

Академия наук СССР. Ордена Ленина Сибирское  
отделение. Государственная публичная научно-  
техническая библиотека  
Сибирский технологический институт

**Н.М. Попова, Е.В. Харук**

**КОНСЕРВИРОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ  
ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ  
АСПЕКТЫ**

Аналитические обзоры

Новосибирск, 1991

Попова Н.М. Консервирование древесины. Проблемы, решения, экологические аспекты. Харук Е.В. Состояние спроса и проблемы консервирования древесины: Аналит. обзор / ИИИТБ СО АН СССР, Сиб. техн. ин-т. Новосибирск, 1991. - 171 с.

В обзоре Н.М. Поповой рассмотрены данные мировой литературы за 1985-1990 гг. о способах и методах пропитки древесины антисептиками и препаратами обеззараживающего действия, используемыми для сохранения деловой древесины и изделий из нее. Негативное действие процесса консервирования древесины на биосферу может быть уменьшено при использовании препаратов, не содержащих хлорфенольных соединений, солей тяжелых металлов и т.д., и нехимических средств защиты древесины, применении регенерации консервантов и внедрении в их качестве некоторых технологических отходов.

Целью обзора Е.В. Харук является определение основных проблем в консервировании древесины и возможных направлений их решения в научно-техническом, технологическом и организационно-экономическом аспектах.

Обзоры будут полезны специалистам лесной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, химической, текстильной промышленности, экологии, а также студентам и аспирантам соответствующих специальностей.

Ответственный редактор к.т.н. Н.А. Машкин

Обзор подготовлен к печати к.п.н. А.Н. Лебедевой,  
к.п.н. О.Л. Лаврик

© Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Академии наук СССР (ИИИТБ СО АН СССР), 1991

ISBN 5-7623-0225-3

Н. М. ПОКОВА

КОНСЕРВИРОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ.  
ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Аналитический обзор

ВЫВЕДЕНИЕ

Древесина — один из старейших традиционных материалов — сопутствует человеку на протяжении почти всей его истории. Невысокая стоимость, возможность изготовления из нее изделий различной формы и размеров, относительно высокая удельная прочность и легкость в обработке, низкая теплопроводность, высокий изоляционный эффект, хорошая звукопоглощаемость — вот неполный перечень свойств, обеспечивших древесине одно из ведущих мест среди известных конструктивных материалов. Основными потребителями древесины — твёрдое производство (17,6%), целлюлозно-бумажная промышленность (13,3%), гражданское и промышленное строительство (12,7%). Для изготовления мебели расходуется 8,7% древесины, столбов ЛЭП и пилом — 4,9%, родных стволов — 2,6% и т. д. / 1-3/.

Роль и значение этого удивительного природного материала будет и в перспективе возрастать по мере истощения невозобновляемых природных ресурсов (нефть, газ) и углубления изучения физических, химических и механических свойств древесины. Препятствия древесине перед другими сырьевыми ресурсами заключаются в том, что воспроизводство, переработка и изготовление изделий из нее связаны с значительно меньшими энергетическими, водными и химическими затратами, чем выпуск аналогичной единицы других природных материалов. На выработку единицы цемента, например, требуется в 6 раз больше энергии, кирпича, пластмассы — в 6 раз, стекла — в 11,

стали - в 23, меди - в 40 и алюминия - почти в 120 раз /17/.

Запасы древесины в стране огромны. В общесреднем балансе на долю СССР приходится 21,9% (814,3 млн га) покрытой лесом площади (это составляет 30,6% территории страны) и 25,6% (85,9 млрд м<sup>3</sup>) всех запасов древесины /4-7/. В списке "лесных" держав мира (Канада, Финляндия, Швеция, Норвегия, США) СССР занимает третье место по потенциальной обеспеченности населения лесными ресурсами и лишь пятое место - по фактическому обеспечению древесины (по объему годовичного пользования на человека) /8/.

Статистические данные последних лет по развитию отечественного лесопромышленного комплекса свидетельствуют о сложившемся парадоксальном положении: при наличии колоссальных запасов леса и крупных объемов заготовок (около 345 млн м<sup>3</sup> в 1988 г.) /6,9/ ежегодный дефицит древесины в стране оценивается более чем в 25 млн м<sup>3</sup>. Потребность в лесоматериалах удовлетворяется примерно на 80%, бумаге и картоне - в среднем на 60%, по некоторым другим видам - лишь на 15-30% /3,10/. Это объясняется, безусловно, многими факторами. Главные из них: экстенсивный характер развития лесного хозяйства и лесопользования на фоне исторически сложившегося пещерного представления о безграничных возможностях наших лесов и их ресурсов /11/; неэкономное и нерациональное отношение к древесным запасам; отсутствие комплексного использования сырья и глубокой переработки древесины /5, 12, 7, 13/.

В разработанной Концепции развития лесного хозяйства в СССР до 2005 года приводятся сведения о том, что лесные ресурсы страны вполне обеспечивают рост объемов заготовки древесной продукции в 1,5 - 2 раза без какого-либо ущерба для народного хозяйства при условии лишь комплексного и рационального использования всей надземной биомассы дерева с целью сокращения расхода деловой древесины /5/.

Не менее важными и огромными резервом экономии лесоматериалов является рациональная замена древесины некоторыми другими материалами, если это оправдано технологически и экономически. Так, при строительстве и эксплуатации железных дорог ежегодно тратится около 10 млн м<sup>3</sup> крупномерной хвойной древесины. Увеличение выпуска железобетонных пиал даже в 2,5 раза позволит сэкономить примерно 3-4 млн м<sup>3</sup> лесоматериалов /3/. Замена 50% деревянных столбов линии связи и электропередач железобетонными позволит сэкономить 2 млн м<sup>3</sup> древесины. Замена в сельском хозяйстве деревянных ограждений из хвойных пород лиственными, пропитанными в расплаве серы, позволит сохранить не только ценную древесину, но и другие важные материалы (сталь, цемент и т. д.) /14/. Развитие контейнерных перевозок, выпуск пластмассовой тары, более широкое применение тарного картона будет способствовать экономии древесины, которую тратят для тары и упаковки у нас как нигде в мире очень много (22 млн м<sup>3</sup>). Расход древесины хвойных пород при добыче угля (7 млн м<sup>3</sup>) может быть снижен за счет применения металлической крепи, выемочных комплексов /3/, модифицированной полимерами лиственной древесины (с повышенной химической, био-, огнестойкостью) /15, с. 63-64/. Перечень примеров можно было бы продолжить. Однако как поший конструкционный материал древесина не всегда может быть заменена железобетоном, сталью, камнем, кирпичом и т. д. Есть сугубо специфические области ее однозначного применения, хотя в эксплуатации она менее надежна, так как подвержена поражению, гниению и разрушению /16/. В Советском Союзе ее потери в цикле от заготовки до переработки достигают примерно 60%, причем основную долю составляют потери на этапе хранения в результате поражения дерево-разрушающими грибами, насекомыми и растрескивания /17, с. 128-130/.

Существенный резерв экономии лесоматериалов - повышение их сохранности /3/. В решении этой пробле-

мы особая роль принадлежит обработке древесины с целью повышения био- и огнезащиты. Мероприятия по борьбе с гниением и потерями древесины должны проводиться на всех этапах цикла "заготовка-хранение-эксплуатация". Только при таком комплексном подходе можно добиться значительной экономии древесины без увеличения объема заготовок. На этапах заготовки и хранения первоочередное значение имеет строгая регламентация начала выйки леса на вахтовых участках, сокращение сроков и соблюдение правил хранения древесины, своевременная переработка и отправка сырья. Особую актуальность приобретают экономически безопасные средства и способы защиты древесины при строгом соблюдении техники безопасности (например, окорка, укрытие пленкой, специальные схемы укладки, введение в штабель гриба триходермы, обработка сосновыми маслами и т. д.). Помимо этого используют и химическую защиту. Консервирование древесины предполагает совершенствование существующих средств защиты, разработку и внедрение новых антисептических препаратов, усовершенствование технологии консервантов в процессе их производства и использования /16/.

Известно, что благодаря антисептированию материалов, срок службы древесины возрастает в несколько раз (от 5-8 до 20-25 лет) в зависимости от породы дерева, назначения сортиментов, климатической зоны, условий воздействия окружающей среды.

К сожалению, в нашей стране отсутствует система обязательной защитной обработки древесины. Так, из всего количества выпускаемых пиломатериалов только 14% сортиментов подвергают антисептированию /10/. В то же время в развитых "лесных" державах запрещено применение необработанной древесины /3/. В результате слабой поставленной отечественной службы антисептирования ежегодные потери качественного материала составляют около 30 млн м<sup>3</sup>, что эквивалентно 5 млрд р.

В последние годы исследователи в СССР и за рубежом направлены на разработку и внедрение новых препара-

ратов — эффективных, но малотоксичных антисептиков, что актуально с экологической точки зрения. Особенно перспективны препараты из класса пиретроидов, фосфорорганических соединений. Не менее важен выпуск антисептиков, полученных из отходов, содержащих соединения фтора, хрома или мышьяка, промышленных предприятий металлургического профиля и других производств. При этом снижается себестоимость защитных средств и становится возможным комплексное использование сырья и отходов производства.

Таким образом, при создаваемой в стране дефиците высококачественной древесины особое значение приобретает увеличение сроков эксплуатации деловых сортиментов и изделий из них при неизменном обладании всех условий для их сохранности. Это, безусловно, связано с обязательной защитной обработкой древесины, разработкой и внедрением эффективных защитных средств и научным обоснованием их применения для комплексной защиты древесины, внедрением экологической экспертизы использования препаратов в различных климатических регионах страны; созданием экологически безопасных технологий по обработке и переработке древесины; разработкой и внедрением необходимых экономических мероприятий, направленных на снижение возможных потерь лесоматериалов на всех этапах цикла "заготовка-хранение-эксплуатация".

