пикеты, находящійся на кривой, были на своемъ мѣстѣ,—надо къ обыкновенному разстоянію по тангенсамъ прибавить разницу между кривой и суммой двухъ тангенсовъ и затѣмъ вынести всѣ точки на кривую по таблицѣ XX, томъ II, стр. 63.

Такимъ образомъ первый пикетъ за T_2 будетъ въ томъ же мѣстѣ, въ какомъ онъ находился бы, еслибы промѣръ былъ сдѣланъ не по тангенсамъ, а по кривой.

Прежде всего слѣдуетъ опредѣлить уголъ перелома линіи. Измѣривши угломѣромъ уголъ, слѣдуетъ подсчитать тангенсы этой кривой, т. е. точки касанія ея къ прямой. У Моржова также, въ т .II, табл. XVII даны тангенсы половинныхъ угловъ для разныхъ радіусовъ.

Въ таб. № 1 инж. Моржова тангенса помѣщены въ 2 гр. для радіуса 1, для каждыхъ 2-хъ минутъ центральнаго угла; по этому тангенсы получаются безъ интерполированія умноживъ на R. Въ таблицахъ Кренке, кои уже потеряли свое значеніе даны тангэнсы для угловъ каждый 10′. Въ обоихъ таблицахъ нѣтъ очень нужной графы: $2\,tg - k$, почему эту величину приходится ведущему линію подсчитывать въ полѣ самому, что задерживаетъ работы, а въ дождь или въ морозъ представляетъ непріятную работу, не говоря о возможной ошибкѣ въ подсчетѣ. Ввиду этого, нами, впервые, составлена таблица XVII стр. 49 для общеупотребительныхъ угловъ и радіусовъ: 125, 150, 175, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800 и 1000, причемъ дана графа $2\,tg - k$. Подобныя таблицы нами составляются нынѣ для угловъ черезъ каждую минуту и для всѣхъ радіусовъ и будутъ изданы въ будущемъ 1902 году.

Величины подсчитанныхъ тангенсовъ надо отложить лентой отъ вершины въ обѣ стороны, забивъ въ точкахъ касанія, т. е. въ началѣ и въ концѣ кривой колья съ надписью HK и KK, т. е. начало и конецъ кривой. Колья эти нужны для разбивки кривой и нивеллировать ихъ не надо.

Длина кривой опредѣляется, такимъ же образомъ, какъ тангенсы, изъ табл. № 1 Моржова для угла напр. 15°2′ при радіусѣ 1равняется 0,26238, а при рад. $450 = 0{,}26238 \times 460 = 118$ от. Тангенсъ $= 0{,}13195 \times 450 = 59.377$. Разность $2\,tg - K = 118{,}75 - 118{,}07 = 0.68$. Разницу эту при веденіи настоящей линіи слѣдуетъ прибавлять въ полѣ, т. е. первый послѣ угла пикетъ слѣдуетъ удалять впередъ на эту разницу, объ чемъ на каждомъ углу долженъ напоминать пикетажистъ, спрашивая, какая будетъ прибавка.

Для провѣрки, съ достаточною ли точностью отложены тангенсы промѣряютъ хорду AD (черт. 184). Измѣреніе этой линіи представляетъ одновременно повѣрку точности измѣренія угла. Длина этой хорды $= 2R.\ AH$; величина AH дана въ 4 гр., табл. 1. Если обмѣръ этой линіи довольно близко сходится съ табличной величиной, то уголъ измѣренъ точно.

Биссектрисса, т. е. разстояніе вершины угла до середины кривой, подсчитывается такимъ же образомъ изъ табл. 1, гр. 3, умножая ее на R и отмѣряется въ полѣ лентой, раздѣляя угломѣромъ уголъ пополамъ. На колу слѣдуетъ писать букву

B, но въ нивеллировку ее не вводить, если на ней нѣтъ перелома грунта. Для предварительныхъ изысканій достаточны наши таблицы въ т. II.

Подсчетъ биссектриссы въ табл. Моржова сдѣланъ на основаніи свойства касательной; $Tg^2. = B(2R + B)$. Биссектрисса можетъ быть тоже опредѣлена по координатамъ: (см. черт. 159)

$$X = R\left(1 - cos\,\frac{P}{2}\right) \text{ и } Y = R\,sin\,\frac{P}{2},$$

что наглядно усматривается изъ треугольниковъ KMC и CHA равныхъ между собой. Изъ этихъ же треугольниковъ видно, что $MK = HA = \frac{AD}{2}$, что именно и слѣдуетъ провѣрить.

Между HK и KK, т. е. началомъ и концомъ кривой должно быть поставлено такое количество точекъ, чтобы направленіе всей кривой было бы ясно обозначено на грунтѣ. Точки эти обыкновенно ставятъ на одинаковыхъ другъ отъ друга разстояніяхъ, считая по дугѣ; разстояніе это зависитъ отъ величины радіуса и крутизны косогора, дабы при постройкѣ вѣрно и ясно разбить кривую подъ земляныя работы и затѣмъ вторично подъ укладку рельсъ.

При окончательныхъ изысканіяхъ слѣдуетъ придерживаться слѣдующихъ нормъ:

при радіусѣ	1000	каждая 25	саж. по дугѣ
» »	1000 — 500	— 20	»
» »	500 — 150	— 10	»
» »	150 и менѣе	— 5	»

При крутыхъ косогорахъ нормы эти слѣдуетъ уменьшать вдвое, но не брать меньше 5 саж. При предварительныхъ изысканіяхъ, разстоянія точекъ кривыхъ можно увеличить вдвое. Наиболѣе употребительный способъ разбивки кривыхъ это разбивка по ординатамъ и абсциссамъ; способъ самый легкій и наиболѣе точный.

1) Разбивка по координатамъ отъ тангенса.

Разбивая точки по кривой каждыя 5 саж. получаемъ уголъ соотвѣтствующій дугѣ S.... $\varphi = S\,\frac{360^\circ}{2\Pi_R}$ и вообще координаты дуги n—той: $X_n = R\,sin\,\varphi$; $Y_n = R\,(1 - cos.\,\varphi) = 2\,R\,sin^2\,\frac{\varphi}{2}$.

По этимъ формуламъ составлена табл. XX для частей кривыхъ черезъ 1 саж. для радіусовъ отъ 250 до 1.000 саж. (тоже у Кренке и Моржова черезъ 5 саж.).

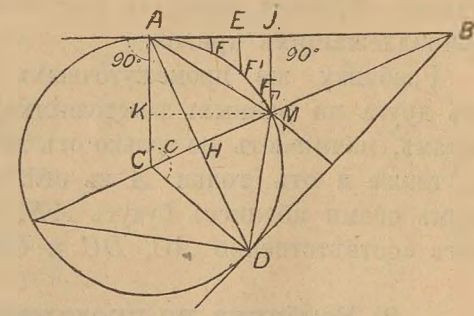
Разбивку кривыхъ слѣдуетъ вести съ обѣихъ сторонъ кривой къ ея серединѣ; возстановленіе перпендикуляровъ для ординатъ дѣлается эккеромъ, а для короткихъ профилей простымъ крестомъ на палкѣ, съ четырьмя гвоздями на концахъ вмѣсто діоптръ. Перпендикуляры можно тоже возстановлять при помощи ленты или простого шнура, разбивая въ полѣ равнобедренный треугольникъ, т. е. отложивъ вдоль тангенса въ обѣ стороны саженей по 5, и придерживая шнуръ въ концахъ отложенныхъ линій, отводятъ середину его по направленію перпендикуляра, натянувъ такъ, чтобы боковыя стороны треугольника были саженей 8. Линія проходящая чрезъ данную точку и середину шнура будетъ искомымъ перпендикуляромъ. (Длина шнура 13 или 26 саж.).

Существуетъ другой способъ гораздо проще и удобнѣе, пользуясь свойствомъ треугольника, стороны котораго относятся какъ 5: 3: 4—это треугольникъ прямоугольный, а потому, раздѣливъ шнуръ произвольной длины двумя постоянными мѣтками пропорціонально 3: 5: 4 и придерживая оба конца въ точкѣ возстановленія перпендикуляра, а любую мѣтку на линіи получимъ, послѣ того какъ шнуръ будетъ натянутъ, вторую мѣтку на перпендикулярѣ, ибо $5^2 = 3^2 + 4^2$. Короткіе перпендикуляры до 0,60 саж. можно разбивать на глазъ. Промѣры абсциссъ производятъ лентой, а ординатъ, если они не длиннѣе 10 саж., рулеткой.

Такъ называемыя переходныя кривыя при изысканіяхъ никогда не разбиваются, составляя дѣло укладки рельсовъ.

Разстояніе биссектриссы до обѣихъ точекъ касанія тангенсовъ должно быть одинаково, что слѣдуетъ провѣрить по хордамъ.

Точки касанія тангенсовъ, какъ начало и конецъ кривой, представляютъ собою при ея разбивкѣ начальныя точки координатъ. Абсциссы готовы для каждаго радіуса (таб. XX, стр. 63) и откладываются отъ обѣихъ начальныхъ точекъ по касательнымъ, а ординаты (гр. 3) откладываются по перпендикуляру отъ конца соотвѣтственныхъ абсциссъ. Таблицы составлены такъ, что разстоянія между полученными точками на кривой равны между собой. Такимъ образомъ производится откладываніе отдѣльныхъ точекъ кривой въ равныхъ разстояніяхъ, считая разстоянія по дугѣ, пока ординаты, находящіяся на равныхъ разстояніяхъ отъ обоихъ концовъ кривой взаимно не пересѣкутся и тогда опредѣлится положеніе средней точки M, положеніе которой, какъ биссектриссы, получится въ свою очередь изъ таблицы Моржова гр. 3 (черт. 159). Измѣривъ разстояніе отъ M до послѣдней разбитой точки F_n на кривой и прибавляя къ нему разстояніе этой послѣдней по дугѣ до начальной точки A (табл. 1, гр. 6), имѣемъ $AMD = 2\,(AF_n + F_nM)$. Эта величина, при вѣрной разбивкѣ должна, равняться длинѣ дуги вычисленной по таблицѣ 1, гр. 6.



Черт. 159.

Для провѣрки точекъ закругленія, разбитыхъ по способу координатъ, слѣдуетъ для каждой отдѣльной пары точекъ промѣрить взаимное разстояніе между ними; разстоянія эти должны равняться величинамъ отдѣльныхъ хордъ по табл. 1-й, гр. 4, при чемъ уголъ соотвѣтствующій данной дугѣ будетъ $F^\circ = S\,\frac{360}{2\,\pi\,R}$.

Удобства и неудобства разбивки кривыхъ по координатамъ. При разбивкѣ кривыхъ по ординатамъ, положенія точекъ опредѣляются независимо другъ отъ друга, такъ что ошибка въ опредѣленіи одной точки не влечетъ за собою накопленія ошибокъ. Неудобство же этого способа заключается въ томъ, что, при большихъ радіусахъ, приходится возстанавливать слишкомъ длинные перпендикуляры, причемъ возможны значительныя ошибки, въ особенности если для этой цѣли употреблять инструментъ грубый, какъ, напримѣръ, простой крестъ съ діоптрами.

Чтобы не провѣшивать длинныхъ ординатъ, берутъ за ось абсциссъ не только касательныя къ началу и концу кривой, но также еще касательную къ серединѣ кривой. Изъ черт. 160 л. IV видно, что касательная FG къ серединѣ кривой образуетъ въ точкахъ F и G съ первоначальными касательными BA и DB

углы равные $90° + \frac{A}{2}$, такъ какъ эти углы внѣшніе относительно треугольниковъ BFM и BGM. Если же углы при F и G извѣстны, то, называя ихъ чрезъ A_1, на основаніи формулы (1), найдемъ величину касательныхъ FA, FM, GM и GD, которыя будутъ такими: $t_1 = R\ cotg\ \frac{A_1}{2}$; по формулѣ 2-й найдемъ величины бисектрисъ FL_1 и GL_2, которыя будутъ такими: $d_1 = \frac{R}{sin\frac{A}{2}} - R$.

Зная эти величины, а также зная t и b, во 1-хъ, назначаютъ точки A, D и M, затѣмъ точки F и M_1, G и M_2. Такимъ образомъ находятъ пять точекъ A, M_1, M, M_2 и D. принадлежащихъ кривой.

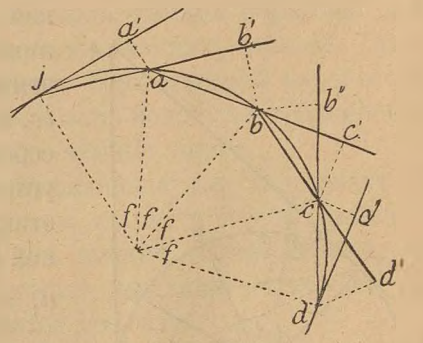
Разбивку же промежуточныхъ точекъ, отстоящихъ другъ отъ друга на равныхъ разстояніяхъ, по вычисленнымъ координатамъ, начинаютъ не только отъ точекъ A и D, какъ прежде, но также и отъ точки A въ обѣ стороны до M_1 и M_2 при этомъ осями абсциссъ будутъ AF, DG и GF, а осями ординатъ соотвѣтственно AC, DC и CM.

2) Разбивка по продолженнымъ хордамъ.

Предлагаемъ слѣдующій способъ провѣрки и разбивки (черт. 161). Соединяемъ хордами равно отстоящія точки дуги т. е., a съ b, b съ c, и т. д. и отпускаемъ на ихъ продолженія перпендикуляры изъ сосѣднихъ точекъ кривой: эти перпендикуляры aa' bb', cc', dd' и т. д. будутъ равны между собою. Если первая точка на кривой будетъ намѣчена правильно то посредствомъ разбивки этихъ небольшихъ хордъ и откладываніемъ проведенныхъ глазомѣрно перпендикуляровъ можно провѣрить правильность разбивки остальныхъ дуговыхъ точекъ и при этомъ исправлять небольшія вкравшіяся неточности, такъ что окончательно всѣ точки кривой будутъ находиться на своихъ должныхъ мѣстахъ.

Изъ чертежа 161 что перпендикуляръ, опущенный изъ точекъ кривой на продолженіе хорды, т. е. обратный перпендикуляръ равенъ удвоенной длинѣ ординаты первой дуговой точки, т. е. $bb' = bb'' = 2aa'$, такъ какъ перпендикуляры эти очень малы, то не надо прибѣгать къ экеру. При разбивкѣ по продолженнымъ хордамъ пріемъ можетъ употребляться для самостоятельной разбивки и носитъ названіе разбивки по продол-

женнымъ хордамъ. Для этой разбивки нами составлены и даны въ приложеніи двѣ табл. LXII и LXIII. Прибѣгая къ этимъ таблицамъ, въ разбивкѣ кривой достигаемъ значительнаго упрощенія и даже точности. Обнаружившуюся погрѣшность при смычкѣ обѣихъ половинъ слѣдуетъ разгонять на всѣ постановленныя точки, переставляя ихъ на величину погрѣшности, дѣленную на все число точекъ кривой. Это свойство кривой вѣрно только съ нѣкоторымъ приближеніемъ. При дугахъ до 5° уравненіе $bb' = 2aa'$ вѣрно до двухъ десятичныхъ знаковъ, что вполнѣ удовлетворительно.



Черт. 161.

Можно тоже провѣрить эту разбивку, провѣряя сначала положеніе точекъ черезъ одну, то есть второй, четвертой и т. д. и когда эти провѣрены и исправлены, провѣряемъ промежуточныя точки, при чемъ требуется, чтобы дуга между этими точками не превышала 5°. Такъ что, напримѣръ, при радіусѣ 1.000 саж., если желаютъ провѣрить каждую пятую точку, соотвѣтствующую длинѣ дуги 50 саж., начальный перпендикуляръ которой = 1,25, то перпендикуляръ $bb' = 2{,}50$.

На практикѣ не слѣдуетъ дѣлать угловъ $> 30°$ почему этотъ пріемъ разбивки почти не употребляется,

Для разбивки кривыхъ существуютъ таблицы различныхъ авторовъ, но у насъ въ Россіи лучшія и наиболѣе удобныя, нынѣ таблицы Моржова, взамѣнъ Кренке.

3) Способъ разбивки по сѣкущимъ. Онъ рѣдко даетъ вѣрные результаты и требуетъ особенной точностьи Способъ этотъ примѣняется главнымъ образомъ когда вершина угла не доступна и линія направляется по косогору.

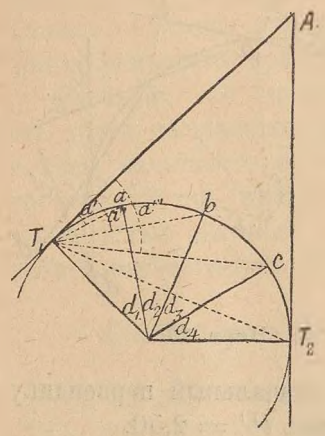
Положимъ вершина угла A (черт. 162) неприступна на крутомъ косогорѣ; величина его опредѣляется при помощи угловъ b и d, какъ это было сказано выше, и $a = b + d - 180$.

Величина AK и AL опредѣляются изъ формулъ:

$$AK = p = c\,\frac{sin\ d}{sin\ (b+d)} \text{ и } AL = p_1 = c\,\frac{sin\ b}{sin\ (b+d)}$$

Тогда точка касанія T находится, отмѣряя отъ K разстояніе равное $= T - p$, а T_2 въ разстояніи $= T - p$ отъ L, гдѣ T длина тангенса угла α при данномъ радіусѣ, взятая изъ таблицы; C — есть разстояніе KL, опредѣленное непосредственнымъ измѣреніемъ, и для большей точности работы точки K и L надо выбрать такъ, чтобы линія KL была по возможности на ровномъ мѣстѣ.

Разбивка закругленій отъ точки T_1 и T_2 ведется по одному изъ способовъ изложенныхъ выше или по способу сѣкущихъ, который состоитъ въ слѣдующемъ (черт. 162). Если изъ какой либо точки кривой проводить линіи сѣкущія дугу такимъ образомъ, чтобы отрѣзки дуги Ta, ab, bc, cd и т. д. были равны между собой, что возможно при равенствѣ угловъ d_1 d_2 d_3 d_4 и т. д., то углы этихъ сѣкущихъ съ линіей касательной въ первой точкѣ выразятся такъ: $a_1 = \frac{d}{2}$; $a_2 = \frac{2d}{2}$; $a_3 = \frac{3d}{2}$ и вообще $a_n = \frac{nd}{2}$; а длина сѣкущихъ равна $a\ T_1 = 2H\ sin\frac{d}{2}$; $b\ T_1 = 2\ H\ sin\frac{2d}{2}$; $c\ T_1 = 2\ H\ sin\frac{3d}{2}$. Разбивка закругленій производится слѣдующимъ образомъ: въ точкѣ касанія T_1 устанавливается теодолитъ, оріентируютъ его по линіи AT_1, затѣмъ отклоняютъ трубу на уголъ a_1, который долженъ быть заранѣе вычисленъ, также какъ a_2, a_3 и т. д. и длины сѣкущихъ для задней величины d; по линіи опредѣленной волосками трубы отмѣряютъ величину $a\ T_1$; затѣмъ ставятъ трубу на показаніе ноніуса a_2 и т. д. Для уменьшенія длинъ сѣкущихъ, въ промѣрахъ коихъ можетъ легко вкрасться ошибка, слѣдуетъ черезъ нѣкоторые промежутки переносить инструментъ.



Черт. 162.

Правильность разбивки слѣдуетъ повѣритъ однимъ изъ вышеуказынныхъ способовъ.

Разбивка по способу сѣкущихъ можетъ быть ведена и отъ обѣихъ точекъ касанія, причемъ для провѣрки можетъ служить середина закругленія, нанесенная по координатамъ. Длина сѣкущихъ опредѣляется по таблицамъ разбивокъ какъ хордъ соотвѣтственныхъ угловъ. См. таб. V Моржова.

Изъ всѣхъ выше указанныхъ разбивокъ самая точная и простая это разбивка помощью ординатъ и абсциссъ. Остальные способы разбивокъ примѣняются только въ случаѣ крайней необходимости.

При разбивкѣ крпвыхъ большихъ угловъ помощью координатъ, нужно особенно точно разбивать длинныя профили, вслѣдствіе чего разбивка затрудняется. Въ такомъ случаѣ лучше прибѣгнуть къ вспомогательной касательной въ серединѣ кривой, какъ это указано выше. Получивъ такимъ образомъ два меньшіе угла, значительно облегчаемъ разбивку кривой. Трассируя линію, не слѣдуетъ прибѣгать безъ крайней надобности къ слишкомъ малымъ угламъ, такъ какъ подобная трассировка теряетъ въ точности и затрудняетъ веденіе линіи.

Всѣ промежуточныя точки, находящіяся на тангенсахъ и не попавшія при разбивкѣ на кривую, ставятся послѣ разбивки ея промѣромъ лентой по хордѣ той именно части кривой, въ которой находится точка на тангенсѣ, причемъ постановка ея точно на кривую свободно дѣлается на глазъ.

4) **Разбивка закругленій по хордамъ.** При всѣхъ вышеуказанныхъ способахъ, положеніе каждой точки на кривой опредѣляется вполнѣ независимо отъ положенія раньше назначенныхъ точекъ, почему нѣтъ накопленія ошибокъ. Способъ разбивки по хордамъ, т. е. по угламъ соотвѣтственныхъ хордъ, по таблицамъ Муравица, имѣетъ вышеуказанный недостатокъ и поэтому можетъ быть примѣняемъ только тогда, когда разбивка координатами или сѣкущими, по мѣстнымъ условіямъ, невозможна (см. Геодезія Богуславскаго 1897 г. стр. 671).

Величина хорды берется равною 10 саж. Если извѣстна величина хорды между точками кривой, отстоящими на равныхъ разстояніяхъ другъ отъ друга и радіусъ этой кривой, то легко найти углы, составленные линіями, идущими отъ этихъ точекъ кривой къ точкѣ B—касанія (черт. 188).

Назовемъ длину равныхъ хордъ $BE = ED = DF$ буквою d, и соединимъ середину хордъ G и M съ центромъ, тогда будемъ имѣть:

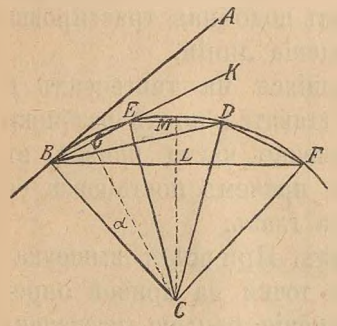
$$\frac{d}{2} = R\ sin\ \alpha \quad \text{или} \quad sin\ \alpha = \frac{d}{2R}.$$

Откуда величина α найдется по таблицамъ логариѳмовъ или по готовымъ таблицамъ хордъ Муравица, коихъ изданіе къ сожалѣнію уже исчерпано.

Изъ чертежа же 163-го видно, что

$\angle ABE = \alpha$, $\angle ABD = 2\alpha$, $ABF = 3\alpha$ . . и т. д.

Одинъ рабочій долженъ держать одинъ конецъ цѣпи въ точкѣ B, а другой долженъ перемѣщаться съ цѣпью до тѣхъ поръ, пока съемщикъ увидитъ, что вертикальный волосокъ трубы покрываетъ цѣпной колъ, найденная такимъ образомъ точка (E) будетъ принадлежать кривой. Въ этомъ мѣстѣ забиваютъ колышекъ. Передній рабочій вытягиваетъ цѣпь впередъ, а задній, дойдя до точки E, укрѣпляетъ цѣпной колъ у колышка, или просто удерживаетъ конецъ цѣпи у этого колышка, съемщикъ поворачиваетъ алидаду такъ, чтобы нуль ноніуса показывалъ уголъ 2α, закрѣпивъ ее зажимательнымъ винтомъ, даетъ сигналы переднему рабочему перемѣщаться до тѣхъ поръ, пока вертикальный волосокъ не покроетъ цѣпного кола; найденная такимъ образомъ точка (D) у цѣпного кола будетъ принадлежать кривой. Точка эта отмѣчается колышкомъ съ номеромъ точки и т. д.



Черт. 163.

Еслибы пришлось перейти съ теодолитомъ изъ точки B, напр. въ точку E, то, оріентировавъ линію нулей лимба по EK и закрѣпивъ лимбъ, алидаду надо было бы повернуть на уголъ 2α, чтобы вертикальный волосокъ трубы могъ покрыть точку D, такъ какъ уголъ KED равенъ углу MCG, составленному перпендикулярами къ сторонамъ угла KED.

Таблицы Муравица для разбивки по хордамъ. Въ какихъ бы единицахъ не были выражены d и R, результатъ, получаемый для α, зависитъ лишь отъ числовой величины d и R, и нисколько не зависитъ ни отъ названія единицы мѣры, ни отъ угла между данными линіями.

Таблицы Муравица составлены для радіусовъ, численная величина которыхъ простирается отъ 50 до 1000, причемъ отъ 50 до 200, радіусы измѣняются отъ 5 до 5 единицъ, а отъ 200 до 1000, измѣненіе идетъ отъ 10 до 10 единицъ.

Въ таблицѣ для опредѣленнаго радіуса въ первой графѣ помѣщены длины хордъ, во 2-й графѣ градусы, минуты и секунды угла α, при этомъ секунды выражаются съ точностью до 0,1. Помѣщаемъ здѣсь одну страницу изъ такихъ таблицъ:

$R = 220$.

d	$\angle\alpha$ °	′	″	d	$\angle\alpha$ °	′	″	d	$\angle\alpha$ °	′	″
0,1	0	0	46,9	5	0	39	4,1	45	5	51	36,9
0,2	0	1	33,4	6	0	46	52,9	50	6	30	40,9
0,3	0	2	20,7	7	0	54	41,7	55	7	9	45,0
0,4	0	3	7,5	8	1	2	30,6	60	7	48	49,1
0,5	0	3	54,4	9	1	10	19,4	65	8	27	53,2
0,6	0	4	41,3	10	1	18	8,2	70	9	6	57,3
0,7	0	5	28,2	15	1	57	12,3	75	9	46	1,4
0,8	0	6	15,1	20	2	36	16,4	80	10	25	5,5
0,9	0	7	2,0	25	3	15	20,5	85	11	4	9,6
1	0	7	48,8	30	3	54	24,6	90	11	43	13,7
2	0	15	37,6	35	4	33	28,7	95	12	22	14,8
3	0	23	26,4	40	5	12	32,8	100	13	1	21,8
4	0	31	15,3								

Изъ этой таблицы можно получать для радіуса равнаго 220 единицамъ мѣры величину угла α, какова бы ни была хорда,—напр. еслибы длина хорды была 17,6, то изъ таблицы беремъ величины для 15, для 2 и для 0,6 и выписываемыя величины складываемъ:

для 15 — 1° 57′ 12″ 3
» 2 — 0 15′ 37″ 6
» 0,6 — 0 4′ 41″ 2

для 17,6 — 2° 17′ 31″ 2 или 2° 18′

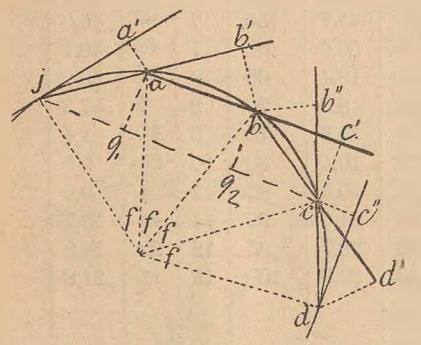
5) **Разбивка кривыхъ послѣдовательными хордами.** Когда l есть длина дугъ или хордъ ab, bb', (черт. 189); f соотвѣтствующій имъ уголъ при центрѣ закругленія, то углы bad, cbc' и dcd' имѣютъ ту же величину f,, а уголъ $a'ja$ вдвое менѣе и потому

$$ja' = l\cos{}^1/_2 f;\quad a'a = l\sin{}^1/_2 f;\quad ab' = bc' = l\cos f;$$
$$b'b = c'c = l\sin f.$$

Для возможно большаго устраненія погрѣшностей надобно, назначивъ на землѣ три точки, натянуть шнуръ отъ j къ c; опустить на эту хорду перпендикуляры aq_1, bq_2, измѣрить ихъ длину и разстоянія между ихъ подошвами: въ случаѣ вѣрной разбивки должно оказаться при хордѣ 10 саж.

$$aq_1 = bq_2 = 0{,}195; \quad jq_1 = q_2c = 9{,}998; \quad q_1q_2 = 10.$$

По назначеніи точки d, надо натянуть шнуръ отъ a къ d и опустить на него перпендикуляры изъ b и c; длина ихъ и разстоянія между ними должны быть равны; въ случаѣ невѣрности, ошибка принадлежитъ послѣдней точкѣ, потому что предшествующія были повѣрены.



Черт. 164.

Къ этому способу разбивки прибѣгаютъ въ мѣстахъ закрытыхъ, гдѣ невозможно визированіе въ стороны или продолженіе касательной; напр. горныхъ ущельевъ.

Таблица IV содержитъ въ 3-мъ и 4-мъ столбцахъ числа для опредѣленія первой точки M' закругленія, отстоящей отъ начала его B на 5 и на 10, а въ 5-мъ и 6-мъ столбцахъ помѣщены длины продолженныхъ хордъ и перпендикуляровъ къ нимъ, служащія для послѣдовательнаго опредѣленія точекъ M_2, M_3, M_4 и т. д.

6) **Разбивка кривыхъ по касательнымъ.** Способъ этотъ состоитъ въ построеніи на грунтѣ многоугольника описаннаго около данной кривой, иначе говоря въ веденіи линіи небольшими ровными углами.

Вспомогательныя таблицы составлены для разбивки кривыхъ по касательнымъ въ предѣлахъ между радіусами въ 50 и 1000 саж. См. таб. LXX.

Отъ начала кривой опредѣляемой передъ поворотомъ линіи на глазъ, что при нѣкоторомъ навыкѣ не затруднительно, начинается разбивка кривой углами, съ тѣмъ разсчетомъ, чтобы длина кривыхъ выражалась въ цѣлыхъ числахъ, 10, 15, 20, 25 и т. д. сажень. Если начало кривой при этомъ отъ послѣдняго передъ нимъ пикета опредѣлено также безъ дробныхъ величинъ, каковыхъ всегда слѣдуетъ избѣгать, то вмѣстѣ съ разбивкой кривой получается и промѣръ; слѣдующая за промѣромъ нивеллировка дастъ указанія; насколько кривая ложится удовлетворительно. Разбивка ведется съ помощью теодолита.

7) **Разбивка кривыхъ зеркальнымъ угломѣромъ.** Разбивка кривыхъ зеркальнымъ угломѣромъ основана на томъ, что всѣ углы, вписанные въ кругѣ, и упирающіеся боками въ концы одной и той же дуги, равны между собой. На основаніи этого вписанные углы AaB, AbB, AcB . . . . (черт. 165, л. IV) всѣ равны между собой, причемъ каждый изъ равенъ =

$$\frac{1}{2}(360° - \angle AMB) = \frac{1}{2}(180° + \tau) = \left(90° + \frac{1}{2}\tau\right)$$

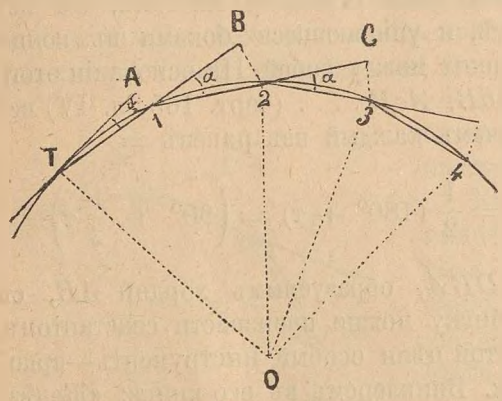
или же угламъ CAB и DBA, образуемымъ хордой AB, съ прямыми CA, и BD. Разбивку можно произвести секстантомъ, но гораздо удобнѣе для этой цѣли особый инструментъ—аркографъ предложенный инж. Винклеромъ въ его книгѣ: «Желѣзныя дороги», на стр. 17, основанный на томъ же принципѣ, что и секстантъ и весьма похожій на зеркальный угломѣръ Адамса, съ той только разницей, что въ немъ оба зеркала подвижны. Аркографъ устанавливаютъ въ точкѣ A и поворачиваютъ зеркала до тѣхъ поръ, пока вѣха, поставленная въ точкѣ B, не покроетъ изображенія вѣхи C, отраженнаго отъ двухъ зеркалъ (или наоборотъ). Чтобы нанести на мѣстность какую-нибудь точку, нужно закрѣпить шпилькой одинъ конецъ цѣпи въ предъидущей точкѣ, натянуть цѣпь и, продѣвъ сквозь послѣднее кольцо штативную палку инструмента, найти такое положеніе его, при которомъ изображеніе точки A, отраженное отъ одного зеркала, покрыло бы изображеніе точки B, отраженное отъ двухъ зеркалъ. При разбивкѣ не приходится дѣлать никакихъ вычисленій. Этотъ пріемъ простъ и точенъ.

8) **Разбивка закругленій помощью ленты** по продолженнымъ хордамъ. Примѣръ разбивки черезъ 10 для радіуса 200 по табл. XXXVII стр. 93 черт. 166; изъ подобія треугольниковъ $O23$ и $2C3$ имѣемъ:

$$O3 : \overline{23} = \overline{23} : C3$$

При $23 = 10$ и $O3 = 300$ получимъ: $C3 = \frac{10^2}{200} = 0{,}50$; $\frac{1}{2} C3 = A1 = \frac{1}{2} B2$, ибо касательная въ точкѣ 2 дѣлитъ пополамъ $< C\overline{23}$, т. е. $A1 = 0{,}25$.

