

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ТЕРМИНЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	6
2. ПРИРОДНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО МЫШЬЯКА	10
2.1. Содержание мышьяка в твердой фазе	10
2.1.1. Горные породы	10
2.1.2. Почвы	12
2.1.3. Донные отложения	13
2.2. Концентрации мышьяка в природных водах	13
2.2.1. Поверхностные воды	13
2.2.2. Подземные воды	17
2.2.3. Поровые воды отложений	18
2.3. Атмосферные выпадения	18
3. ТРАНСФОРМАЦИИ МЫШЬЯКА В ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ	19
3.1. Основные реакции	19
3.2. Биологические трансформации	20
3.3. Абиотические процессы трансформации	22
3.4. Скорости трансформаций	24
3.5. Круговорот мышьяка в природе	26
3.6. Общий миграционный цикл	29
4. ХИМИЯ МЫШЬЯКА В СИСТЕМЕ «ВОДА – ПОРОДА»	32
4.1. Водные формы мышьяка при различных окислительно-восстановительных условиях	32
4.2. Формы и реакции мышьяка в почвенных растворах	34
5. ОСНОВНЫЕ ПОГЛОТИТЕЛИ, УЧАСТВУЮЩИЕ В АДСОРБЦИИ МЫШЬЯКА	38
5.1. Оксиды железа	40
5.2. Оксиды алюминия	42
5.3. Оксиды марганца	43
5.4. Оксиды кремния, глинистые минералы	44
5.5. Карбонатные минералы, известковые почвы	46
5.6. Роль органического вещества и биогенных частиц	47
5.7. Поглощение природными материалами	48

6. ОБЩИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АДСОРБЦИИ	51
6.1. Механизмы адсорбции	51
6.2. Окислительно-восстановительные процессы и механизмы поглощения мышьяка	55
6.3. Изотермы адсорбции	56
6.4. Изотермы десорбции	68
6.5. Модели поверхностного комплексообразования	69
7. ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНОЙ ФАЗЫ НА МЕХАНИЗМЫ АДСОРБЦИИ МЫШЬЯКА	75
7.1. Ионная сила	75
7.2. Влияние pH	76
7.3. Сопутствующие ионы	83
7.3.1. Неорганические лиганды	83
7.3.2. Органические компоненты	91
7.3.3. Кальций и магний	92
7.4. Конкурентная адсорбция среди анионов	93
8. ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ПОГЛОТИТЕЛЯ НА АДСОРБЦИЮ МЫШЬЯКА	98
8.1. Площадь поверхности	98
8.2. Адсорбция As(V) в незагрязненных почвах	98
8.2.1. Пример регрессионного анализа	98
8.2.2. Применение модели с двумя типами участков	103
8.3. Адсорбция мышьяка в загрязненных почвах	105
8.3.1. Регрессионный анализ	105
8.3.2. Влияние pH на K_d мышьяка	105
9. КИНЕТИКА АДСОРБЦИИ МЫШЬЯКА AS(V) ОКСИДАМИ ЖЕЛЕЗА	108
9.1. Соосаждение и адсорбция	108
9.2. Кинетика адсорбции	109
9.3. Влияние природы адсорбирующей поверхности оксида на кинетику адсорбции	113
9.4. Диффузия как процесс, определяющий скорость поглощения мышьяка	115
10. ДЕСОРБЦИЯ МЫШЬЯКА	119
10.1. Кинетика процесса десорбции арсената	119
10.2. Механизм десорбции арсената	121
10.3. Влияние различных факторов на десорбцию мышьяка	124
11. ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ МЫШЬЯКА	128
11.1. Основные реакции выщелачивания мышьяка из пород	128
11.2. Роль макроионов в выщелачивании мышьяка	131
11.3. Выщелачивание мышьяка инфильтрующимися водами при аэробных / анаэробных условиях	133
11.3.1. Из отложений	133

11.3.2. Из песчаника.....	141
11.4. Механизмы выщелачивания мышьяка	146
11.4.1. Окисление / восстановление в присутствии сульфидов	146
11.4.2. Окисление / восстановление в присутствии оксидов.....	149
11.4.3. Окисление / восстановление с участием микроорганизмов	151
12. МИГРАЦИЯ МЫШЬЯКА	153
12.1. Влияние pH на миграцию мышьяка.....	153
12.2. Миграция в присутствии карбонат-ионов	155
12.3. Влияние конкуренции фосфата на миграцию мышьяка	156
12.4. Коллоиды.....	158
13. МОДЕЛИРОВАНИЕ АДСОРБЦИИ И МИГРАЦИИ AS(V) В ГЕТЕРОГЕННОЙ СИСТЕМЕ.....	159
14. ФОРМИРОВАНИЕ ТВЕРДЫХ ФАЗ МЫШЬЯКА	168
14.1. Арсенатные минералы в почвах и их растворимость.....	168
14.2. Термодинамические расчеты условий растворимости арсенатов	170
14.3. Переменные окислительно-восстановительные условия и растворимость минералов As(III) в почвах	173
15. МЫШЬЯК (III) В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ	175
15.1. Влияние pH и точки нулевого заряда поверхности адсорбента .	175
15.2. Окислительно-восстановительные реакции As(III).....	178
15.3. Изотермы адсорбции As(III).....	182
15.4. Кинетика адсорбции As(III).....	184
15.5. Десорбция арсенита As(III).....	189
15.5.1. Абиотическое восстановление.....	189
15.5.2. Скорость десорбции.....	190
15.5.3. Механизм десорбции As(III) в аллювиальных системах подземных вод.....	192
15.6. Сравнение миграции As(III) и As(V)	195
16. ЗАГРЯЗНЕНИЕ МЫШЬЯКОМ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В РАЙОНАХ ГОРНЫХ РАБОТ.....	196
16.1. Миграция мышьяка из горнорудных отвалов и накопление в донных отложениях	196
16.2. Потоки мышьяка в системе «водная среда – отложения»	199
16.3. Влияние характеристик системы «водная среда – отложения» на распределение мышьяка	202
16.3.1. Оксиды железа и марганца.....	204
16.3.2. pH.....	205
16.3.3. Окислительно-восстановительные условия.....	206
16.4. Моделирование миграции мышьяка в системе «водная среда – донные отложения».....	207
16.5. Моделирование адсорбции и миграции мышьяка в водоносных горизонтах и отвалах	210

17. ДАННЫЕ О КОЭФФИЦИЕНТЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ, K_D , МЫШЬЯКА.....	215
17.1. Минералы	215
17.2. Почвы и породы.....	219
17.3. Компиляции	222
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	223
ЛИТЕРАТУРА.....	227
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	245