## ГЛАВА 1. ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ДЕРЕВЕСИНЫ

Консервирование древесины предусматривает химическую ее защиту от разрушения биологическими агентами (грибами, насекомыми, морскими древооточадами) благодаря пропитке антисептиками [18]. Консервации подлежат: деревянные элементы внутренних конструкций построек и сооружений, подвергающиеся увлажнению в результате периодического проветривания, оттаивания и контакта с увлажненными материалами, конденсатом; верхние конструкции открытых сооружений, увлажняемые атмосферными осадками; рудничные стойки и другие элементы шахтной крепи, опоры линий электропередачи, столбы линии связи, шпалы и другие элементы, контактирующие с грунтом; элементы сельскохозяйственных построек, подверженных увлажнению почвенной влагой и загрязненным органического характера; оросители градирен, борозонные сооружения, мосты, деревянные конструкции судов, плавучие средства и т. д. Антисептирование от повреждения древесноокрашивающими и плесневыми грибами подлежат и иные материалы перед укладкой на атмосферную сушку или транспортированием в сыром виде, а также деревянная тара (для защиты от повреждения плесневыми грибами).

Консервирование древесины в промышленных масштабах получило распространение в России во второй половине прошлого века. Ныне в стране существует целая сеть шпале- и машиностроительных заводов. Две пропитки мелких деревянных деталей и конструкций функционируют отдельными подразделениями на машиностроительных комбинатах и машиностроительных заводах.

Неизменное условие консервирования древесины — правильный выбор защитного средства и способа его введения. Все защитные средства, согласно ГОСТ 2002.2.2-80, по характеру действия делят на антисептики, инги-



вирены и защитные средства комбинированного (комбинированного) действия /19,20/. По растворимости их подразделяют на водорастворимые (В<sup>1</sup>), растворимые в легких органических растворителях (Л), маслах и тяжелых нефтепродуктах, масла (М) /21,22/. В зависимости от способности к вымыванию их считают легковымываемыми (ЛВ), вымываемыми (В), трудновымываемыми (ТВ) и невымываемыми (НВ). Классификации защитных средств (по данным работ 23,24) даны в табл. 1.

По способам введения защитного средства различают: пропитку без давления (кистовое нанесение, обмазывание, погружение, вымачивание, горяче-холодные ванны, обмазывание, диффузионные способы и др.) и пропитку под давлением (см. гл. 2). Условные обозначения всех применяемых способов пропитки в отечественной практике приведены в ГОСТ 20022,0-82 /25/. Наиболее распространенными способами обработки древесины средствами защиты можно считать: инъекционный, окуривание, оверлейное, намазывание, обработка горячим воздухом /26/. Первый способ используют для обработки мебелистой древесины и отдельных деталей от повреждений из-за комовой вредности в нее при вводе защитного средства. Второй — предназначен для обработки скульптур из древесины, резных изделий и т. п. Окуривание безопасно для древесины и не повреждает ее окраску. Третий способ применяют на защитку балок различного назначения путем введения в отверстия 20%-х водных солевых либо масляных растворов. Твердения впоследствии закупаивают. Четвертый способ предусматривает намазывание настообразных средств защиты. И последний способ предназначен для пораженной насекомыми и грибами древесины, которую обрабатывают горячим воздухом (80-120 °С в течение 6-10 ч). Горячая обработка не вызывает коррозии и не снижает прочности древесины. Для защиты древесины консервирующими растворами успешно пользуются вставившие в пазы отдельных конструкций капсулы, которые разрушаются под давлением при установке другой (сопряженной) детали, в

## Классификация защитных средств /23,24/

Основные типы соединений	Вывываемость из древесины	Марки
1	2	3

1. Водорастворимые

## Антисептики:

соли фтора	ЛВ	КФА, ФН, ФН-П, КФН
хлорфенольные соединения	ТВ	ПХФН
соли хрома и меди	НВ	ХМ-11, ХМ-32
соли хрома, меди и фтора	НВ, ТВ	ХМФ-221, ХМФ-433, ХМФ-532, ХМК-221 ХМК-661, ХМК-441
хлорфенольное и этилртутное соединения и соли угольной кислоты	В	ГР-48

## Комплексные препараты:

соединения бора	ЛВ	ББ-11, ББ-11П, ББ-32, ББ-32П
соединения бора и фосфора	ЛВ	ББД
соли хрома и цинка	ТВ	ХХЦ-14
соли меди, хрома и цинка	ТВ	ХМХЦ-217
хлорфенольное соединение и соединения бора	ТВ	ПББ-211, ПББ-155, ПББ-255
хлорфенольное соединение, соединения бора и соли угольной кислоты	ТВ	ПБС-211, ПБС-155, ПБС-255
соединения хрома, меди и бора	ТВ	ХМББ-3324, ХМББ-3239 ХМББ-1128

1	2	3
---	---	---

## 2. Органикорастворимые и масла

### Антиовиттики:

хлорфенольные соединения и нефтепродукты	НВ	ПЗС, ПЗП
нафтенат меди и нефтепро- дукт	НВ	НМС
сланцевое масло	ТВ	СМ
каменноугольное пропиточ- ное масло	НВ	КМ
антраценовое пропиточное масло	НВ	АМ

### Комплексные препараты:

соединения бора + хлорфе- нольное соединение и неф- тепродукты (последователь- ная пропитка)	ТВ	РБ-11 + ПЗС-890
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	----	-----------------

результате чего консервирующее средство проникает в  
глубь материала без потерь /27,28 с. 19-20/.

Основные требования, предъявляемые к антисепти-  
кам /18,29/: токсичность для грибов, насекомых, мор-  
ских древогочев; относительная безопасность для чело-  
века и животных; способность сохранять свои свойства в  
течение длительного времени при воздействии с атмосферно-  
го воздуха или почвенной влаги; нелетучесть, термичес-  
кая устойчивость в процессе пропитки в горячих ваннах  
или автоклавах; высокая проникаемость в сухую и сырую  
древесину в сочетании с отсутствием влияния, по возмож-  
ности, на ее цвет, текстуру и другие физико-механичес-  
кие характеристики во время пропитки и механической об-  
работки; способность повышать огнестойкость и гидрофоб-  
ность древесины, обладать комплексным воздействием; не  
корродировать металлы.

К сожалению, ни один из известных антисептиков не  
универсален и не обладает всеми перечисленными свойст-

сами. Применение того или иного антисептика определяется его свойствами, характером пропитываемой древесины, условиями службы, планируемыми сроком эксплуатации и совместностью с защищаемым материалом.

### 1.1. Антисептики водорастворимые

Это наиболее многочисленная группа защитных пропитывающих средств. К ним относятся однородные вещества и их смеси (препараты), вводимые в древесину в виде водных растворов или наносимые на поверхность лесоматериалов (при диффузионной пропитке) в виде паст.

Антисептики водорастворимые по своему составу подразделяют на основные группы: фтор-, бор-, хром- и фенолсодержащие /21/.

#### Фторсодержащие консерванты

Фторсодержащие антисептики (фтористый натрий, кремнефтористый натрий, кремнефтористый аммоний, кремнефтористый цинк) – высокотоксичные соединения из-за выделения при приготовлении рабочих растворов и испарении фтористого водорода /30/. Их растворы хорошо проникают в древесину, не снижают ее прочности, способности к склеиванию и окрашиванию, не изменяют цвета, не имеют запаха. Однако, они легко вымываются из древесины и вызывают коррозию черных металлов. Наиболее часто применяют кремнефторид аммония (КФА) и фторид натрия (ФН). Второй препарат имеет меньшую растворимость в воде (3,5–4%) и слабее корродирует металлы /22/. Концентрации рабочих растворов вышеуказанных консервантов не превышают 3–15%.

Состав антисептических паст на основе фторсодержащих антисептиков показан в табл. 2.

Следует отметить, что все пасты вызывают коррозию черных металлов, а паста ФН-II, кроме того, окрашивает поверхность древесины.

Активные ингредиенты в шведских препаратах Нилросол, Микоцид, Базилит БТ - бифториды калия и аммония. Для защиты от дереворазрушающих и плесневых грибов их концентрации в рабочих растворах не превышают 5 %, от дереворазрушающих грибов и насекомых - 10-15%, от термитов - 20 %. Они - токсины, корродируют стекло и металл, гигроскопичны, при испарении выделяют высокотоксичный фтористый водород, поэтому не нашли за рубежом широкого применения /31/.

Таблица 2

Состав антисептических наст. %/19,24/

Марка	Фторид натрия	Кремне-фторид аммония	Каолин	Камен-но - уголь-ный лак Б-19	Латекс СКС-65 ПП	Вода
ФН-П	44	-	13	17	-	26
ПАЛ-Ф	46	-	17	-	15	22
ПАЛ-КФА	-	25	25	-	7	43

### Борсодержащие препараты

Борсодержащие препараты достаточно эффективны по отношению к большинству дереворазрушающих грибов и насекомых, не окрашивают древесину, повышают ее огнестойкость, имеют хорошую проникаемость. С экологической точки зрения менее безопасны. Недостаток их - высокая растворимость в воде. Этим предопределена сфера применения /32/: они не эффективны для защиты древесины, предназначенной для эксплуатации в воде, сырой земле, под орошением, атмосферными осадками. Если будут найдены доступные средства и методы фиксации бора в древесине, пропитка этими препаратами займет достойное место /33/.

Предложены средства защиты древесины на основе борной кислоты, водорастворимых боратов и подборатов и других соединений борной кислоты, которые в качестве эмульгаторов и/или смачивателей и/или их смеси содержат 1,5–12,0% алкидных смол или их смесей на основе растительных и животных масел. Растворителями могут быть вода, водорастворимые органические химические растворители или их смеси при соотношении  $25:1 \div 1:25/34$ .