Отмѣриваютъ отъ начала кривой T по тангенсу 10, получаютъ точку A; конецъ ленты A перемѣщаютъ въ точку 1, чтобы $A1 = 0{,}25 = a$; точка 1 получается на кривой.



Черт. 166.

По направленію $T1$ отмѣриваютъ $1B = 10$; конецъ ленты B перемѣщаютъ въ точку 2, чтобы $B2 = 0{,}50 = 2a$, такимъ образомъ получимъ точку 2.

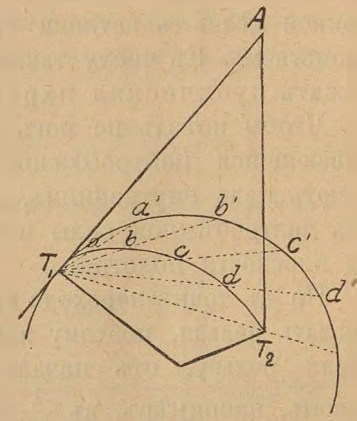
Полученіе точки кривой 3 и слѣдующихъ такое же, какъ точки кривой 2: по направленію $C2$ отмѣриваютъ $2C = 10$; конецъ ленты C перемѣщаютъ въ точку 3, чтобы $C3 = 0{,}50 = 2a$ и т. д. получаютъ кривую $T\,1\,2\,3\,4$, разбитую чрезъ 10.

Описанный способъ хорошъ въ мѣстахъ неприступныхъ, а также удобенъ для разбивки кривыхъ по окончаніи земляныхъ работъ подъ укладку при большихъ насыпяхъ и выемкахъ. Въ лѣсистыхъ мѣстностяхъ онъ избавляетъ отъ просѣкъ по ординатамъ, а при возстановленіи утерянныхъ колышковъ кривой даетъ возможность по двумъ сосѣднимъ колышкамъ разбить всю кривую.

Сравненіе разныхъ способовъ разбивки кривыхъ и исправленіе небольшихъ погрѣшностей.

Разбивка оси кривыхъ абциссами и ординатами обязательна при разбивкѣ подъ постройку; при окончательныхъ изысканіяхъ достаточно вынести нивеллировочные точки по табл. XX; но въ горныхъ мѣстностяхъ эта разбивка иногда и непримѣнима; разбивка хордами отъ начала кривой примѣнима только на открытой и ровной мѣстности; способъ разбивки по касательнымъ, т. е. небольшими углами описанный выше, пригоденъ какъ для предварительныхъ изысканій по его быстротѣ, такъ и въ случаѣ крайности при окончательныхъ изысканіяхъ. Таб. XIII, XIV и LXX.

На равнинныхъ участкахъ способъ этотъ имѣетъ то преимущество, что кривая можетъ быть начата отъ цѣлаго пикета и окончена такъ, чтобы не было дробныхъ частей сажени, допущеніе которыхъ часто ведетъ къ ошибкамъ въ промѣрѣ, которыя устраняются, такъ какъ промѣръ ведется по касательнымъ одновременно съ разбивкой кривой. Способы 2-й и 3-й мало употребительны, такъ какъ мало точны. Не мѣшаетъ во время разбивки, повѣрять очертаніе кривой на глазъ; тогда, при нѣкоторомъ навыкѣ, легко открывается и самая незначительная ошибка, которая и исправляется вторичнымъ промѣромъ нѣсколькихъ смежныхъ ординатъ.



Черт. 167.

Вслѣдствіе погрѣшностей при разбивкѣ конецъ кривой можетъ оказаться въ T'_2, (см. черт. 167). тогда какъ онъ долженъ быть на линіи въ точкѣ T_2; тогда измѣряютъ разстояніе T'_2, T_2 и переносятъ точки разбивки въ a, b, c, d, e, по линіи ихъ визированія, на разстоянія равныя

$$a - \frac{T}{n}, \quad b - \frac{2T}{n}, \quad c - \frac{3T}{n}$$

и т. д., гдѣ T—величина погрѣшности T'_2, T_2, а n, равняется числу хордъ. Величины этихъ поправокъ могутъ быть взяты по масштабу, составивъ предварительно чертежъ подобный приведенному.

Таблицы разбивки кривыхъ, для большаго удобства во избѣжаніе подсчетовъ въ полѣ должны бы быть составлены не только для радіуса 1000, какъ въ табл. Кренке, но также для всѣхъ болѣе употребительныхъ радіусовъ, а именно 125, 150, 175, 200, 250, 300, 400, 500, 600 и 800. Въ полѣ эти

ОГПТР СОФИЯ

подсчеты затруднительны, задерживаютъ работу и бываютъ часто причиной ошибокъ. По этому нами составлена таблица для вышеуказанныхъ радіусовъ чрезъ каждый градусъ, для болѣе употребительныхъ угловъ, всегда почти достаточныхъ при желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ. (См. таб. XVII, стр. 49).

Закругленія со вставками кубической параболы. Если радіусъ кривой = 200, то при трассировкѣ линій подъ постройку стремятся дѣлать закругленія по такимъ кривымъ, при которыхъ радіусъ прямой, равный безконечности, переходилъ бы въ величину радіуса дуги круга постепенно, начиная отъ большихъ величинъ. Чтобы достигнуть этого, въ началѣ и концѣ кривой дѣлаютъ вставки кривыхъ, обладающихъ указаннымъ свойствомъ. Къ числу такихъ переходныхъ кривыхъ принадлежитъ кубическая парабола.

Чтобы поѣздъ не могъ сойти съ рельсовъ, вслѣдствіе развивающейся центробѣжной силы, наружный рельсъ возвышаютъ надъ внутреннимъ, настолько, чтобы равнодѣйствующая изъ центробѣжной силы и вѣса поѣзда была перпендикулярна къ плоскости полотна.

Но въ точкѣ перехода прямой въ кривую, возвышеніе сразу сдѣлать нельзя, поэтому возвышеніе дѣлаютъ постепенно, придавая рельсу, отъ начала кривой до полнаго возвышенія, уклонъ, напримѣръ, въ $\frac{1}{500}$ и не менѣе $\frac{1}{1000}$, т. е. на протяженіи первыхъ 5 или 10 саженъ кривой, наружный рельсъ возвышается постепенно, пока это возвышеніе не дойдетъ до величины h. Изъ этого видно, что возвышеніе рельса, составляя всегда малую часть разстоянія s отъ начала кривой до точки, гдѣ возвышеніе будетъ наибольшее, можетъ быть считаемо такимъ:

$$h = \frac{s}{1000} \text{ или } \frac{s}{500} \text{ говоря, вообще: } h = \frac{s}{n}, \quad . \quad . \quad (1)$$

гдѣ n знаменатель дроби, выражающей уклонъ въ началѣ переходной кривой.

Положимъ, что G (черт. 168) есть центръ тяжести поѣзда, вѣсъ его P. Если h — возвышеніе одного рельса надъ другимъ — возьмемъ такой величины, чтобы равнодѣйствующая вѣса P и центробѣжной силы была перпендикулярна къ плоскости полотна AB, то необходимо, чтобы центробѣжная сила

равнялась $Ptg\,\omega$, съ другой стороны, центробѣжная сила выражается, какъ извѣстно изъ механики, такъ: $\frac{P}{g\rho} v^2$, гдѣ g ускореніе силы тяжести, ρ радіусъ закругленія, v скорость въ секунду. Слѣдовательно, можно написать такую формулу:

$$Ptg\,\omega = \frac{P}{g\rho} v^2,$$

или

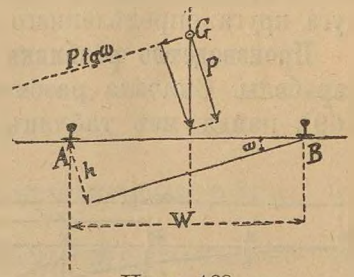
$$tg\,\omega = \frac{v^2}{g\rho}.$$

Но изъ чертежа 168-го видно, что $sin\,\omega = \frac{h}{w}$, гдѣ w ширина между рельсами. Но такъ какъ ω уголъ малый, то можно положить $sin\,\omega = tg\,\omega$ и, слѣдовательно, написать такую формулу:

$$\frac{v^2}{g\rho} = \frac{h}{w}, \text{ откуда } h = \frac{w}{g\rho} v^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Для большинства русскихъ желѣзныхъ дорогъ ширина между рельсами равна 0,714 сажени. Принимая g равнымъ 32,2 фута, или 4,6 сажени, найдемъ, что $\frac{w}{g} = 0{,}155$, и, слѣдовательно, вмѣсто формулы (2) можно написать:

$$h = 0{,}155\ \frac{v^2}{\rho}.$$



Черт. 168.

Посмотримъ теперь какая же должна быть кривая, чтобы она удовлетворяла этимъ двумъ требованіямъ: постепенно повышаться по высотѣ, достигая величины h и имѣть различные радіусы, начиная отъ безконечности до какой-нибудь конечной величины радіуса. Не вдаваясь въ аналитическій выводъ скажемъ, что уравненіе кривой относительно осей B, A и перпендикулярной къ ней, удовлетворяющее выше поставленнымъ условіямъ есть

$$y = \frac{x^3}{6kn} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Изъ формы этого уравненія видно, что кривая эта кубическая парабола.

© ГПИБ СОРАН
БИБЛИОТЕКА СТРОИТЕЛЬНОГО УЧИЛИЩА Инж. ПРЮРОВА

Не трудно убѣдиться, что при x равномъ нулю, радіусъ кривизны этой кривой равенъ безконечности, т. е. кривая такова, что въ началѣ ея, въ точкѣ B_1, радіусъ кривизны равенъ безконечности черт. 169.

Координаты же точки, для которой радіусъ кривизны параболы равенъ радіусу круга кривой R, будутъ *):

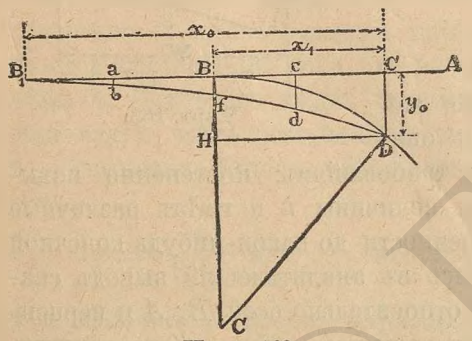
$$x_0 = \frac{kn}{R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

$$y_0 = \frac{k^3n^3}{6knR^3} = \frac{k^2n^2}{6R^3} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Формулы (4) и (5) служатъ для опредѣленія абсциссы и ординаты точки кривой, въ которой начинается дуга круга и кончается дуга параболы, или абсциссы и ординаты точки перехода изъ параболы въ дугу круга, причемъ n и k будутъ зависѣть отъ скорости и уклона переходной кривой.

Такимъ образомъ, всегда можно найти ординату и абсциссу точки кривой, отъ которой она можетъ быть разбита, какъ дуга круга опредѣленнаго радіуса.

Производство разбивки закругленія со вставкою кубической параболы. Сначала разбиваютъ кривую по дугѣ круга (черт. 169), найдя изъ таблицъ для даннаго радіуса касательную, бисектрису, ординаты и абсциссы промежуточныхъ точекъ, отмѣрить всѣ эти величины на соотвѣтственныхъ мѣстахъ. Когда такимъ образомъ кривая BD разбита, надо величину x_1 отмѣрить отъ точки B къ C, изъ точки C возставить къ BA перпендикуляръ CD, равный y_0, тогда найдется точка перехода параболы въ дугу круга. Затѣмъ надо отъ полученной точки C отмѣрить въ обратную сторону длину, равную x_0, вычисленную по формулѣ (4). Полученная точка B_1 будетъ началомъ переходной кривой. Теперь остается только отъ точки B_1 до точки D разбить кубическую параболу.



Черт. 169.

*) См. Геодезію проф. Богуславскаго, стр. 675—684.

Такъ какъ кривая B_1bfdD (черт. 169), вообще говоря, малой величины, то достаточно опредѣлить ординаты для двухъ абсциссъ кубической параболы, по формулѣ 3-й, давая k и n значенія соотвѣтственныя заданію, относительно скорости поѣзда и уклона рельса, задаваясь абсциссами черезъ сажень, напр., взявъ абсциссу B_1c, вычислимъ ординату cd. Такую же разбивку переходной кривой надо сдѣлать и въ концѣ кривой.

Изъ вычисленій для кривыхъ различныхъ радіусовъ и различныхъ скоростей поѣзда оказывается, что величина Bf почти равна $^1/_8$ ординаты $CD = y_0$, а B_1B почти равна BC. Поэтому очень часто разбивку производятъ такъ: назначивъ кривую по дугѣ круга и вычисливъ величины x_0, y_0 по формуламъ (4 и 5), берутъ половину x_0 и откладываютъ по касательной отъ точки B въ обѣ стороны равныя величины $\frac{x_0}{2}$, а отъ точки B по перпендикуляру къ касательной откладываютъ $^1/_8$ часть y_0. Полученную точку f считаютъ принадлежащею кубической параболѣ.

ГЛАВА XX.

Составленіе проекта желѣзной дороги.

Чертежные инструменты. Скажемъ предварительно нѣсколько словъ о чертежныхъ инструментахъ и техникѣ черченія.

Линейка и прямоугольный треугольникъ; они дѣлаются изъ грушеваго или чернаго дерева, должны быть тонки и гибки. Прилегая всѣми своими частями къ бумагѣ, тонкіе инструменты не такъ легко могутъ сдвинуться съ мѣста, что можетъ случиться съ линейками толстыми.

Металлическія линейки менѣе удобны; онѣ пачкаютъ бумагу.

До употребленія въ дѣло линейки и треугольника—необходимо удостовѣриться во 1-хъ въ томъ, что поверхности ихъ плоскости, во 2-хъ, что края ихъ представляютъ точно прямыя линіи, въ 3-хъ, что треугольникъ прямоуголенъ.

Необходимость соблюденія этихъ условій вытекаетъ изъ

© ГПНТБ СО РАН

слѣдующаго: такъ какъ линейкой и треугольникомъ проводятся линіи на плоскости бумаги, то для полнаго совпаденія ихъ поверхностей съ плоскостью бумаги онѣ должны быть плоски; линейка и треугольникъ служатъ для проведенія прямыхъ линій по ихъ краю, очевидно, ребра ихъ должны быть прямолинейны; треугольникъ служитъ для проведенія параллельныхъ линій, перпендикуляровъ, слѣдовательно онъ долженъ быть прямоугольнъ.

1-ое условіе: испытуемую линію или треугольникъ кладутъ на какую-нибудь вывѣренную плоскость, и если ихъ поверхности совпадаютъ съ плоскостью всѣми точками, то приборы годны къ употребленію.

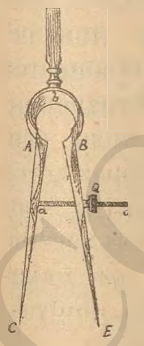
2-ое условіе: линейку или треугольникъ кладутъ на бумагу и по краю ихъ проводятъ тонко очиненнымъ карандашемъ черту; затѣмъ прикладываютъ ихъ съ другой стороны черты, тѣмъ же краемъ; если при этомъ окажется, что край линейки или треугольника совпалъ съ проведенной чертой на всемъ ея протяженіи, то условіе выполнено; въ противномъ случаѣ приборы въ дѣло не годятся.

3-ье условіе: одинъ изъ катетовъ его прикладываютъ къ линейкѣ, положенной на бумагу и проводятъ остроочиненнымъ карандашемъ черту по другому катету; затѣмъ, не сдвигая линейки, перекладываютъ треугольникъ по ней такъ, чтобы онъ пришелся тѣмъ же катетомъ по другой сторонѣ черты; если при этомъ окажется, что катетъ совпадаетъ съ чертой на всемъ ея протяженіи, то это послужитъ доказательствомъ прямоугольности. При перевозкѣ надо всегда старательно укладывать, а то лучшіе инструменты можно скоро испортить небрежнымъ съ ними обращеніемъ.

Циркуль. Хорошій циркуль долженъ одинаково свободно двигаться и раздвигаться, ножки его не должны гнуться. Если сложить ножки и сдѣлать уколъ на бумагѣ, то должна получиться точка.

При употребленіи циркуля, нужно раздвигать его ножки не болѣе какъ длину его, то есть стараясь держать циркуль возможно перпендикулярно, избѣгая острыхъ угловъ, въ противномъ случаѣ ножки будутъ слишкомъ наклонны къ бумагѣ, и можетъ случиться ошибка въ измѣреніи или отложеніи линіи.

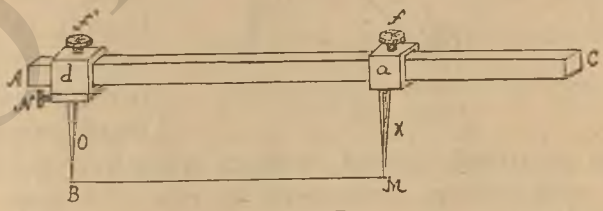
Пружинный циркуль (черт. 170). При поворачиваніи гайки Q въ одну и другую сторону измѣняется положеніе ножекъ относительно другъ друга. Достоинства хорошаго циркуля заключаются въ томъ, чтобы винтъ имѣлъ хорошія нарѣзки, былъ прямъ, и гайка удерживала раствореніе ножекъ циркуля. Эти циркуля бываютъ также со вставными ножками.



Черт. 170.

Рычажный циркуль или штангенъ-циркуль употребляется для измѣренія линій значительной длины (черт. 171).

Посредствомъ микрометрическаго винта (винтъ—



Черт. 171.

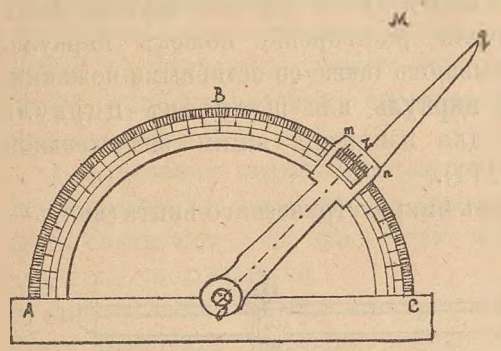
съ мелкими нарѣзками) у обоймицы d остроконечію o придается небольшое движеніе для болѣе точной установки ножки въ данную точку. Иногда брусокъ дѣлится на дюймы и части дюйма, вершки и части вершка или сотыя и тысячныя доли саженп.

Транспортиръ. Самые удобные—это роговые транспортиры крупнаго размѣра.

Вѣрный транспортиръ при перекладываніи 4 раза вокругъ вершины прямого угла долженъ представить ровно 360°,—каждый разъ въ отдѣльности, начиная провѣрку отъ любого дѣленія транспортира. Послѣдняя вычерченная линія должна слиться съ первою. Дѣленія должны быть вѣрны, что провѣряютъ циркулемъ, переставляя его по хордамъ. Кромѣ этого діаметръ 0° и 180° долженъ быть параллеленъ наружному прямолинейному ребру транспортира, и линія соединяющая центръ линейки транспортира съ дѣленіемъ 90° должна быть перпендикулярна къ этой линейкѣ.

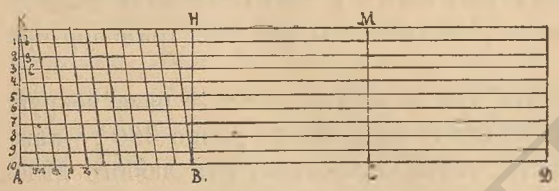
Транспортиры металлическіе, деревянные и роговые раздѣляются на градусы, полуградусы и четверти градуса; слѣдовательно, углы, строющіеся этими транспортирами, будутъ весьма не точны, такъ какъ наименьшая величина угла, откладываемая по нимъ, будетъ равна 30′, 15′. Между тѣмъ, при нане-

сеніи работы съемки на бумагу, необходимо бываетъ построеніе угловъ съ точностью до двухъ минутъ. Такую точность даетъ транспортиръ съ ноніусомъ (черт. 172). Устройство его разнится отъ обыкновеннаго присутствіемъ ноніуса *mn*, который движется по дугѣ *ABC*, прикрѣпленной къ линейкѣ *qo*. Линейка *qo* вращается около центра *O* транспортира, какъ около оси. Центръ *O* изображается пересѣченіемъ двухъ черточекъ на роговомъ листкѣ. Край линейки *qz* находится на одной прямой линіи съ нулевымъ дѣленіемъ ноніуса. (См. транспортиръ описанный на стр. 273, черт. 108.



Черт. 172.

Масштабы: численные и линейные. Для построенія простого линейнаго масштаба (черт. 173) проводятъ на бумагѣ линію *AB* неопредѣленной длины, по которой откладываютъ нѣсколько произвольныхъ, но равныхъ между собою частей: *AB*, *BC*, *CD*. Каждая изъ этихъ частей принимается соотвѣтствующею извѣстному числу линейныхъ единицъ мѣры (верстъ, саженъ, аршинъ, футовъ). Если *AB* выражаетъ 10 саж., то она дѣлится на 10 частей и каждая мелкая часть будетъ соотвѣтствовать одной сажени; если *AB* соотвѣтствуетъ одной сажени, то, раздѣливши ее на 7 частей, будемъ имѣть линіи, соотвѣтствующія футу и т. д. Чѣмъ на большое число частей раздѣлена *AC*, тѣмъ точнѣе откладываются по масштабу измѣренныя на мѣстности разстоянія.



Черт. 173.

Точностью масштаба называется наименьшая величина, которая можетъ быть отложена съ помощью масштаба (наименьшее дѣленіе $= 0{,}01\ AB$).

Масштабъ провѣряютъ перестанавливаніемъ его на бумагѣ по чертѣ, на коей точно разбито нѣсколько дѣленій, или же просто циркулемъ переставляя по дѣленіямъ масштаба.

Опредѣленіе по линейному масштабу численнаго и по численному—линейнаго. Для построенія линейнаго масштаба берется, обыкновенно, не произвольная величина *AB*, но опредѣленная доля той единицы мѣры, которою измѣряются разстоянія на мѣстности.

При всѣхъ производящихся въ Россіи съемкахъ, принято для линейной единицы масштаба брать или величину дюйма, какъ составляющаго $\frac{1}{84}$ доли сажени, или 0,01 саж. Чрезъ это представляется возможность опредѣлить—во сколько разъ разстоянія между различными предметами, выраженными на планѣ, менѣе соотвѣтствующихъ имъ разстояній на мѣстности.

Если дюймъ на планѣ соотвѣтствуетъ 100 саж. на мѣстности, то всѣ линіи на планѣ будутъ 84100, то есть въ 8.400 разъ менѣе соотвѣтствующихъ имъ на мѣстности: отношеніе ихъ $= \frac{1}{8.400}$.

Это отношеніе длины линіи на планѣ къ длинѣ соотвѣтствующихъ имъ линій на мѣстности называется **численнымъ масштабомъ.**

По численному масштабу легко опредѣлить линейный, напримѣръ: 1) численный масштабъ $= \frac{1}{4200}$ (то есть одному дюйму на планѣ соотвѣтствуетъ 4.200 дюймовъ на мѣстности); линейный такового $= \frac{1}{4200 : 84} = \frac{1\text{ дюймъ}}{50\text{ саж.}}$ (т. е. одному дюйму на планѣ соотвѣтствуетъ 50 саж. на мѣстности); 2) численный масштабъ $\frac{1}{25200}$, слѣдовательно, линейный $= \frac{1}{25200 : 84} = \frac{1\text{ дюймъ}}{300\text{ саж.}}$ (то есть одному дюйму на планѣ соотвѣтствуетъ 300 саж. на мѣстности).

Обратно, по линейному масштабу можно опредѣлить численный: пусть 1 дюймъ на планѣ соотвѣтствуетъ 200 саженямъ на мѣстности; слѣдовательно, численный масштабъ $= \frac{1}{200 : 84} = \frac{1}{16800}$.

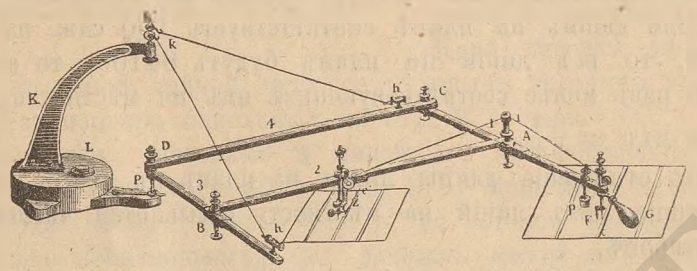
Переходъ отъ одного масштаба къ другому (переводъ масштабовъ). Въ нѣкоторыхъ случаяхъ при составленіи плановъ (перечерчиваніи) требуется переходъ отъ большого масштаба къ меньшему и наоборотъ: отъ меньшаго масштаба—къ боль-

СПБГЛТА

шему. Большимъ масштабомъ называется тотъ, дюйму котораго соотвѣтствуетъ меньшее количество саженъ на мѣстности; такъ напримѣръ, сотый масштабъ больше двухсотаго.

Чѣмъ крупнѣе масштабъ, тѣмъ больше подробностей можно нанести съ мѣстности на планъ, такъ какъ въ большемъ масштабѣ большая и точность, напримѣръ, въ сотомъ масштабѣ точность = 1 саж., въ двухсотомъ = 2 саж. и т. д. Иначе говоря, при малыхъ масштабахъ допускается больше упущеній въ нанесеніи измѣренныхъ линій, нежели въ большихъ. Изъ этого видно, почему при съемкахъ масштабъ плановъ принимается различный, сообразно назначенію ихъ.

Перерисовку плана линіи съ измѣненіемъ масштаба лучше всего производить помощью координатъ: абсциссъ и ординаты.



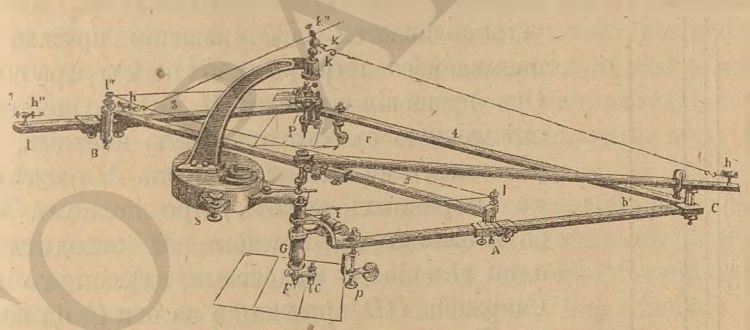
Черт. 174.

Точно также помощью координатъ удобнѣе всего уменьшать или увеличивать масштабъ картъ. Для этого вычерчивается по краю карты или плана длинная прямая линія, прибѣгая при большой длинѣ къ ниткѣ. Эта линія принимается за ось ординатъ, а абсциссы получаются если измѣрить длины перпендикуляровъ опущенныхъ изъ вершинъ угловъ на эту ось. Остается измѣряя масштабомъ длины этихъ ординатъ наносить таковыя вершины въ другомъ, требуемомъ масштабѣ на отдѣльный листъ бумаги.

Соединивъ вершины прямыми линіями получимъ планъ въ требуемомъ масштабѣ. Отмѣряя длины ординатъ слѣдуетъ ихъ мѣрить во избѣжаніе накопленія ошибки отъ начальной точки оси—насколько хватитъ длины масштаба.

Перерисовка плановъ съ измѣненіемъ масштаба производится также особымъ снарядомъ, называемымъ **пантографомъ**, (черт. 174 и 175) и при томъ быстрѣе, чѣмъ предыдущими

способами. Онъ состоитъ въ общихъ чертахъ изъ четырехъ линеекъ соединенныхъ между собою шарнирами въ 4 точкахъ и составляющихъ параллелограммъ. При употребленіи инструментъ вращается около неподвижной точки, полюса p. Когда остріе p ведутъ по контурамъ чертежа, карандашъ въ F, установлен-



Черт. 175.

ный въ надлежащемъ разстояніи, описываетъ копію чертежа въ требуемомъ масштабѣ.

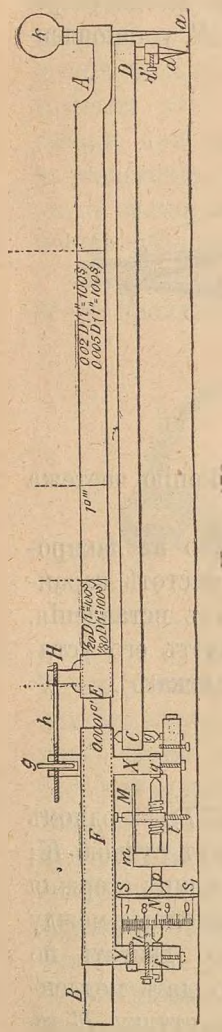
Дотрогиваться до пантографа слѣдуетъ только въ лакированныхъ его частяхъ. Необходимо держать въ чистотѣ карандашъ и штифты, такъ равно и отверстія для ихъ вставленія.

До укладки пантографа въ его ящикъ слѣдуетъ его уставить на $^1/_2$ или $^1/_1$. (См. Геодезія проф. Богуславскаго).

Планиметръ Амслера.

Онъ состоитъ изъ стержня AB (черт. 176 и 177), на одномъ концѣ котораго укрѣплена копировальная игла a съ ручкою K; ею можно водить иглу по бумагѣ; на другомъ же концѣ стержня AB надѣты призматическія втулки E и F, соединенныя между собою винтомъ h; втулки эти можно свободно двигать по стержню AB рукою; когда же втулкѣ F нужно дать медленное движеніе по стержню AB, то прижимаютъ втулку E къ стержню винтомъ H и, вращая гайку G въ ту или другую сторону, втулку F приближаютъ или удаляютъ отъ E. Втулка F имѣетъ два выступа X и Y, въ нихъ вставлены стальные цилиндры f и g, служащіе подшипниками оси p. Съ осью p составляетъ одно цѣлое валикъ N, называемый вертикаль-

нымъ кругомъ, одинъ край котораго имѣетъ ободокъ *ss*, а другой раздѣленъ на 100 равныхъ частей, и чрезъ каждыя 10 дѣленій на валикѣ поставлены цифры. Посредствомъ нониуса *h* можно отсчитывать тысячныя части оборота колеса. Къ выступу *X* придѣлана г-образная пластинка (уголокъ) *mt*, на ней устанавливается ось вращенія кружка *M*, называемаго горизонтальнымъ кругомъ. Ось вращенія кружка *M* имѣетъ шестерню сцѣпленную съ безконечнымъ винтомъ, нарѣзаннымъ на оси *p*. Кружокъ *M* раздѣленъ на 10 равныхъ частей. При полномъ оборотѣ валика *N*, кружокъ *M* отходитъ на одно дѣленіе отъ индекса *m*, сдѣланнаго на *t*. Стержень *CD* вращается на оси *C*, на концѣ его *D* придѣлана игла *d*. При употребленіи планиметра, иглу *d* стержня *CD* вдавливаютъ въ бумагу, сверху рычага накладываютъ особый маленькій грузъ въ видѣ цилиндра съ осью, которая входитъ въ отверстіе, сдѣланное въ концѣ рычага *D*. Черт. 177) представляетъ перспективное изображеніе планиметра, отличающагося отъ предыдущаго (черт. 176) тѣмъ, что около копировальной иглы укрѣпленъ у *d''* тупой шпинекъ *g*; благодаря которому при обводкѣ игла *p* не соскальзываетъ съ контура, кромѣ того, зажимательный винтъ *d* и микрометренный *m* поставлены ближе къ лѣвому концу рычага *A*.



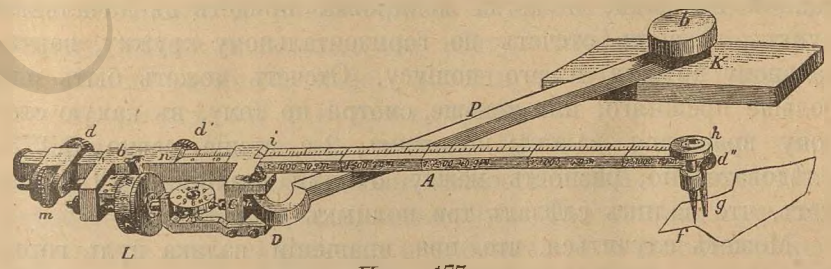
Черт. 176.

Когда копировальная игла водится по контуру измѣряемой площади, то рычаги *AB* и *CD* принимаютъ различныя положенія, а вертикальный кружокъ, опираясь на бумагу въ точкѣ касанія, или скользитъ по бумагѣ, если движеніе рычага *AB* совпадаетъ съ направленіемъ оси *p*, или вращается, если движеніе происходитъ по направленію, перпендикулярному къ *p*, или, наконецъ, одновременно скользитъ и вращается при всякомъ другомъ направленіи движенія рычага

Когда валикъ скользитъ, слѣдовательно, не вращается на

оси, то показаніе колеса остается однимъ и тѣмъ же. При всякомъ перемѣщеніи валика въ сторону отъ направленія оси, показанія мѣняются, такъ что перемѣщенія точки касанія валика на бумагѣ представятся въ видѣ ступенчатой линіи. При всѣхъ перемѣщеніяхъ по направленію оси, колесо, какъ было сказано, не вращается, поэтому, при переходѣ точки касанія изъ *A* въ *B* колесо развернется на дугу, длина которой равняется суммѣ малыхъ перемѣщеній, перпендикулярныхъ къ какой-то линіи *CB*, представляющей собою направленіе оси *p*, или, другими словами, равняется длинѣ перпендикуляра опущеннаго изъ точки *A* на направленіе оси *p*.

Такимъ образомъ, при переходѣ валика изъ одной точки въ другую, перемѣщеніе это можно разсматривать какъ составленное изъ двухъ перемѣщеній *CB*—по оси и изъ перемѣщенія, перпендикулярнаго къ первому. Это послѣднее перемѣщеніе равняется дугѣ, на которую развернется валикъ или дугѣ между точками касанія валика въ точкѣ *A* и въ точкѣ *B*. Длина дуги этой выразится разностью чтеній на валикѣ, сдѣланныхъ въ моменты его касанія въ точкахъ *A* и *B*.



Черт. 177.

Сообразно единицъ мѣры, поставленныхъ на рычагѣ *AB*, передвигаютъ рычагъ *AB*, снабженный копировкой, во втулкѣ до тѣхъ поръ, пока индексъ втулки не совпадетъ съ назначеннымъ дѣленіемъ рычага. Тогда втулку закрѣпляютъ зажимательнымъ винтомъ, въ точности, приводятъ микрометреннымъ винтомъ въ совпаденіе черту рычага съ индексомъ. Затѣмъ устанавливаютъ остріе конца второго рычага въ такой точкѣ, чтобы при обводѣ копировкой по контуру площади возможно было сдѣлать этотъ весь обводъ, при этомъ, конечно, при большихъ площадяхъ приходится перемѣнять нѣсколько разъ мѣсто для острія второго рычага. Когда это мѣсто, наконецъ, най-

дено, копировку k устанавливаютъ на опредѣленной точкѣ периметра и начинаютъ дѣлать отсчетъ; индексъ горизонтальнаго кружка расположится между двумя цифрами, поэтому записываютъ меньшую изъ нихъ; пусть она будетъ 2. Затѣмъ смотрятъ на вертикальный валикъ и записываютъ меньшую цифру изъ двухъ, между которыми расположится нуль ноніуса; пусть эта цифра будетъ 4; слѣдующая цифра, которую надо записать, выражаетъ число цѣлыхъ дѣленій валика отъ цифры 4 до нуля ноніуса; положимъ, что цифра эта 7. Наконецъ, послѣдняя цифра въ записи, это—чтеніе по ноніусу, то есть дѣленіе ноніуса, совпадающее съ какимъ-нибудь дѣленіемъ валика; пусть это дѣленіе будетъ третье дѣленіе ноніуса. Слѣдовательно, полное чтеніе по горизонтальному кружку, вертикальному валику и ноніусу окажется равнымъ 2,473.

Сдѣлавъ эту запись, обводятъ копировкой по периметру данной площади, и когда копировка придетъ въ начальный пунктъ, дѣлаютъ отсчетъ по горизонтальному кружку, вертикальному кружку и его ноніусу. Отсчетъ можетъ быть или больше прежняго, или меньше, смотря по тому, въ какую сторону вращался валикъ; положимъ, 2-е чтеніе равно 5,473. Слѣдовательно, разность между обоими чтеніями 3,000 укажетъ, что валикъ сдѣлалъ три полныхъ оборота.

Можетъ случиться, что при вращеніи валика нуль горизонтальнаго кружка пройдетъ мимо его индекса одинъ или нѣсколько разъ, въ этомъ случаѣ надо обращать вниманіе на то, какъ проходятъ цифры горизонтальнаго кружка мимо его индекса,—сначала ли большія, потомъ меньшія, или обратно. Положимъ, цифры горизонтальнаго кружка проходятъ мимо индекса одинъ разъ, въ этомъ случаѣ ко второму чтенію надо прибавить 10,000, или въ началѣ его поставить единицу, то есть чтеніе будетъ не 5.473, а 15.473. Подобнымъ образомъ, если бы нуль прошелъ мимо индекса два раза, то надо предъ вторымъ чтеніемъ поставить 2 и т. д. Если при вращеніи валика цифры проходятъ отъ большей къ меньшей, и нуль пройдетъ мимо индекса одинъ разъ, то изъ второго чтенія надо было бы вычесть 10.000, но такъ какъ изъ него вычитается первое чтеніе, то можно вмѣсто этого къ 1-му чтенію прибавить 10.000 или предъ первымъ чтеніемъ поставить единицу. Подобнымъ образомъ, если цифры горизонтальнаго кружка

проходятъ мимо его индекса отъ большой къ меньшей, и притомъ нуль пройдетъ 2 раза, то предъ первымъ чтеніемъ надо поставить 2 и т. д.

Дѣлая отсчетъ по планиметру, надо обращать вниманіе на слѣдующее: можетъ случиться, что индексъ горизонтальнаго кружка будетъ такъ близко стоять къ какой-нибудь цифрѣ кружка, что трудно опредѣлить, слѣдуетъ ли взять эту цифру, или меньшую. Чтобы рѣшить, какую взять цифру съ горизонтальнаго кружка, нужно смотрѣть, находится ли нуль ноніуса между нулемъ и единицей валика, или же между нулемъ и цифрой 9; въ первомъ случаѣ надо взять съ горизонтальнаго кружка цифру, стоящую у индекса, во второмъ случаѣ съ горизонтальнаго кружка надо взять ближайшую къ индексу меньшую цифру.

Когда найдена разность отсчетовъ, прочтенныхъ на кружкахъ въ началѣ и концѣ обвода копировкой, и если остріе второго рычага поставлено внѣ контура измѣряемой площади то разность отсчетовъ надо умножить на единицу, надписанную на рычагѣ AB у индекса втулки.

Напримѣръ, если эта надпись 0,0001 $\square'$, то при такой длинѣ рычага каждая единица разности чтеній соотвѣтствуетъ одной десятитысячной квадратнаго фута. Слѣдовательно, еслибы постоянная точка планиметра находилась внѣ измѣряемаго контура, а разность чтеній равнялась бы 3,456, то, при указанной длинѣ рычага, нужно было бы въ числѣ 3,456 перенести запятую за четыре знака влѣво, и нашли бы, что площадь, въ этомъ случаѣ, равна 0,3456 кв. фут.

Если подвижному рычагу (AB) сообщить длину съ надписью одна квадратная линія ($1\,\square'''$), то, при той же разности чтеній 3,456 нашли бы, что измѣренная площадь равна 3,456 квадратнымъ линіямъ.

Если подвижному рычагу (AB) была бы сообщена длина съ надписью $\begin{cases} {}^1/_{20}\ D\ (1'' = 100\ S) \\ {}^1/_{20}\ D\ (1'' = 50\ S) \end{cases}$, то разность чтеній надо помножить на ${}^1/_{20}$, и площадь получится въ десятинахъ, если планъ составленъ въ масштабѣ сто саженъ въ одномъ дюймѣ, или на ${}^1/_{80}$, и тогда площадь получится тоже въ десятинахъ, если планъ составленъ въ масштабѣ пятьдесятъ саженъ въ одномъ дюймѣ.

Наконецъ, при самой меньшей длинѣ рычага поставлена надпись $\begin{cases} 0{,}02 \quad D \ (1'' = 100 \ S) \\ 0{,}005 \ D \ (1'' = \ 50 \ S) \end{cases}$; эта послѣдняя длина рычага мало употребительна, развѣ для очень небольшихъ площадей. Пользоваться ею надо такъ же, какъ и предыдущею надписью, и площадь получится тоже въ десятинахъ.

На иныхъ планиметрахъ вмѣсто надписи одна квадратная линія (1 □‴) ставится одинъ миллиметръ (мм.).

Если остріе второго рычага поставлено внутри контура измѣряемой площади, то къ разности отсчетовъ на кружкѣ и валикѣ надо прибавить еще число A, написанное на рычагѣ AB у той длины рычага, какая ему придана въ началѣ измѣренія площади. Остріе рычага, устанавливаютъ внутри измѣряемой площади въ случаѣ значительной величины площади.

Когда же площадь такъ велика, что даже по установкѣ острія внутри площади, всетаки копировкой нельзя обойти всего контура, тогда дѣлятъ площадь на нѣсколько частей прямыми линіями, измѣряютъ каждую часть отдѣльно и берутъ затѣмъ сумму площадей.

Положимъ, нужно измѣрить площадь въ квадратныхъ футахъ, устанавливая остріе второго рычага планиметра внутри площади; тогда, давъ рычагу a длину, при которой сдѣлана надпись 0,0001 □′, ставятъ копировку въ какой-либо точкѣ периметра данной площади и дѣлаютъ отсчетъ по кружку и валику; положимъ, этотъ отсчетъ будетъ 2,345; обводятъ по периметру площади копировкой и, когда придутъ въ начальную точку, отъ которой начали обводъ, дѣлаютъ вновь отсчетъ; пусть онъ будетъ 865. Къ разности двухъ отсчетовъ 2,345 — — 865 = 1.480 надо прибавить число, надписанное на верхней грани рычага AB у дѣленія 0,0001 □′; если эта надпись,— 20808, встрѣчающаяся на планиметрахъ Амслера, то найдемъ, что измѣряемая площадь равна 2,2288 вв. фут.

Въ продажѣ имѣются также планиметры съ неподвижными рычагами AB. Очевидно, удобнѣе первые, хотя и вторыми можно измѣрять площади, вычерченыя въ какомъ угодно масштабѣ и какихъ угодно квадратныхъ единицахъ.

Предъ употребленіемъ планиметра надо убѣдиться, что валикъ вращается на своей оси свободно, не задѣвая ноніуса, что ось не имѣетъ большого продольнаго движенія, что рычагъ AB, по закрѣпленіи его винтомъ, не передвигается, если его потянуть за копировку, что, при движеніи копировки, валикъ прикасается все время къ бумагѣ, то есть доска, на которой лежитъ бумага, представляетъ собою плоскость. Бумага должна быть или наклеена на доскѣ, или приколота кнопками, иначе отъ передвиженія бумаги на доскѣ, во время измѣренія, можетъ вкрасться значительная ошибка.

Обводъ копировкой всегда дѣлается по направленію движенія часовыхъ стрѣлокъ. Прямыя линіи слѣдуетъ обводить по линейкѣ. Никогда не слѣдуетъ ограничиваться однимъ обводомъ, а слѣдуетъ ихъ дѣлать нѣсколько. Изъ нѣсколькихъ полученныхъ такимъ образомъ разностей берется средняя ариѳметическая. Для большей увѣренности въ правильности работы хорошо дѣлать нѣсколько обводовъ въ сторону противоположную.

Повѣрку планиметра можно сдѣлать, измѣряя имъ вычерченную, самымъ точнымъ образомъ, какую-нибудь опредѣленную площадь. Сравнивъ затѣмъ величину площади, выведенную на основаніи геометрической формулы, съ площадью, полученной помощью планиметра, заключаютъ о степени вѣрности инструмента. Большею частью, повѣрка приводитъ къ разности, выражающейся въ доляхъ одного процента всей площади. При этомъ, конечно, надо отнести часть ошибки къ неточности вычерчиванія.

Коэффиціентъ планиметра, то есть его постоянное число можно получить непосредственно практически, обведя нѣсколько разъ площадь одной квадратной сажени точно вычерченную въ видѣ квадрата въ данномъ масштабѣ и тогда измѣренная площадь получится въ квадр. сажаняхъ. Средняя ариѳметическая изъ нѣсколькихъ такихъ опредѣленій есть вѣроятнѣйшая величина постояннаго числа планиметра.

Объ условныхъ знакахъ картъ и плановъ *).

Лѣса означаются неправильными пятнами, набрасываемыми въ видѣ группъ болѣе или менѣе частыхъ чѣмъ выражается густота лѣса; величина пятенъ означаетъ возрастъ лѣса. Для отличія строевого отъ дровяного лѣса мѣста расположенія строе-

*) Инструкція и условные знаки Военно-Топографическаго Отдѣла. См. томъ III, стр. 164 и къ нимъ чертежи листъ 1 и 2.

вого лѣса заштриховываютъ два раза, а дровяного одинъ разъ, мѣста расположенія кустарника вовсе не заштриховываются.

Названія городовъ, селъ деревень, господскихъ домовъ, фольварковъ, фермъ, мызъ надписываются на топографическихъ картахъ условнымъ шрифтомъ, выражающимъ своею условною величиною важность предмета и его обширность.

Названіямногія ихъ предметовъ не выписываются сполна, а только ставятся ихъ начальныя буквы или же пишутся названія сокращенно, такъ, бумажная фабрика означается — бум., пильный заводъ — пил., литейный заводъ — лит., лѣсъ — лс., лугъ—лг., колонія — клн., и т. п. Собственныя имена надписываются сполна, какъ, напримѣръ, названія селъ, деревень, урочищъ, озеръ и лѣсовъ, имѣющихъ названія.

На планахъ и картахъ, раскрашенныхъ, или илюминованныхъ, всѣ воды, какъ-то: моря, рѣки, ручьи, каналы, озера, пруды, сажалки, болота, покрываются голубою краскою — лазурью; каменныя строенія, шоссе или булыжныя дороги, каменоломни, сигналы, числа верстъ, дворовъ, надписываются карминомъ; лѣса лиственные, луга, выгоны, отдѣльныя деревья, аллеи, сады, парки покрываются зеленою краскою,—лазурью съ гуммигутомъ; лѣсъ хвойный, — карминомъ съ тушью; лѣсъ мѣшанный—гуммигутомъ съ карминомъ и тушью; пески раскрашиваются сурикомъ.

При помощи условныхъ знаковъ, планъ или карта могутъ быть сдѣланы ясными и полными. Но для ясности плана всѣ предметы должны легко отыскиваться, другъ друга не затемнять и не пестрить плана. Для полноты плана всѣ предметы сообразные съ цѣлями съемки должны быть нанесены. Планъ, не владѣющій всѣми этими качествами, называется слѣпымъ.

Условные знаки военно-топографическихъ картъ даны нами въ альбомѣ л. I и II, черт. 166—174, поясненіе къ нимъ въ томѣ III, ст.

Черченіе плана.

Какъ сказано было выше, болѣе трудныя изысканія въ горахъ производятся по планамъ горизонталей (т. е. кривыхъ, проходящихъ черезъ точки съ одинаковыми отмѣтками), составленнымъ по снятымъ въ полѣ поперечнымъ профилямъ.

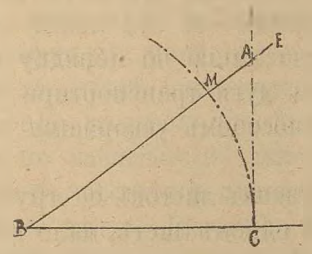
Прежде чѣмъ приступить къ черченію плановъ слѣдуетъ провѣрить всѣ чертежные инструменты и невѣрные совершенно

выбросить, такъ какъ неточности таковыхъ могутъ повлечь за собою большія ошибки въ проектѣ.

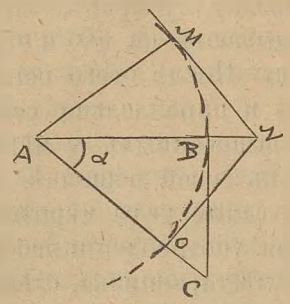
Масштабъ, которымъ планъ вычерчивается, слѣдуетъ отмѣтить вдоль рѣзкою чертой, всѣ же остальные масштабы убрать прочь во избѣжаніе ошибокъ. До составленія плана слѣдуетъ провѣрить нѣтъ ли ошибки въ показаніи угловъ и румбовъ, составивъ предварительную вѣдомость суммы угловъ вправо и влѣво, какъ сказано выше. Разница между суммами должна равняться углу между румбами первой и послѣдней линіи. Когда всѣ углы на листѣ нанесены, то надлежитъ провѣрить (хотя бы приблизительно) по румбамъ нѣтъ ли случайно крупной ошибки, напр. вмѣсто угла вправо не отложенъ ли уголъ (по тангенсу) влѣво.

При черченіи плановъ предлагается для большей точности углы наносить при помощи тангенсовъ, а разстоянія мѣрить масштабомъ (а не циркулемъ). При этомъ если вычерчивается планъ линіи а не магистрали и въ полѣ были сдѣланы на закругленіяхъ прибавки разницъ между кривой и двумя тангенсами, въ такомъ случаѣ таковую прибавку надо сдѣлать и на планѣ, то есть промѣръ вести по закругленіямъ.

Опредѣленіе величины угловъ по тангенсамъ. Если изъ вершины угла B (черт. 178) опишемъ произвольнымъ радіусомъ дугу CM и изъ точки C (пересѣченія) возставимъ перпенди-



Черт. 178.



Черт. 179.

куляръ AC (тангенсъ) до пересѣченія со стороной BE, то отношеніе AC къ BC (тангенса къ радіусу) для одного и того же угла будетъ одинаково. При уменьшеніи угла ABC отношеніе будетъ уменьшаться, и наоборотъ.

Принявъ BC за опредѣленную величину для всѣхъ угловъ, можно для каждаго угла опредѣлить и величину соотвѣтствующаго ему тангенса по Кренке или по табл. Моржова.

Въ таблицахъ Кренке и Моржова даны касательныя для

угловъ до 120°, тангенсы половинныхъ угловъ (до 60°), почему если данный уголъ α то надо въ таблицахъ искать тангенсъ угла 2α, что легко впрочемъ, объясняется черт. 179.

При этомъ поступаютъ слѣдующимъ образомъ: D допустимъ, въ точкѣ A надо сдѣлать уголъ 25° 20′. Находимъ по таблицамъ уголъ 50° 40′; беремъ величины $tg\ 25^\circ\ 20' = 0{,}47341$; на продолженной задней линіи откладываемъ $R = 1.000$ и въ концѣ по перпендикуляру мѣримъ точно 47,34. Линія соединяющая вершину A съ концомъ перпендикуляра будетъ искомая.

Нанесеніе угловъ по румбамъ.

Для упрощенія и ускоренія черченія рекомендуемъ наносить углы по румбамъ, но ни въ какомъ случаѣ не по угламъ. При черченіи линіи по угламъ получается накопленіе ошибокъ и неточности въ самомъ откладываніи угловъ по транспортиру, на каждой вершинѣ. При нанесеніи угловъ по транспортиру по румбамъ линіи рекомендуемъ слѣдующій пріемъ, состоящій въ томъ, что не прикладываютъ транспортира къ каждой вершинѣ въ отдѣльности, а кладутъ транспортиръ возможно точнѣе одинъ разъ—по меридіану, отмѣтивъ ось, то есть точку пересѣченія; затѣмъ всѣ углы, то есть румбы наносятъ по порядку нумеровъ, затѣмъ для повѣрки транспортиръ перекладываютъ на 80° и откладываютъ тѣ же румбы по другую сторону. Послѣ этого остается провести всѣ эти линіи черезъ центръ и параллельно себѣ каждую линію по порядку нумеровъ выписанныхъ у мѣтокъ вдоль дуги транспортира перенесть къ своей вершинѣ. Этимъ способомъ ускоряется черченіе, и самые углы вѣрнѣе.

При употребленіи небольшихъ узкихъ листовъ не трубуется много мѣста; ошибка, сдѣланная на одномъ листѣ, мало вліяетъ на вѣрность работы на послѣдующихъ листахъ. Кромѣ того, при небольшихъ листахъ бумага не свертывается и отъ того не рвется и лежитъ на столѣ ровно. Всѣ листы должны быть по возможности одной величины, дабы ихъ удобно было сложить въ одну папку или переплести какъ профили въ рулоны. Для сохраненія листовъ, во время полевой работы, слѣдуетъ имѣть легкую металлическую трубу съ крышкой.

Листы прикладываются одинъ къ другому (черт. 175), л. II по мѣрѣ нанесенія послѣдующихъ вершинъ угловъ, при

чемъ дальнѣйшіе листы прикладываются къ предыдущимъ подъ тѣмъ или другимъ угломъ, такъ чтобы послѣдующее направленіе линіи ложилось приблизительно по серединѣ листа. Два смежные листа скрѣпляются кнопками и на слѣдующемъ листѣ вычерчивается орьентиръ-линія, по коей этотъ листъ прикладывается къ предыдущему; на каждомъ листѣ вычерчивается меридіанъ такъ, чтобы онъ проходилъ по возможности ближе къ серединѣ листа. Каждый листъ снабжается соотвѣтственнымъ нумеромъ и названіемъ мѣста, гдѣ производится съемка; свѣдѣнія эти записываются всегда въ одномъ углѣ листа, напримѣръ, правомъ.

Пикеты назначаются по масштабу и каждый пятый пикетъ нумеруется, точно также нумеруются всѣ углы; на всѣхъ углахъ слѣдуетъ выписывать всѣ нужные величины. Какъ образецъ плана горизонталей нами дана копія подлиннаго плана Восточнаго участка Кругобайкальской жел. дороги чер. 188, Л. VI.

Невязки. При вычерчиваніи магистрали, варіантовъ и второстепенныхъ магистралей, на чертежѣ получаются связки, несогласныя съ записями въ пикетажной книгѣ, т. е. получаются невязки.

Главнѣйшая причина несмыкаемости фигуры въ большей части случаевъ происходитъ отъ того, что не обращалось вниманія на наклоненіе покатостей, по которымъ пролегала линія, а на бумагу наносилась длина линій, какая была найдена въ полѣ, при измѣреніи ихъ лентой, тогда какъ, при углахъ наклоненія большихъ 10-хъ градусовъ слѣдовало бы брать проекціи линій. Табл. XV, стр. 45.

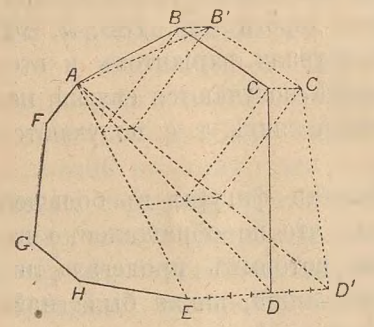
Когда планъ вычерченъ и получилась невязка, то послѣ этого надо вторично провѣрить, нѣтъ ли ошибки въ измѣреніи длины по масштабу въ пикетахъ, а также въ показаніи угловъ и румбовъ, составивъ предварительную вѣдомость суммы угловъ вправо и влѣво. Разница между суммами должна равняться углу между румбами первой и послѣдней линіи. Если она не обнаружится, то это докажетъ, что невязка произошла отъ накопленія мелкихъ ошибокъ въ полѣ, и при вычерчиваніи. Подобную невязку можно исправить слѣдующимъ способомъ.

1) Линію невязки DE дѣлятъ на столько частей, сколько сторонъ въ многоугольникѣ и соединяютъ, напримѣръ A точкой D, смотря по числу сторонъ многоугольника, затѣмъ поступаютъ, согласно чертежу, перенося точки B' и C' линіями и

перпендикулярными къ AD' и линіями параллельными DE на надлежащія мѣста (черт. 189).

Точно такимъ же образомъ поступаютъ съ точками H, G и F, а именно: опустивъ изъ нихъ линіи перпендикулярныя къ AE и линіи параллельныя къ ED, откладываютъ на нихъ: $\frac{ED}{5}$. 3, $\frac{ED}{5}$. 2 и $\frac{ED}{5}$. 1. — Конечно, подобная невязка недопустима, развѣ въ вычерчиваніи плановъ угодій, бассейновъ и пр., а не на магистрали.

2) Въ сомкнутомъ многоугольникѣ при съемкѣ обходомъ, сумма всѣхъ астролябическихъ угловъ должна быть равна двумъ прямымъ помноженнымъ на число сторонъ безъ двухъ. Впрочемъ, съемку считаютъ удовлетворительной, когда полученная расходимость будетъ меньше величины точности ноніуса, помноженной на число сторонъ многоугольника. Провѣрку эту надлежитъ сдѣлать во время полевыхъ работъ. Въ случаѣ большей расходимости ошибку K розыскиваютъ на мѣстѣ.



Черт. 189.

Положимъ, сумма угловъ по измѣренію оказалась $= p$; число угловъ $= n$; точность ноніуса $= \alpha$ тогда

сум. $(p - 2d)(n - 2) = \pm K \leqslant n\alpha$.

Дѣлятъ $\pm K$ на число угловъ, то есть на n, полученная величина $\pm \frac{K}{n}$ будетъ величиною ошибки въ одномъ углѣ. Поэтому для исправленія ошибки къ каждому измѣренному углу въ полѣ прибавляютъ величину $\frac{K}{n}$, взятую съ противнымъ знакомъ.

3) Положимъ, будетъ сдѣлана ошибка въ длинѣ стороны, при нанесеніи или при измѣреніи въ полѣ, тогда вмѣсто сомкнутой фигуры получимъ разомкнутую. Въ этомъ случаѣ, величина невязки равна ошибкѣ въ сторонѣ. Эту ошибку легко найти проводя параллельныя линіи и откладывая соотвѣтственныя длины сторонъ многоугольника, пока ошика не обнаружится.

4) Если ошибка сдѣлана въ одномъ лишь углѣ, въ полѣ или при накладкѣ на бумагу, а въ остальныхъ сторонахъ и

углахъ ошибки не было сдѣлано ни въ полѣ, ни при накладкѣ, то очевидно, часть периметра была повернута около одной точки, какъ поворачивается радіусъ около своего центра. Такимъ образомъ, если концы невязки находятся въ равныхъ разстояніяхъ отъ какой-нибудь вершины многоугольника, то въ этой вершинѣ сдѣлана ошибка въ измѣреніи или нанесеніи угла.

Изображеніе на планахъ неровностей мѣстности.

Неровности земной поверхности, какъ-то: горы, холмы, овраги, ложбины и проч., выражаются на планахъ горизонталями (или штрихами.)

О направленіи скатовъ можно судить по направленію горизонталей, а о крутизнѣ ихъ—по разстояніямъ горизонталей другъ отъ друга. Несмотря на безконечное разнообразіе неровностей земной поверхности, каждую отдѣльную часть ея можно уподобить поверхности какого-либо геометрическаго тѣла конусообразнаго, шарообразнаго, пирамидальнаго, иногда воронкообразнаго тѣла или углубленія и проч. (Подробности даны нами въ гл. II, стр. 17, черт. 190—194, л. I и II). Всѣ рѣзкіе перегибы постепенно сглаживаются отъ дѣйствія воды, и одна крутость переходитъ въ другую менѣе замѣтнымъ образомъ.

Правила, кои надо имѣть въ виду при чтеніи плана въ горизонталяхъ. Подошва возвышенія или окраина углубленія выражается сомкнутою или разомкнутою кривою, но всегда объемлещею всѣ остальныя горизонтали, выражающія возвышеніе или углубленіе. Если горизонталь принадлежитъ подошвѣ, то отмѣтка смежной горизонтали болѣе отмѣтки горизонтали выражающей подошву. Если горизонталь принадлежитъ окраинѣ, то отмѣтка смежной горизонтали менѣе отмѣтки горизонтали выражающей окраину.

Чтобы отличить дно отъ вершины, очень часто дно затушевываютъ или покрываютъ легкой черной краской. На картѣ, изображающей неровную мѣстность, дно отъ вершины можно различить по положенію рѣкъ, ручьевъ, прудовъ, озеръ и овраговъ, рѣзко отдѣляющихъ низкія мѣста отъ возвышенныхъ (черт. 182, 183 и 184, л. II).

Утесы и скалы не изображаются горизонталями, а ихъ представляютъ въ видѣ точекъ или штрихами.

ОТПЕЧАТОК

Если въ какомъ нибудь мѣстѣ двѣ смежныя горизонтали отстоятъ другъ отъ друга на большое разстояніе, тогда какъ остальныя сближены, то мѣсто между горизонталями, отстоящими на большое разстояніе, выражаетъ террасу или уступъ.

Обрывы выражаются почти сливающимися горизонталями. Навѣсныя скалы и пещеры выражаются пересѣкающимися горизонталями.

Для легкости счета, горизонтали, отстоящія другъ отъ друга на 5 саженъ, утолщаютъ по всей ихъ длинѣ.

Разстояніе по высотѣ между горизонталями зависитъ отъ масштаба съемки, а также и отъ крутости или пологости части земной поверхности, для которой составляется планъ горизонталей.

Изображеніе неровностей мѣстности штрихами. Несмотря на точность изображенія неровностей горизонталями, способъ этотъ мало нагляденъ, но вполнѣ достаточенъ по точности и лучшій для желѣзнодорожныхъ цѣлей.

Для наглядnаго изображенія рельефа мѣстности, неровности топографы выражаютъ на съемкахъ, кромѣ горизонталей, штрихами.

При изображеніи неровностей штрихами, соблюдаютъ слѣдующія правила.

1) Чѣмъ больше уголъ наклоненія, тѣмъ толщина штриха увеличивается въ ущербъ промежутку.

2) Штрихи проводятся по направленію линій наибольшаго паденія.

Слѣдовательно, по виду штриховъ можно судить о крутизнѣ скатовъ, а по направленію ихъ—о направленіи скатовъ.

Линія наибольшаго паденія, или главнаго ската самая кратчайшая, перпендикулярна къ горизонтальнымъ сѣченіямъ неровности. Слѣдовательно, штрихи должны быть перпендикулярны къ горизонталямъ *).

Нанесеніе горизонталей. Для нанесенія на планъ горизонталей необходимо, конечно, вычертить поперечныя профили (черт. 195, л. IV). На таковыхъ профиляхъ всѣ горизонтали съ отмѣтками въ цѣлыхъ единицахъ сажени опредѣлятся сами собой—пересѣченіемъ линій грунта съ соотвѣтственными толстыми

*) См. геодезію Пославскаго, стр. 203.

вертикалями клѣтчатки. Нанесеніе горизонталей лучше всего производитъ вдвоемъ. Одинъ изъ чертежниковъ говоритъ разстоянія горизонталей отъ магистральной линіи, читая ихъ точно по клѣткамъ, другой чертежникъ, прикладывая масштабъ на планъ къ данной профили, отмѣчаетъ эти горизонтали по порядку, выписывая отмѣтки нѣкоторыхъ горизонталей напр. каждыя 5 саженей, возлѣ отмѣченныхъ точекъ. Послѣ этого остается соединить точки одинаковыхъ отмѣтокъ прямыми линіями или по лекалу.

Предпочитаются какъ сказано ниже, горизонтали изображенныя по линейкѣ прямыми линіями. Планъ чертится въ масштабѣ, отъ 10 до 50 саж. въ соткѣ, а поперечныя профили въ масштабѣ 2 саж. въ соткѣ.

Нѣкоторые чертежники вычерчиваютъ отдѣльныя поперечныя профили въ масштабѣ плана и наносятъ горизонтали по бумажной ленточкѣ, отмѣчая ихъ и перенося ихъ съ ленточки на планъ. Этотъ пріемъ, конечно, напрасно усложняетъ работу и менѣе точенъ.

Планъ горизонталей даетъ совершенно ясную картину рельефа земной поверхности въ разсматриваемомъ районѣ, по которому можно выбрать нѣсколько подходящихъ варіантовъ и, вычертивъ по горизонталямъ продольный профиль каждаго изъ нихъ, составить себѣ понятіе о сравнительныхъ удобствахъ и неудобствахъ того или другого направленія; для этого, конечно, необходимы сравнительные подсчеты работъ по каждому варіанту и ихъ виртуальныя длины. (См. листъ VI).

Большею частью принято планъ горизонталей составлять послѣ полевыхъ работъ, зимой въ городѣ, но это не можетъ привести къ хорошимъ результатамъ; многіе изгибы на планѣ не будутъ надлежаще выражены, почему въ затруднительныхъ мѣстахъ слѣдуетъ въ полѣ дѣлать эскизы.

Вычерчиваніе профилей, а главное подсчетъ таковыхъ, слѣдуетъ исполнять во время полевой работы каждый день, не откладывая до ненастныхъ дней, чтобы ихъ не накоплялось много, причемъ слѣдуетъ поставить правиломъ не переѣзжать на другое мѣсто, пока не приведены въ порядокъ всѣ собранныя свѣдѣнія.

Табличка заложеній. Имѣя планъ горизонталей, можно судить о крутости той или другой мѣстности, или объ углѣ

наклоненія; для этого надо измѣрить заложеніе по масштабу плана между двумя горизонталями, по направленію нормальному къ горизонтали, имѣющей меньшую отмѣтку, или по направленію наибольшаго ската, но точно также можно судить о наклоненіи ската и по заложеніямъ, взятымъ не нормально. а также и по какимъ угодно направленіямъ. Найдя заложеніе въ саженяхъ и раздѣливъ его на величину разстоянія по высотѣ между горизонталями, надо посмотрѣть между какими числами 2-й горизонтальной графы таблицы заложеній помѣщается полученное частное. Интерполяціей можно получить соотвѣтствующую крутость. Чтобы скорѣе и точнѣе опредѣлять по заложеніямъ крутости, лучше пользоваться болѣе подробною таблицею XXXIX, стр. 95.

Величина заложеній 1 соотвѣтствуетъ углу крутости въ 1^0 затѣмъ $^1/_2 - 2^0$; $^1/_3 - 3^0$; $^1/_4 - 4^0$; $^1/_5 - 5^0$ и т. д. $\frac{1}{n} - n^0$.