Непросушенную древесину можно защищать от гниения пропиткой насыщенным раствором борсодержащего консерванта при соотношении  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 : \text{H}_3\text{PO}_4 = 5 : 3$  (в молях) /35/ или композицией на их основе /36/. Способ приготовления раствора предусматривает последовательное нагревание разбавленного раствора фосфорной кислоты до 70–75 °С и суспензии (до 80–90 °С) после растворения буры и обеспечивает однородность (гомогенность) раствора даже при его охлаждении до 25 °С.

Для защиты свежесрубленной древесины дерева-каучуконоса от грибов, плесени, термитов и жуков апробирован консервант, содержащий (%): 35 боракса, 30 борной кислоты и 35  $\text{Na}-\text{PCP}$  /37/. Концентрация растворов – 5%-ная, поглощение сухого вещества – 6–8  $\text{кг}/\text{м}^3$ . Этот же состав использован и для защиты конструкционной древесины. Его отличительная особенность – безопасность для теплокровных и окружающей среды, несмотря на раздражающее действие. Рекомендуют применять для древесины попеременную холодно-горячую обработку.

### Хромсодержащие консерванты

Хромсодержащие антисептики относятся к невымываемым или трудновымываемым защитным средствам. Они представляют собой смеси различных водорастворимых компонентов. При введении растворов в древесину эти компоненты в результате химических реакций между собой и с веществом древесины образуют новые вещества, нерастворимые в воде, но сохраняющие токсичность. В эту

группу объединяют следующие препараты: хромомедные (ХМ - 11); хромомеднофтористые (ХМФ и ХМК); хромомеднохлороцианковый (ХМХЦ); хромофторомышьяковые (Доналит УА, Доналит УАЛЛ).

Хромосодержащие антисептики не рекомендуется в процессе пропитки нагревать до температуры выше 60 °С во избежание преждевременного выпадения нерастворимых осадков /24/.

#### Хромомедные антисептики

Хромомедный препарат ХМ-11 (50 % бихромата натрия или калия, 50 % сульфата меди) - невывываемый антисептик. Хорошо защищает деревянные конструкции, имеющие контакт с почвой и водой, предпочтителен для пропитки оросителей градиент. Эффективен против насекомых (в т. ч. термитов) и древоточцев, высокотоксичен для большинства грибов (кроме домовых). Безвреден для теплокровных. Слабо корродирует металлы. Окрашивает древесину в зеленоватый цвет. Несколько снижает ее прочность (при чистом поглощении более 20 кг/м<sup>3</sup>).

В работах /38; 28, с. 11-14/ предложен ускоренный метод нанесения консерванта, содержащего хромат меди, обработкой древесины сосны и ели перегретым паром (110-120 °С) в течение 30 мин. После пропаривания не обнаружено каких-либо заметных изменений механических свойств древесины.

Показана принципиальная возможность использования стандартных антисептиков ХМ-11, ХМ-32, ХМФ-532, ХМББ-334 для защиты и от термитов при пороговых концентрациях /17, с. 148-149/. Автор считает, что при этих концентрациях антисептики эффективны и против грибных поражений, поскольку в этом случае требуется значительно меньшая концентрация препаратов, чем для защиты от термитов и других насекомых. Суть защиты древесины сводится к созданию повышенной концентрации пропиточного состава не во всей толще материала, а лишь в его поверхностном слое. Установлено /17, с. 215-217/,

что для эффективной защиты древесины от повреждения насекомыми и термитами, в частности, важна не только токсичность состава для насекомых, но также его антифидантные и регургитивные свойства. Исследования 0,1 М растворов бихромата натрия, сульфата меди, арсенита натрия, хлорида цинка, фторида алюминия, смеси (1:1) буры и борной кислоты при различном сочетании смесей и соотношении компонентов показали, что по значениям антифидантности соли распределились следующим образом (%):  $Cu - 66$ ,  $Cr - 28$ ,  $F - 21$ ,  $Zn - 16$ ,  $As - 2$ ,  $B - 8$ . В парных смесях лучшие результаты получены для комбинаций:  $Cr-Cu$ ,  $Cr-Zn$ ,  $Cr-As$ ,  $Cr-F$ ,  $As-Zn$ . Для трехкомпонентных смесей отчетливо проявился антагонизм. По данным регургитивных свойств соли распределились таким образом (%):  $Cr - 61$ ,  $Cu - 50$ ,  $Zn - 7$ ,  $As - 6$ ,  $F - 2$ ,  $B - 0$ . Для двухкомпонентных связей эти свойства не выявлены, а для трехкомпонентных однозначного результата не получено. В совокупности эти материалы могут служить основой при разработке новых пропиточных составов не эмпирически, а с использованием математических методов.

### Хромомеднофтористые антисептики

Хромомеднофтористые препараты (ХМФ и ХМК) — более токсичны по сравнению с хромомедными за счет введения в соединение фтора. Грудновываемые консерванты. Диапазон их применения весьма широк. Для пропитки древесины строительных конструкций из ели и пихты используют солевые растворы, содержащие  $Cr-Cu-F$  либо  $Cr-Cu-B$ , которые наносят вакуум-методом на предварительно высушенную древесину (влажность 15–17%) /39/. Еловую древесину перфорируют. Для предотвращения поворхности конструкций от выплветания возможно их покрытие акриловым лаком с небольшой добавкой связующего.

Для повышения устойчивости древесины сосны к плесневому воздействию предложен способ консервирования



с импрегнированием солями на основе хрома, фтора, меди и бор-соединений или органических биоцидов, растворимых в воде, органических растворителях или смеси их /40/. Отличительная особенность метода — обработка древесины до и после консервирования от 30 с до 15 мин микроволнами частотой преимущественно 1800-10000 МГц. Способ пропитки принципиально не имеет решающего значения.

Эффективно использование хромосодержащих средств защиты древесины (например, ССВ-соли) при ускоренной их фиксации после пропитки различными теплоносителями: горячим воздухом, паром, горячими отходящими газами, облучением ИК-лучами и др. /41-44/. Способ предусматривает обработку с изменением давления и температуры. Концентрация соли варьируется от 1 до 30%. Из обработанной древесины можно изготавливать резервуары для пропитки, оросительные туннели и т. д.

Водорастворимые концентраты солей на основе соединений  $\text{Cr}$ ,  $\text{Cu}$  и с малым содержанием бора, выпускаемые /28, с. 17; 36/ в виде паст (готовая форма), предназначены для защиты от дереворазрушающих грибов, насекомых и трухлявой гнили. В связи с низким содержанием бора пригодны для обработки древесины, используемой под открытым небом и внутри помещений.

#### Хромомеднохлоридные препараты

Хромомеднохлоридный препарат (ХМХП) содержит хлорид цинка, который, взаимодействуя в древесине с бихроматом калия или натрия, образует хромат цинка, обладающий пониженной растворимостью в воде, но сохраняющий токсичные свойства. Трудновымываемый консервант. По сравнению с ХМ-11 обеспечивает более высокую степень защищенности древесины, однако вызывает коррозию черных металлов и снижает прочность древесины при чистом поглощении более 20 кг/м<sup>3</sup>.

Для защиты хвойной древесины от поражения и плесени опробованы также препараты, содержащие медь, цинк,

вупроши, фундазол, ортофталан и др. /45/. Наилучшие результаты получены при применении препаратов, содержащих азот и серу, например, Периоцина 85, который выпускается в достаточном количестве и сравнительно дешев. Для этих же целей /46/ эффективны Тиурам и Фундазол (0,5 %-й раствор), позволяющие сохранить неповрежденными свежераспиленные фасонированные материалы из древесины хвойных пород методом окунания в ванну целых пакетов.

### Хромофторомышьяковые консерванты

На Западе объем применения водорастворимых антисептиков вырос за последние 15 лет в 8 раз, в США и Швеции с водорастворимыми препаратами работают соответственно 75 % и 80 % пропиточных заводов /17, с. 111-114/. При этом мышьяксодержащие антисептики составляют 90 % от общего числа используемых в США водорастворимых консервантов.

Хромофторомышьяковые препараты (Доналит УАЛЛ и Доналит УА) — невымываемые антисептики. Механизм фиксации компонентов этих препаратов в древесине примерно такой же, как и у других хромсодержащих антисептиков. Они токсичны для дереворазрушающих грибов и насекомых, не вызывают коррозию металлов, не имеют запаха, окрашивают древесину в зеленый цвет. Опасны для человека в процессе пропитки, но пропитанная древесина безопасна для теплокровных.

Для улучшения защиты древесины наружных конструкций, не контактирующих с почвой, предложен антисептик ХФ с целью замены известного немецкого препарата Доналит УАЛЛ. Для лучшей фиксации компонентов в состав введены катионы щелочных металлов, специальные добавки и ПАВ. Состав не корродирует металл, стабилен во времени, не разъедает стекло, равномерно пропитывает древесину и не уступает по эффективности Доналиту /47, с. 17-19/. Действие последнего сохраняется при нанесении слоя парафиновой эмульсии (5 %-й водный раствор)

/48/ или вспенивателя Wofaron /49/.

Менее токсичен антисептик Donalit СКР для защиты древесины от гнилявой гнили /50; 51, с. 217/. Сфера его применения весьма обширна: им обрабатывали древесину для шахт, мачт, шпал, охлаждающих башен и т. п. Срок последующей обработки не превышает 15 дней после пропитки.

К числу трудновымываемых относятся антисептики, предложенные Институтом химии древесины АН Латвии. Например, Кофазант /52/ предназначен для биозащиты древесины от поражения дереворазрушающими грибами в открытых и закрытых строительных конструкциях. Достоинство препарата — отсутствие запаха, экологическая, огне- и взрывобезопасность, достаточно высокая фунгицидная активность, умеренная коррозионная способность. Вводится в древесину нанесением кистью 2-3 раза без подсушки между слоями либо вымачиванием в рабочем растворе (1:8, 1:12) в течение 2-4 ч. Недостаток — окрашивание древесины в ярко-зеленый цвет.