Масштабъ заложеній, или масштабъ крутостей. Чтобы по плану горизонталей судить о крутостяхъ, вмѣсто таблицы заложеній, можно пользоваться также масштабомъ заложеній. Для построенія масштаба заложеній надо числа 2 ряда таблицы заложеній помножить на величину разности высотъ между горизонталями плана; такимъ образомъ получатся заложенія, соотвѣтствующія данному плану въ горизонталяхъ. Затѣмъ построеніе масштаба исполняется такъ: на прямой линіи на равныхъ, по произвольныхъ другъ отъ друга разстояніяхъ, ставятъ цифры перваго ряда таблички, т. е. углы, а на перпендикулярахъ, въ назначенныхъ такимъ образомъ точкахъ, откладываютъ длины, равныя найденнымъ заложеніямъ въ масштабѣ плана; концы этихъ перпендикуляровъ соединяютъ кривою. Такимъ образомъ получится масштабъ заложеній (черт. 196, л. II).

Имѣя такой масштабъ, можно по плану горизонталей рѣшать вопросы о крутости скатовъ. Для этого, взявъ въ циркуль заложеніе между горизонталями въ данномъ мѣстѣ плана, надо на масштабѣ заложеній найти ординату, равную растворенію циркуля, число градусовъ опредѣлится по числамъ смежнымъ съ наложенною ординатою.

Для большей наглядности, можно взамѣнъ этого вычерчивать масштабъ заложеній разныхъ уклоновъ графически, т. е. изображать въ горизонталяхъ разные уклоны параллельными линіями, напримѣръ, тройной, двойной, одиночный, половинный. Такимъ образомъ, глядя на этотъ масштабъ и на планъ горизонталей рельефъ мѣстности, т. е. величины уклоновъ косогоровъ будутъ сразу понятны.

Разстояніе между каждыми двумя горизонталями, или говоря точнѣе, какъ сказано выше, заложеніе или основаніе ската, т. е. $d = \frac{h}{tg\,a}$ гдѣ h = разницѣ отмѣтокъ, и a уклонъ ската.

Чѣмъ ближе горизонтали одна къ другой, т. е. чѣмъ заложеніе меньше, тѣмъ круче мѣстность и наоборотъ; такимъ образомъ линіи наибольшаго ската грунта нормальны къ горизонталямъ.

Разстояніе по высотѣ между горизонталями зависитъ отъ масштаба съемки, а также отъ крутизны уклоновъ мѣстности, для которой составляется планъ горизонталей.

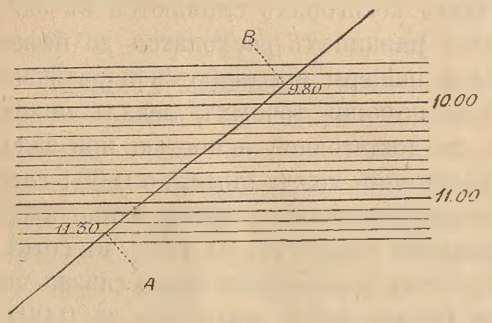
Горизонтали на отвѣсныхъ косогорахъ сливаются въ одну черту, а на горизонтальныхъ равнинахъ расходятся до безконечности. Нависшія скалы и пещеры выражаются пересѣкающимися горизонталями. При помощи точныхъ лекалъ можно вычерчивать тонкія линіи, съ достаточной ясностью при заложеніи горизонталей, т. е. разстояній между ними, до 0,001 саж. Для составленія плановъ горизонталей косогоровъ, одиночныхъ и круче, предлагаемъ принимать масштабъ 10 саж. въ соткѣ. При масштабѣ 10 саж. въ соткѣ горизонтали чрезъ сажень на косогорѣ одиночнаго ската будетъ имѣть заложенія въ 0,001, такъ что ихъ можно будетъ прослѣдить съ точностью отмѣтокъ до десятыхъ частей сажени, что совершенно достаточно для составленія подробной окончательной профили. При этомъ масштабѣ можно будетъ изобразить горизонтали даже черезъ каждыя полсажени; на болѣе пологихъ косогорахъ, можно будетъ вычерчивать добавочныя горизонтали каждые 0,25. При болѣе крутыхъ косогорахъ надо стараться избѣгать сліянія горизонталей, почему на утесистыхъ мѣстахъ надо вычерчивать не всѣ горизонтали, пропуская напримѣръ нечетныя, а на отвѣсныхъ стѣнкахъ вычерчивать черезъ каждыя 5 саж.

При меньшемъ масштабѣ, напримѣръ 50 саж. въ соткѣ, горизонтали черезъ сажень на одиночномъ косогорѣ имѣли бы заложеніе $^1/_{50}$ сотки или 0,0002 — черезчуръ мелкое дѣленіе даже для того, чтобы отмѣтки опредѣлить съ точностью хотя бы до 1 саж.

Имѣя въ виду сходство неровности земной поверхности съ

поверхностями геометрическихъ тѣлъ, топографамъ надлежитъ вычерчивать горизонтали по лекаламъ, за исключеніемъ утесистыхъ кручей и промоинъ на косогорахъ, гдѣ точки отмѣтокъ надлежитъ соединять прямыми линіями. Планъ будетъ яснѣе, такъ какъ проводить лекаломъ такія частыя мелкія кривыя черезчуръ трудно.

Говоря вообще, горизонтали на планахъ назначенныхъ для проектированія линіи желѣзной дороги раціональнѣе вычерчивать прямыми линіями, а не полекалу (точно такъ же какъ это дѣлается на продольной профили). Какъ во второмъ случаѣ, такъ и въ первомъ всѣ необходимыя промежуточныя точки и профиля сняты, на всѣхъ перегибахъ грунта. Если въ промежуткахъ между пикетами на профили нѣтъ точки, то стало быть мѣстность совершенно ровная, и эти точки соединяются прямыми; то же самое на планѣ — если нѣтъ профили, ни добавочной отмѣтки, то стало быть мѣстность ровная. При отчерчиваніи горизонталей прямыми, планъ можно гораздо легче и быстрѣе вычерчивать; причемъ планы получаются гораздо чище и яснѣе.



Черт. 197.

Нанесеніе на планъ горизонталей по данной профили. Для удобства подсчета требуемой отмѣтки предлагаемъ механическій способъ опредѣленія таковыхъ, черт. 197. Способъ этотъ состоитъ въ примѣненіи масштаба высотъ: на прозрачномъ коленкорѣ вычерчиваютъ цѣлый рядъ продольныхъ параллельныхъ линій въ разстояніи одна отъ другой около одного миллиметра (черт. 197). Принимая, смотря по крутизнѣ мѣста, миллиметръ за 0,10—0,20 и т. д. до одной сажени и болѣе, а крайнюю черту за высоту даннаго пикета, накладываютъ масштабъ, придерживая его слегка шпилькой на этомъ пикетѣ и наводятъ на смежный пикетъ черту соотвѣтственную его высотѣ. Пересѣченія чертъ полныхъ саженей съ профилью укажутъ мѣста горизонталей въ

цѣльныхъ единицахъ сажени. Остается только ихъ переколоть на планъ. Способъ этотъ особенно удобенъ, когда нужно опредѣлить сразу нѣсколько горизонталей. Такимъ же образомъ можно помощью этого масштаба опредѣлить отмѣтку любой точки, дѣйствуя обратнымъ образомъ.

Отмѣтки горизонталей довольно легко впрочемъ можно подсчитать изъ пропорціональныхъ треугольниковъ. Въ самомъ дѣлѣ, если отмѣтки по профили въ двухъ точкахъ на разстояніи 100 саж. будутъ: 78, 43 и 69, 50 саж. и при этомъ требуется начертить горизонтали черезъ одну саж., то прежде всего надо опредѣлить ближайшія горизонтали 78, и 70. Назвавъ искомое разстояніе отъ этихъ точекъ до одной изъ нихъ черезъ X и Y, получимъ X: $100 = (78,-69,50):(78,43-69,50)$ и Y: $100 = (70-69,50):(78,43-69,50)$. Откуда $X = 100 \times \frac{78,-69.50}{78,43-69.50} = 95{,}1$ саж. и $Y = 100 \times \frac{70,-69.5}{78,43-69.50} = 5.6$.

Отложивъ отъ соотвѣтственнаго конца профилей т. е. въ данномъ случаѣ отъ точки 78, 43 найденныя 95, 10 и 5, 60, опредѣлимъ мѣста горизонталей 78 и 70. Раздѣливъ затѣмъ въ планѣ разстояніе между найденными точками на разницу между 78 и 70, т. е. на 8 частей, опредѣлимъ всѣ промежуточныя горизонтали съ полными отмѣтками черезъ одну сажень.

Опредѣленіе линіи желаемаго ската.

Для того, чтобы найти направленіе линіи заданнаго уклона $=i$ при данной разницѣ отмѣтокъ смежныхъ горизонталей, нужно сначала высчитать горизонтальную проекцію искомаго направленія $= d$.

Очевидно: $tg\,a = \frac{h}{d} = i =$ уклону мѣстности при $h = 1$ и $i = 0{,}01$; $d = \frac{h}{i} = 100$ саж.

при $h = 0{,}50$ и $i = 0{,}017$

$$d = \frac{0{,}500}{0{,}017} = 29{,}41\ .$$

Раскрывъ циркуль соотвѣтственно найденному разстоянію, засѣкаютъ циркулемъ горизонтали и переходя такимъ образомъ

постепенно изъ одной на другую получаютъ на планѣ ломанную линію требуемаго ската съ нулевыми земляными работами. Остается только выбрать, возможно ближе къ этой линіи, проектную линію, согласно техническимъ условіямъ.

И наоборотъ: по плану горизонталей легко опредѣлить уклонъ данной линіи между двумя смежными горизонталями или отмѣтками $i = \frac{h}{d}$.

Составленіе проекта желѣзной дороги.

Проектъ сооруженія желѣзной дороги состоитъ: 1) изъ технической части, т. е. профили, плана и пр. отдѣльныхъ работъ, и 2) разцѣнки, т. е. смѣты на постройку дороги. Проектъ обыкновенно бываетъ рекогносцировочный, предварительный и окончательный въ зависимости отъ рода изысканій.

Составъ проекта по рекогносцировочнымъ изысканіямъ опредѣляется размѣрами произведенныхъ полевыхъ работъ, согласно требованію гл. VII, стр. 178.

Составъ по предварительнымъ изысканіямъ нами данъ въ гл. XIV, стр. 320.

Составъ проекта по окончательнымъ изысканіямъ, какъ равно и самый проектъ долженъ быть разработанъ полнѣе и детальнѣе, во всѣхъ его составныхъ частяхъ, согласно требованію гл. XIX.

Составъ проекта подъ постройку за счетъ суммъ на сооруженіе дороги, состоитъ изъ детальной разработки проекта на каждую работу, для каждой постройки и сооруженій, согласно утвержденныхъ типовъ, съ подробною расцѣнкою таковыхъ. Составленіе подобнаго, детальнаго проекта не входитъ непосредственно въ обязанности изыскателя.

Проектъ долженъ быть составленъ во всѣмъ согласно техническихъ условій: для первостепенныхъ дорогъ стр. 1—34, для второстепенныхъ—согласно циркуляровъ Департамента ж. д. и Инж. Совѣта данные нами въ томѣ III стр. 77—80, также и другихъ данныхъ въ томѣ III, кои здѣсь считаемъ лишнимъ повторять. Для горныхъ желѣзныхъ дорогъ даны Технич. условія Тифлисъ-Карской ж. д. Для узкоколейныхъ стр. 141—144.

Составленіе проекта по плану. Когда, тѣмъ или другимъ путемъ, планъ въ горизонталяхъ составленъ, и горизонтали

вытянуты тушью, тогда приступаютъ къ выбору наивыгоднѣйшаго направленія, т. е. соображаютъ по плану, какія можно сдѣлать измѣненія въ направленіи магистральной линіи, говоря точнѣе выбираютъ наплучшее направленіе, какъ на мѣстности. Имѣя передъ собою планъ на протяженіи нѣсколькихъ верстъ со всѣми изгибами земной поверхности, отмѣчаютъ на немъ тѣ точки, черезъ которыя линія никоимъ образомъ не должна быть проводима, а также и тѣ точки, чрезъ которыя она непремѣнно должна пройти.

Нѣкоторая практика въ обращеніи съ планомъ горизонталей даетъ возможность судить по плану о сравнительныхъ достоинствахъ одного варіанта надъ другимъ, не прибѣгая къ вычерчиванію профилей. Но во всякомъ случаѣ выборъ окончательной линіи по плану представляетъ собой кропотливую работу и требуетъ отъ инженера, занимающагося этимъ очень внимательнаго изученія плана. Выработать какую-нибудь общую методу для выбора окончательной линіи, конечно, очень трудно, каждый частный случай имѣетъ свои особенности.

Проектировка линіи по плану горизонталей это своего рода изысканія на бумагѣ, какъ на мѣстности, почему всѣ данные нами указанія и пріемы производствъ изысканій въ полѣ точно также сюда относятся. (См. стр. 537—539).

Полученныя ломанныя линіи сопрягаются, какъ на грунтѣ дугами круга по шаблонамъ. Радіусъ подбирается смотря по крутизнѣ горизонталей въ планѣ и проч. подборомъ соотвѣтственнаго шаблона (лекала). Лекалы эти, обыкновенно деревянныя имѣются въ продажѣ для разныхъ радіусовъ и масштабовъ.

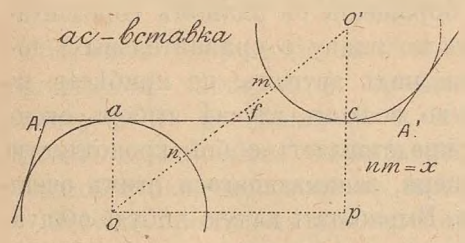
Основное правило изыскателя, дабы не было угла безъ препятствія внутри угла, должно быть строго исполняемо, что имѣя планъ всегда легко достигается.

Углы на планѣ, какъ и на профили слѣдуетъ писать, какъ въ пикетажной книжкѣ, то есть внѣшніе.

При смычкѣ варіантовъ съ линіей на планѣ, такъ же какъ и на мѣстности выходятъ иногда пикеты ненормальные. Таковые на планѣ и профили надлежитъ рѣзко отмѣчать. Лучше впрочемъ послѣ окончательнаго спроектированія линіи разбивать на планѣ новый сплошной непрерывный пикетажъ.

Вставка. По техническимъ условіямъ, между двумя обратными кривыми требуется нѣкоторая предѣльная вставка. При

проектировкѣ линій по плану горизонталей очень трудно сообразить какова будетъ вставка при извѣстномъ положеніи на планѣ лекальныхъ круговъ. Въ мѣстности большихъ работъ, на крутыхъ косогорахъ иногда дорога каждая саженъ вставки, а для того, чтобы таковую при заданныхъ радіусахъ сразу получать минимальной, предлагается перейти отъ вставокъ на разстоянія между окружностями круговъ, согласно техническимъ условіямъ и составить табличку, по ниже показанной формулѣ. (См. черт. 198) обозначаемъ:



Черт. 198.

$$ao = r;\ nm = d;\ ed = x$$

$$o'c = R \text{ и } ac = l.$$

Если спроектируемъ линію на два взаимно перпендикулярныя направленія, изъ коихъ одно представляетъ линія ac, а другое направленіе радіусовъ, какъ перпендикулярныхъ къ прямой ac, то получимъ два равенства:

$$(x + R + r)\ cos\ f = l \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$(x + R + r)\ sin\ f = R + r \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

изъ уравненія (1) имѣетъ:

$$cos^2\ f = l - sin^2\ f = \frac{l^2}{(x + R + r)^2}$$

подставляемъ въ уравненіе (2), предварительно возведя въ квадратъ

$$(x + R + r)^2 \left(1 - \frac{l^2}{(x + R + r)^2}\right) = R + r)^2$$

отсюда:

$$(x + R + r)^2 - l^2 = (R + r)^2$$

$$x^2 + 2\ x\ (R + r) - l^2 = O$$

$$x = -(R + r) \pm \sqrt{(R + r)^2 + l^2}$$

а для дѣйствительнаго значенія:

$$x = \sqrt{(R + r)^2 + l^2} - (R + r).$$

Вставка l для первостепенныхъ дорогъ мѣняется отъ 60 саж. при R и r равныхъ 200 до 20 саж. при R и r равныхъ 1,000 саж. (См. табл. XXXV, стр. 91). Въ зависимости отъ l величина x колеблется отъ 4 до 0,5 саж.

Для удобства и ускоренія проектировки, надлежитъ составить по формулѣ таблицу искомыхъ разстояній согласно утвержденнымъ техническимъ условіямъ.

Разстоянія по кривой вычерченной по лекалу на планѣ горитонталей, разбитые циркулемъ по масштабу плана надлежитъ провѣрить по подсчету длины кривой, а даже лучше сперва поставить конецъ кривой по подсчету и таковую точку считать за вѣрную; пикеты же разбить по кривой циркулемъ, стараясь ихъ непремѣнно помѣстить.

Когда на планѣ линія намѣчена, то составляютъ для соображенія сжатый профиль—хотя бы въ пикетажной книжкѣ.

Составивъ такимъ образомъ профиль при соблюденіи техническихъ условій, можно замѣтить мѣста, въ которыхъ лучше измѣнить направленіе дороги, для этого вновь надо обратиться къ плану въ горизонталяхъ и измѣнить на немъ, если окажется возможнымъ, направленіе дороги, измѣнивъ радіусы и вставки и вновь пересоставить въ этихъ мѣстахъ профиля.

Запроектированную линію на сжатомъ профилѣ слѣдуетъ пересмотрѣть нѣсколько разъ, на немъ легче замѣтить несообразности въ проектировкѣ, чѣмъ на большомъ профилѣ.

При проектированіи линіи по мѣстамъ косогористымъ надлежитъ наносить нормальный профиль полотна насыпи или выемки на поперечный профиль и убѣждаться въ раціональности проектировокъ, въ особенности подпорныхъ стѣнокъ, отсыпей, длинъ откосовъ; слѣдуетъ выяснить подсчетами, не будетъ ли выгоднѣе врѣзаться въ косогоръ, дабы этимъ уменьшить дорогія работы, напр. по возведенію подпорныхъ стѣнокъ. При проектировкѣ надлежитъ слѣдить все время по поперечнымъ профилямъ, дабы полотно, а по меньшей мѣрѣ вся шпала ложилась на полку, т. е. на почву, а не на насыпанную землю. Почему, проектируя линію по косогору, надо всегда задаваться соотвѣтственной выемкой смотря по крутизнѣ косогора. Иногда сплошная выемка тянется нѣсколько верстъ—только взглянувъ на поперечные профиля, подобная проектировка становится понятной.

© ГПНТБ СССР

Когда линія выбрана по плану окончательно, то на ней назначаютъ пикеты и версты и составляютъ съ плана два продольныхъ профиля, одинъ въ масштабѣ для горизонтальныхъ разстояній 100 саж. въ 0,01 саж., а для вертикальныхъ 10 саж., другой профиль въ масштабѣ 500 саж. въ 0,01 для горизонтальныхъ, а для вертикальныхъ 10 саж. въ 0,01 саж., съ обозначеніемъ положенія пикетовъ, верстъ и красныхъ отмѣтокъ и пр.

Впрочемъ въ мѣстности гористой, когда много промежуточныхъ точекъ полезно увеличивать масштабъ горизонтальныхъ разстояній составляя профиль въ масштабѣ въ двое большемъ *).

Промѣръ линіи на планѣ. Для точности составленія проекта избѣгаютъ промѣровъ кривыхъ циркулемъ, а опредѣляютъ длину кривой по Кренке, и отмѣчаютъ у ея концовъ надлежащіе пикеты точно по подсчету. Послѣ чего всѣ промежуточные пикеты на кривой можно разбивать и циркулемъ. Промѣры на прямыхъ слѣдуетъ, для точности и ускоренія, учинять вывѣреннымъ масштабомъ, а не циркулемъ, какъ объ этомъ сказано выше.

Во избѣжаніе при составленіи проекта ошибокъ, непомѣрно преслѣдующихъ эту работу, какъ всякую цифровую, всѣ подсчеты земляныхъ работъ, искусств. сооруженій и пр., а также вѣдомости, сопровождающія проектъ, должны быть составлены въ 2-хъ экземплярахъ самостоятельно и совершенно независимо двумя разными лицами. По настоящему не только подсчеты и вѣдомости, но и продольный профиль долженъ быть составленъ въ двухъ экземплярахъ; одинъ экземпляръ во время полевыхъ работъ, другой совершенно независимо по окончаніи изысканій въ городѣ, гдѣ таковые затѣмъ должны быть сличены и провѣрены. Всѣ полевые журналы, пикетажные и нивеллировочные и всѣ безъ исключенія остальныя цифровыя данныя должны быть въ городѣ вторично тщательно просмотрѣны и провѣрены отъ начала до конца.

Заканчивая вопросъ о выборѣ направленія линіи по плану горизонталей, повторимъ, что пріемовъ для выбора наилучшей линіи столько же, сколько и частныхъ случаевъ и удачное

*) Сокращенную профиль не слѣдовало бы требовать при представленіи проекта изысканій; она не представляетъ необходимости, а между тѣмъ стоитъ денегъ, кои на изысканія у насъ въ Россіи такъ скупо ассигнуются.

рѣшеніе зависитъ вполнѣ отъ находчивости и вниманія инженера, проектирующаго линію. Иногда бываетъ. что линія, выбранная на планѣ горизонталей и намѣченная впослѣдствіи на мѣстности, можетъ быть еще улучшена, напр. перемѣщая всю линію на нѣсколько саженъ вправо или влѣво, чтобы избѣгнуть напримѣръ выемокъ въ тяжелыхъ грунтахъ, подмывовъ, оползней и проч. См. стр. 537—539.

Нанесеніе плана линіи на съемки и карты. Направленіе проектируемой линіи, варіантовъ, вѣтвей и пр. должно быть нанесено на имѣющіяся карты и съемки красными линіями, разной толщины. Если сказанныя линіи перерѣзаютъ или примыкаютъ къ существующимъ или строющимся рельсовымъ путямъ, то и послѣдніе должны быть обозначены на картахъ синею краскою.

Сверхъ того на картѣ слѣдуетъ показывать, соотвѣтственными красками и принятыми знаками: большія судоходныя и сплавныя рѣки, каналы, озера и болота, границы губерній и уѣздовъ и наконецъ, на подробныхъ или заново составленныхъ картахъ, города, деревни, лѣса, поля, горы, овраги и пр.

Должны быть назначены красною краскою каждыя десять верстъ или чаще версты, также станціи и пр. Сверхъ того при станціонныхъ знакахъ должны быть обозначены разстоянія между станціями.

На отдѣльныхъ подробныхъ планахъ должны быть показаны соединенія линій желѣзныхъ дорогъ съ боковыми вѣтвями, станцій и пристани, границы, площади отчуждаемой подъ желѣзную дорогу и подъ станціи, расположенія главныхъ станціонныхъ сооруженій и другія подробности.

Съемки Военно-Топографическаго Отдѣла очень вѣрны, особенно въ планѣ.

Линія желѣзной дороги, пройденная желѣзнодорожными изысканіями и вычерченная въ масштабѣ съемки или карты, должна сразу лечь на нихъ, не только своими конечными пунктами, но и всѣми промежуточными.

Планъ линіи, вычерченный для точности въ большемъ масштабѣ, приходится уменьшать помощью координатъ, для чего разложивъ по смычкамъ на большомъ столѣ или полу возможно большее количество листовъ, натягиваютъ крѣпко нитку во весь столъ, отъ начала до конца плана, затѣмъ смо-

трятъ ея румбъ, напр. СВ. 40°. Изъ всѣхъ угловъ линіи или только главнѣйшихъ ея поворотовъ опускаютъ перпендикуляры на линію, проведенную по ниткѣ. Послѣ этого по масштабу измѣряютъ на планѣ всѣ ординаты по линіи нитки и абсциссы по перпендикулярамъ. Желая вычертить нашъ планъ въ масштабѣ, имѣющейся топографической карты остается измѣренныя ординаты въ масштабѣ нашего плана отложить на отдѣльномъ листѣ на линіи подъ румбомъ СВ. 40°, а абсциссы по перпендикулярамъ, въ масштабѣ топографическаго плана. Очертивъ всѣ пункты сплошной линіей, переводятъ ее на восковку и накладываютъ на планъ. Въ случаѣ расходимости плановъ надлежитъ таковой провѣрить и затѣмъ расходимость разогнать, если она небольшая. Въ случаѣ большой ошибки необходимо провѣрить пикетажъ, пройдя вновь по линіи по всѣмъ ординатамъ и главнымъ абсциссамъ.

Продольный профиль — изображаетъ вертикальный разрѣзъ почвы по оси предполагаемой дороги, отнесенный къ какой либо горизонтальной плоскости, обыкновенно къ уровню моря. Очертаніе этого разрѣза или профиль дастъ сплошная линія, соединяющая нивеллировочныя отмѣтки пикетовъ и промежуточныхъ точекъ, нанесенныхъ на клѣтчатку въ масштабѣ, согласно техническихъ условій, томъ III стр., 32—34. Образецъ подробной продольной профили нами данъ въ альбомѣ чер. 199, листъ IX (уменьшенный въ $^1/_5$). Изъ этого образца ясно видно какія данныя нужны для составленія продольной профили линіи и какъ составляется эта профиль. Все проектируемое изображается краснымъ, все существующее чернымъ, горизонтъ водъ синимъ цвѣтомъ. (См. черт. 206, л. IV).

Красная или проектная линія, обозначающая бровку полотна дороги, должна, по возможности, слѣдовать очертанію почвы; она наносится на профиль глазомѣрно, помощью треугольниковъ, параллельными линіями разнаго уклона, подбирая таковыя смотря по уклону мѣстности, но съ такимъ разсчетомъ, чтобы соблюдено было наивыгоднѣйшее распредѣленіе массъ, т. е. чтобы величина насыпей уравновѣшивалась объемомъ выемокъ. Исключеніе въ этомъ отношеніи составляетъ проектированіе линіи по обрывистому косогору, гдѣ это условіе трудно выполнимо.

При проектированіи красной линіи, какъ и вообще при составленіи проекта дороги, слѣдуетъ руководствоваться техническими условіями утвержденными Министерствомъ Путей Сообщенія, коихъ здѣсь повторять не будемъ, а также данными на стр. 320. Для скорѣйшаго проектированія уклоновъ нами составлена вспомогательная таблица XL, стр. 97; она удобна для повѣрки разности отмѣтокъ длинныхъ уклоновъ отъ 0,0005 до 0,01.

Не слѣдуетъ безъ крайней надобности дробить уклоны, т. е. мѣнять ихъ величину при проектированіи, а наоборотъ вообще говоря надлежитъ проектировать таковые подъемы и скатъ возможно длиннѣе. При длинныхъ сплошныхъ уклонахъ, когда отъ высоты подъема зависитъ само осуществленіе направленія, иногда, во избѣжаніе большихъ работъ, приходится уклонъ дробить, выгадывая каждыя десять сотокъ—при каждой возможности на большихъ радіусахъ и прямыхъ увеличивать уклонъ и уменьшать ихъ согласно таблички 1, стр. 328. Ведя такимъ образомъ проектировку. при длинныхъ подъемахъ можно иногда выгадать цѣлую сажень и болѣе.

Величина вставки дана для первостепенныхъ дорогъ табл. XXII и для другихъ, табл. XXI.

Образцы бланокъ всѣхъ вѣдомостей, кои должны быть представлены, даны въ томѣ II, стр. 131—156 всего количествомъ 21 штукъ. Вѣдомости эти перечислены тамъ же на стр. 131.

Въ дополненіе къ вышесказанному дадимъ здѣсь мѣсто нѣкоторымъ общимъ указаніямъ:

1) Всѣ продольные профили чертятся съ **запада на востокъ**, причемъ всѣ вдоль линіи: города, деревни и проч. считаются влѣво или вправо, въ зависимости отъ этого направленія линіи на востокъ. Поперечные профили точно также слѣдуетъ чертить по порядку съ запада на востокъ, при чемъ правой стороной считается та, которая находится по правую сторону наблюдателя, обращеннаго лицомъ къ востоку.

2) На длинныхъ прямыхъ полезно писать ихъ **румбы**. Углы на профили слѣдуетъ писать какъ въ пикетажной книжкѣ, т. е. внѣшніе, для которыхъ именно составлены таблицы Моржова.

3) **Ситуація.** — Всѣ данныя и объясненія, относящіяся къ существующимъ на мѣстности предметамъ, обозначаются на профиляхъ черною краскою, за исключеніемъ названій и отмѣтокъ рѣкъ, рвовъ, каналовъ, болотъ и горизонтовъ водъ, для

которыхъ принята синяя краска, и лѣсовъ, показываемыхъ на профили въ ситуаціи зеленою краскою. Всѣ же проектируемыя данныя и поясненія наносятся на профиляхъ красною краскою, причемъ однако, для большей ясности, выемки окрашиваются желтою краскою, насыпи карминомъ.

На продольной профили слѣдуетъ наносить ситуацію въ отдѣльной полоскѣ въ 0,01 во всю длину профили — повыше проектныхъ отмѣтокъ.

4) **Качество грунта** слѣдуетъ показывать въ узкой полоскѣ внизу профили, согласно четыремъ принятымъ категоріямъ см. гл. III, стр. 25. Согласно этому подраздѣленію должна быть составлена вѣдомость попикетнаго исчисленія земляныхъ работъ. Скалистые выемки закрашиваются фіолетовой краской, остальныя карминомъ.

5) Относительно примѣненія предѣльныхъ склоновъ должно руководствоваться указаніями въ пунктѣ 3 техническихъ условій. Независимо отъ этого:

a) Въ мѣстахъ степныхъ полотно дороги должно быть проектировано въ видѣ насыпи высотою не менѣе 0,30 саж., а по неглубокимъ болотамъ и топкимъ мѣстамъ, не имѣющимъ стока, не менѣе чѣмъ въ 0,50 саж.

b) Въ мѣстахъ открытыхъ слѣдуетъ избѣгать назначенія небольшихъ выемокъ до 0,75 ибо они легко заносятся снѣгомъ

Въ общемъ, въ равнинной мѣстности путь на насыпи располагается лучше, чѣмъ въ выемкахъ, хотя бы при этомъ уравненіе массъ между насыпью и выемкою повлекло за собою нѣкоторое не хозяйственное распредѣленіе. Путь на насыпяхъ представляетъ большую сухость и поэтому онъ имѣетъ большую устойчивость, чѣмъ въ выемкахъ, которыя глубиною до 1 сажени сильно подвержены снѣжнымъ заносамъ, причемъ откосы насыпи большею частью требуютъ и меньшаго расхода на содержаніе ихъ, чѣмъ откосы выемки.

c) При проектированіи тоннеля необходимо точнымъ образомъ изслѣдовать, не практичнѣе ли будетъ вмѣсто тоннеля устроить глубокую выемку. Это главнымъ образомъ зависитъ отъ рода почвы и уклона откосовъ, котораго слѣдуетъ придерживаться при производствѣ выемки.

Въ общемъ слѣдуетъ принять за предѣлъ открытой выемки на дорогѣ съ одною колеей, нормальной ширины—глубину отъ

8 до 10 с. На узкоколейной дорогѣ предѣлъ соотвѣтственно будетъ меньше, а на двухколейной дорогѣ нормальной ширины предѣлъ будетъ около 12 саж.

При проектировкѣ тоннелей длину таковыхъ надлежитъ вычислить тригонометрически, помощью тріангуляціонной сѣти. На листѣ X даны какъ образецъ тріангуляціи Архотскаго перевала на Кавказѣ, и такъ же вычисленіе длины главнаго тоннеля.

d) Затѣмъ слѣдуетъ обсудить, не выгоднѣе ли будетъ взамѣнъ большихъ и высокихъ насыпей строить мосты или віадуки.

При высотѣ насыпей въ 10 до 20 с. иногда выгоднѣе устройство высокихъ мостовыхъ сооруженій, взамѣнъ таковыхъ насыпей, такъ какъ стоимость устройства насыпи на каждую саженъ высоты возрастаетъ значительно болѣе, чѣмъ стоимость устройства самаго сооруженія.

e) Въ продольной профили не слѣдуетъ замѣнять нѣсколькихъ угловъ, сдѣланныхъ въ полѣ въ притыкъ—однимъ угломъ равнымъ ихъ суммѣ. Въ профиль должны быть внесены и вычерчены всѣ тѣ углы, кои были сдѣланы въ полѣ при каждомъ данномъ закругленіи. Это необходимо для того, чтобы при возстановленіи линіи не затруднять отыскиваніе ея на мѣстѣ. Когда сдѣлано нѣсколько одинаковыхъ угловъ подрядъ, то нѣтъ надобности на каждой кривой выписывать всѣ элементы.

f) При вычисленіи переходныхъ точекъ изъ насыпей въ выемкѣ, разстоянія достаточно брать съ точностью десятыхъ долей, а при предварительныхъ изысканіяхъ—до 1 саж.

g) При исчисленіи земляныхъ работъ на болотахъ, къ красной отмѣткѣ слѣдуетъ прибавлять полный слой воды + половину глубины болота.

Нормальный поперечный профиль полотна данный нами на черт. 195, листъ IV и V представляетъ профиль полотна первостепенныхъ дорогъ въ одинъ путь. Смотря по размѣрамъ движенія, техническими условіями М. П. С., путь строится подъ два пути или подъ одинъ путь. Въ случаѣ постройки пути подъ одинъ путь, если на будущей дорогѣ предвидится по прошествіи нѣкотораго времени необходимость въ достройкѣ второго пути, то тогда: во 1-хъ кавальеры и резервы размѣщаются такимъ образомъ, чтобы они не мѣшали достройкѣ второго пути; во

© ГПНТБ СССР

2-хъ, искусственныя сооруженія строются иногда сразу въ два полотна, хотя выгодность этого крайне сомнительна, такъ какъ сооруженія портятся отъ атмосферическихъ вліяній и сотрясеній до ихъ утилизированія.

Главныя основанія для проектированія профили первостепенныхъ дорогъ даны въ томѣ III, стр. 4, § 7. Для другихъ дорогъ техническія условія даны въ гл. XIV, стр. 326—329 и въ томѣ III, стр. 35 и 83.

Ширина полотна и крутизна откосовъ первостепенныхъ дорогъ дана въ техническихъ условіяхъ §§ 28 и 29, для дорогъ второстепенныхъ и подъѣздныхъ; ширина полотна иногда задается меньше 2,40 с., а въ выемкахъ скалистыхъ до 2,20 с., допуская болѣе тонкій слой балласта. Есть наконецъ дороги 3-го разряда: подъѣздныя, которыя строятся иногда узколейныя по особому поперечному профилю.

Нормальная ширина полотна зависитъ отъ размѣровъ подвижнаго состава и толщины слоя балласта, и во всякомъ случаѣ должна быть такъ велика, чтобы человѣкъ, стоящій на полотнѣ дороги, встрѣчаясь съ движущимся поѣздомъ, имѣлъ бы возможность стать на ту или другую сторону поѣзда, не боясь быть задѣтымъ ступенькой поѣзда.

Поперечныя профили снятыя къ магистрали, какъ равно и къ окончательной линіи спроектированной на грунтѣ вычерчиваются въ масштабѣ 2 саж. въ 0,01 саж. На эти профили магистраль наносится черной чертой, а ось линіи краснымъ; отмѣтки грунта чернымъ, отмѣтки касающіяся проекта краснымъ, а горизонты водъ синимъ. Ось линіи наносится съ плана по разстоянію отъ магистрали, точно опредѣляемому по масштабу. Отмѣтка оси опредѣляется непосредственно графически, но профили въ точкѣ пересѣченія оси линіи съ грунтомъ по клѣткамъ.

Нормальный поперечный профиль, т. е. площадь полотна и откоса наносятся на эти профили помощью лекалъ, заготовленныхъ самимъ изъ толстой бумаги. Кюветовъ лучше не вырѣзывать на лекалѣ, таковые лучше сразу чертить на профили.

На практикѣ большей частью отказываются отъ вычисленій площадей поперечныхъ профилей аналитически, прибѣгая взамѣнъ этого къ измѣренію площади планиметромъ. Подсчетъ

этотъ достаточно точенъ; по сравненію съ аналитическимъ способомъ расходится въ сотыхъ частяхъ кубическихъ саженъ, а главное легокъ и быстръ. При нѣкоторой ловкости планиметромъ можно измѣрять до ста профилей и болѣе въ день *).

*) Гораздо точнѣе и не менѣе скоро можно таковые подсчитать по формуламъ ниже выведеннымъ, причемъ та выгода, что можно не обращать вниманія на точность вычерчиванія поперечныхъ профилей (см. черт. 200).

Площадь A, B, C, D, A выразится

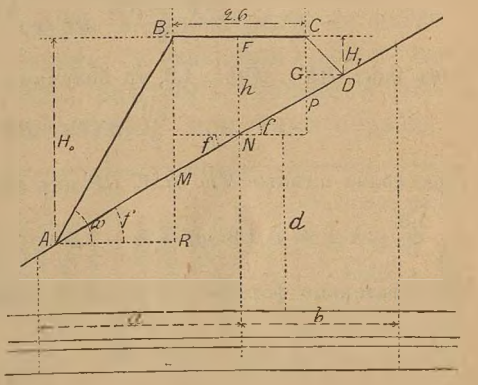
$$W = \frac{AR \cdot BM}{2} + NF \cdot BC + \frac{GD \cdot CP}{2} \quad \ldots\ldots \text{(I)}$$

уклонъ откосовъ

$tgw = \frac{2}{3}$ = постоян. величина

$tgf = i$ = уклонъ мѣста

даны проектная отмѣтка насыпи и ширина полотна $BC = 2{,}60$ с.



Черт. 200.

Въ формулѣ (I)

$$AR = H_0 \, cotgw = \frac{3}{2} H_0$$

$$BM = h + 1{,}3 \, tgf; \; NF = h;$$

$$GD = H_1 \, cotgw = \frac{3}{2} H_1; \; CP = h - 1{,}3 \, tgf,$$

откуда

$$W = 0{,}75 \, h \, (H_0 + H_1 + 3{,}47) + 0{,}97 \, (H_0 - H_1) \, tgf \quad \ldots \text{(II)}$$

Это выраженіе и можетъ служить для вычисленія площади.

Въ случаѣ нежеланія пользоваться величинами H_1 и H_0 изъ чертежа, а имѣя въ виду вычисленіе площади аналитически можно выразить H_0 и H_1 въ функціи h и tgf слѣдующимъ образомъ:

$$AR = \frac{3}{2} BR = \frac{3}{2} (BM + MR) = \frac{3}{2} (h + 1{,}3 \, tgf) + \frac{3}{2} AR \, tgf;$$

отсюда

$$AR = \frac{\frac{3}{2} (h + 1{,}3 \, tgf)}{1 - \frac{3}{2} tgf} = \frac{h + 1{,}3 \, tgf}{\frac{2}{3} - tgf}$$

Далѣе

$$GD = \frac{3}{2} CG = \frac{3}{2} (CP - GP) = \frac{3}{2} (h - 1{,}3 \, tgf) - \frac{3}{2} GD \cdot tgf;$$

© ГПБ СО РАН

Инженеромъ Невядомскимъ выведены упрощенные формулы и составлены подробныя таблицы приращенія площадей насыпей

отсюда

$$GD = \frac{h - 1{,}3\ tgf}{\frac{2}{3} + tgf}$$

почему

$$H_0 = \frac{2}{3}\ AR = \frac{h + 1{,}3\ tgf}{1 - \frac{3}{2}\ tgf} \text{ и } H_1 = \frac{h - 1{,}3\ tgf}{1 + \frac{3}{2}\ tgf}.$$

Если въ точкѣ N существуетъ переломъ мѣстности, то tgf въ формулахъ для H_0 и H_1 будутъ различны и кромѣ того средній членъ общаго выраженія площади (форм. I) разобьется на два слѣдующія:

$$\frac{NF + BM}{2}\ BF + \frac{NF + CP}{2}\ FC,$$

такъ какъ $BF = FC = 1{,}3$, то получимъ:

$$\frac{1{,}3}{2}\ (2NF + BM + CP)$$

подставляя вмѣсто NF, BW, CP ихъ значенія получимъ:

$$\frac{1{,}3}{2}\ (2h + h + 1{,}3\ tgf + h - 1{,}3\ tgf_1) = \frac{1{,}3}{1}\ (4h + 1{,}3\ tgf - 1{,}3\ tgf_1).$$

Слѣдовательно формула II приметъ видъ:

$$W = \frac{\frac{3}{2}\ H_0\ (h + 1{,}3\ tgf)}{2} + \frac{1{,}3}{2}\ (4h + 1{,}3\ tgf - 1{,}3\ tgf_1) +$$

$$+ \frac{\frac{3}{2}\ H_1\ (h - 1{,}3\ tgf_1)}{2} = \frac{3}{4}\ h\ (H_0 + H_1 - 3{,}47) +$$

$$+ \frac{1{,}3\ tgf}{4}\ (3\ H_0 + 2{,}6) - \frac{1{,}3\ tgf_1}{4}\ (3\ H_1 + 2{,}6) \quad \ldots\ldots \text{(III)}$$

Желая же вычислить площадь аналитически подставимъ вмѣсто H_0 и H_1 ихъ значенія, тогда получимъ:

$$W = \frac{3}{4}\ \text{h}\left(\frac{h + 1{,}3\ tgf}{1 - \frac{3}{2}\ tgf} + \frac{h - 1{,}3\ tgf_1}{1 + \frac{3}{2}\ tgf_1} + 3{,}47\right) +$$

$$+ \frac{1{,}3}{4}\left[tgf\left(3 \cdot \frac{h + 1{,}3\ tgf}{1 - \frac{3}{2}\ tgf} + 2{,}6\right) - tgf_1\left(3 \cdot \frac{h - 1{,}3\ tgf_1}{1 + \frac{3}{2}\ tgf_1} + 2{,}6\right)\right]$$

tgf и tgf_1 выражаются алгебрически слѣдующимъ образомъ въ величинахъ обыкновенно даваемыхъ на профили

$$tgf = \frac{d - c}{a};\ tgf_1 = \frac{e - d}{b}.$$

По этой общей формулѣ одну площадь можно вычислить минутъ въ 10.

Когда нѣтъ планиметра и таблицъ приращенія, то на мѣстахъ большихъ работъ взамѣнъ вычерчиванія поперечныхъ профилей можно прибѣгнуть къ данной нами формулѣ.

*) Obliczanie robót ziemnych na stokach", Warszawa. Niewiadomski, „Wydawnictwo Przegladu Technicznego".

и выемокъ въ зависимости отъ крутизны откосовъ полотна и поперечныхъ уклоновъ мѣстности *), при ширинѣ полотна 2,40 с.

Площади насыпей, выемокъ, какъ равно и подпорныхъ стѣнокъ, выписываются съ боку профили и по нимъ высчитываются земляныя работы. См. черт. 195, листъ IV.

Таблицы XLI, № 1, 2, 3, 4, 5 и 6 даютъ намъ приращенія площадей насыпей и выемокъ, въ зависимости отъ крутизны откосовъ полотна и поперечныхъ уклоновъ мѣстности,—тамъ же даны поясненія.

Вѣдомость отмѣтокъ.

Независимо отъ вышеперечисленныхъ вѣдомостей надлежитъ при проектѣ по окончательнымъ изысканіямъ представить отдѣльную вѣдомость отмѣтокъ: грунта и проектныхъ на всѣхъ пикетахъ и промежуточныхъ точкахъ, съ указаніемъ всѣхъ насыпей и выемокъ, а также угловъ, радіусовъ, началъ и концовъ закругленій, согласно приложенному при семъ образцу.

Пикеты.	Промежуточныя точки.	Отмѣтки.		Насыпи.	Выемки.	Длина вставки.	Начало кривой.	Конецъ кривой.	Радіусъ.	Уголъ.	Уклонъ: начало и конецъ.
		Черныя.	Красныя.								

Эта вѣдомость иногда необходима при предварительныхъ изысканіяхъ, когда въ мѣстности пересѣченной очень много промежуточныхъ точекъ и на профили, вслѣдствіе мелкаго масштаба, нельзя таковыхъ съ достаточной ясностью помѣстить.

© ГНТБ СО РАН

Красныя отмѣтки, т. е. проектныя, обозначаютъ отмѣтку бровки полотна. Подошва рельса, при нормальномъ слоѣ балласта, опредѣляется 0,19 саж. выше бровки. Земляной треугольникъ высотой по оси полотна 0,06 с. присыпанный сверху полотна для правильнаго стока воды подъ балластомъ при подсчетѣ земляныхъ работъ (по таблица Мурзо) въ разсчетъ не принимается.

Отверстія искусственныхъ сооруженій должны быть подсчитаны впередъ до приступа къ проектировкѣ красной линіи, въ противномъ случаѣ зачастую получаются насыпи недостаточной высоты, иначе говоря искусственныя сооруженія не помѣщаются. Высота насыпи зависитъ не только отъ горизонта высокихъ водъ, но отъ высоты фермы, величины отверстія, и проектируемую красную линію нужно въ случаѣ недостаточной высоты насыпи поднять, дабы ни въ какомъ случаѣ безъ крайней надобности не вкапывать сооруженія въ грунтъ. Иногда случается, если линія на грунтѣ плохо трассирована, напримѣръ нулевыми работами по равнинной мѣстности, что въ мѣстахъ искусственныхъ сооруженій приходится приподымать насыпи, слѣдуя, такимъ образомъ, къ сооруженію подъемомъ и спускаясь отъ нихъ скатами, чего безъ крайней необходимости не слѣдуетъ допускать,—почему линію въ такихъ случаяхъ иногда выгоднѣе повести по косогору.

При окончательномъ проектѣ долженъ быть представленъ планъ линій въ масштабѣ 1 вер. въ дюймѣ съ показаніемъ всѣхъ искусственныхъ сооруженій, а также всѣхъ нагорныхъ и отводныхъ каналовъ и проч., вообще всего отвода и пропуска воды подъ полотно дороги, съ нанесеніемъ всѣхъ водораздѣловъ главнаго и боковыхъ. Изыскатель проектирующій отверстія, т. е. пропускъ воды подъ полотно, долженъ дать отчетъ, такъ сказать, о каждой каплѣ воды, выпадающей съ нагорной стороны, указавъ ей путь и направивъ ее къ опредѣленному отверстію. Только составивъ подобный гидрографическій планъ проектирующій можетъ съ увѣренностью соединять нѣсколько бассейновъ, пропуская ихъ воды въ одно отверстіе. Въ нужныхъ мѣстахъ на этомъ планѣ должны быть показаны приблизительныя горизонтали, если не имѣется отдѣльнаго плана горизонталей. Планъ этотъ обыкновенно техническими условіями Министерства Путей Сообщенія не требуется,—хотя онъ существенно нуженъ.

Разсчеты отверстій искусственныхъ сооруженій, съ приложеніемъ всѣхъ необходимыхъ данныхъ подробно изложенъ въ гл. XVIII. Техническія условія (см. § 42 и 43, стр. 15 и 16) должны быть точно исполнены.

Подсчеты отверстій всѣхъ мостовъ и трубъ должны быть представлены по даннымъ нами образцамъ стр. 499—508, причемъ самые разсчеты могутъ быть произведены по таблицамъ стр. 160—185, также таб. LIII и LVIII, стр. 190, черт. 152, л. VII.

Возвышеніе низа фермы надъ подпорнымъ горизонтомъ самыхъ высокихъ водъ дано въ таблицѣ LVIII и другихъ.

Къ проектировкѣ земляного полотна. Распредѣленіе земляныхъ массъ.

При проектированіи полотна дороги необходимо уже заранѣе имѣть въ виду возможность самыхъ дешевыхъ и раціональныхъ земляныхъ работъ. Для этой цѣли надо имѣть возможность быстраго подсчета количества работъ, а также и раціональнаго распредѣленія массъ земли; для первой цѣли могутъ служить таблицы Мурзо, а для второй графическій методъ распредѣленія земляныхъ массъ, который въ общихъ чертахъ указанъ ниже.

При проектировкѣ полотна по продольной профили, на мѣстахъ большихъ работъ, при небольшой длинѣ выемокъ и насыпей, напримѣръ 200 саж., предлагаемъ прибѣгать къ опредѣленію по нижеуказанной формулѣ, найвыгоднѣйшаго положенія проектной линіи, при которомъ земляныя работы будутъ наименьшія и вся земля изъ выемокъ уйдетъ въ насыпи и съ другой стороны для насыпи не придется брать землю изъ резерва.

Въ частяхъ линіи, гдѣ нѣтъ искусственныхъ сооруженій и другихъ функцій, усложняющихъ подсчетъ, трудъ этотъ вполнѣ оправдается. Болѣе сложные подсчеты, предлагаемые теоретиками, на практикѣ слишкомъ затруднительны.

Задача заключается въ опредѣленіи x, при заданномъ уклонѣ $= i$ при условіи, чтобы объемъ выемокъ равнялся объему насыпей *). При нѣкоторомъ навыкѣ въ проектировкѣ

*) На чертежѣ въ мѣсто $h^1, h^2, h^3 \ldots$ считать h_I, h_{II}, h_{III}, черт. 200, л. XII. Площадь насыпи при отмѣткѣ h и ширинѣ 2,60

$$w_0 = \left(\frac{5{,}20 + 3h}{2}\right) h = \frac{1}{2}\,(5{,}20\,h + 3h^2)$$ (см. черт. 200, л. XII).

Площадь выемки, пренебрегая для простоты кюветами, при полу-

можно вопросы о выборѣ наилучшаго положенія красной линіи и распредѣленія массъ рѣшать по одному взгляду на профиль; но лучше, конечно, проектировать путемъ разсчетовъ и послѣдовательныхъ пробъ.

При подсчетѣ земляныхъ работъ необходимо имѣть въ виду слѣдующее:

Разрыхленіе грунта. Масса земли, добываемая для насыпи изъ выемки, занимаетъ въ насыпи большій объемъ, чѣмъ въ выемкѣ. Но вслѣдствіе особыхъ искусственныхъ мѣръ (трам-

---

торныхъ откосахъ

$$w_0^1 = \left(\frac{9{,}20 + 3h}{2}\right) h = \frac{1}{2}\ (9{,}20\ h + 3h^2).$$

Объемъ земли въ первой насыпи черт. 200, л. XII, равенъ площади насыпи, при средней для этой насыпи отмѣткѣ h, умноженной на длину этой насыпи l_0. Разбивъ длину l_0 на n равныхъ промежутковъ $= k$, такъ что $k = \frac{l_0}{n}$, получимъ $n-1$ профилей, съ площадями w_1, w_2... и т. д. при насыпяхъ h_I^1, h_{II}^2, $h_{III}^3 \ldots h^4$ которые можно замѣнить отмѣтками m_1, $m_2 \ldots m_{n-1}$ грунта при помощи формулъ:

$$h_I = x_0 + ik - m_1;\ h_{II} = x_0 + i\ 2k - m_2 \ldots$$

$$h_{n-1} = x_0 + i\ (n-1)\ k - m_{n-1};\ x_l = x_0 + il_0;$$

средняя площадь

$$w_0 = (w_1 + w_2 + w_3 + \ldots w_{n-1}) : (n-1)$$

и тогда объемъ первой насыпи $V_0 = w_0\, l_0$.

Выразимъ теперь

$$w_0 = w_1 + w_2 + \ldots w_{n-1} = \frac{1}{2}\ [5{,}20\ (h_I + h_{II} + h_{III} + \ldots + h_{n-1}) +$$

$$+ 3\ (h_I^2 + h_{II}^2 + h_{III}^2 + \ldots + h^2{}_{n-1})]$$

$$\Sigma h = h_I + h_{II} + h_{III} + \ldots + h_{n-1}$$

выразится въ функціи m, x_0, i и k.

$$\Sigma h = x_0\ (n-1) + \frac{k\ (n-1)\ ni}{2} - A;$$

гдѣ A обозначимъ $\Sigma m = m_1 + m_2 + \ldots + m_{n-1}$ ординатъ грунта всегда извѣстную

$$h_I^2 = (x_0 + ki - m_I)^2 = x_0^2\, k^2\, i^2 + m_I^2 + 2x_0\ ki - 2m_I ki - 2x_0\ m_I$$

$$\Sigma h_I^2 = (n-1)\ x_0^2 + Bk^2\, i^2 + C + n\ (n-1).\ x_0 ki - 2Ax_0 - 2Dki,$$

гдѣ приняты слѣдующія обозначенія:

B = суммѣ квадратовъ натуральныхъ чиселъ отъ 1 до $n-1$;
C = суммѣ квадратовъ величинъ m;
D = суммѣ $= m_1 + 2m_2 + 3m_3 \ldots + (n-1)\ m_{n-1}$.

Эту сумму можно разсматривать какъ сумму $(n-1)$ слагаемыхъ изъ

бовка, вальцовка, поливаніе водой) или вслѣдствіе собственной тяжести, вслѣдствіе нагрузки, вывѣтриванія и т. п. объемъ насыпи уменьшается. Понятно, что при распредѣленіи земляныхъ массъ необходимо обратить вниманіе на это обстоятельство. Окончательно объемъ насыпи окажется все-таки больше объема выемки, и это увеличеніе выражается въ доляхъ первоначальнаго объема приблизительно слѣдующимъ образомъ:

Песокъ, хрящъ	0,01
Черноземъ и булыжникъ	0,03
Жирноглинистая земля	0,05
Твердая жирная глина, обыкновенная глина, мергель	0,07
Слабыя каменныя породы	0,10
Породы средней твердости	0,17
Твердыя породы	0,25

коихъ первое A, а слѣдующія получаются вычитаніемъ послѣдовательно первой оставшейся m изъ предыдущей суммы.

Итакъ $$w_0 = \frac{1}{2}\ [5{,}20\ (px_0 + Q) + 3\ (px_0^2 + Rx_0 + S)],$$

гдѣ $p = n - 1$;

Q обозначаетъ извѣстный членъ $Q = \frac{k\ (n-1)\ ni}{2} - A$;

R = коэффиціенту при x_0 первой степени $= n\ (n-1)\ ki - 2A$,
S обозначаетъ извѣстный многочленъ $= C + Bk^2\, i^2 - 2Dki$.

Объемъ первой насыпи $V_0 = w_0\, l_0$, гдѣ w_0 = см. выше. Объемъ первой выемки $V_1 = w'_0\, l_1$, гдѣ w'_0 по аналогіи съ насыпью, подставляя вмѣсто 5,20—9,20 и помня, что $h_1 = -h_2$, а также x_1 вмѣсто x_0

$$w'_0 = \frac{1}{2}\ [3\ (p_1 x_1^2 + R_1 x_1 + S_1 - 9{,}20\ (p_1 x_1 + Q_1)].$$

Если имѣемъ нѣсколько насыпей и нѣсколько выемокъ на длину L, то для опредѣленія x_0 послужитъ уравненіе $\Sigma\, w_0 l_0 = \Sigma\, w'_0\, l_1$, причемъ надо помнить, что $x_1 = x_0 + il_0$, затѣмъ $x_2 = x_0 + (l_0 + l_1)\ i$ и т. д.; поэтому уравненія приметъ видъ:

для насыпи $\Sigma l_0\ [5{,}20\ (px_0 + Q) + 3\ (px_0^2 + Rx_0 + S)]$

для выемки $\Sigma\, l_1\ [3\ (p_1\ (x_0 + l_0 i)^2 + R\ (x_0 + l_0 i) - 9{,}20\ (p_1\ (x_0 + l_0 i)) + S_1)]$

Откуда можно опредѣлить величину x_0.

Подставивъ числовыя величины, это квадратное уравненіе легко рѣшается.

При $i = 0$, то есть въ случаѣ горизонтальной площадки подсчетъ значительно упрощается.

Профиль массъ и построеніе ея. Распредѣленіе массъ можетъ быть произведено, какъ сказано выше, помощью вычисленій или помощью графическаго построенія.

Если въ соотвѣтственныхъ точкахъ оси нанести въ видѣ ординатъ площади поперечныхъ профилей, и соединить затѣмъ полученныя точки прямыми, тогда площадь, заключающаяся между двухъ ординатъ, выразитъ объемъ, заключающійся между взятыми профилями. Такая фигура называется профилью массъ и представляетъ несравненно болѣе наглядную картину размѣровъ и распредѣленія земляныхъ массъ, чѣмъ продольная профиль.

Когда часть профили представляетъ насыпь, а другая — выемку, тогда полезно наносить каждую изъ этихъ частей особо, да кромѣ того полезно нанести и разность между обѣими профилями, потому что въ этомъ случаѣ количество земли, перемѣщаемой вдоль линіи, выражается этой разностью, а меньшая изъ двухъ частей такой профили образуется при помощи поперечной возки. Поперечныя профили выемокъ при нанесеніи на профиль массъ должны быть увеличены соотвѣтственно разрыхляемости грунта. (См. Желѣзныя дороги Винклера, стр. 120—130.

Если въ одной и той же профили грунтъ представляетъ различное сложеніе, то каждому сложенію должна соотвѣтствовать и быть нанесенной своя собственная профиль.

Профиль распредѣленія массъ и строеніе ея. Если принять нѣкоторую точку за начало, и нанести объемы земляныхъ работъ заключающихся между этимъ началомъ и каждой профилью, въ видѣ ординатъ, то общее мѣсто всѣхъ вершинъ ординатъ представитъ, какъ сказано выше, нѣкоторую кривую, называемую профилью распредѣленія массъ (черт. 202, л. XII). При этомъ объемы насыпей и выемокъ вводятся съ противоположными знаками. Профиль распредѣленія массъ обладаетъ слѣдующими свойствами:

1) Профиль распредѣленія массъ понижается въ насыпяхъ, и поднимается въ выемкахъ, или наоборотъ.

2) Тѣ точки, въ которыхъ касательныя къ профили распредѣленія массъ горизонтальны или такъ называемыя точки maximum и minimum соотвѣтствуютъ переходамъ изъ насыпей въ выемки.

3) Разность двухъ ординатъ равна объему, заключающемуся между соотвѣтственными поперечными профилями. Такъ, напримѣръ, $MP - RB = OP$ есть объемъ выемки, заключающейся между B и P.

4) Если взять на профили распредѣленія массъ двѣ смежныя точки, лежащія на одной и той же горизонтали, то одна изъ этихъ точекъ будетъ соотвѣтствовать выемкѣ, а другая — насыпи, и объемъ выемки, считая отъ точки перехода, будетъ равенъ объему насыпи, считая до той же точки перехода.

Дѣйствительно, на основаніи предыдущаго разность между разсматриваемыми ординатами равна нулю, слѣдовательно насыпь равна выемкѣ. Такъ напримѣръ, объемъ выемки, заключающійся между B и U, равенъ объему насыпи, заключающемуся между U и C. Это свойство дѣлаетъ этотъ пріемъ особенно пригоднымъ для распредѣленія массъ и оправдываетъ названіе профили.

Такъ напримѣръ, для случая, представленнаго на черт. 202, л. XII если бы нельзя было возить землю за предѣлами A и E. то для насыпи CU можно было бы употребить землю, добытую изъ выемки BU, а для насыпи CV — землю изъ выемки VD; части выемокъ AB и DE можно вывезти изъ резерва.

Горизонтальная прямая, отрѣзывающая отъ профили распредѣленія массъ такую дугу, что между концами ея объемы насыпей равны объемамъ выемокъ, называется прямой распредѣляющей.

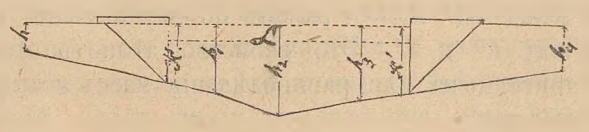
Въ мѣстности ровной вопросъ распредѣленія массъ не имѣетъ столь большого значенія. У насъ, въ Россіи, при сравнительно дешевомъ физическомъ трудѣ, линія обыкновенно проектируется на профили, такъ сказать глазомѣрно, пользуясь лишь исчисленными объемами попикетно по табл. инженера Мурзо и практическими соображеніями. Но иногда, при составленіи проекта линіи, идущей по сплошному косогору пересѣченному глубокими оврагами, гдѣ кромѣ того и резервовъ закладывать не гдѣ, очень важно правильное распредѣленіе массъ вдоль и поперекъ профили, дабы на сколько возможно увеличить количество транспортныхъ работъ.

Когда линія на значительномъ протяженіи идетъ по сплошному предѣльному уклону и проектная линія представляетъ собой, такъ сказать, одну жесткую линію, и ея нельзя ломать,

то подсчетъ распредѣленія массъ слишкомъ сложенъ и затруднителенъ. Въ такихъ случаяхъ надлежитъ обратить вниманіе на распредѣленіе массъ лишь самыхъ большихъ выемокъ и насыпей.

Подсчетъ земляныхъ работъ подлежащихъ вычету на мѣстахъ искусственныхъ сооруженій.

Для однообразія подсчета земляныхъ работъ предлагается руководствоваться слѣдующими формулами для опредѣленія объемовъ, подлежащихъ вычету за мостовыя отверстія:



Черт. 203.

h, h_1 h_3 h_4 красная отмѣтка продольнаго профили черт. 203.

При одиночныхъ откосахъ:

$$V = \left(F + \frac{H^2}{8}\right) \times H + \left(F' + \frac{H'^2}{8}\right) \times H' + \text{пролетная часть} \quad 1)$$

V по таблицамъ Мурзо, гдѣ H и H' красныя отмѣтки улица устоевъ.

F и F' площадки при половинныхъ красныхъ отмѣткахъ H и H'.

Если $H = H'$ то $F = F'$

тогда $$V = \left(F + \frac{H^2}{8}\right) \times 2 \times H + \text{пролетная часть} \ldots \quad 2)$$

Если въ пролетной части нѣтъ промежуточныхъ точекъ,

тогда $$V = \left(F + \frac{H^2}{8}\right) 2 \times H + F_1 \times L \ldots\ldots \quad 3)$$

гдѣ F_1 — полощадка при красной H отмѣткѣ H.

L — отверстіе моста.

При полуторныхъ откосахъ:

Формулы 1, 2 и 3 примутъ слѣдующій видъ:

1) $V = \left(F + \frac{H^2}{8}\right) \times 1{,}5\ H + \left(F + \frac{H'^2}{8}\right) \times 1{,}5\ H' +$ пролетная часть.

2) $V = \left(F + \frac{H^2}{8}\right) \times 2 \times 1{,}5\ H +$ пролетная часть.

3) $V = \left(F + \frac{H^2}{8}\right) \times 2 \times 1{,}5\ H + F_1 \times L.$

Вѣдомости: земляныхъ и пр. Образцы всѣхъ вѣдомостей нами даны въ таблицахъ, стр. 131—156, часть II.

Вѣдомость разстояній между пунктами скрещенія и водоснабженія должна быть составлена на основаніи данныхъ въ Гл. XVII. Разсчетъ виртуальной длины по сопротивленію по циркуляру Д-та отъ 31 Августа 1891 г. за № 9817 не обязателенъ. Пропускная способность воинскаго движенія должна быть провѣрена по діаграммѣ Щукина и данной нами таблицѣ LVII и LIX.

Вѣдомость искусственныхъ сооруженій должна заключать въ себѣ: 1) свѣдѣнія о основаніяхъ опорныхъ частей, въ случаѣ кессоновъ—площади основанія кессоновъ, и глубины опусканія ихъ; должны быть составлены чертежи буровыхъ скважинъ съ подраздѣленіемъ грунтовъ; въ случаѣ выкопки котловановъ въ шпунтовыхъ рядахъ,—протяженіе шпунтовыхъ рядовъ и приблизительное число свай и ростверка. Должно быть опредѣлено количество земли вырытой изъ котловановъ и качество грунта. 2) Свѣдѣнія о количествѣ кладки для опорныхъ частей должны дать цыфры объема бутовой и тесаной кладки, кладки сводовъ, площади облицовки и объемъ подферменныхъ камней. Всѣ эти цыфры получаются на основаніи свѣдѣній полученныхъ дополнительными изысканіями и выработанныхъ типовъ искусственныхъ сооруженій.

Въ вѣдомости линейныхъ построекъ должны быть свѣдѣнія о размѣщеніи казармъ, будокъ, переѣздовъ съ опредѣленіемъ ширины ихъ, зависящей отъ проѣзда по дорогѣ, и о колодцахъ съ опредѣленіемъ глубины ихъ. (См. стр. 333 и 336).

© ГПБ СО РАН

Вѣдомость станціонныхъ и линейныхъ построекъ должна опредѣлять количество площадей всѣхъ построекъ на линіи и станціяхъ. Нормы даны въ гл. XIV, стр. 333—338, технич. условія т. III, стр. 22—25.

Вѣдомости дополнительныхъ работъ должны опредѣлять родъ и количество всѣхъ работъ по устройству переѣздовъ, канавъ всѣхъ родовъ, отводовъ дорогъ, подсыпокъ къ жилымъ помѣщеніямъ, струенаправляющихъ сооруженій и проч.

Вѣдомость укрѣпленій откосовъ составляется сообразно различнымъ видамъ укрѣпленій. Длина укрѣпленія по откосу при работахъ въ мѣстахъ косогорныхъ опредѣляется или по масштабу, или по разности отмѣтокъ подошвы и бровки откоса, опредѣляющей воображаемую рабочую отмѣтку въ данномъ пунктѣ, если бы не было косогора; полученную величину умножаютъ на нѣкоторый коэффиціентъ, зависящій отъ крутизны откоса. (См. примѣчаніе петитомъ въ концѣ главы).

Корчевка пней полагается подъ насыпями не болѣе $0^c,50$.

Таблица А даетъ эти коэффиціенты, выражающіе собой c, гипотенузу угла образуемаго линіей откоса съ вертикалью $= \sqrt{a^2 + b^2}$.

ТАБЛИЦА А.

Крутизна откоса.	Коэффиціентъ.	Крутизна откоса.	Коэффиціентъ.	Крутизна откоса.	Коэффиціентъ.
1 : 2	2,24	1 : 3/4	1,25	1 : 1/5	1,020
1 : 1 1/2	1,80	1 : 2/3	1,20	1 : 1/6	1,014
1 : 1 1/3	1,66	1 : 1/2	1,12	1 : 1/7	1,010
1 : 1 1/4	1,60	1 : 1/3	1,05	1 : 1/8	1,009
1 : 1	1,42	1 : 1/4	1,03	1 : 1/9	1,006
				1 : 1/10	1,005

Вѣдомость верхняго строенія полотна составляется съ показаніемъ количества балласта на пути и на станціяхъ, количество шпалъ, рельсъ, переводовъ и скрѣпленій.

На основаніи вѣдомостей и типовъ, принятыхъ для данной дороги, составляются смѣты всѣхъ сооруженій и разцѣночная вѣдомость постройки дороги.