Препарат Эрлит — ХМБФ /и.ч.и.и. — эффективное трудновымываемое средство комплексного воздействия /53/ на основе соединений тетрафторбората аммония, сульфата меди, дихромата натрия и водного аммиака (рН 9-10) для защиты древесины в открытых и закрытых деревянных конструкциях. По эффективности аналогичен Доналиту, Базилиту СКР, Боролиту и превосходит препараты ХМ, ХМББ, МБ. Хорошо растворим в воде, экологически безопасен, не корродирует. Используют для пропитки лиственной и хвойной древесины высокой влажности (100% и больше) диффузионными способами. Сушка при повышенной температуре (около 60 °С) увеличивает степень фиксации ионов меди, хрома, тетрафторборатов и аммиака и обеспечивает качественную консервацию древесины / 15, с. 156-157/.

Сравнение новых отечественных антисептиков: Мебор, МБ-1, Боролит, Эрлит, Дифант, Кофазант и других с препаратом аналогичного воздействия Доналит показало,

что у последнего степень фиксации хрома, мышьяка и фтора ниже, а разность пороговых поглощений до и после выщивания значительно больше /17, с. 203-204/. Различно и эффективность воздействия препаратов на древесину хвойных и лиственных пород, что объясняется механизмом фиксации. При сравнении препаратов, разработанных в Институте химии древесины АН Латвии, с Доналитом учитывались их основные характеристики: предельная доза защитного средства, при которой потеря массы защищенной древесины прекращается; интервал между максимальным и минимальным количеством защитного средства, в котором прекращается разрушение древесины; вымываемость состава из обработанной древесины и критерий токсичности составов. Перечисленные антисептики могут быть использованы для защиты древесины лиственных и хвойных пород, расход - в зависимости от условий эксплуатации /54,55/.

Значительное использование в зарубежной практике препаратов типа ССА (  $Cr - Cu - As$  ) /17, с. 111-114/ обусловлено, прежде всего, широким спектром био-защитных свойств: гарантированной защитой от различных видов и штаммов дереворазрушающих и несовершенных грибов и насекомых; высокой степенью фиксации всех компонентов (практически не вымывается) и, как следствие последнего фактора, высоким уровнем экологической чистоты обработанных древесных материалов для окружающей среды.

Известно, что в мышьяксодержащих антисептиках используются соединения  $As^{5+}$ , который хорошо растворим в составе мышьяковой кислоты, но в виде арсенатов тяжелых металлов его растворимость низка /17, с. 46-49/. В присутствии  $Cr^{6+}$  фиксация мышьяка в древесине возрастает. Эмпирически показано, что 30%-я добавка хрома от массы элементарного мышьяка оптимальна для фиксации последнего в древесине и повышает вероятность ее защиты до 98%. Установлено, что при равном соотношении мышьяка и хрома в антисептиках вероятность защиты

уменьшается, что свидетельствует о подавлении токсичности мышьяка хромом /17, с 49-51/. При соотношении 1:2 наблюдается явно выраженный антагонизм этих элементов. Та же самая картина наблюдается при исследовании хромомедных антисептиков, например, ХМ-5, ХМ-11. Токсичность их для шляпочного дождевого гриба ниже, чем у сернистой меди. При увеличении концентрации бихромата натрия токсичность сернистой меди падает.

Препараты состава ССА 1-А, ССА 1-В и ССА - 2 были апробированы для защиты оконных окладов из древесины тсуги<sup>\*)</sup>, лиственницы, двукрылоплодника /56/. Показано, что распределение консервантов в древесине тсуги неравномерно по глубине (2 и 10 мм), для других пород эти различия незначительны. В пересчете на медьсодержащие компоненты указанных составов поглощение консервантов ССА 1-А, ССА-2 составляет соответственно 15,24 и 8,57 кг/м<sup>3</sup>.

В работах /57, 58/ обсуждаются условия применения консервантов ССА при различных вариантах обработки древесины. Показано, что при пропитке в древесине происходят различные реакции компонентов пропитывающих составов с образованием трудно- или нерастворимых комплексов с лигнином. Последний пластифицируется при повышении температуры в процессе сушки. Предварительное накальвание или прорезание отверстий способствует глубокому проникновению консерванта, равно как и предварительное нагревание древесины ( в воде) /59/. На образцах древесины лиственных пород, произрастающих в Японии /60/, исследованы процессы пропитки ее растворами  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{CuO}$  и  $\text{As}_2\text{O}_3$  для предотвращения от гниения. Оптимальный режим защиты предполагает пропитку 80-95% поперечного сечения древесины при расходе консерванта 2,7 - 3,5 кг/м<sup>3</sup>. Предложено несколько модификаций /61/ консервирующих составов в результате смешивания арсе-

\*) род хвойных вечнозеленых деревьев семейства сосновых

натов меди и бихромата натрия в водной среде при добавлении сильной кислоты (например,  $H_2SO_4$ ) и нагревании. Конечный продукт представляет собой гомогенную пасту, из которой при растворении в воде получают раствор любой концентрации.

фирма "Хиксон" предложила для пропитки водорастворимое средство Таналит Ц на основе соединений меди, хрома и мышьяка /62/, которое в древесине претерпевает изменения и становится водонерастворимым. Методом полного погружения с постепенным повышением давления в автоклаве пропитывают древесину столбов электропередач, морских и строительных конструкций, ограждений для защиты ее от гниения и насекомых в умеренном климате и от термитов - в тропическом. Преимущество данного препарата и технологии - сохранение физико-механических свойств обрабатываемого материала.

При очевидной эффективности антисептиков типа ССА распространение в нашей стране мышьякосодежащих препаратов сдерживается из-за того, что в рецептуре присутствует и  $Cr^{6+}$ . По токсичности для теплокровных соединения его опаснее, чем соединения  $As^{3+}$ . Однако, учитывая результаты исследований последних лет по механизму фиксации ионов хрома и мышьяка в древесине, следует отметить, что мышьякосодежащие консерванты не более опасны для окружающей среды, чем другие известные антисептики. Кроме того, выпуск их может быть налажен в промышленных масштабах и из многочисленных отходов цветной металлургии (более подробно об этом см. разд 1.4.).

#### Хлорофенольные препараты и малотоксичные консерванты

К фенолосодержащим антисептикам относится пентахлорфенолят натрия (ПХФ.) и его аналоги. Токсичен против всех биоразрушителей. В древесине переходит под влиянием углекислоты воздуха в водонерастворимое сое-

ление пентахлорфенол. Практически не вымывается. Корродирует цветные металлы. Препарат и его аналоги используют для защиты от биоразрушения деревянных деталей машин, клееных конструкций, пиломатериалов. В последнее время их применение резко сократилось из-за обнаруженных в них высокотоксичных компонентов (в частности, диоксина /63, с. 27,34,37/), чрезвычайно опасных для человека и окружающей среды. Поскольку выделение яда (диоксина) из ПХФН с технологической точки зрения является сложным, длительным и дорогостоящим процессом, то во многих странах мира введен запрет на применение ПХФН и других хлорфенольных антисептиков и ввоз импортируемой древесины, обработанной ими /31,64/. В нашей стране производство ПХФН резко сократилось (с 1987 г.), но продолжается в незначительных объемах (причем выпускается не порошок, а 5%-й раствор, из-за чего транспортные расходы возросли примерно в 40 раз, а цена - в 3 раза) /15, с. 30-32/.

Препарат ГР-48 - модификация ПХФН, в его состав входит еще кальцинированная сода (с добавлением этилмеркурфосфата). Предназначен для антисептирования свежешпиленных материалов от синевы и плесени. С целью замены на менее токсичный Сенежской лабораторией предложен другой антисептик - ПС-23, в состав которого входит ПХФН и кальцинированная сода при соотношении 2:3 /65/. Даже при 1%-й концентрации раствора данный препарат по эффективности не уступает ПХФН для защиты от синевы и плесени /66/ пиломатериалов из сосны и ели экспортного назначения.

В последние годы во многих зарубежных странах исследования направлены на поиск новых препаратов-антисептиков, обладающих токсичностью по отношению к био-разрушителям, эквивалентной ПХФН, но менее опасных для человека и окружающей среды (см. гл. 3). Анализ зарубежных антисептиков нового поколения, не содержащих хлорфенольных соединений, показал, что в большинстве своем (примерно 60%) они содержат апробированные и

выпускаемые промышленностью пестициды с известными токсикологическими и эксплуатационными характеристиками /67; 15, с. 30-32/. В частности, в Швеции создан антисептик Мертект на основе триабендазола; США, Англии, Канаде, ФРГ, Финляндии предложена серия препаратов антисептического действия на основе таких пестицидов, как 2-тиоцианометилтиобензотриазол (ТЦМТБ) и метилен-бис-тиоцианат (МБТ). Например, препарат Буээн-30 (Канада) представляет собой 30%-ю эмульсию ТЦМТБ. Антисептик БЛ-2398 (США) содержит смесь ТЦМТБ и МБТ (рекомендуемые концентрации рабочих водных растворов 0,5-2,0%). В ФРГ выпускают Превентол-3041, который содержит ортофенилфенол, реагирующий со щелочью при ее добавлении. Достоинство препарата - не корродирует металлы, растворим в воде, низших спиртах и гликолях. Предназначен преимущественно для защиты пиломатериалов от деревоокрашивающих и плесневых грибов при кратковременном хранении, атмосферной сушке и транспортировке, а также для временной защиты тары для фруктов и овощей. При 3-5%-й концентрации рабочих растворов расход зависит от породы, влажности, размеров пиломатериалов, но не превышает 20 л/м<sup>3</sup> (или 250 г/м<sup>2</sup>). Апробация препарата в промышленном масштабе /31/ показала пригодность его для обработки сырых пиломатериалов при транспортировке их в плотных пакетах в течение 1-1,5 мес. Важное условие применения данного антисептика - соблюдение pH раствора (11,5-12,7). С целью использования для антисептирования пиломатериалов были оценены некоторые импортные препараты: Fendotox 32, Kestox S10 (Финляндия), Microl 48 (Швеция), Basilit 3AB (ФРГ), Веломул (США) /68/. Наиболее эффективен против действия деревоокрашивающих и плесневых грибов Веломул, его 1%-й раствор в толуоле по защищающей способности идентичен 0,7%-му раствору ПХФН.

Несмотря на достаточную эксплуатационную эффективность, среди названных новых зарубежных антисептиков



(табл. 3) нет равного ПХФН. Для большинства перечисленных препаратов характерны следующие недостатки: плохая растворимость в воде, более низкая токсичность по отношению к грибам, высокая стоимость, выпуск товарного продукта в виде раствора, из-за чего возрастают транспортные расходы и стоимость препаратов в целом.

В связи с этим ИНИМОЛ предложил использовать следующие новые антисептики /15, с. 30-32/: К-1, ТМ, Бокит, ЭОК, Софнат, Бофнат и другие без хлорфенольных соединений (см. табл. 3).

Из испытанных отечественных препаратов наиболее перспективен К-1. Минимальная концентрация его, при которой уже проявляется защищающий эффект, составляет 2%. Бокит несколько уступает К-1, но при концентрациях 3-6% имеет тот же уровень защиты от деревоокрашивающих и плесневых грибов. Защитный эффект препаратов типа ЭОК несколько ниже, но в значительной мере зависит от соотношения составных компонентов в композиции. Из всех препаратов этого типа наиболее эффективен ЭОК-13.

Опыт промышленного внедрения новых отечественных антисептиков показал, что все вышеперечисленные препараты по своей защищающей способности менее эффективны, чем ПХФН, поэтому для достижения эквивалентного эффекта следует увеличивать время пропитки пиломатериалов (по сравнению с обработкой ПХФН) в 3-8 раз при строгом соблюдении технологической дисциплины. В то же время, их широкое внедрение в практике позволит снизить затраты на охрану окружающей среды и технику безопасности. Данные высокощелочные антисептики в зоне темных сучков и обзола могут давать окрашивание, легко удаляемое при фрезеровании пиломатериалов. При обработке последних растворами этих антисептиков с более высокой концентрацией возможно изменение электропроводности поверхностного слоя древесины.

Антисептики, не содержащие хлорфенолов /69; 15, с. 30-32; 70;  
51, с. 15-16.20, 22; 28, с. 40/

Страна-изготовитель, Антисептики	Активные ингредиенты	Конц. ра- бочего р-ра. % или его рН	Готовая форма, сведения о пре- парате
1	2	3	4
Англия:			
Cellbrite	Соединения четвертичного аммония	2,0	Конц. р-р t восп. + 47° С
Cellbrite-НВ	20,5% октановой кислоты		Конц. р-р, хорошо растворим в воде
Hickson Anti- blu-3739	МБТ, ТЦМТБ	1,0	Конц. р-р, t хране- ния 0° С
Hickson Anti- blu-3738	МБТ	2,0	Конц. р-р; замер- зание не допустимо

1	2	3	4
Канада:			
Com Cor	10% МБТ	0,6-0,8	
США:			
Benomil-50	Метил-1-(бутилкарбамоил) -2-бензимидазолкарбамат	0,2-0,5 (суспензия)	Белый крист. порошок со слабым запахом, нерастворим в воде, нелетуч
Швеция:			
Sadolin	1% беномила	15-20	
Woodgart			
Mitrol-48	8% ацетатов гуанидирован- ных бис-/8-аминоктил/ами- на, 1,8-диаминоктана и дру- гих олигомеров и 40% сое- динений четвертичного аммо- ния	2-4	P-p

1	2	3	4
Mitrol-A 25	50% алкиламиновой соли	1,4-5,5; pH 6-7	Бесцветный р-р; плотность 0,9 г/см <sup>3</sup> ; t заморзания +2°C; срок хранения 2 года
Pulco Blaskydd	60% 2-фенилфенолята калия	2,5	Конц. желто-коричн. р-р
Hager Blue Liquid	30,8% октановой и 25,6% борной кислот	3-5	Конц. р-р; растворим в воде
Mertect, Tecto Flytande Liquid	Около 45% тиабендазола	0,2-0,3	Р-р
Mitrol RQ 8	5,4% оксихинолята меди	pH 2,5-2,8	Зеленый р-р; нелетуч, корродирует сталь; t воспл. + 38°C; раз- бавляют при переме- шивании
Финляндия:			
Fennotox-S 2	22,5% пирама, 18% тиофа- натметила, 2,5% карбен- дазима, 12% нитрата натрия	Суспен- зия	Серый тонкодисперс- ный порошок, срок хранения 2 года

Продолжение табл. 3

1	2	3	4
Kemtox - S 10	12% ПЦМТВ, 4,5% 2 п-октил-4-изотиазолинона	1,0-2,0	Эмульсия темно-красного цвета
Sinesto	33,5% 2-этилгексаноата натрия, 18,5% хлоридтриметилкokoаммония	5,0	Прозрачный желтоватый р-р; незначительно корродирует металлы
29 Sinesto-B	26% 2-этилгексаноата натрия, 14% хлоридтриметилкokoаммония, 5,6% буры	5,0-6,0; рН 11	Прозрачный желтоватый р-р со слабым запахом хорошо растворим в воде
Woodgard-ES 979-9006	6,7% 3-иод-2-пропилбутилкарбамата, 4% карбендазима, 9% ароматических углеводородов	0,4-0,8	К.з.; при употреблении периодически перемешивать для поддержания гемогенного состояния
Швеция, Финляндия: препараты группы Mycocid, Improsol	50-80% кислого фтористого аммония, 15-45% кислого фтористого калия	5,0	11 класс токсичности; высокая коррозионная способность

1	2	3	4
Япония: Millicut-180F	Метил-2-бензимидазолил карбамат, три-п-бутилполи- вофталат, разбавители, ак- тиватор, технологические добавки	pH 7-8	Белая суспензия, раство- рима в воде; при попада- нии в рот вызывает ост- рое отравление
ГДР	ФРГ:		
Basiment-540	МБТ	2,0-4,0	Желтая эмульсия со сла- бым запахом; раствори- ма в воде; t воспл. + 43°C; хра- нить только в заводских контейнерах; расход 100 г/м <sup>2</sup> при методе по- гружения
Basiment-NT	Соли соединений четвертич- ного аммония	3,0-5,0	Конц. р-р со слабым за- пахом (мыла); t воспл. + 70°C; плот- ность 0,98 г/см <sup>3</sup> ; расход 200 г/м <sup>2</sup> ; срок хранения не ограничен

1	2	3	4
Basiment-475	Эфир тиофосфорной кислоты	2,5-3,0	К. э.; растворима в воде; малотоксична; расход 250 г/м <sup>2</sup> ;
Basilit-SAB	90% тиокарбамида	5,0-6,0	Белый порошок без запаха; гигроскопичен, растворим в воде (при t <sup>0</sup> > 10°C); расход 200 г/м <sup>2</sup>
Xulasan-K	80% калиевой соли дивалентного оксида	1,0-2,0	Крист. порошок со слабым запахом; растворим в воде; ЛВ антисептик; обработка методами окунания, опрыскивания; расход 200 г/м <sup>2</sup>
СССР:			
Бокит	Производные тиокарбамидной кислоты и соединений бора	5,0-6,0	Белый крист. порошок без запаха; гигроскопичен, растворим в воде; III класс токсичности; срок хранения 2 года; расход 2 кг/м <sup>3</sup>

Продолжение табл. 3

1	2	3	4
К-1	Органические соединения алифатического ряда	2,0-3,0	25%-й водный концентрат; цвет от желтого до светло-коричн.; нельзя смешивать с ПХФН и другими антисептиками; неогнеопасен, растворим в воде; 11 класс токсичности; хранить в герметической упаковке, защищать от ультрафиолетовых лучей
ТМ	Тиокарбамид		Растворим в воде /подогретой/; неогнеопасен; малотоксичен
ЭОК	Щелочные соли карбоновых и неорганических кислот. технологические добавки	5,0-10,0 рН 9,5-10,5	Белый порошок или мелкие гранулы со слабым запахом; растворимы в воде; неогнеопасны, не изменяют цвет пиломатериалов



1	2	3	4
Композиция на основе алкилтриметиламмоний хлоридов / алкил $C_{16}-C_{18}$ / и неорганических щелочных солей		2,0-8,0; рН ~10	Белый или желтоватый порошок со специфическим запахом; растворим в воде, гидроскопичек; пожаровзрывобезопасен; III класс токсичности
Софнат	Смесь кальцинированной соды и фтористого натрия	3,0-4,0	Нелетучий порошок без запаха; негорючий; растворять в "мягкой" воде, расход 1,2 кг/м <sup>3</sup>
Боснат	Смесь фтористого натрия и борной кислоты	3,0-4,0	Нелетучий порошок без запаха; растворять в "мягкой" воде; негорючий.

## 1.2. Органикорастворимые защитные средства

К этой группе антисептиков, не менее распространенных в практике, относятся пентахлорфенол и препараты на его основе, нафтенаты меди, цинка, металлоорганические соединения и т. д. Основное их назначение — использование для пропитки древесины и изделий из нее, эксплуатируемых вне помещений (тара под оборудование, детали машин, сваи, шпалы, опоры и т. д.), вследствие обеспечения лучшей пропитки и большей устойчивости по отношению к действию погодных и биологических факторов.