Объемъ кладки каменныхъ трубъ. Въ альбомѣ чертежей листъ VIII нами даны діаграммы для опредѣленія объема каменной кладки трубъ.

Для полученія при помощи этихъ діаграммъ полнаго количества кладки трубы при данной высотѣ насыпи поступаютъ слѣдующимъ образомъ:

а) Берутъ изъ діаграммъ количество кладки на 1 погон. саж. трубы даннаго отверстія и данной высоты устоя (напр. для отверстія $= 1{,}50$ при высотѣ устоя $= 1{,}1$ это будетъ $= 6{,}79$ куб. саж.),

и б) Полученное число кубовъ умножаютъ на величину:

$$A = 2{,}60 + 3\left\{H - \frac{l}{2} + 0{,}25 - x\right\},$$

гдѣ: H — высота насыпи,

l — отверстіе трубы,

x — высота устоя — всѣ величины надо взять въ саженяхъ. Величина 0,25 введена, какъ постоянная поправка.

Полученное произведеніе дастъ примѣрный объемъ кладки при глубинѣ фундамента равной 1,00 сажени.

Объемъ каменной кладки устоевъ мостовъ отверстіемъ отъ 1,00 до 30,00, даны нами въ таблицахъ № XLII, стр. 108.

Объемъ каменной кладки подпорныхъ стѣнокъ подсчитывается по площадямъ (планцметромъ Амслера) по типамъ см. листъ XVI и XVII *), а также по таблицѣ объемовъ № 2 и 7, стр. 120 и 126. Примѣчанія къ типамъ даны нами въ томѣ таблицъ XLIV, стр. 115—130. Технич. условія т. III, стр. 208.

Вѣсъ металлическихъ частей данъ въ таблицахъ XXIX, XXX и XXXI. Количество рельсъ и скрѣпленій табл. XXXII, XXXIII и XXXIV. При таблицахъ даны необходимыя объясненія.

Разсчетъ виртуальной длины по разстоянію гл. XIII не обязателенъ, виртуальная длина по скоростямъ гл. XVII.

Графики движенія. Считаемъ не лишнимъ въ потвержденіе техническихъ условій Министерства П. С., стр. 32—34, § 90—93, о требованіи представить a) графики движенія согласно разсчету, гл. XVII; b) графики оборота паровозовъ (§ 23), поѣздныхъ бригадъ; c) разсчеты подвижнаго состава, площади мастерскихъ; d) проекты расположенія путей на станціяхъ (при проектѣ подъ постройку); e) детальные проекты станціоннаго водоснабженія чер. 156, л. III.

*) См. черт. 220, листъ XII къ таб. XLIV, стр. 115—130.

Для провѣрки разсчета пропускной способности по гл. XVII нами дана таблица LVII скоростей соотвѣтствующихъ различнымъ уклонамъ и радіусамъ для 8-ми колесныхъ паровозовъ, не компаундъ типа III при 50-ти вагонномъ составѣ воинскаго поѣзда, согласно діаграммы профессора Н. Л. Щукина. (См. таб. XLVI, стр. 158, черт. Діаграмма л. XIII).

Разсчетъ длины тоннеля показанъ на листѣ X. Техническія условія, т. III, стр. 17.

Пояснительная записка.

Къ проекту должна быть приложена пояснительная записка, въ коей должны быть изложены слѣдующіе пункты съ приложеніемъ всѣхъ вѣдомостей и данныхъ:

I. **Техническія условія** утвержденныя Министерствомъ Путей Сообщенія въ зависимости отъ рода дороги и топографическихъ условій мѣстности.

II. **Направленія и варіанты** изслѣдованныя изысканіями должны быть подробно перечислены съ указаніемъ ихъ длинъ и пр. Основное направленіе и конкурирующіе варіанты должны быть представлены во всемъ, документально въ составѣ проекта, согласно техническимъ условіямъ, съ подробнымъ описаніемъ мѣстности. Сравненіе варіантовъ въ зависимости отъ стоимости постройки эксплоатаціонныхъ расходовъ, сокращенія длины транзитовъ и проч. должны быть представлены при проектѣ.

III. **Геологическій очеркъ** съ приложеніемъ плановъ буровыхъ скважинъ и разрѣзовъ, съ образчиками грунтовъ вдоль линіи; характеръ дна и береговъ рѣкъ.

IV. **Климатическія условія**, почвенныя особенности и проч. согласно данныхъ ближайшихъ метеорологическихъ станцій, правительственныхъ и частныхъ; температура; господствующіе вѣтры, промерзаніе почвы, вскрытіе и замерзаніе рѣкъ; снѣжный покровъ; дождевые осадки: средніе по мѣсяцамъ, посуточно, максимальные линіи и т. д.

V. **Строительные матеріалы, рабочія руки, перевозочныя средства** и проч. Камень. Кирпичъ. Песокъ. Известь. Цементъ. Лѣсной матеріалъ. Рабочія руки, мастеровыя. Перевозочныя средства. Главнѣйшія справочныя цѣны.

VI. **Условія мѣстности. Населеніе. Производительность.** Торговыя сношенія и пр. должны быть представлены и подкрѣплены статистическими данными. Пассажирское и товарное движеніе. Доходность дороги.

VII. **Особенности продольной профили.** Длина прямыхъ и и кривыхъ а также подъемовъ и горизонтальныхъ частей въ $^0/_{00}$. Наибольшія длины продольныхъ подъемовъ. Виртуальныя длины по сопротивленіямъ по скоростямъ и по расходу воды. Средняя скорость, которую можетъ развить воинскій поѣздъ. Среднее количество отверстій искусственныхъ сооруженій на версту,—эти данныя надлежитъ представить общими итогами.

VIII. **Пропускная способность линіи, станціи, разъѣзды** должны удовлетворять техническимъ условіямъ. Въ случаѣ необходимости какихъ-нибудь отступленій необходимо таковыя оправдать разсчетами. Количество путей на станціяхъ и радіусахъ должно быть исчислено сообразно пропускной способности по спеціальнымъ проектамъ, а при предварительныхъ изысканіяхъ приблизительно, съ достаточнымъ запасомъ. Скорости, такъ называемыя—среднія ходовыя, должны быть на всѣхъ перегонахъ точно подсчитаны (см. гл. XVII). Къ проекту должны быть представлены графики движенія поѣздовъ согласно образца (черт. 154, л. VII).

IX. **Отчужденіе земли и построекъ.** Эти данныя сгруппированныя въ отдѣльныхъ вѣдомостяхъ должны быть приведены въ итогахъ. Количество земляныхъ работъ по грунтамъ, съ указаніемъ болѣе трудныхъ участковъ линіи, также на станціяхъ и разъѣздахъ. Крутизна откосовъ.

X. **Искусственныя сооруженія.** Подробные разсчеты малыхъ и большихъ отверстій. При подсчетахъ должны быть приложены акты о горизонтахъ высокихъ водъ. Объемъ кладки мостовъ и трубъ. Вѣсъ металлическихъ частей. Кессонныя работы. Подпорныя стѣны, тоннели и проч. и проч.

XI. **Верхнее строеніе.** Выборъ типа рельсъ зависитъ отъ размѣровъ движенія и профили пути. См. табл. № XXXIII и XXXIV. Ширина балластнаго слоя и вообще количество балласта опредѣляется техническими условіями.

XII. **Административное дѣленіе линіи.** Вся линія должна быть раздѣлена на эксплоатаціонные участки. Каждый участокъ дѣлится на околотки длиной около 10 до 18 верстъ (одиночнаго пути) раздѣленные на три рабочихъ отдѣленія отъ

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ЗАПИСКИ

$3^1/_3$ до 6 верстъ. Тамъ гдѣ на околоткѣ встрѣчается станція съ значительнымъ развитіемъ путей—длина околотка уменьшается и соотвѣтственнымъ образомъ уменьшается длина рабочаго отдѣленія. Рабочія отдѣленія раздѣляется на сторожевые обходы отъ 1 до 3 верстъ, что при обязательныхъ (по § 118 гл. III Пр. Сод. и Охр. Паров. жел. дор.) 12 осмотрахъ въ сутки дастъ 36 верстъ осмотра и слѣдовательно при 3-хъ верстномъ обходѣ требуетъ 2-хъ путевыхъ сторожей на каждомъ сторожевомъ обходѣ.

Переѣзды охраняемые и неохраняемые—числомъ смотря по надобности. Къ переѣздамъ, пріурочиваются: казармы, полуказармы и сторожевые дома; барьеры и шлагбаумы; колодцы.

Въ зависимости отъ этого составляются вѣдомости линейныхъ построекъ. См. черт. 117 стр. 338.

XIII. **Водоснабженіе линіи**. Описаніе разныхъ типовъ водоснабженія встрѣчающихся на линіи и проч.

XIV. **Разсчетъ подвижного состава**. Распредѣленіе паровозныхъ депо по линіи должно быть показано схемой; распредѣленіе паровозныхъ стойлъ по депо и проч.

XV. **Станціонныя постройки и станціонныя принадлежности**. Распредѣленіе станцій по классамъ. Количество жилыхъ домовъ на версту согласно штату служащихъ. Система сигнализаціи и проч.

XVI. **Телеграфъ**, телефонъ и проч.

XVII. **Стоимость дороги**—съ рельсами, подвижнымъ составомъ и безъ онаго, всего и поверстнаго.

XVIII. **Доходность дороги**. Предполагаемое пассажирское и товарное движеніе.

Составленіе разцѣночной вѣдомости.

Разцѣночная вѣдомость въ зависимости отъ рода изысканія можетъ быть рекогносцировочная, предварительная и окончательная. Для составленія начальникомъ изысканій таковой смѣты для всей линіи начальники партій должны представить кромѣ вышеуказанныхъ вѣдомостей, при составленіи окончательнаго проекта нижеслѣдующее:

1) Среднія заготовительныя цѣны строительнымъ матеріаламъ по участкамъ. въ зависимости отъ дальности возки и мѣстныхъ условій добычи таковыхъ, а также наличіе и стоимость рабочей силы: мастеровыхъ и пр.

2) Подробную вѣдомость сноса строеній съ указаніемъ дѣйствительной стоимости таковыхъ.

3) Земляныя работы должны быть вычислены согласно нижеслѣдующаго распредѣленія:

Выемки.

a) Въ мягкомъ грунтѣ разрабатываемомъ лопатами.

b) Въ грунтѣ разрабытаемомъ кирками.

c) Въ каменистомъ грунтѣ разрабатываемомъ ломами и кирками.

d) Въ каменномъ и скальномъ грунтѣ. разрабатываемомъ ломами, клиньми и взрывчатыми веществами.

Насыпи.

a) Изъ выемокъ во всякихъ грунтахъ и резерновъ въ мягкомъ грунтѣ съ перевозкой на разстояніе до 50 саж.

b) Изъ резерновъ въ каменистомъ и щебенистомъ грунтѣ съ перевозкой на разстояніе до 50 верстъ.

c) Изъ выемокъ и резерновъ удаленныхъ до 50 саж.

d) Изъ спеціально добытаго камня.

На основаніи этихъ данныхъ выводится средняя цѣна земляныхъ работъ.

4) Вѣдомость земляным работамъ подъ переѣзды, считая на каждый по 30 куб. саж. при высотѣ насыпи до 1 саж.; для отвода второстепенныхъ дорогъ, для подсыпокъ къ будкамъ, полуказармамъ и казармамъ по 10, 20 и 30 куб. саж., по засыпкѣ старыхъ руселъ, подсыпкѣ бермъ. по присыпкѣ къ временнымъ мостамъ и дорогамъ по куб. с., по присыпкѣ къ жилымъ домамъ, пассажирскимъ, паровознымъ и другимъ зданіямъ по 100 куб. с. и т. п.

5) Земляныхъ работъ, по прорытію новыхъ руселъ при отверстіи до 3 саж. по 30 куб. с. и большемъ до 10 саж. по 100 куб. саж.; по выкопкѣ всякаго рода канавъ и устройству струеотводныхъ и струенаправляющихъ дамбъ— куб. саж.

По выкопкѣ нагорныхъ канавъ съ одной стороны пути, и съ обѣихъ сторонъ считая на 1 пог. саж. по 1 куб. саж. выемки, съ подраздѣленіемъ на четыре принятыя категоріи грунтовъ. По выкопкѣ водоотводныхъ канавъ на болотахъ и тамъ гдѣ дешевле вынуть канаву на выметъ, чѣмъ закладывать резервъ; также канавъ подводящихъ воду изъ малаго бассейна (безъ иск. сооруженія) къ проектируемымъ искус. сооруженіямъ по 1 куб. с. на пог. саж. канавы съ подраздѣленіемъ на четыре категоріи грунтовъ.

6) По прорытіи новыхъ руселъ у всѣхъ мостовъ отв. болѣе 10 саж до 20 саж. полагая по 200 куб. с. на каждое изъ этихъ сооруженій.

Укрѣпленій земляного полотна по разливамъ рѣкъ и при иск. сооруженіяхъ съ подраздѣленіемъ на всѣ категоріи таковыхъ, для чего дана табличка A стр. 624 по формулѣ $N \times 2\ (h + 0{,}25)$ помноженное на 1,80; 1,60 или 1,42 въ зависимости отъ уклона откоса 1 : 1,5; 1 : 1.25 или 1:1. Здѣсь N протяженіе насыпи въ разливѣ; h—средняя толщина слоя воды.

7) Для полученія мостовой для укрѣпленія подводящихъ руселъ къ иск. сооруженіямъ такъ и конусовъ слѣдуетъ принять:

ОТИПС ИА

a) Для трубъ и мостовъ отв. до 3-хъ саж. на каждое сооруженіе по 100 кв. с.

b) Для мостовъ болѣе 3 саж. до 10 саж. по 300 кв. с.

c) Для мостовъ болѣе 10 саж. до 20 саж. по 700 кв. с. Ряжи и отсыпи должны быть исчислены по поперечнымъ профилямъ, какъ равно и подпорныя стѣнки.

8) Единичныя цѣны за кубическую сажень каменной кладки должны быть исчислены по слѣдующему разсчету по участкамъ:

а) Стоимость камня, б) производство кладки трубъ, в) стоимость цемента съ перевозкою по линіи, считая 7 бочекъ на 1 куб. саж., г) стоимость песку и подвозка воды на 1 куб. с., д.) облицовка угловъ и замковъ по руб. за 1 кв. с., считая 33% на куб. с. кладки, е) облицовка стѣнъ грубымъ приколомъ за кв. с., считая 1 кв. с. прикола на 1 куб. с. кладки, ж) устройство основаніи съ вырытіемъ котлована и водоотливомъ на 1 куб. с. кладки, з) обдѣлка руселъ на 1 куб. саж. кладки, и) администрація (казенные десятники около 3%). Стоимость постройки большихъ мостовъ должна быть подсчитана для каждаго моста отдѣльно.

ГЛАВА XXI.

Составъ партіи и составленіе смѣты изысканій. Каждая партія обыкновенно состоитъ изъ начальника партіи, старшаго и младшаго инженеровъ, двухъ нивеллировщиковъ (техниковъ, они же чертежники), пикетажиста и десятника (онъ же вѣшальщикъ) и отъ 30 до 40 рабочихъ (имѣя ввиду разбить партію, въ случаѣ надобности, на двѣ полупартіи, или производить одновременно съ трассировкой линіи, всѣ дополнительныя полевыя работы). Кромѣ этого на каждую партію въ случаѣ изысканіи въ гористой мѣстности полезно имѣть одного съемщика съ мензулой. Конечно составъ партіи мѣняется, что зависитъ отъ рода изысканій, отъ срока, т. е. большей или меньшей продолжительности изысканій, топографическихъ и прочихъ условій.

Говоря о составѣ партіи дополнимъ сказанное нами выше въ гл. IV и др. (См. таблицу XI, стр. 37):

Начальникъ изысканій долженъ передъ отъѣздомъ получить бумаги изъ Министерства Путей Сообщенія къ гг. губернаторамъ, для сдѣланія ими распоряженіи о томъ, чтобы мѣстныя городскія и сельскія управленія оказывали содѣйствіе. — При производствѣ же частныхъ изысканій надо имѣть съ собою копію съ Высочайшаго разрѣшенія на проведеніе линіи.

Начальникъ партіи, пріѣхавъ на мѣсто производства изысканій долженъ со своими бумагами явиться къ мѣстному губернатору, отъ котораго получаетъ открытыя предписанія къ исправникамъ; отъ этихъ же къ сельскимъ старшинамъ и ко всѣмъ мѣстнымъ властямъ, чтобы жители не дѣлали препятствій въ проведеніи линіи черезъ лѣса, засѣянныя поля, огороды и вообще, чтобы исполняли законныя требованія по найму рабочихъ, помѣщенія и проч.

Завѣдующій изысканіями долженъ постоянно слѣдить за ходомъ и результатами работъ, во всѣхъ партіяхъ; онъ обязанъ собранныя партіями матеріалы взвѣшивать и группировать, дабы выбравъ лучшую линію, своевременно направить на нее всѣ партіи.

Начальникъ партіи долженъ вести общій журналъ ежедневной работы, въ которомъ надо оправдывать всякій поворотъ линіи, описывать характеръ мѣстности и вообще собирать всѣ свѣдѣнія относительно проектируемой дороги. Изъ этихъ свѣдѣній потомъ составляется пояснительная записка.

Начальники партій ведутъ безпрестанную кореспонденцію съ начальникомъ изысканій; объясняютъ ему ходъ работы, получаютъ распоряженія и потому должны принять самыя энергичныя мѣры къ обезпеченію срочнаго сообщенія корреспонденціи.

При производствѣ изысканій необходимо строгое и опредѣленное распредѣленіе обязанностей, не только для всѣхъ техниковъ, но и для всѣхъ рабочихъ въ партіи.

Каждый долженъ отвѣчать за свое только, ему порученное дѣло.

Рабочихъ, во все время полевыхъ работъ, не слѣдуетъ мѣнять, т. е. перемѣщать безъ особенной надобности съ одной работы на другую.

Каждая работа въ отдѣльности, какъ напр.: держаніе реекъ, провѣшиваніе, промѣръ и проч., какъ ни кажется она съ виду простой, требуетъ со стороны рабочаго спеціальнаго изученія и привычки. Полевыя работы на сколько возможно должны производиться механически.

Принимая во вниманіе всю важность работъ по изысканіямъ, нельзя обойти молчаніемъ того обстоятельства, что у насъ въ Россіи слишкомъ мало обращается вниманія на достаточность отпускаемыхъ на изысканія средствъ и въ связи съ этимъ на выборъ штата по изысканіямъ. Какое бы ни было стараніе и рвеніе нашихъ молодыхъ техниковъ и инженеровъ,

они, встрѣтясь съ дѣйствительнымъ трудомъ, непосредственно на мѣстѣ, не будучи практически, ни даже теоретически достаточно подготовленными, всегда будутъ въ затруднительномъ положеніи не только при выборѣ направленія линіи, но даже при самомъ производствѣ изысканій, при самыхъ полевыхъ геодезическихъ работахъ.

Трудно требовать отъ начальника партіи успѣха въ работахъ, если ему вмѣсто того, чтобы работать, приходится учить партію. Поэтому сформированіе изыскательскаго персонала должно производиться возможно тщательнѣе и строже. Начальники партій и ихъ старшіе помощники должны быть лица опытныя не только въ дѣлѣ изысканій, но и въ дѣлѣ постройки и эксплоатаціи дороги.

Изысканія требуютъ большой личной энергіи и рвенія каждаго участника, — а равно труда сознательнаго. Можно считать практически опредѣлившимся правиломъ, что въ сутки вполнѣ достаточно восьми часовъ полевой работы; остальное время дня съ пользой употребляется на отдыхъ, на изученіе добытыхъ данныхъ, подсчетъ, очистку инструментовъ, на составленіе профилей и, въ случаѣ надобности, на поѣздки для осмотра линіи впередъ и въ стороны. Во время остановки должно быть подготовлено къ предстоящему переходу все, что нужно, т. е. должны быть вывѣрены инструменты, патесаны колья и точки всегда съ запасомъ, чтобы не пришлось изъ-за кольевъ останавливать работу, и выбрано мѣсто расположенія слѣдующаго табора вблизи воды должно быть заблаговременно. Въ мѣстахъ, мало изслѣдованныхъ, необходимо имѣть съ собою хорошую верховую лошадь, которая должна быть всегда подъ руками, также опытнаго проводника изъ охотниковъ.

Передвиженіе обоза, если нѣтъ особыхъ препятствій, какъ напримѣръ, трудно проходимыя ущелья, должно производиться слѣдомъ за работою. Обозъ всегда нѣсколько запаздываетъ со стоянки, затѣмъ догоняетъ работающихъ и ѣдетъ впередъ на мѣсто, указанное для остановки. При слѣдованіи лѣсомъ въ тайгѣ необходимо дѣлать затесы на деревьяхъ. См. указанія Глава II, стр. 23 и 24.

Для передвиженія партіи со всей кладью необходимо имѣть достаточное количество средствъ передвиженія. Въ мѣстности населенной, гдѣ имѣются всюду въ достаточной степени

колесныя дороги, перевозочныя средства имѣются вездѣ на мѣстѣ и въ такихъ случаяхъ нанимаются поденныя подводы; но при работѣ въ тайгѣ, гдѣ нѣтъ дорогъ, не лишни указанія данныя въ таблицѣ XI и XII, стр. 37 — 41. Иногда, въ мѣстахъ топкихъ, багажъ переносится рабочими, и тогда нельзя разсчитывать на носильщика болѣе двухъ пудовъ.

Вьючная перевозка имѣетъ много преимуществъ въ странахъ горныхъ и песчаныхъ, но организація ея требуетъ внимательности и дисциплины. Въ мѣстахъ населенныхъ багажъ можетъ быть значительно сокращенъ; но въ странахъ съ рѣдкимъ населеніемъ, организація передвиженія партіи и ея продовольствія, въ виду безостановочности работы, вопросъ не послѣдней важности, и надо имѣть, по возможности, все съ собою, чтобы обозъ не замедлилъ работу. Въ мѣстахъ, гдѣ нѣтъ осѣдлаго населенія, или оно очень рѣдко, иногда приходиться возить съ собою даже муку, для того, чтобы рабочіе пекли себѣ хлѣбъ, такъ же овесъ для лошадей. Въ мѣстахъ ненаселенныхъ, для жилья необходимо имѣть брезентовыя палатки. Наиболѣе практичны палатки такъ называемыя американскія, изъ непромокаемой хлопчато-бумажной ткани, или изъ паруснаго полотна, съ особымъ тентомъ для жаркихъ странъ. Такая палатка для свободнаго помѣщенія вчетверомъ стоитъ около ста рублей. Въ зимнее время можно дѣлать войлочныя палатки на жердяхъ. Въ такой палаткѣ тепло и въ большіе морозы можно жить. Для рабочихъ необходимы брезентовыя палатки большихъ размѣровъ.

Въ жаркое время слѣдуетъ одѣваться нѣсколько теплѣе, напримѣръ, въ легкія шерстяныя ткани, тогда какъ въ зимнее время, при движеніи всегда слѣдуетъ одѣваться такъ, чтобы чувствовать нѣкоторую степень холода и настолько, чтобы не появлялось испарины, потому что иначе простуда легко возможна. Затѣмъ, въ жаркое время надо пить воду очень осторожно, потому что въ жаркихъ странахъ вода чаще всего служитъ источникомъ лихорадочныхъ заболѣваній.

Противъ комаровъ хорошимъ средствомъ служитъ гвоздичное масло, и потому, кто боится ихъ ужаленія настолько, что не можетъ заснуть, достаточно намазать имъ открытыя части тѣла, чтобы эти хищники оставили спящаго въ покоѣ; къ сожалѣнію, гвоздичное масло очень летуче и дѣйствуетъ не болѣе какъ на часъ. Лучшее средство — дымъ, почему на ночь

особенно для лошадей необходимо устраивать дымокуры изъ гнилыхъ пеньковъ и листьевъ.

Иное дѣло скорпіоны и фаланги. Отъ укуса хорошо промочить ранку водкой, боль скоро утихаетъ, причемъ слѣдуетъ насколько возможно высосать кровь. Скорпіонъ, говорятъ, рѣдко кусаетъ и укушеніе его не опасно; надо только, надѣвая сапоги, всегда ихъ хорошенько вытряхнуть, также, какъ рукава и карманы одежды, потому что скорпіоны забираются туда очень охотно. Укушенія фаланги встрѣчаются чаще и производятъ болѣе сильный воспалительный процессъ. Боль отъ укушенія скорпіоновъ и фалангъ жгучая и мучительная и продолжается часовъ двѣнадцать непрерывно; средство уничтожать это страданіе, это въ мѣстѣ укуса, подъ кожу, съ помощью иглы, какая употребляется для подкожнаго впрыскиванія морфія, впрыскиваніе раствора марганцовисто-каліевой соли (хамелеонъ) *) — боль скоро прекращается. Скорпіонъ и фаланга водятся въ Закаспійскомъ краѣ и Закавказьи.

Особенно много фалангъ и вообще всякихъ насѣкомыхъ набивается въ палатку вечеромъ, когда въ ней горитъ огонь и налетаетъ много всякой мошкары. Освѣщенная палатка привлекаетъ всякихъ насѣкомыхъ со всей окрестности. Вообще на огонь костра насѣкомыя также бѣгутъ очень охотно и часто попадаютъ на уголья и въ котлы съ пищей и чаемъ.

Смѣта изысканій. Для составленія смѣты необходимо:

1) Опредѣлить количество и составъ партій съ назначеніемъ содержанія.

2) Составить опись съ разцѣнкой геодезическимъ инструментамъ и пр. предметамъ, потребнымъ для изысканій на каждую партію, имѣя въ виду дать возможность каждому начальнику партій разбить свою партію, въ случаѣ надобности на два отряда (см. опись стр. 31, томъ II).

3) Составить вѣдомость канцелярскимъ и чертежнымъ принадлежностямъ, на двѣ полупартіи (см. опись т. II, стр. 34).

4) Опредѣлить продолжительность полевыхъ работъ, а также время и расходъ на составленіе проекта въ связи со срокомъ назначеннымъ для представленія проекта.

*) Какъ совѣтуетъ въ своей брошюрѣ техникъ Тихановъ: „Практическія замѣтки къ желѣзнодорожнымъ изысканіямъ“ 1900 г.

Образецъ смѣты изысканій данъ въ томѣ III, стр. 216.

Стоимость изысканій. Въ гл. 1, п. 4 мы указали какія суммы на изысканія ассигнуютъ американцы, расходуя иногда на изысканія до 5.000 руб. на версту. У насъ въ Россіи имѣя въ виду однолѣтнія изысканія стоимость рекогносцировочныхъ изысканій слѣдуетъ считать отъ 100 до 300 руб.: предварительныхъ — отъ 200 до 450 руб. и окончательныхъ отъ 300 до 600 руб. въ зависимости отъ степени трудности изысканій.

Стоимость изысканій Новоселецкой вѣтви, произведенныхъ Обществомъ Юго-Западныхъ желѣз. дорогъ на версту главнаго пути, согласно данныхъ изъ альбома Новоселецкихъ вѣтвей составляетъ 612 р. Полная стоимость изысканій была на самомъ дѣлѣ еще значительнѣе всего до 1.000 руб., но часть расходовъ произведенныхъ до приступа къ работамъ отнесена на стоимость работъ и на административные расходы. Изысканія Кругобайкальской дороги въ общей сложности стоили значительно дороже.

ГЛАВА XXII.

Провозоспособность. Расчетъ количества подвижного состава.

Техническія условія подвижнаго состава для первостепенныхъ дорогъ даны въ томѣ III, стр. 31.

Сила тяги. Зададимся 8-ми-колеснымъ паровозомъ компаундъ правительственнаго типа; наибольшій впускъ пара на предѣльномъ подъемѣ въ малый цилиндръ $e = 0{,}75$, тогда E впускъ пара въ большой цилиндръ E:

$$E = \frac{d^2}{d_5^2} \times e = \frac{50^2}{73^2} \times 0{,}75 = 0{,}35$$

гдѣ $d = 0{,}50$ и $d_5 = 0{,}73$ — діаметръ малаго и большого цилиндровъ.

Наименьшая скорость на предѣльномъ подъемѣ найдется изъ формулы:

$$v = \frac{40\,H\,.\,D}{1000\,d^2\,l\,e\,\gamma} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (I)$$

гдѣ 40—количество пара съ 1 кв. метра поверхности нагрѣва при скорости около 10 верстъ въ часъ и $H = 152{,}6$ кв. м. поверхность нагрѣва котла и трубокъ;

$D = 1{,}20$ діаметръ ведущихъ колесъ

$l = 65\ ct$ ходъ поршня,

$\gamma = 5{,}53$ килогр. вѣсъ куб. метр. пара при давленіи въ парораспредѣлительной коробкѣ $p_0 = 11{,}5$ атмосферамъ.

Подставивъ, найдемъ:

$$v = \frac{40 \times 152{,}6 \times 120}{1000 \times 0{,}50^2 \times 0{,}65 \times 0{,}75 \times 5{,}53} = 10{,}88 \text{ километра}$$

или v (верстъ) $= 10{,}88 : 1{,}067 = 10{,}19$ верстъ; примемъ для разсчета $v = 10$.

По пормулѣ проф. Петрова среднее рабочее давленіе пара въ атмосферахъ находится такъ:

$$p = 0{,}95\, p_0 \sqrt{(2 - E)\, E} - 1{,}5 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{(II)}$$

гдѣ $p_0 = 11{,}5$ дано выше

$$p_{max} = 0{,}95 \times 11{,}5 \sqrt{(2 - 0{,}35)\ 0{,}35} - 1{,}5 =$$

$$= 8{,}30 - 1{,}50 = 6{,}80 \text{ атм.}$$

Слѣдовательно наибольшая допускаемая паровозомъ сила тяги на предѣльномъ подъемѣ:

$$F = \frac{d_c^{\,2}\, l}{2D} \times p \times 10333$$

гдѣ 10333—давленіе пара въ килограммахъ при одной атмосферѣ

$$F = \frac{0{,}73^2 \times 0{,}65}{2 \times 1{,}20} \times 6{,}80 \times 10333 = 9792 \text{ килогр.}$$

Такимъ образомъ наибольшая вычисленная допускаемая паровозомъ сила должна преодолѣть сопротивленіе поѣзда на предѣльномъ фиктивномъ подъемѣ, напр. 14,32.

Разсчетъ числа вагоновъ—тремя разными путями:

1) Для товарнаго поѣзда по формулѣ инж. Петрова:

$$F = W = (4{,}3 + 0{,}15\, v + 0{,}001\, v^2)\, L + 1{,}2\, ng +$$

$$+ 0{,}9\, n \,.\, v + 0{,}03\, (1 + 0{,}04\, n)\, v^2 + i\, (L + gn) \quad . \quad . \quad . \quad \text{(III)}$$

гдѣ L (рабочій вѣсъ паровоза и тендера) $=$

$$= 51{,}20 + 35{,}00 = 86{,}20\ t.$$

g — вѣсъ одного вагона brutto при нагрузкѣ въ 750 пудовъ принятъ $= 19{,}3$ тоннъ.

n — число вагоновъ.

При допущенной скорости, выше найденной на продольномъ подъемѣ $v = 10$ верстъ $= 10{,}67$ километра найдемъ

$$F = W = 1756 + 307\, n$$

слѣдоватяльно, приравнивая вышеопредѣленную наибольшую силу паровоза 9792 къ F:

$$1756 + 307\, n = 9792$$

$$n = \frac{9792 - 1756}{307} = 26 \text{ вагонамъ:}$$

2) Опредѣлимъ n по формулѣ германскихъ инженеровъ, принятой германскимъ правительствомъ.

$$F_1 = W = (2{,}4 + 0{,}001\, v^2 + i)\, L + gn\ ^*)$$

Подставляя извѣстныя величины и приравнивая

$$9792 = 1451 + 323\, n$$

находимъ

$$n = \frac{9792 - 1451}{323} = 26 \text{ вагонамъ.}$$

Результатъ получается тотъ же, между тѣмъ формула значительно проще.

3) Опредѣлимъ n по силѣ сцѣпленія: $F_1 = f \times L_1$ гдѣ f коэффиціентъ сцѣпленія, можно смѣло **) принять $\frac{1}{5.5}$, а L_1 сцѣпной вѣсъ паровоза въ данномъ случаѣ $= 45{,}2\ t$. Находимъ

$$F_1 = \frac{1}{5\,.\,5} \times 45{,}2 \times 1000 = 8218$$

---

*) Эта же формула принята нами при разсчетѣ пропускной способности—дастъ тѣ же результаты, что и формула инж. Петрова.

**) Этотъ коэффиціентъ колеблется отъ $\frac{1}{5{,}5}$ до $\frac{1}{8}$ (при сильныхъ морозахъ).

ОТИНТБ СОРАН

Приравнивая

$$F_1 = F = 8218 = 1756 + 307\,n$$

откуда

$$n = \frac{8218 - 1756}{307} = 21$$

Слѣдовательно можно свободно допустить поѣздъ въ 20 вагоновъ или полезный грузъ въ $750 \times 20 = 15.000$ пудовъ.

Число вагоновъ можно опредѣлить тоже **иначе**: находимъ возможный вѣсъ поѣзда (вѣсъ груженыхъ вагоновъ) Q въ глубокихъ траншеяхъ, при наибольшемъ подъемѣ $0{,}00\,m$, въ совмѣщеніи съ кривой радіуса R саж., по слѣдующей формѣ *):

$$Q = \frac{1000\,Px - Wp - W_1P}{W}$$

*) Приведемъ какъ примѣръ подстетъ числа вагоновъ на основаніи этой формулы въ проектѣ Забайкальской жел. дороги.