Пентахлорфенол ( $C_{10}H_7Cl_5O$ )<sup>4)</sup> и нафтенат меди  $[Cu(C_{10}H_7O)_2]$  обладают высокой токсичностью по отношению ко всем биоразрушителям древесины. Хорошо растворимы в маслах и многих органических растворителях. В воде практически не растворяются. Химически инертны, поэтому устойчивы в древесине. При пропитке используются в виде 3–9%-х растворов в нефтепродуктах и других органических жидкостях (уайт-спирите, тракторном керосине, дизельном топливе, нефтяном растворителе). В растворы пентахлорфенола иногда добавляют жирорастворимые красители (до 0,5%) или водоотталкивающие вещества (петролатум, парафин). Для пропитки древесины, эксплуатируемой в условиях влажного и жаркого климата, рекомендован состав с инсекто-фунгицидным действием, включающий пентахлорфенол (4%) с добавками линдана (1%), толуола (40%), уайт-спирита (40%) и льняного масла (15%) /71/. Раствор используют после перемешивания до полной гомогенизации с целью придания обработанной древесине еще и термо- и влагоустойчивости. В сухом и жарком климате для защиты полуфабрикатов из древесины от насекомых (в т.ч. и термитов) применяют аналогичный состав /72/, в котором растворителями служат толуол (40%)

4) Препараты пентахлорфенола в маслах и тяжелых нефтепродуктах исключены из ГОСТ 20022.0-82.

и уайт-спирит (85%).

Растворы нафтената меди одновременно с консервированием гидрофобизируют древесину и окрашивают в зеленый цвет. Проникают в древесину несколько труднее, чем раствор пентахлорфенола. Для улучшения гидрофобных свойств, повышения биозащитного эффекта и регулирования цветовой гаммы в состав для пропитки рекомендуется [73] дополнительно вводить триглицериды талловых жирных кислот (20-50%). При этом содержание нафтената меди может изменяться от 0,2 до 15%, а растворителя - от 49,8 до 65%. Нафтенат меди при поглощении  $1,55 \text{ кг/м}^3$  [74] эффективно защищает заболонь сосны от губительного воздействия штамма ДДЛ 12Е. Есть сведения [75] об обработке окоренной древесины методом кратковременного погружения в раствор (2,67%-м) нафтената цинка в присутствии других добавок (ПАВ, антипирены, пигменты и т. д.). Ввиду высокой проникающей способности раствора, металл фиксируется в древесине и не выщелачивается водой. Несмотря на очевидную сложность и длительность предложенной предварительной подготовки, этот способ пропитки не приводит к деформации лесоматериалов и изменению других характеристик.

Следует отметить, что растворы ПХФ и ПМ подразделяются на легкопроникающие (Л), растворителями в которых являются легколетучие органические вещества, и маслянистые (М) с органическими растворителями маслянистого типа, кстати, имеющие преимущественное применение [76]. Например, доказано, что пентахлорфенолят натрия и нафтенат меди, растворенные в дизельном топливе, при поглощении  $4 \text{ кг/м}^3$  обеспечивают хорошую сохранность сосновой древесины в течение 20 лет [77].

Все препараты типа Л используются для пропиток без применения давления и нагрева. Препараты типа М предназначены для пропиток под давлением, а также с нагревом. Эффективен также двойной вакуумный метод пропитки. В целях кратковременной защиты можно испол-

завать и грунтовку /78/.

В зависимости от особенностей химического состава в группе органикорастворимых биоцидов, помимо перечисленных, относят углеводороды, галогенуглеводороды и нитросоединения; спирты, фенолы и их производные; альдегиды, кетоны, органические кислоты и их производные, четвертичные аммониевые основания (ЧАО) и соли аминов. Гетероциклические соединения /79/. Например, защитным действием против дереворазрушающих грибов (*Ascomycetes* и *Basidiomycetes*) обладают препараты на основе непереносимых бутиловых соединений (бут-2-индиол-1,4- производных и бут-2-эдиол-1,4- производных) при поглощении 0,2-0,7 кг/м<sup>3</sup>. Растворителем служит вода и ацетон /80/.

Рекомендуется использовать водные растворы этилового квантогената (0,5-1%) для предохранения от воздействия гриба *Coniophora puteana* V. Обработка срезов древесины проводится в вакууме и предполагает охлаждение рабочего раствора до 20°C, а при длительном его хранении - до 5°C /81/. Для повышения прочности и стабильности размеров деградированной археологической древесины применяют известный способ пропитки в "горяче-холодной ванне". В качестве раствора холодной ванны рекомендованы фенолоспирты, а для горячей ванны - водные растворы глицерина и/или этиленгликоля с молочной кислотой /82/. Кислотность раствора в последнем случае варьируется в интервале pH 3,5-5. Этот способ можно реализовать в полевых условиях. Обсуждается возможность /83/ использования роданида с целью снижения вымываемости меди (от 60,5% до 1,5%) из древесины, обработанной средствами защиты на основе водо- и спирт-растворимых комплексов  $Cu^{2+}$ , водорастворимых тиоцианата или диотида и восстановителя. Эффект достигается после 4 недель выдержки лесоматериала, но может быть более значительным (вымываемость  $Cu^{2+} \sim 0,3\%$ ) после предварительной обработки его горячим паром.

Достаточно распространены как средства защиты древесины с широким спектром действия ЧАО или их соли /84-89/. Их используют в качестве эмульгатора /85/ эффективных водорастворимых фунгицидов /86/ в сочетании с водорастворимыми солями меди, хрома, а также другими известными водорастворимыми фторидами, боратами и фторборатами. Пропитку проводят в автоклавах, но возможно и использование консервантов в виде пасты /86/. Консерванты на основе четвертичных аммониевых соединений в сочетании с водорастворимыми солями 2-меркапто- или 2-оксипиридин-оксидов (1 : 3 ÷ 3 : 1) при 1,25-5%-й концентрации рабочих растворов защищают древесину от плесневых, дереворазрушающих и вызывающих синеву грибов /87/ после выдержки материала в течение 4 недель. Эффектом синергизма обладает смесь соли 2-этилгексановой кислоты и соли четвертичного аммония из группы моноалкилтриметил- или диалкилдиметиламмоний-хлорида при pH рабочего раствора в интервале от 7 до 10 /88/.

Для сохранения древесины предложено немало фунгицидов /90-92/, среди которых наиболее известны и эффективны : МБТ (1); 2- (тиоцианометилтио) - бензотиазол + 1 ( Визан 1009 ); Визан 30 : Azaconazole; Кортек НР-1, Alical 48; Thiaburdazole; IF-1000; Sanplus и т. д. Кстати, препарат Визан 30 /93/ характеризуется не только высокой эффективностью в отношении грибов, но и меньшей токсичностью, большим сроком хранения в сравнении с другими аналогичными средствами, поэтому он рекомендован для обработки деревянных строительных конструкций, сохранения круглых сортиментов и использования в производстве волокнистых полуфабрикатов и т. д.

Как известно, биоцидные свойства неорганических соединений мышьяка, свинца, меди и других элементов весьма эффективны, но представляют определенную токсическую опасность для теплокровных. Альтернативный вариант - использование препаратов на основе элементоорганических соединений, в частности, металлоорганических /79/.

В них металл связан с одним или более атомом углерода, входящим в органический радикал. При меньшей токсичности для теплокровных они имеют большую силу бактерицидного и фунгицидного действия, чем неорганические соединения этих элементов. Токсические свойства элементоорганических биоцидов обусловлены, главным образом, способностью элементов образовывать ковалентные связи с сульфгидрильными группами, а проникновение элементов к жизненно важным системам организма регулируется обрамляющими атом элемента органическими радикалами.

В качестве биоцидов известны органические соединения свинца, олова, мышьяка, фосфора, ртути. Следует отметить, что ртуть-, свинец-, мышьякорганические биоциды даже в виде малотоксичных препаратов в результате метаболизма в организме животных, а также в почве и растениях переходят в токсичные неорганические соединения. Оловоорганические соединения в меньшей степени обладают острой токсичностью и разлагаются в окружающей среде до нетоксичных продуктов. В то же время это высококумулятивные соединения, представляющие большую опасность. Биоциды из группы фосфорорганических соединений свободны от основных недостатков, свойственных рассмотренным металлу- и мышьякорганическим биоцидам (высокая острая токсичность, кумулятивность, персистентность), поэтому их применяют в основном как инсектициды.

Из ртутьорганических соединений для защиты древесины, бумаги, тканей и других волокнистых материалов используют 0,1–0,3%-е растворы мерсила, не вымываемого водой препарата, обеспечивающего длительную защиту и минимальное влияние на окружающую среду. В его состав входят одновременно атомы и ртути, и кремния, связанные с органическими радикалами /79/. Из мышьякорганических соединений в качестве консервантов древесины наиболее токсичны по отношению к дереворазрушающим грибам 10-хлорфеноксарсин, 10-хлор-5-10-дигидрофенарсазин, фенарсазиновая кислота /17, с.145-147/

Пороговое поглощение для них 0,29-0,41% (1995). Препарату 10-хлорфеноксарин свойственна также высокая защитная способность по отношению к термитам. После годичной экспозиции (эксперименты проводились в Туркмении) повреждений образцов не выявлено. В последние годы появился новый вид антисептиков - водно-эмульсионные органические препараты, которые наиболее эффективны и перспективны /17, с. 113/. Механизм их фиксации заключается в разрушении в древесине водной эмульсии и осаждении нерастворимых в воде соединений. Однако создание такой эмульсии - технологически трудная задача и в ближайшие годы, вероятно, малосуществяемая.

Наибольшее применение из элементоорганических соединений нашли оловоорганические. Несмотря на достаточно высокую стоимость и известный дефицит олова, значение их как биологически активных веществ чрезвычайно велико для борьбы с болезнями растений, для предотвращения слизееобразования в бумажной промышленности, как антисептиков неметаллических материалов и при производстве судовых необрастающих красок. Наибольшее практическое применение имеют /79, 94-96/ трибутилоловооксид, трибутилоловобензоат, трибутилоловофосфат, трибутилоловонафтенат, трибутилоловофторид, трибутилоловолинолеат, трибутилоловоборат, трибутилоловометансульфонат, трибутилоловохлорид, трибутилоловоацетат, трибутилоловометакрилат, трибутилоловотолуолсульфонат, трибутилоловоацетилсалицилат и т. д. По сравнению с другими элементоорганическими соединениями оловоорганические биоциды обладают существенными преимуществами /79/: широкий спектр биоцидного действия на грибы, бактерии, насекомых, обростатели (растительные и животные); не корродируют металлы при контакте, термостабильны, устойчивы при хранении в индивидуальном виде и композициях; характеризуются меньшей токсичностью для теплокровных, не накапливаются в организмах и окружающей среде, постепенно разлагаются до нетоксичной двуокиси олова.