1) При средней скорости въ пути, для товаро-пассажирскаго поѣзда 20 вер. въ часъ и для товарнаго—12 вер. въ часъ, Q опредѣлится:

а) для товаро-пассажирскаго поѣзда:
лѣтомъ $Q = 448{,}3$ тоннъ
зимой $Q = 316{,}4$ „

б) для товарнаго поѣзда:
лѣтомъ $Q = 462{,}6$ тоннъ
зимой $Q = 327{,}2$ „

Принимая вѣсъ груженаго товарнаго вагона въ 16 тоннъ, а вѣсъ такого же вагона въ воинскомъ поѣздѣ—въ 10 тоннъ, наибольшій составъ поѣзда опредѣлится:

Товаро-пассажирскаго, при средней скорости 20 вер. въ часъ.		Воинскаго, при средней скорости 20 вер. въ часъ.		Товарнаго, при средней скорости 12 вер. въ часъ	
Лѣтомъ.	Зимой.	Лѣтомъ.	Зимой.	Лѣтомъ.	Зимой.
28 ваг.=56 осей.	19 ваг.=38 осей.	45 ваг.=90 осей.	32 ваг.=64 оси.	29 ваг.=58 осей.	20 ваг.=40 осей.

2) Составъ пассажирскихъ вагоновъ для каждаго товаро-пассажирскаго поѣзда принимаемъ слѣдующій:

1 ваг.	I/II кл.,	на 4 осяхъ, всего осей	— 4
1 „	II/III кл.,	„ 4 „ „ „	— 4
3 „	III кл.,	„ 4 „ „ „	— 12
1 „	арестантскій,	на 4 осяхъ всего осей	— 4
1 „	багажный,	„ 4 „ „ „	— 4
1 „	почтовый,	„ 3 „ „ „	— 3
		Итого	31 ось.

гдѣ P — вѣсъ паровоза, въ тоннахъ $= 36$ тоннъ
» p — » тендера » » $= 25$ »
и » x — коэффиціентъ сцѣпленія для паровозныхъ колесъ:
а) для лѣтняго времени $= {}^1/_6$ и б) для зимняго времени $= {}^1/_8$.

W и W_1 — коэффиціентъ сопротивленія въ $^0/_0$

$$W = 1{,}5 + 0{,}001\,V^2 + m + \frac{670}{R - 60}$$

$$W_1 = 4\,Va + 0{,}002\,V^2 + m + \frac{670}{R - 60}$$

гдѣ a — число спаренныхъ осей паровоза $= 3$
» V — средняя скорость поѣзда въ kmt
и » R — радіусъ кривой въ mt.

Повѣрка пропускной способности. Опредѣливъ число вагоновъ, которое возможно допустить при принятомъ паровозѣ, слѣдуетъ провѣрить возможность заданной техническими условіями пропускной способности.

Такимъ образомъ, на долю товарныхъ вагоновъ, въ составѣ товаро-пассажирскаго поѣзда остается осей:

лѣтомъ $56 - 31 = 25$ осей, или 13 вагоновъ,
зимой $38 - 31 = 7$ „ или 4 вагона.

3) Число необходимыхъ составовъ поѣздовъ, при указанной выше средней скорости послѣднихъ и при стоянкѣ на каждой промежуточной станціи для товаро-пассажирскаго поѣзда въ 15 минутъ и для товарнаго—въ 25 мин., и при простоѣ, на двухъ оконечныхъ станціяхъ, пассажирскихъ вагоновъ около 2 сутокъ и товарныхъ вагоновъ—4 сутокъ (выгрузка, очистка, осмотръ, нагрузка, передача), опредѣляется въ нижеслѣдующей таблицѣ:

ДЛЯ ВАГОНОВЪ	Время въ пути.	Простой на промежуточныхъ станціяхъ.	Простой на оконечныхъ станціяхъ.	Время оборота.	Число составовъ поѣздовъ
	ВЪ СУТКАХЪ.				
а) пассажирскихъ, при одной парѣ товаро-пассажирскихъ поѣздовъ	$\frac{2\times1033}{20\times24} = 4{,}3$	$\frac{15\times38}{60\times24} = 0{,}39$	2	6,69	7
б) товарныхъ, при одной парѣ товаро-пассажирскихъ поѣздовъ	$\frac{2\times1033}{20\times24} = 4{,}3$	$\frac{15\times38}{60\times24} = 0{,}39$	4	8,69	9
При двухъ парахъ товарныхъ поѣздовъ .	$\frac{4\times1033}{12\times24} = 14{,}34$	$\frac{25\times38}{60\times24} = 0{,}66$	8	23	23

ОТНЕТЬ СЕРАП

При выбранномъ паровозѣ согласно правилъ Министерства П. С. 1898 г. для паровоза даннаго типа (см. таб. В) можно допустить наибольшую скорость $v_{max} = 47{,}5$ вер.

Выше найдено, что составъ поѣзда на подъемѣ при скорости $v = 10$ верстъ долженъ быть въ 20 вагоновъ.

Пусть предѣльный подъемъ будетъ 14,32 и въ обратномъ направленіи фиктивный скатъ $= -8{,}48$. По этому скату можно

---

4) При указанномъ числѣ составовъ, пассажирскихъ вагоновъ потребуется:

Наименованіе вагоновъ.	Въ поѣздахъ.	Въ запасъ на оконечныхъ и промежуточныхъ станціяхъ.	Въ ремонтѣ (10%).	ВСЕГО.
Пассажирскихъ I/II кл. . .	7	3	1	11
„ II/III „ . .	7	6	2	15
„ III „ . .	21	11	3	35
Арестантскихъ	7	3	1	11
Багажныхъ	7	3	1	11
Служебныхъ	—	—	—	2
Итого	—	—	—	85

5) Товарныхъ вагоновъ, при одной парѣ товаро-пассажирскихъ поѣздовъ и двухъ парахъ товарныхъ, потребуется:

а) въ товаро-пассажирскихъ поѣздахъ 9×13 . . . . . 117 ваг.
б) къ товарныхъ поѣздахъ 23×20 . . . . . 667 „
в) въ запасъ на станціяхъ, пристаняхъ и проч., 30% отъ числа находящихся въ поѣздахъ . . . . . 236 „
г) въ ремонтѣ, 15% отъ всего количества . . . . . 155 „

Всего . . . . . 1175 ваг.

Изъ этого числа около 75% крытыхъ . . . . . 880 } 1175 ваг.
„ „ „ „ 25% платформъ . . . . . 295 }

При такомъ числѣ товарныхъ вагоновъ, годовой пробѣгъ инвентарнаго вагона, считая въ году 6 зимнихъ и 6 лѣтнихъ мѣсяцевъ, можетъ составить:

$$\left(754090 \times \frac{13+4}{2} + 1508180 \times \frac{29+20}{2}\right) : 1175 = 36820 \text{ верстъ.}$$

Число тормазовъ, при допускаемыхъ уклонахъ въ 0,0174, для вагоновъ, обращающихся въ товаро-пассажирскихъ поѣздахъ, должно быть

допустить наибольшую скорость 47,5 верстъ *). Слѣдовательно средняя скорость туда и обратно даже на самыхъ трудныхъ мѣстахъ будетъ $= \frac{47{,}5 + 10}{2} = 28{,}75$ вер.

Поэтому пропускъ товарныхъ поѣздовъ съ требуемой средней ходовой скоростью 20 верстъ съ остановками между узловыми станціями можетъ быть легко возможенъ.

Опредѣлимъ требуемое техническими условіями разстояніе между пунктами сокращенія. Допустимъ задана пропускная способность: 1) до устройства разъѣздовъ на площадкахъ 7 паръ товарныхъ со средней ходовой скоростью 15 верстъ и 1 пары товаро-пассажирскихъ поѣздовъ со скоростью 20 верстъ, и 2) послѣ устройства разъѣздовъ—18 паръ товарныхъ и 2 пары товаро-пассажирскихъ съ тою же скоростью. Если назвать среднее разстояніе (по средней ходовой скорости по техническимъ условіямъ на разстояніи не болѣе 250) между станціями черезъ A, то найдемъ:

въ 1-мъ случаѣ:

$$\frac{A \times 2 \times 7}{15} + \frac{A \times 2 \times 1}{20} = 24, \text{ откуда } A = 23{,}8$$

во 2-мъ случаѣ:

$$\frac{A \times 2 \times 18}{15} + \frac{A \times 2 \times 2}{20} = 24, \text{ откуда } A = 9{,}8.$$

Въ дѣйствительности же A при большей или меньшей фактической скорости можетъ быть больше или меньше **).

около 35%, а для вагоновъ, обращающихся въ товарныхъ поѣздахъ,— 19%; но, такъ какъ число вагоновъ, обращающихся въ товаро-пассажирскихъ поѣздахъ, составляетъ около 15% всего числа вагоновъ, то, для полнаго вагоннаго парка, необходимо имѣть 21,3% тормазныхъ вагоновъ или, для запаса, принимаемъ 25%, что составитъ:

для крытыхъ вагоновъ $880 \times 0{,}25$ . . . . . 220 торм.
„ платформъ $295 \times 0{,}25$ . . . . . 74 „

Всего . . . . 294 торм.

*) уменьшеніемъ скорости на скатахъ для возможности остановки поѣзда на разстояніи $l = 250$ саж. (согласно правилъ движенія) пренебрегаемъ, считая это вполнѣ возмѣщаемымъ тѣмъ, что на линіи нѣтъ нигдѣ сильныхъ предѣльныхъ подъемовъ.

**) См. Гл. XVII.

© ГПНТБ СССР

Если профиль легокъ и однообразенъ, то возможно исполнить это условіе, задавши: $A = 23{,}8$ и $9{,}8$.

Расчетъ числа паровозовъ.

Вся линія разбивается предварительно на отдѣльные тракціонные перегоны. Если назвать длину перегона D, число паръ поѣздовъ черезъ N и среднюю скорость—v, то время потребное для одного полуоборота паровоза на перегонѣ $t = \frac{D}{v}$ и если число полуоборотовъ, которое допущено для одного паровоза между двумя промывками будетъ K, то предположивъ, что между полуоборотами потребуется на отдыхъ по 9 часовъ, на растопку 3 и послѣ круга въ K полуоборотовъ на промывку 36 часовъ, то найдемъ время T, необходимое для пробѣга паровозомъ K полуоборотовъ:

$$T = \frac{K\,(t + 3) + (K - 1)\,9 + 36}{24} = \frac{KD}{v} \text{ сутокъ.}$$

Пробѣгъ паровоза въ періодъ между промывками $M = KD$ верстъ и средній пробѣгъ паровоза въ сутки $p = \frac{M}{T}$ вер. Пробѣгъ же всѣхъ паровозовъ въ сутки на перегонѣ долженъ быть $L = 2ND$, гдѣ N число паръ поѣздовъ и, слѣдовательно, на данномъ перегонѣ потребуется въ сутки рабочихъ паровозовъ $r = \frac{L}{p}$. Если принять на запасъ маневры, рабочее движеніе и резервы, согласно данныхъ службъ тракціи 55%, а затѣмъ еще 20% общаго количества на ремонтъ, то потребное число паровозовъ на данномъ перегонѣ:

$$R = 1{,}20 \times 1{,}55 \times r = 1{,}86\,r$$

или подставивъ вмѣсто r соотвѣтственныя величины, найдемъ:

$$R = \frac{0{,}155\,N\,(KD + 12\,Kv + 27\,v)}{vK}.$$

По этой формулѣ производится расчетъ и составляются таблицы для всѣхъ перегоновъ.

Числовой примѣръ скораго подсчета подвижнаго состава. Допустимъ, что для первоначальнаго движенія требуется снабдить дорогу составомъ для 3 паръ товарныхъ и 1 пары товаро-пассажирскихъ поѣздовъ для всей линіи съ вѣтвями, длиной = напримѣръ 605 верстъ.

Допустимъ составъ товарныхъ поѣздовъ въ 20 вагоновъ и товаро-пассажирскихъ въ 8 пассажирскихъ и 10 товарныхъ вагоновъ и что товарные паровозы будутъ употребляемы также для товаро-пассажирскихъ поѣздовъ.

1) Число паровозовъ. Если, напр., потребуется для линіи 73 паровоза, при длинѣ линіи 605 вер., то въ среднемъ пробѣгъ одного паровоза въ годъ будетъ:

$$\frac{605 \times 365 \times 2 \times 4}{73} = 24200 \text{ поѣздо-верстъ}$$

или если не принимать во вниманіе 20% паровозовъ предполагаемыхъ въ ремонтъ, то получимъ:

$$24200 \times \frac{100}{80} = 30250 \text{ поѣздо-верстъ,}$$

что согласно статистическимъ даннымъ, по коимъ можно принять средній годовой пробѣгъ паровоза въ товарныхъ поѣздахъ отъ 24000 до 30000 верстъ и для товаро-пассажирскихъ отъ 30000 до 40000 поѣздо-верстъ.

На этомъ основаніи можно произвести расчетъ числа паровозовъ проще, а именно раздѣливъ годовой пробѣгъ всѣхъ паровозовъ по линіи по числу поѣздо-верстъ (съ прибавленіемъ 35% на маневры и резервы) на одну изъ указанныхъ здѣсь статистическихъ данныхъ и такъ, напр., при длинѣ линіи 605 верстъ.

1) Для товаро-пассажирскихъ поѣздовъ:

$2 \times 605 \times 365 =$	441650
$+ 35\%$ на маневры и резервы	154577
	596227

Раздѣливъ 596227 на средній годовой пробѣгъ товаро-пассажирскихъ паровозовъ—30000 получимъ 20 паровозовъ.

2) Для товарныхъ поѣздовъ:

$2 \times 3 \times 605 \times 365 =$	1324950
$+ 35\%$ на маневры и резервы	463712
	1788662

Раздѣляя 1788662 на средній годовой пробѣгъ товарнаго паровоза 24,000 = 1788662 : 24,000 = 70,2 или 71 паровозовъ, всего $20 + 71 = 91$.

2) Число товарныхъ вагоновъ. Выше нами было вычислено максимально число вагоновъ товарнаго поѣзда для 8-ми колеснаго паровоза-компаундъ правительственнаго типа; оно опредѣлено $n = 20$, а для каждаго товаро-пассажирскаго принято 10, почему годовой оборотъ будетъ:

$605 \times 365 \times 2\,(3 \times 20 + 1 \times 10) = 30915500$ вагоно-верстъ.

Принявъ средній пробѣгъ въ 24000 верстъ потребное число вагоновъ будетъ:

$30915500 : 24000 = 1288$ товарныхъ вагоновъ.

Принимая, что въ первое время движенія ремонтъ не великъ, этимъ числомъ вагоновъ и можно ограничиться.

Это количество вагоновъ смотря по роду грузовъ подраздѣляется на: платформы (руда, желѣзныя издѣлія и лѣсные матеріалы) и крытые вагоны для остальныхъ грузовъ боящихся сырости. Процентъ тормазныхъ вагоновъ нами данъ въ табл. LXI,3, стр. 199.

3) Число пассажирскихъ вагоновъ. Принявъ среднюю скорость товаро-пассажирскихъ поѣздовъ (и если есть, тоже пассажирскихъ поѣздовъ) въ 20 верстъ опредѣляется количество составовъ, какъ равно и составъ вагоновъ: миксть (I и II кл.); II, III классовъ, служебныхъ, почтовыхъ, арестантскихъ и багажныхъ. Произведенія этихъчиселъ на число составовъ дастъ намъ число пассажирскихъ вагоновъ разнаго типа.

Мастерскія, паровозныя зданія и вагонные сараи.

Площади мастерскихъ приняты слѣдующія:

1) оборотныя стойла малаго ремонта—считая $6^0/_0$ отъ общаго числа паровозовъ, какъ напримѣръ въ данномъ случаѣ $73 \times 0{,}06 = 4{,}39$: примемъ 5 стойлъ полагая 40 кв. саж. на стойло получимъ 200 кв. с.;

2) сборочныя стойла большого ремонта, считая $20^0/_0$— всего $73 \times 0{,}20 = 14{,}6$ примемъ 15 стойлъ; всего $15 \times 40 = 600$;

3) площадь остальныхъ отдѣленій большихъ мастерскихъ принята равной общей суммѣ всѣхъ стойлъ $= 800$ кв. с.;

4) площадь остальныхъ отдѣленій малыхъ мастерскихъ принята по 45 кв. с. на каждое оборотное стойло $= 45 \times 5 = 225$;

5) вагонныхъ стойлъ для большого ремонта пассажирскихъ вагоновъ считая $8^0/_0$ общаго числа пассажирскихъ вагоновъ;

6) вагонныхъ стойлъ для большого ремонта товарныхъ вагоновъ считая $2^1/_2{}^0/_0$ общаго числа вагоновъ;

7) вагонныхъ стойлъ для малаго ремонта товарныхъ вагоновъ принимая $0{,}6^0/_0$, а всего по 7 пунктамъ N кв. с. Обыкновенно на первое время движенія строится только $0{,}50—0{,}75^0/_0$.

Большія и малыя мастерскія должны быть надлежаще оборудованы съ подраздѣленіемъ таковыхъ на слѣдующія отдѣленія: 1) Паровозосборное отдѣленіе. 2) Вагоносборное. 3) Малярное. 4) Слесарнотокарное и въ нихъ: колесные товарные станки, обыкновенные товарные станки, строгальные и фрезовочные станки, сверлильные станки, болторѣзные станки, долбежные станки. 5) Медицинское отдѣленіе. 6) Деревообдѣлочное отдѣленіе и столярная. 7) Машинное и котловое отдѣленіе. 8) Литейная. 9) Кузница. 10) Бандажное отдѣленіе.

ГЛАВА XXIII.

Зависимость между профилемъ пути и эксплоатаціонными расходами.—Эквивалентные коэффиціенты расходовъ и сравненіе варіантовъ.

Скорость движенія поѣздовъ представляетъ одну изъ главнѣйшихъ данныхъ, которыми слѣдуетъ руководствоваться при составленіи проекта дороги. Приводимыя ниже формулы служатъ основаніемъ къ опредѣленію издержекъ по эксплоатаціи для сравниваемыхъ линій.

Въ гл. XVII указана взаимная зависимость между профилемъ пути, скоростью движенія и составомъ поѣздовъ, а также типомъ паровозовъ. См. Объясненія къ табл. LXI.

Расходы по эксплоатаціи дороги раздѣляются на три разряда. Къ первому разряду относятся расходы, кои почти или совсѣмъ не зависятъ отъ скорости движенія, а именно: 1) расходы по управленію, а также плата служащимъ на станціяхъ и на пути, при чемъ послѣдняя не зависитъ отъ скорости движенія поѣздовъ, (пока, вслѣдствіе уменьшенія этой скорости, не потребуется учрежденіе ночной службы, а слѣдовательно удвоеніе личнаго состава служащихъ); 2) издержки на ремонтъ нижняго строенія пути, станціонныхъ зданій и проч. и, наконецъ, главнымъ образомъ доходность основного строительнаго капитала.

ОТТИСКЪ

Ко второму разряду относятся расходы, возрастающіе со скоростью движенія поѣздовъ, наконецъ къ третьему—расходы, уменьшающіеся съ увеличеніемъ этой скорости.

Съ возрастаніемъ скорости движенія поѣзда, при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ, необходимо должна увеличиться развиваемая паровозомъ сила тяги, что вызоветъ, въ свою очередь, увеличеніе расходовъ, какъ на содержаніе паровозовъ, такъ и на ремонтъ верхняго строенія пути.

Расходы на проценты и на погашеніе капитала по заготовкѣ вагоновъ и паровозовъ и на жалованье для поѣздной прислуги уменьшаются съ возрастаніемъ скорости движенія поѣздовъ, такъ какъ быстро движущіеся поѣзда требуютъ меньше времени, а слѣдовательно меньшаго числа паровозовъ и вагоновъ для перевозки того же количества грузовъ.

Такимъ образомъ наивыгоднѣйшая скорость будетъ та, при которой сумма расходовъ по движенію будетъ наименьшая.

Зависимость между силой тяги, скоростью товарнаго поѣзда и подъемомъ, а также вѣсомъ поѣзда можно выразить алгебраически.

Обозначимъ черезъ W сопротивленіе движенію поѣзда, идущаго съ небольшой скоростью (безъ паровоза и тендера), на подъемѣ $\frac{1}{x}$, при вѣсѣ поѣзда — P и черезъ Z силу тяги.

$$W = \frac{P}{1000}\left(1 + 0{,}04\,v + \frac{1000}{x}\right) \quad \text{формула 1.}$$

Въ этой формулѣ, найденной по наблюденіямъ, произведеннымъ въ обширныхъ размѣрахъ на Кельнъ-Минденской жел. дорогѣ, P и W выражены въ килограммахъ, а скорость v поѣзда въ километрахъ, въ часъ.

По изслѣдованіямъ Велькнера, сопротивленіе W' движенію паровоза вѣсомъ Q съ тремя ведущими осями найдется изъ выраженія:

$$W' = \frac{Q}{1000}\left(12 + 0{,}0044\,v^2 + \frac{1000}{x}\right) \quad \text{формула 2.}$$

Такимъ образомъ, необходимая сила тяги Z *) паровоза

*) Выраженіе „сила тяги“, въ данномъ случаѣ, не совсѣмъ точно, ибо въ величинѣ Z заключается тоже сила, необходимая для преодолѣнія сопротивленія механизма паровоза.

составляетъ въ килограммахъ всего:

$$Z = W + W' = \frac{P}{1000}\left(1 + 0{,}04\,v + \frac{1000}{x}\right) + \frac{Q}{1000}\left(12 + 0{,}0044\,v^2 + \frac{x}{1000}\right) \quad \text{уравненіе 3.}$$

Величина Z возрастаетъ вмѣстѣ съ величиною v, или со скоростью движенія поѣзда.

Въ началѣ участка не слѣдуетъ назначать крутыхъ подъемовъ, такъ какъ въ этомъ случаѣ: 1) уже при трогапіи поѣзда съ мѣста паровозъ долженъ бы накоплять живую силу; 2) что при этомъ паровозъ въ началѣ самаго хода долженъ развивать значительно большую работу. По разведеніи въ топочной коробкѣ огня мало-по-малу достигается требуемая упругость пара; при этомъ работа и расходъ топлива еще сравнительно малы, такъ какъ по достиженіи требуемой наибольшей упругости пара необходимо лишь пополнять потерю пара черезъ продувные краны.

Противъ назначенія сильнаго подъема въ концѣ перегона между станціями, говоритъ то обстоятельство, что паровозъ въ такомъ случаѣ, передъ самымъ входомъ на станцію, много работаетъ, причемъ долженъ держать сильный огонь; отъ этого уже при стоянкѣ паровоза еще нѣкоторое время вырабатывается большое количество пара, который уходитъ безполезно черезъ продувные краны. Впрочемъ въ пользу расположенія въ концѣ пробѣга сильныхъ подъемовъ можно привести нѣкоторыя основанія, между прочимъ удобство подойти и остановить поѣздъ.

Машинисты одобряютъ такой профиль пути, въ которомъ длинные крутые подъемы раздѣлены короткими горизонтальными участками, хотя бы при этомъ слѣдующимъ подъемамъ потребовалось придать еще сильнѣйшіе уклоны; машинисты утверждаютъ, что при такомъ устройствѣ пути имъ легче умѣрять большія скорости, пріобрѣтаемыя поѣздомъ при движеніи по спускамъ, и что горизонтальные участки даютъ имъ возможность, при движеніи въ гору, сообщить поѣзду надлежащій разбѣгъ. См. Тех. Усл. Т. III, стр. 5, § 9.

Какъ бы то ни было, раздѣленіе длинныхъ подъемовъ го-

ризонтальными участками представляетъ ту несомнѣнную выгоду, что послѣдними можно воспользоваться для поддержанія огня и пополненія убыли воды въ котлѣ, не нарушая этимъ нисколько обстоятельствъ движенія, такъ какъ сопротивленіе движенію, а слѣдовательно и необходимая сила тяги на этихъ участкахъ меньше, чѣмъ на подъемѣ.

Длина подъема, которую паровозъ можетъ пройти безъ промежуточной станціи, зависитъ отъ многихъ условій; само собою разумѣется, что таковая не можетъ быть больше, чѣмъ какъ позволяетъ запасъ угля и воды въ тендерѣ. (Гл. XVIII).

О вліяніи уклоновъ на эксплоатаціонные расходы по статистическимъ даннымъ (дополненіе къ гл. XIII).

На основаніи статистическихъ данныхъ во Франціи «Traité complet des chemins de fer» 1891. Инж. Гумберта доказано, что при слабыхъ подъемахъ до 0,006 — сила тяги паровоза утилизируется съ большей выгодой чѣмъ на большихъ подъемахъ. Профессоръ Brick въ своемъ сочиненіи: «Cours des chemins de fer», опредѣляя для разныхъ подъемовъ вѣсъ поѣзда Q, который можетъ быть поднятъ на нихъ паровозомъ и тотъ, который могъ бы быть на нихъ поднятъ, еслибы самъ паровозъ не имѣлъ, такъ сказать, своего вѣса и вычитая изъ послѣдняго усилія первое Q онъ даетъ, такъ называемое потерянное усиліе для подъема самаго паровоза. Отношеніе этого потерянаго усилія къ полезному дѣйствительному Q для разныхъ подъемовъ увеличивается быстрѣе, чѣмъ крутизна подъема. Инж. Гумбертъ, даетъ слѣдующія цифры соотношенія полезнаго вѣса поѣзда при разныхъ уклонахъ къ вѣсу паровозовъ:

8,44	для уклона		0,005
5,07	»	»	0,010
3,47	»	»	0,015
2,54	»	»	0,020
1,93	»	»	0,025
1,50	»	»	0,030

Задаваясь нормальнымъ вѣсомъ обыкновеннаго товарнаго паровоза съ тендеромъ въ 58 тоннъ и паровоза для горныхъ участковъ въ 75 тоннъ, онъ даетъ слѣдующій полезный вѣсъ поѣздовъ:

Величина подъемовъ.	Вѣсъ поѣздовъ ведомыхъ:	
	Обыкновеннымъ паровозомъ:	Паровозомъ для горныхъ участковъ дорогъ.
0,005	487 тоннъ	633 тоннъ
0,010	294 „	380 „
0,015	202 „	260 „
0,020	147 „	190 „
0,025	112 „	145 „
0,030	87 „	112 „

Такъ какъ доходность дороги зависитъ отъ количества пудовъ перевозимаго по дорогѣ груза, то съ увеличеніемъ подъемовъ въ такой же почти степени уменьшается послѣдняя. При сравниваніи конкурирующихъ между собой направленій эти данныя должны быть приняты въ разсчетъ.

Что же касается вліянія кривыхъ, то на основаніи произведенныхъ изслѣдованій Brick полагаетъ, что для горныхъ участковъ можно допустить кривыя до 125 саж. и даже до 100 саж., при достаточно солидномъ устройствѣ верхняго строенія. Сопротивленіе движенію на кривыхъ отъ 120 — 1000 саж. выражается эквивалентной величиной подъема, 0,003 до 0,0003. Предѣлъ величины радіуса зависитъ не только отъ топографіи мѣстности, но также отъ конструкціи подвижного состава и устройства верхняго строенія.

Діаграмма и таблица А, листъ XI и XIII указываютъ, что въ зависимости отъ роста величины сопротивленія движенію, предѣльными радіусами слѣдуетъ признать 300 и 250 саж., при которыхъ величина сопротивленія отъ вліянія кривой равна 1,13 и 1,38 килограмм. Въ крайнемъ случаѣ можно допустить и 200 саж., но дальнѣйшее уменьшеніе радіуса уже крайне невыгодно, тѣмъ болѣе если допускать и уклоны при совпаденіи съ этими радіусами.

Сравненіе варіантовъ конкурирующихъ направленіе.

Вопросъ этотъ сводится къ опредѣленію, независимо отъ стоимости постройки—валовыхъ расходовъ и доходовъ эксплоатаціи по направленію каждаго варіанта.

©ГПБ ОРАН

Доходы дороги возрастаютъ съ увеличеніемъ движенія и уменьшеніемъ расходовъ.

Расходы, состоятъ въ совокупности изъ процентовъ на строительный капиталъ и расходовъ по эксплоатаціи; послѣдніе состоятъ изъ издержекъ постоянныхъ (по управленію дороги и общихъ) и изъ издержекъ, зависящихъ отъ движенія и продольной профили (кои въ свою очередь подраздѣляются на расходы за висящіе отъ движенія и мало зависящіе отъ послѣдняго).

Стоимость постройки извѣстной линіи пусть будетъ K, и постоянные расходы по эксплоатаціи B; расходы, зависящіе отъ избраннаго профиля на каждый поѣздъ въ B_1 (руб.), и если по дорогѣ отправляется въ годъ N поѣздовъ—и основной капиталъ долженъ приносить Z процентовъ, то ежегодный доходъ эксплоатаціи долженъ составлять не менѣе:

$$\frac{ZK}{100} + B + NB_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Съ увеличеніемъ количества и крутизны уклоновъ и кривыхъ строительный капиталъ, а слѣдовательно и стоимость постройки—первый членъ уменьшается, послѣдній же членъ NB_1 возрастаетъ; напротивъ того, при малыхъ уклонахъ и кривыхъ большого радіуса, $\frac{ZK}{100}$ возрастаетъ, а NB_1 уменьшается.

Задача изыскателя, при выборѣ линіи, состоитъ въ допущеніи такихъ кривыхъ, и уклоновъ, чтобы приведенная сумма расходовъ по сооруженію и эксплоатаціи была бы наименьшая.

Для опредѣленія расходовъ эксплоатаціи на одинъ километръ Бомъ даетъ слѣдующія эмпирическія формулы.

$$D = 2.800 + 0.13\ R\ (1 + Cv), \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

гдѣ D искомыя издержки на километръ дѣйствительной длины линіи L, выраженныя въ сантимахъ.

R — выражаетъ валовой доходъ на километръ пути и получается слѣдующимъ образомъ: если намъ извѣстно количество перевозимыхъ грузовъ на линіи M, и средній пробѣгъ каждой тонны — l, то валовой доходъ всей линіи будетъ $\alpha M l$, гдѣ α — тарифъ съ тоннокилометра; доходъ на километръ будетъ $\frac{\alpha M l}{2L}$; будутъ равно

$$R = \frac{\alpha M l}{2L}$$

причемъ величину эту слѣдуетъ взять изъ тысячныхъ франковъ (если доходъ на 1 километръ 20000 фр., то $R = 20$).

C — есть виртуальный коеффиціентъ всей линіи и равенъ $\frac{t}{t_0} L$, т. е. отношенію виртуальной длины линіи (см. стр. 458) къ ея дѣйствительной длинѣ. Помножая расходъ на километръ на число километровъ дѣйствительной длины, мы получимъ расходъ по эксплоатаціи и подставляя въ выраженіе (1) вмѣсто $B + NB_1 = LD$.

$$C = \frac{zK}{100} + LD \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

мы найдемъ, что наивыгоднѣйшая линія будетъ та, у которой C (вирт. длина) будетъ минимальная.

Такъ какъ расходы по эксплоатаціи возрастаютъ съ увеличеніемъ дѣятельности движенія, т. е. числа N поѣздовъ, то на дорогахъ съ большимъ движеніемъ строительный капиталъ можетъ быть значительно увеличенъ, и наоборотъ, иначе говоря, чѣмъ меньше ожидается движеніе, тѣмъ дешевле должна быть дорога, т. е. уклоны могутъ быть круче и радіусы меньше и наоборотъ. На первостепенныхъ дорогахъ и транзитныхъ не слѣдуетъ жалѣть средствъ на уменьшеніе, насколько возможно уклоновъ и увеличеніе радіусовъ кривыхъ. Къ сожалѣнію за недостаткомъ у насъ статистическихъ данныхъ и невѣдѣніемъ дѣйствительныхъ расходовъ по эксплоатаціи дорогъ, въ зависимости отъ условій, равнинныхъ, предгорныхъ и горныхъ, разсчетъ по вышеприведенной формулѣ затруднителенъ.

Эти эквивалентные коэффиціенты *) и сравненіе варіантовъ при разныхъ техническихъ условіяхъ нами даны въ концѣ этой главы.

Опредѣленіе ожидаемой степени движенія составляетъ одну изъ важнѣйшихъ и труднѣйшихъ задачъ при изысканіяхъ и составленіи проекта. Когда дорога назначается лишь для тран-

*) Выведенныя нами изъ статистическихъ данныхъ нѣкоторыхъ дорогъ и практическихъ результатовъ эксплоатаціи на многихъ дорогахъ.

зитнаго движенія, то слѣдуетъ соединить данные пункты по возможности кратчайшею линіею, хотя бы болѣе длинная оказалась, въ данномъ случаѣ, значительно дешевой.

Когда дорога должна служить для мѣстнаго движенія, то слѣдуетъ имѣть въ виду на первомъ планѣ соединеніе промежуточныхъ пунктовъ.