Из огромного количества соединений этого класса широко используют соединения триалкил- и триарилолова.

Максимальную активность из производных триалкил-олова  $R_3SnX$  (где R - алкил, X - OH, Cl и др.) имеют соединения, содержащие суммарное количество атомов углерода в алкильных радикалах  $R_3$ , равное 12. Соединения с различными углеводородными радикалами  $R_3$  проявляют видовую специфичность фунгицидного действия, тогда как соединения с одинаковыми радикалами эффективны по отношению к различным видам грибов. В ряду веществ  $R_3SnX$  токсичность для теплокровных уменьшается с увеличением числа углеродных атомов в молекуле соединения. Из них алкилфенокситриэтилстаннан (афотас) рекомендован для практического использования в качестве антисептической присадки (0,5-1,0%) к маслам и смазкам.

Более распространены как биоциды трибутильные производные (гексабутилдистанноксан, трибутилстанилацетат, трифенилгидроксистаннан и т. д.) /79,97,98/. Они используются, в основном, в качестве добавки при производстве противоположающихся эмалей и биостойких водно-эмульсионных красок, как защитное средство древесины (в постройках) с расходом  $\sim 0,6-0,7$  кг/м<sup>2</sup>. Есть сведения об использовании трибутилоксида олова как фунгицида в сочетании с линданом в препарате Ваксол И.И.И., производимом фирмой "Хиксон" /62/. Препараты биоцидного характера в присутствии дибутилоловооксида (1-15%) /98,99/ эффективны против грибов, морских водорослей (морского желудя и мха). Изучалась возможность использования для защиты древесины оловоорганических соединений в сочетании с синтетическими пиретроидами /100/: ципрометрином, дельтаметрином и перметрином. Показано, что перечисленные препараты реагируют только с  $(Bu_3Sn)_2O$ . Высоким эффектом при длительной эксплуатации в морской воде обладает защитное покрытие древесины, полученное при обработке ее в течение 3 мин раствором, содержащим 2-15% эфира три- и -бутилолова в смеси ароматических углеводородов (растворитель-уайт-



эврит) /101/ с последующей сушкой в течение 48 ч. Синергистическим эффектом обладает и другая смесь /102/ с использованием трибутилолова или трифенилолова (1-30%) в виде водного раствора или эмульсии для эффективной борьбы с грибами рода *Rhizopus* и *Synectium*.

Как отмечалось выше, оловоорганические соединения обладают широким спектром биологического действия на обрастатели, сравнительно безопасны в обращении, но лучшие эколого-технологические характеристики присущи полимерным формам  $\text{Sn}$  - органических соединений /79/. С ними связаны новейшие достижения в области противообрастающих покрытий. Последние характеризуются малой скоростью выщелачивания биоцидных группировок (примерно в 10 раз меньшей, чем покрытия с мономерными биоцидами). Эти покрытия высокоэффективны в течение более длительного периода эксплуатации, менее вредны и опасны для биосферы; перспективны в качестве биоцидов пролонгированного действия для защиты древесины от негативного влияния различного рода грибов, плесени, микроорганизмов; способствуют повышению не только био-, но и огнестойкости обработанных материалов /17, с. 51-52/. Следует отметить, что некоторые из оловоорганических соединений (эфиры полифункциональных кислот), например, ФХ-99, были использованы вследствие их высокой фунгицидной активности при низкой концентрации (менее 0,075%) при разработке рецептуры защитно-красящих составов типа Кофалеко /17, с. 200-201/, а также других аналогичных составов на основе политрибутиловоакрилата (АБП-100) и политрибутилглицероадипината (ЭБП-20) /15, с. 45-46/. В результате исследований определены оптимальные концентрации АБП-100 по отношению к дереворазрушающим (0,005-0,5%), деревокрашивающим и плесневым грибам (2,57-4,26%). Для ЭБП-20 эти концентрации иные: соответственно 0,75% и 3,5-5%. Экспериментальный материал подтвердил высокую эффективность такой поверхностной защиты древесины, но при этом реко-

мендуется исключить контакт конструкции с почвой.

Таким образом, рассмотренный информационный материал по органикорастворимым консервантам позволяет сделать вывод, что их применение достаточно распространено в практике и оправданно.

### 1.3. Антисептические масла

Для пропитки конструкций и элементов строений, функционирующих на открытом воздухе, используют каменноугольное (креозот), антраценовое, сланцевое масла. Это — лучшие антисептики для защиты шпал, опор, свай и деталей гидротехнических сооружений. Введение масел под давлением позволяет достичь высокого уровня защиты древесных материалов (до 40–50 лет) /2,23,43,103–105/ при условии максимальной влажности древесины 25%.

Следует отметить, что масла каменноугольного происхождения заслуживают предпочтения. Каменноугольное пропиточное масло\*) — фракция каменноугольной смолы, получающейся при высокотемпературном (800–1000°C) коксовании каменного угля /23/. Креозот каменноугольный представляет собой смесь, содержащую большое количество соединений, из которых многие используются в промышленности /2/. Условно их подразделяют на три класса: углеводороды, смоляные кислоты и основания. К представителям первого класса, составляющим основную часть объема креозота, относятся бензол, толуол, ксилен, нафталин, апенафт, фенантрен, флюорен. Смоляные кислоты,

---

\*) Американская ассоциация по консервированию древесины определяет каменноугольный креозот как продукт разгонки каменноугольной смолы, получаемой при высокотемпературном коксовании битуминозного угля: он состоит в основном из жидких и твердых ароматических углеводородов и содержит значительные количества смоляных кислот и оснований; он тяжелее воды и имеет непрерывный диапазон кипения в интервале 200–325°C /2/.

не являющиеся истинными в химическом отношении, состоят из фенолов, крезолов, ксилолов, нафтолов и в общем объеме не превышают 5%. Аналогичные основания содержат пиридины, хинолины и акридины, большинство которых токсично.

Основные преимущества креозота как антисептика: высокая токсичность по отношению к дереворазрушающим грибам, морским древоточам и насекомым, относительно низкая летучесть и растворимость в воде, что обеспечивает высокую степень устойчивости в разнообразных условиях эксплуатации; простота применения и определения глубины пропитки (проникновения); доступность и сравнительно низкая стоимость; длительный срок службы /2, 104; 28, с. 21-22/.

Разновидность креозота - жидкий каменноугольный креозот, модифицированный излучением некоторых химических соединений (карбазол, нафталин, антрацен и др.), кристаллизующихся при обычных температурах, с целью получения в нормальных условиях низковязкого масла /106/. Это позволяет исключить операции предварительного подогрева перед обработкой (и/или перекачкой из цистерн) по сравнению с обычным креозотом и использовать для пропитки без давления.

Низкотемпературные каменноугольные креозоты получают при низкотемпературном (500-700°C) коксовании угля. Их отличает меньший удельный вес, пониженное содержание циклических углеводородов и высокое содержание кислот. В практике используют в сочетании с другими разновидностями креозота. Исследованиями /107/ подтверждено, что высокотемпературный креозот (т. кипения за 1100°C) и креозот в смеси с красителем, стабилизатором, эмульгатором действуют более эффективно, чем низкотемпературный. Наиболее устойчив высокотемпературный креозот в смеси с добавками, указанными выше (при вариации поглощения для 1 м<sup>3</sup> древесины от 32 до 160 кг).

Некоторое применение /2, 104/ находят также крео-

зоты, отогнанные не из каменноугольной, а из других видов смол, например: древесной смолы при сухой перегонке древесины хвойных и лиственных пород, смолы водяного газа, нефтяных остатков. По сравнению с каменноугольным креозотом, они менее эффективны, хотя безусловно, защищают древесину от разрушающих ее организмов. Так, креозот, полученный из древесины эвкалипта, при поглощении в интервале 54-198 кг/м<sup>3</sup> оказался эффективным антисептиком к воздействию термитов, белой и коричневой гнили, но недостаточно надежным против мягкой красной гнили /108/. Следует отметить, что во всех экспериментах эффективность данного вида креозота меньше, чем каменноугольного креозота, что, по-видимому, ограничивает и возможность его использования.

Имеются данные /104, 2/ о применении креозота в смеси с каменноугольной смолой или нефтью в разных пропорциях (но не менее 50% креозота) с целью уменьшения стоимости антисептика, что особенно выгодно при пропитке шпал. Основное преимущество подобных смесей - предохранение пропитанной древесины от растрескивания и воздействия факторов внешней среды, так как нефть делает поверхность более маслянистой и защищает от перепадов влажности. Увеличение глубины пропитки достигается, как правило, при более высоких температурах и давлении, если это не повреждает древесину; есть сведения /109/, что при использовании способа Рюпинга можно подвергать повторной пропитке креозотом шпалы, бывшие ранее в эксплуатации 10 лет. В литературе опубликованы данные, что добавление нефти к креозоту понижает его эффективность против морских древоотщепов, поэтому для защиты древесины в морской воде добавки ее нецелесообразны /2/.