Замѣна сотеннаго уклона шеститысячнымъ на Екатеринбургъ - Тюменской желѣзной дорогѣ. Сравнительный разсчетъ невыгодности предѣльныхъ подъемовъ можно примѣрно составить на основаніи статистическихъ данныхъ о эксплоатаціонныхъ расходахъ на разныхъ желѣзныхъ дорогахъ, при условіяхъ профили равниннаго и горнаго пути. Итакъ напр.:

Вслѣдствіе замѣны уклона 0,01 на 0,006 и перестройки Екатеринбургъ-Тюменской желѣзной дороги, составъ поѣздовъ вмѣсто 26 груженыхъ вагоновъ увеличенъ до 40, что дало возможность сдѣлать, согласно статьи инженера Проскурякова въ Извѣстіяхъ Собранія Инж. П. С. 140,000 лишнихъ поѣздоверстъ. Для того, чтобы сдѣлать эти 140000 вер. при прежнемъ 0,01 подъемѣ, согласно отчета Екаринбургъ-Тюменской дороги за 1887 г., потребовалось бы восемь паровозовъ (считая пробѣгъ рабочаго паровоза 25000 верстъ, а именно (140,000:25,0000) + + 25% = 8 ровнымъ счетомъ. Считая стоимость 32000 руб. получилось бы всего $32{,}000 \times 8 = 256000$ руб.; добавочныхъ стоилъ въ паровозныхъ зданіяхъ потребовалось бы пять, стоимостью по 6000 р. = 30,000 руб. Слѣдовательно вся по этой статьѣ экономія отъ замѣны сотеннаго уклона на шеститысячный составляетъ 286000 руб. при 10 милліонахъ пудахъ, что для Екатеринбургъ-Тюменской дороги при ея длинѣ 350 верстъ составитъ $\frac{286000}{350} = 817$ на версту.

Другая часть сбереженія отъ уменьшенія числа поѣздоверстъ, считая расходы зависящіе отъ движенія по 50 к. съ поѣздо-версты *) составитъ $140{,}000 \times 0{,}50 = 70{,}000$ или съ версты $\frac{70{,}000}{350} = 200$. Капитализируя эти 200 р. изъ 5% годовыхъ, получимъ капиталъ въ 4,000 рублей на версту.

Такимъ образомъ полная экономія будетъ 4,000 + 817 = = 4,817 на версту при 10 милліонахъ груза; а при 20 милліонахъ вдвое больше. Этихъ выводовъ нельзя считать точными, такъ какъ они опредѣлены на основаніи данныхъ о перевозкахъ по одной случайно взятой дорогѣ за одинъ годъ. Взявши нѣсколько такихъ примѣровъ можно вывести среднія цифры.

*) Цифра отвѣчающая средней стоимости этихъ расходовъ на большинствѣ дорогъ.

Къ сожалѣнію Управленіемъ по эксплоатаціи жел. дорогъ эти данныя въ зависимости отъ профили пути совсѣмъ почти не разработаны.

Эквивалентные коэффиціенты эксплоатаціонныхъ расходовъ при разныхъ техническихъ условіяхъ профили:

Нами ниже даны коэффиціенты, выражающіе зависимость эксплоатаціонныхъ расходовъ отъ профили пути, выведенные на основаніи статистическихъ данныхъ расходовъ при разныхъ среднихъ уклонахъ. Эти коэффиціенты нужны изыскателю при сравненіи имъ конкурирующихъ варіантовъ. Выводъ таковыхъ по даннымъ Статистическаго Отдѣла М. П. С. безъ содѣйствія Управленій дорогъ невозможенъ, такъ какъ въ Отдѣлѣ имѣются расходы общіе, на всю линію, безъ подраздѣленія ихъ на участки и вообще безъ зависимости отъ профили пути. Къ сожалѣнію это большой пробѣлъ въ нашей литературѣ. На сколько возможно было мы постарались его заполнить.

Согласно статистическихъ данныхъ инж. Регопѐо по отчетамъ Туринъ-Генуя ж. д. расходы, зависящіе отъ движенія по эксплоатаціи горныхъ участковъ съ подъемами 0,028—0,035 для пассажирскихъ поѣздовъ вдвое, а для товарныхъ поѣздовъ въ 2,5 раза, дороже чѣмъ на равнинныхъ участкахъ съ подъемами до 0,0035.

На дорогахъ саксонскихъ и баварскихъ расходы эксплоатаціи на участкахъ съ подъемами до 0.025 высчитываются вдвое большіе, чѣмъ на участкахъ съ подъемами до 0,010. На Земерингской жел. дорогѣ вліяніе подъемовъ оказалось еще болѣе невыгоднымъ.

Инж. Ф. Галицинскій справедливо говоритъ въ своей книгѣ: «Пропускная способность желѣзныхъ дорогъ и замѣшательства въ движеніи»:

Значительные уклоны представляютъ и другія невыгоды, они требуютъ паровозовъ болѣе тяжелыхъ и, въ зависимости отъ этого, рельсовъ болѣе сильнаго профиля; разрывы на нихъ сцѣпныхъ приборовъ болѣе опасны по своимъ послѣдствіямъ.

ОТТИСК РАП

Пока величина уклона не превосходитъ извѣстнаго предѣла, подъемы не особенно вредны, такъ какъ за счетъ уменьшенія скорости можно увеличить силу тяги паровоза, но это ограничено какъ конструкціей самой машины, усиліе тяги которой регулировано въ зависимости силы сцѣпленія ея колесъ съ рельсами, такъ и невозможностью уменьшить скорость свыше опредѣленной мѣры. Уменьшеніе скорости является въ особенности крайне невыгоднымъ для линіи большаго движенія и съ скорыми поѣздами, и потому для этихъ линій большіе подъемы неудобнѣе чѣмъ гдѣ либо.

Въ свою очередь большіе уклоны (для обратныхъ поѣздовъ) требуютъ употребленія тормазовъ въ цѣляхъ удержать скорость въ должныхъ предѣлахъ.

Было бы однакожъ ошибкою разсчитывать, что на уклонахъ при спускѣ можно вознаградить себя за часть работы, потерянной при подъемѣ.

Установить точныя формулы, которыя могли бы оцѣнить вліяніе всѣхъ этихъ элементовъ, очень трудно и поэтому каждый частный случай долженъ быть обсужденъ, сообразно присущихъ ему данныхъ *).

---

*) Увеличеніе стоимости содержанія верхняго строенія на уклонахъ. Стоимость содержанія верхняго строенія на горизонтальныхъ путяхъ по Коху:

$$B_2 = 0{,}025\ (G_v + 2G_1)\ (\alpha + \beta v)$$ пфениговъ,

гдѣ $\alpha + \beta v$ обозначаетъ величину тренія бандажей о рельсы въ килогр. на тонну вѣса поѣзда.

Стоимость содержанія верхняго строенія на уклонахъ:

$$B_y = (0{,}0185\ X + 0.0115\ y)\ (G_v + G_1)$$ пфениговъ,

гдѣ X предѣлъ безвреднаго уклона принимаемый $= 1{,}8$.

Примѣръ: Для товарнаго движенія съ полунагруженными вагонами при $v = 24$ кил. и $G_v = 4G_1$ получаемъ для горизонтальнаго пути на поѣздо-километръ:

$$B_2 = 0{,}025\ (G_v + 2G_1)\ (0{,}6 + 0{,}05\ .\ 24) = 0{,}03\ (G_v + G_1)\ 1{,}8 =$$
$$= 0{,}054\ (G_v + G_1)$$ пф.

Для того же поѣзда, если $X = 1{,}8$

$$B_y = (0{,}0185\ X + 0{,}0115\ y)\ (G_v + G_1)$$

Подставляя подъемы: $y = 4$; 5; 6; 7; 10, получимъ, что стоимость содержанія верхняго строенія на сказанныхъ уклонахъ на поѣздо-километръ будетъ въ 1,47; 1,68; 2,04 и 2,75 раза дороже чѣмъ на горизонтальномъ пути.

Увеличеніе стоимости содержанія верхняго строенія на кривыхъ—на поѣздо-километръ по Лаунгардту:

$$B_k = 0{,}0325\ (G_v + G)\left(\frac{1.700}{v} - 2\right)$$ пфениговъ.

Подставляя разныя величины v радіусовъ, получимъ, что содержаніе увеличивается на кривыхъ 150, 200, 300, 400; 500 и 1,000 въ столько-то разъ.

Сравненіе горнаго участка съ равниннымъ.

Необходимыя данныя и указанія. 1) Раздѣленіе эксплоатаціонныхъ расходовъ по службамъ въ процентахъ отъ валового поверстнаго расхода согласно отчетовъ Западно-Сибирской ж. д. равнинныхъ условій приведено въ слѣдующей таблицѣ:

НАИМЕНОВАНІЕ ДОРОГЪ.	Расходы зависящіе отъ профиля дор. въ процентахъ отъ валового расхода			Расходы не зависящіе отъ проф. дор. въ процент. отъ валового расхода.
	по службѣ пути.	по службѣ движенія.	по службѣ тяги.	
На Запад.-Сиб. по отчету за 1895 г. . .	22,35	18,51	35,64	23,50
„ Запад.-Сиб. по отчету за 1896 г. . .	26,27	19,20	35,93	18,60
Среднее за два года .	24	19	36	21

2) Отношеніе эксплоатаціонныхъ расходовъ для линіи съ равнинными условіями (0,008 ската) къ эксплоатаціоннымъ расходамъ для линіи съ горными условіями (0,017 скатъ) по степени зависимости службъ отъ профили дороги по даннымъ эксплоатаціи:

а) Закавказской ж. д. слѣдующее: если расходъ по эксплоатаціи, зависящій отъ профили дороги — 1, то въ случаѣ горнаго участка для службы пути = 1,45, для службы движенія — 1,40, и для службы тяги — 1,70.

b) Опытные германскіе эксплоататоры считаютъ эти коэффиціенты не многимъ больше, а именно для службы пути 1,50, для службы движенія 1,45 и для службы тяги 1,85.

c) Для Сибирской жел. дор. и вообще при суровомъ климатѣ и продолжительной зимѣ, а въ особенности меньшей ско-

© ГПНТБ СО РАН

рости движенія эти коэффиціенты надлежитъ еще увеличить до 1,45, 1,50 и 1,95.

Для линіи съ среднимъ уклономъ 0,004 или другимъ и съ другой стороны 0,017 коэффиціенты эти слѣдуетъ увеличить до 1,55, 165 и 2,10.

3) Количество паровозо-верстъ, состоящее изъ пробѣга паровоза на маневрахъ, резервахъ, одиночками, двойной тягой и проч., считая 1 часъ стоянки паровоза въ резервѣ за пробѣгъ версты и 1 часъ движенія паровоза на маневрахъ за пробѣгъ 5 верстъ,—всего 33% отъ количества пробѣга паровозовъ въ поѣздахъ, хотя по даннымъ эксплоатаціи Западно-Сибирской ж. д. указанное количество паровозо-верстъ достигаетъ 35 процентовъ.

Число паровозовъ расчитывается по среднему годовому пробѣгу, считая товарный паровозъ 24.000 до 30.000 поѣздоверсъ и для товаро-пассажирскаго 30.000 до 40.000, также и количество вагоновъ. См. гл. XXII.

4) Стоимость пробѣга паровозо-версты—50 коп.

При означенныхъ данныхъ эксплоатаціонный коэффиціентъ перехода отъ горной версты къ равнинной, въ зависимости отъ всѣхъ эксплоатаціонныхъ расходовъ въ пунктѣ a, будетъ равенъ: (См. выноску петитомъ стр. 654).

$$\frac{1{,}45 \times 24 + 1{,}40 \times 19 + 1{,}75 \times 36 + 21}{100} = 1{,}45,$$

а при выдѣленіи расходовъ независящихъ отъ профили дороги, означенный коэффиціентъ опредѣляется слѣдующею формулою:

$$\frac{1{,}45 \times 24 + 1{,}20 \times 19 + 1{,}60 \times 36}{100} \times \frac{100}{79} = 1{,}56$$

или кругло 1,60.

5) При сравненіи варіантовъ для приблизительнаго подсчета подвижного состава считаютъ 1 паровозъ на каждые 6 верстъ главнаго пути. Число вагоновъ можно считать въ 35 разъ больше паровозовъ.

6) Эксплоатаціонные расходы на версту равниннаго участка колеблются отъ 2,500 до 4,500, въ зависимости отъ размѣровъ движенія и мѣстныхъ условій.

Было бы интересно собрать въ одну таблицу эксплоатаціонные расходы изъ отчетовъ разныхъ нашихъ дорогъ и затѣмъ раздѣлить по службамъ въ зависимости отъ трудности профиля.

При опредѣленіи тарифа по дѣйствительной длинѣ, доходы возрастаютъ съ увеличеніемъ длины. При уменьшеніи подъемовъ посредствомъ удлиненія линіи, расходы на эксплоатацію могутъ въ общемъ значительно уменьшиться, такъ что удлиненіе можетъ представиться выгоднымъ даже безъ пониженія, или даже при нѣкоторомъ повышеніи расходовъ на устройство дороги, что слѣдуетъ имѣть ввиду при сравненіи варіантовъ.

Частный примѣръ. Опредѣленіе допускаемаго превышенія строительной стоимости Кайдалово-Адунчелонской линіи, въ сравненіи съ линіей отъ ст. Ононъ до Адунчелона при равенствѣ эксплоатаціонныхъ годовыхъ расходовъ, вмѣстѣ съ 4 процентами на капиталъ, равный означенному выше превышенію — при Кайдаловскомъ направленіи: для случая, когда

1) на Маньчжурско-Сибирской линіи въ движеніи 5 паръ поѣздовъ въ сутки;

2) на вѣтви отъ Кайдалово къ Стрѣтенску въ движеніи 1 пара поѣздовъ въ сутки.

Данныя для разсчета. 1) Разстояніе отъ Кайдалово до Адунчелона — 193,12 вер. или кругло 193 версты, въ томъ числѣ верстъ съ примѣненіемъ 0,017 ската: 28,40; остальные 164,60 равнинныя. (См. черт. 210, листъ XII).

2) Разстояніе отъ ст. Ононъ до Адунчелона—143,18 вер. или кругло 143 версты, въ томъ числѣ верстъ съ примѣненіемъ 0,017 ската: 19,90; остальные 123,10 равнинныя.

3) Разстояніе отъ Кайдалово до ст. Ононъ 102 версты.

4) Эксплоатаціонные расходы на версту равниннаго участка 4,500 рублей, что имѣя въ виду дороговизну топлива и рабочихъ рукъ въ мѣстности, по которой проектируется линія, соединяющая Забайкальскую съ Маньчжурской ж. д., соотвѣтствуетъ поверстному эксплоатаціонному расходу на Западно-Сибирской ж. д. (3,000 руб.).

Тогда на основаніи приведенныхъ выше коэффиціентовъ эксплоатаціонная длина выраженная въ равнинныхъ верстахъ будетъ для линіи (вмѣсто коэффиціента 1,60 возьмемъ лишь 1,40):

1) Кайдалово-Адунчелонъ:

$$164{,}60 + 28{,}40 \times 1{,}4 = 204{,}36.$$

©ГПБ СПбАН

2) Ононъ-Адунчелонъ:

$$123{,}10 + 19{,}90 \times 1{,}4 = 150{,}96$$

и ежегодные эксплоатаціонные расходы, зависящіе отъ размѣра движенія, при 5 парахъ поѣздовъ въ сутки на участкѣ къ Китайской границѣ и 1 парѣ поѣздовъ въ сутки на участкѣ къ Стрѣтенску получатся изъ количества паровозо-верстъ:

1) для Кайдаловскаго направленія, въ поѣздахъ:

$(102 \times 1 + 204{,}36 \times 5)\ 2 \times 0{,}50 \times 365$ руб. = 410,177 руб.

на маневрахъ, резервахъ, одиночками и проч.

$410{,}177 \times 0{,}33$ руб. = ... 136,910 руб.

Всего . . . 547,087 руб.

2) для Ононскаго направленія, въ поѣздахъ:

$[102 \times 1 + (102 + 150{,}96)\ 5]\ 2 \times 0{,}50 \times 365$ р. = 498,882 руб.

на маневрахъ, резервахъ, одиночками и проч.:

$498{,}882 \times 0{,}33$ = ... 166,294 руб.

Всего . . . 665,176 руб.

Эксплоатаціонные же расходы въ годъ, малозависящіе отъ размѣра движенія и независящіе отъ продольной профили дороги будутъ:

1) для Кайдаловскаго направленія:

$$4{,}500 \text{ р.} \times 0{,}21\ (102 + 193) = 278{,}775 \text{ руб.}$$

2) для Ононскаго направленія:

$$4{,}500 \text{ р.} \times 0{,}21\ (102 + 143) = 231{,}525 \text{ руб.}$$

Слѣдовательно полный эксплоатаціонный расходъ въ годъ:

при Кайдаловскомъ направленіи:

$$547{,}087 + 278{,}775 \text{ руб.} = 825{,}862 \text{ руб.}$$

при Ононскомъ направленіи:

$$665{,}176 + 231{,}525 \text{ руб.} = 896{,}701 \text{ руб.}$$

и допускаемое превышеніе стоимости Кайдалово-Адунчелонской линіи въ сравненіи съ линіей Ононъ-Адунчелонъ опредѣляется изъ уравненія:

$$825{,}862 + \text{превышен. стоим.} \times 0{,}04 = 896{,}701,$$

откуда допускаемое превышеніе стоимости 1.770,975 рублей, при которомъ уже выгодно строить Кайдаловское направленіе.

Но изъ разсмотрѣнія оконченнаго проекта по Кайдаловскому и Ононскому направленіямъ видно, что ни при какихъ возможныхъ измѣненіяхъ цѣнъ или количествъ въ разцѣночныхъ вѣдомостяхъ, составленныхъ для означенныхъ направленій, разница въ стоимости того и другого направленія никакъ не можетъ достигнуть 1.770,975 руб., а потому и не можетъ быть никакого сомнѣнія въ значительной выгодности постройки Кайдалово-Адунчелонской линіи вмѣсто Ононъ-Адунчелонской.

Кромѣ того, остается добавить, что Кайдаловское направленіе обладаетъ многими другими выгодами, частью трудно поддающимися исчисленію на деньги, какъ, напримѣръ, ускореніе и удешевленіе международныхъ сношеній и передвиженія, а также сокращеніе всего транзитнаго движенія на 2 часа; частью зависящими отъ размѣровъ грузового движенія, которое на каждые 10 милліоновъ груза пройденныхъ по Кайдаловскому направленію вмѣсто Ононскаго дастъ возможность народу сберечь 100 тыс. рублей.

Что же касается выгодъ, въ отношеніи стратегическомъ, то при 50-ти-верстномъ сокращеніи транзитнаго пути, благодаря Кайдаловскому направленію, онѣ неисчислимы и въ дѣлахъ государственныхъ могутъ имѣть чрезвычайное значеніе *).

---

*) Второй частный примѣръ. Сравнивая стоимость постройки и ежегодной эксплоатаціи на равнинномъ и горномъ участкахъ, получимъ для примѣра слѣдующіе данныя и выводы.

I. Равнинный участокъ.

1) Увеличеніе земляныхъ работъ 29,000 куб. с. 6 р. . . 174,000 р.
2) Увеличеніе числа пролетовъ и количества кладки искусственныхъ сооруженій выразится приблизительно на такую же сумму какъ и увеличеніе земляныхъ работъ . . 175,000 „
3) Увеличеніе стоимости постройки, вслѣдствіе удлиненія линіи на 3,6 вер. (считая безъ земляныхъ работъ и искусственныхъ сооруженій) $3{,}6 \times 35{,}000$ . . . . . 126,000 „
4) Капитализируя ежегодный расходъ по эксплоатаціи 3,6 верстъ $3{,}6 \times 4{,}000 \times \frac{100}{4}$ . . . . . 360,000 „

Итого. . . . 835,000 р.

II. Горный участокъ.

1) Устройство дополнительной станціи со вспомогательнымъ депо (разъѣздные и тракціонные пути, водоснабженіе,

Примѣчаніе. Кромѣ частнаго примѣра въ выноскѣ смотри частные примѣры стр. 297, также томъ III, стр. 40.

Индивидуализація дорогъ. (См. стр. 159, п. 4).

При производствѣ изысканіи и постройкѣ дорогъ слѣдуетъ ставить на первый планъ быстроту и дешевизну сооруженія линіи, оставляя пока въ сторонѣ экономичность условій эксплоатаціи этихъ линій. Чтобы избѣгнуть дорогихъ работъ въ мѣстахъ гористыхъ, слѣдуетъ прежде всего стремиться приспособиться возможно больше къ рельефамъ мѣстности, широко пользуясь уклонами и подъемами, въ особенности если доходность дороги необезпечена.

Лишь позднѣе, когда развитіе товарнаго движенія и вліяніе конкурренціи вынудитъ обратить вниманіе на необходимость уменьшить расходы эксплоатаціи, приходится сдѣлать въ трассировкѣ линій значительнаго движенія улучшенія, дабы привести линію на сколько возможно въ условія трассы первостепенныхъ желѣзныхъ дорогъ.

Было бы ошибкою предполагать, что быстрота производства изысканій и сооруженія, съ которою было выстроено въ послѣднее время большинство нашихъ желѣзныхъ дорогъ, помѣшаетъ нашимъ инженерамъ со временемъ улучшить профиль. Если вѣрно, что проектъ, напр. нашей Сибирской жел. дор., для составленія котораго мы располагали зачастую только весьма неполными и невѣрными картами, да барометрическою нивеллировкою, не вездѣ основанъ на достаточно точныхъ данныхъ, то, наоборотъ, окончательные проекты линій, коихъ экономическія условія и доходность опредѣлены, составляются обыкновенно на основаніи многочисленныхъ и долгихъ изысканій.

Индивидуализація жел. дорогъ въ Америкѣ. Проекты осу-

пасс. зданіе, деревян. паровозныя зданія и 2 жилыхъ дома) 140,000 р.

2) Стоимость двухъ паровозовъ и капитализація содержанія ихъ $35{,}000 \times 2 + 40 \times 2 \times 365 \times \frac{100}{4}$ . . . . . 800,000 „

3) Капитализація увеличенія стоимости эксплоатаціи (безъ службы тяги) горнаго участка $5{,}5 \times 2{,}000 \times 0{,}20 \times \frac{100}{4}$ 55,000 „

Итого. . . . 955,000 р.

Разница въ пользу равниннаго участка 955,000 + 835,000 = 120,000 р.

ществленія дорогъ нельзя не индивидуализировать,—примѣняясь во всемъ къ условіямъ времени и экономической сторонѣ дѣла. Насколько американскіе инженеры *), разъ было приступлено къ работамъ, развивали энергію, чтобы уменьшить періодъ изысканій и постройки, настолько же они не жалѣютъ средствъ, увеличивая штатъ служащихъ, дабы улучшить профиль, облегчая, по мѣрѣ возможности, условія эксплоатаціи. Большое число варіантовъ, предложенныхъ для наиболѣе трудныхъ и важныхъ частей линій, ихъ сравнительная оцѣнка, совѣщанія, которыхъ они были предметомъ и къ которымъ были призваны наиболѣе авторитетные инженеры, указываетъ на стараніе и заботы, положенныя на предварительныя изысканія и на то значеніе, которое придавалось обществами желѣзныхъ дорогъ на техническія условія профили.

При этомъ считались и съ возможностью исправленія трассы въ будущемъ. Только вслѣдствіе сего возможно было впослѣдствіи путемъ исправленія трассы уменьшить крутые уклоны и радіусы, безъ перерыва движенія или перемѣщая оси пути не иначе, какъ на короткомъ разстояніи.

На большинствѣ линій, устроенныхъ въ болѣе позднѣйшее время, предѣлъ радіусовъ и кривыхъ значительно былъ пониженъ, какъ это видно изъ нижеслѣдующей таблицы:

Линіи.	Наибольшіе подъемы.	Кривыя въ саж.
Baltimore-Ohio	0,022 на обоихъ склонахъ.	183
Central Pensylvania . . .	0,018 подъемъ къ западу и 0,010 къ востоку.	218
Erie	0,011 къ востоку.	291
New-Iork central	0,016 и 0,021 къ западу и 0,088 къ востоку.	218
Hudson River	0,006 въ обоихъ направленіяхъ.	215
Cheasapeake-Ohio	0,0157 къ западу и 0,0142 къ востоку.	—
Central Union Pacific . .	—	165

*) Какъ говорятъ инж. Ф. А. Галицинскій въ своей книгѣ „Пропускная способность и замѣшательство въ движеніи“, а также инж. Карейша: „Сѣв.-Американскія жел. дороги“.

©ГПБ СПбГАЛИ

Не говоря про техническія условія, коими, пользуясь умѣючи, владѣютъ американскіе инженеры при изысканіяхъ — они распространяютъ индивидуализацію и на постройку. При постройкѣ Канадской ж. д., были временно допущены, какъ мы уже выше говорили, всевозможныя облегченія при трассировкѣ линіи; были временно допущены на болѣе отдаленныхъ участкахъ, вмѣсто рельсъ—деревянные прогоны обитые уголкомъ, въ мѣстахъ безлѣсныхъ, гористыхъ, вмѣсто деревянныхъ шпалъ каменныя подушки, въ мѣстахъ лѣсистыхъ деревянныя эстакады вмѣсто высокихъ насыпей и пр., кои только съ открытіемъ транзитнаго движенія были постепенно замѣняемы капитальными сооруженіями.

Примѣръ индивидуализаціи изысканіи и постройки у насъ въ Россіи мы видимъ на Восточно-Китайской ж. д. Не примѣняясь къ условіямъ времени и мѣста пришлось бы, быть можетъ эту дорогу строить вдвое дольше, задержавъ открытіе сквозного движенія по всей Сибирской дорогѣ и принести этимъ слишкомъ большіе убытки.

Улучшеніе профили существующихъ дорогъ. Вообще говоря, американскіе инженеры придавали и придаютъ подъемамъ серьезное значеніе и стремятся по мѣрѣ возможности уменьшить ихъ, если не при изысканіяхъ и сооруженіи дорогъ, то потомъ, когда увеличившееся движеніе этого потребуетъ.

По даннымъ сочиненія инженера С. Карейши на «Сѣверо-Американскихъ желѣзныхъ дорогахъ» производились и производятся въ послѣднее время очень большія работы по смягченію уклоновъ и кривыхъ.

Едвали не самыя большія работы въ этомъ направленіи произведены были въ теченіе послѣднихъ десяти лѣтъ на дорогѣ Lake Shore—Michigan, на главной ея линіи отъ Чикаго до Буфало протяженіемъ 800 верстъ. Дорога эта была построена съ подъемами въ 0,007, теперь же, благодаря произведеннымъ работамъ, подъемы смягчены до 0,003, и лишь въ одномъ мѣстѣ остался подъемъ въ 0,005, который обслуживается помощью подталкивающихъ паровозовъ. Смягченіемъ подъемовъ составъ поѣздовъ доведенъ съ 35-ти (большого американскаго типа вагоновъ съ подъемною силой 1660 пуд.) до 50 вагоновъ.

И у насъ, въ Россіи, слѣдовало бы нѣкоторые по крайнѣй мѣрѣ участки нашихъ желѣзныхъ дорогъ перестроить, что значительно бы увеличило ихъ пропускную способность.

На горныхъ участкахъ отъ Ачинска до Нижнеудинска и отъ ст. Уткуйской до ст. Половина предѣльный наименьшій радіусъ равенъ 120, а предѣльный уклонъ (на прямыхъ) 0,0174.

Для опредѣленія фиктивнаго предѣльнаго уклона слѣдуетъ взять, какъ указано было выше, величину вліянія вѣтра и температуры въ 0,001. Но въ Сибири при вѣтрѣ и морозахъ значительно большихъ (температура въ — 30° и скорость вѣтра 80 кил.), будемъ имѣть $i_2 + i_3 = 0{,}6 + 1{,}8 = 2{,}4$ *), почему фиктивный уклонъ надо считать = 19,8, а принимая въ разсчетъ радіусы въ 120 $i = 19{,}80 + 2{,}92 = 22{,}72$, т. е. около 0,023. При этомъ процентное отношеніе этихъ подъемовъ и кривыхъ слишкомъ большое.

Можно положить общимъ правиломъ, что по всей Европейской Россіи уклоны линіи не должны превышать 0,08, лишь въ рѣдкихъ случаяхъ 0,01. Однако большинство дорогъ выстроенныхъ съ этимъ уклономъ можно было трассировать съ выгодой для дѣла съ значительно меньшимъ предѣльнымъ подъемомъ. Иное дѣло въ горныхъ мѣстахъ, какъ на Кавказѣ, гдѣ предѣльнымъ уклономъ можно считать уклонъ въ 0,025; на Сурамскомъ перевалѣ Закавказской ж. д. долгіе годы существовалъ оффиціально назначенный уклонъ въ 0,045. На Сибирской жел. дорогѣ на сколько мы знакомы съ топографіей мѣстности предѣльные уклоны въ 0,0174 можно перетрассировать на уклоны въ 0,01 при условіи однако оставить предѣльный радіусъ въ 150 сажень.

Иногда случается, что нѣтъ времени достаточнаго для изысканій, ввиду напримѣръ исключительныхъ военныхъ цѣлей или другихъ, когда требуется скорѣе приступить къ постройкѣ. Въ такихъ случаяхъ надлежитъ соотвѣтственно увеличить число партій, назначивъ участки несравненно меньше и пройти сразу нѣсколькими параллельными линіями, дабы ни въ какомъ случаѣ отъ этого не пострадали изысканія, а тѣмъ самымъ профиль, а желѣзной дорогѣ не пришлось бы напрасно затрачивать излишнія суммы на постройку, а что еще хуже, дабы не при-

*) Въ примѣрѣ приведенномъ инж. Н. П. Петровымъ для среднихъ условій взято $\tau° = -15°$ и Ω (скорость вѣтра) $= 80$, и $i_2 + i_3 = 0{,}5 + 1{,}8 = 2{,}2$.

шлось окупать ошибки изысканій вѣчными расходами при эксплоатаціи.

Сопоставляя уклоны и кривыя Сибирской ж. д. съ такими же данными американскихъ ж. д. мы видимъ, что предѣлы уклоновъ и кривыхъ (кромѣ горнаго участка) подходятъ къ таковымъ условіямъ послѣднихъ жел. дорогъ (сооруженныхъ въ періодъ 1828—1873 годовъ) черезъ Аллеганскія горы; техническія же условія для горнаго участка Средне-Сибирской жел. дороги являются даже болѣе тяжелыми. Объясняется это, конечно индивидуализаціей дороги, т. е. желаніемъ избѣжать чрезмѣрной затраты сразу большого капитала на дорогу, и потому возможное облегченіе условій сооруженій явилось необходимостью. Сибирская дорога стоила около шестисотъ милліоновъ рублей, а періодъ ея постройки до открытія сквозного движенія болѣе 10—15 лѣтъ — не допускалъ допущенія еще большей затраты времени на изысканія и облегченіе техническихъ условій. Но это обстоятельство при дальнѣйшемъ развитіи движенія вызоветъ, какъ оно вызвало и въ Америкѣ, необходимость смягченія профиля и измѣненія трассы. Эта индивидуализація дороги способствовала также, какъ и въ Америкѣ быстрому осуществленію пути, и меньшей затратѣ денегъ на его осуществленіе.

Преміи за изысканія. Изысканіямъ надо давать самые широкіе размѣры, а чтобы истинно-творческій трудъ полуголоднаго, работающаго много мѣсяцевъ подъ открытымъ небомъ, среди лишеній, изыскателя былъ сколь возможно плодотворнѣе, необходимо каждый разъ при дополнительныхъ и окончательныхъ изысканіяхъ работы эти премировать. Преміи за изысканія широко практикуются частными обществами и не безъ успѣха: они премируютъ и укороченіе длины линій, и сбереженіе количества работъ, не стѣсняясь уплачивать изыскателямъ значительные проценты отъ полученныхъ сбереженій при изысканіяхъ, независимо отъ премій за постройку. Въ результатѣ, общества получаютъ милліонныя сбереженія.

Вѣдь включеніе премій въ изыскательскія смѣты не было бы тягостно для этихъ смѣтъ. Возьмемъ примѣръ. Изысканія 1897 г. отъ Забайкальской дороги до гор. Хайлара стоили 300.000 р., а результатъ исчисляется въ слишкомъ 20 мил. руб. сбереженій, по сравненію съ направленіемъ по изысканіямъ 1895 — 96 г. Экономія достигнутая изысканіями (вмѣстѣ съ капитализаціей

экономіи отъ уменьшенія эксплоатаціонныхъ расходовъ) представляетъ сумму большую чѣмъ вся стоимость вѣтви, т. е. линія 1897 г. стоила болѣе чѣмъ два раза дешевле линіи 1896 г.; къ постройкѣ послѣдней между прочимъ уже было приступлено. Изъ числа пяти разныхъ направленій лучшимъ оказалось направленіе: Кайдалово-Нагаданъ-Хайларъ въ обходъ р. Аргуни. На 1 рубль, затраченный при изысканіяхъ, получено сбереженія чуть не 80 руб. И это безъ премированія труда изыскателя.

Слѣдовало бы поторопиться установить тѣ преміи, о которыхъ говорилось еще въ 1889 году въ стѣнахъ Императорскаго Русскаго Техническаго Общества и въ 1897 г. авторомъ этого труда въ собраніи инженеровъ путей сообщенія.

БИБЛІОТЕКА
СТРОИТЕЛЬНАГО УЧИЛИЩА
Инж. ПРІОРОВА.

ОТДЕЛ СОРАН