На практике известно о применении креозотовых эмульсий. Водные эмульсии каменноугольного креозота или креозота из древесной смолы были предложены в качестве средства для снижения количества расходуемого крео-

зота при более глубокой пропитке, чем обычно\*)/21/. Они зарекомендовали себя как легко проникающие в древесину и устойчивые при нагревании или длительном хранении, но широкого распространения не получили по экономическим мотивам. Преимущество такой обработки - от носительно сухая и свободная от масла поверхность пропитанной древесины, что существенно облегчает ее механическую обработку в дальнейшем /110/. В Австралии водокреозотовые эмульсии (РЭС) используют для обработки столбов, шпал, морских свай и т. д. Эмульсии на основе смеси креозота и древесной смолы могут быть типа "вода в масле" или "масло в воде" в зависимости от соотношения компонентов состава /111/, но для стабильности защитного средства в присутствии экстрактивных веществ предпочтительнее эмульсия первого типа. Одним из новых средств защиты древесины является состав водной эмульсии на основе искусственной смолы в сочетании с битумной эмульсией, солью борной кислоты или солями тяжелых металлов, смачивателем, пеногасителем, пленкообразователем, сгустителем и красителем /112, 113; 28, с. 20-26/. При этом вода по рецептуре составляет 52,4%, смола - 30%, битумная эмульсия - 9,5%, бораты - 3,0%, все остальное приходится на долю других наполнителей.

Новой является и пропитка марки Selbrogasse как альтернатива пропитки креозотом. Она имеет различную окраску и более эффективна для предохранения от порчи элементов оград, заборов и т. д./28, с. 17/.

Антраценовое масло (антрацен технический каменноугольный) - продукт кристаллизации антраценовой фракции каменноугольной смолы - имеет более высокий удельный вес и интервал кипения, чем у обычного или жидкого креозота, вследствие чего обладает меньшей летучестью и токсичностью.

Масла сланцевого происхождения по своей эффективности как консервирующие средства уступают каменно-

\*) Водные эмульсии креозота вводятся в древесину по способу полного поглощения.

угольным маслам и используются при дефиците последних. Получают их из некоторых фракций сланцевых смол в результате термической переработки горючих сланцев. Поскольку их токсичность несколько ниже, чем у каменноугольного, то возможно добавление обычных антисептиков.

Хотя по защищающей способности сланцевые масла относятся к одному классу антисептиков, их различают по другим свойствам, например, по вязкости. Так, низко-температурные масла имеют большую вязкость (9,6 сСт при 80°C), чем креозот и антраценовое масло (3,5 сСт) поскольку содержат больше фракций, отгоняющихся в интервале температур 275-320°C.

К основным достоинствам всех масел следует отнести, прежде всего, слабое выщелачивание из пропитанной древесины, высокий уровень токсичности в отношении разрушающих микроорганизмов, отсутствие корродирующего воздействия на металлы и влияния на прочностные характеристики материала. Это особенно важно при эксплуатации в тяжелых условиях. Недостатками считаются повышенная горючесть, окрашивание древесины в темный цвет, канцерогенное влияние [28, с. 4-5] на организм человека (вызывают рак кожи) при длительном воздействии и нарушении установленных мер предосторожности во время работы [23,24,30].

#### 1.4. Промышленные отходы - сырье для производства защитных средств древесины

В связи с возрастающими в последние годы объемами вредных веществ, поступающих в окружающую среду с выбросами и отходами промышленных предприятий, проблемы утилизации неликвидных, вредных и опасных промышленных стоков, шламов, некондиционных полупродуктов и отходов производства чрезвычайно злободневны во всех областях народного хозяйства. Создание мало- и безотходных промышленных технологий и вместе с тем комплексное использование отходов производства - акту-

альные проблемы и перспективные направления для развития научно-технического прогресса. Решение их в области консервирования древесины обеспечит снижение себестоимости защитных средств и замену дорогостоящего импортного сырья, а главное - охрану окружающей среды /114/.

Для консервирования древесины успешно применяют антисептики, в рецептуру которых входят несколько химических товарных продуктов, содержащих и такие токсичные элементы, как мышьяк, хром, фтор и т. д. За рубежом широкое распространение получили мышьяксодержащие антисептики,<sup>\*)</sup> выпуск которых осуществляется по технологии, предусматривающей извлечение мышьяка (чаще в виде пятиоксида) из отходов промышленного производства /47, с. 17-19/. В нашей стране предлагалось выпускать препараты типа ФХМ и МХМ на основе кеков свинцово-цинковых заводов Министерства цветной металлургии но из-за трудоемкости и сложности оборудования и технологического цикла внедрение не состоялось. Тем не менее, отходы практически любого промышленного предприятия этого министерства содержат отдельные ценные компоненты и могут быть использованы для переработки с целью получения защитных средств.

Так, в Уральском лесотехническом институте совместно с сотрудниками Института химии УрО АН СССР, "Унихим", "Унипромедь" разработаны способы утилизации неликвидных и чрезвычайно опасных медеплавильных отходов (промышленных стоков), содержащих соединения мышьяка, меди, хрома, серную кислоту /47, с. 17-19; 115, 116/. Предложена схема получения пропиточного раствора как мышьяксодержащего антисептика, который по своим свойствам и защищающей способности не уступает лучшим антисептикам типа Болиден, Базилит. По результатам проведенных разносторонних испытаний предложенный антисептик Урал Р-111 признан перспективным

---

\*) Болиден (Швеция), Доналит (ГДР), Базилит (ФРГ) и др.

и рекомендован для защиты древесины столбов ЛЭП, деталей оранжерей, теплиц, животноводческих помещений, контейнеров и т. д. /117/ При введении в древесину  $0,75 \text{ кг/м}^3$  мышьяка древесина надежно защищена от гниения, термитов, древоточцев и т. д. и безопасна для окружающей среды. По мнению специалистов, широкое введение указанного препарата позволит утилизировать многотонный объем промывных вод мышьяк содержащих отходов сернокислотного производства меднолаваньных заводов и обеспечить важный этап создания безотходной технологии по мышьяку. Одновременно упразднится расходы на нейтрализацию и захоронение отходов, импорт аналогичных препаратов, повысится надежность эксплуатации древесины и снизится отрицательное воздействие на окружающую среду.

Имеются сведения /17, с. 97-100, 230-233/ об использовании другого мышьяк содержащего минерального отхода - кека Среднеуральского меднолаваньного завода - для повышения биостойкости кровельного картона. Основные компоненты кека: арсенат марганца (10%), сульфат кальция (30%), гидроксид железа (10%), оксид марганца (30%). При сравнении его биозащитных характеристик и известных препаратов Доналит, Баэлит, Болиден, Урал Р-111 (СССР) оказалось, что при концентрации  $0,5 \text{ мг/г}$  (в пересчете на мышьяк) биостойкость материала, антисептированного кеком, повышается в десятки раз, в то время как для других антисептиков только в 3-5 раз.

С целью утилизации жидких отходов резино-технической промышленности (сточных вод латексных, гальванических производств, лакировальных камер) на основе их разработано несколько биозащитных составов /118/ и оптимизированы условия пропитки. Для усиления биостойкости древесины, в частности, по отношению к культуре гриба *Coelophaga sequebella*, жидкие отходы вводили дополнительно различные добавки:  $\text{NaF}$ , метилэтилкетон, нафтенат меди, некоторые непредельные ФОС. Последние



увеличивает токсичность литежных сточных вод

Определены фунгицидными свойствами обладают препараты, выделенные из древесной зелени сосны и сибиряково-витаминный (БВК) и пигментно-витаминный (ПВК) концентраты /119/. При концентрации не менее 0,3% БВК проявляет фунгицидные свойства (у ПВК они не обнаружены), при концентрации ниже 0,3% для БВК характерно фунгистатическое действие, как и для ПВК при содержании 0,3%.

Установлено /120, 121/, что щелока от варки сульфатной, сульфитной целлюлозы и нейтрально-сульфитной полусульфитной, а также отходы сахарных заводов в смеси с полиэтиленгликолем можно использовать для обработки древесины с целью предотвращения коробления и растрескивания в процессе сушки и защиты от гниения при длительном хранении. Расход щелока не превышает 10-50 кг/м<sup>3</sup>.

Известный трудновымываемый антисептик Кофазант /52/, предложенный сотрудниками Института химии древесины АН Латвии, представляет собой 4,4'-бис-(диэтиламино)-трифенилметан щавелевокислый моногидрат и является отходом производства, концентратом красителя основного ярко-зеленого. Препарат характеризуется хорошими фунгицидными свойствами и экологически безопасен.

Следует отметить, что одно из достоинств практически всех разработанных в этом институте препаратов для защиты древесины - использование в рецептуре отходов промышленности и сельского хозяйства либо распространенных и дешевых материалов /53, 67, 122/. Например, препарат огнезащитного действия Цифант создан на основе известных технических продуктов химической промышленности и одного из ее отходов /67, 122/. Другое средство - Мебор /67/ - получено из отходов производства комплексных удобрений. В состав аналогичного защитного препарата МБ-1 /67/ не входят тяжелые и токсичные металлы, поэтому осадок, образующийся в результате длительной пропитки древесины, можно применять

как микроудобрение.

Показана пригодность гликольборатов (эфиров борной кислоты с гликолями) для защиты древесины от воздействия дереворазрушающих грибов в качестве биоцидной добавки в защитно-красящих составах, предназначенных для декоративной отделки био- и гидрозащитных поверхностей деревянных элементов внешних конструкций построек и сооружений /47, с. 32-35/. Из нескольких способов получения боратов, предложенных авторами, особенно интересен и экономически выгоден способ, позволяющий использовать отходы производства борной кислоты и изопрена и обеспечивающий 1,2%-е содержание бора. Пороговое поглощение ( $P_{95}$ ) зависит от содержания бора в гликольборатах и при содержании В 1,2% равно 9,9%. Потеря массы непропитанных образцов составляет не менее  $60 \pm 5\%$ .

Утилизация серы и переработка отходов серосодержащих продуктов, безусловно, также важна с экономической и экологической точек зрения. Использование расплава серы для пропитки древесины лиственных пород /123, с. 67; 14,124/ позволяет повысить не только эксплуатационную, но и биологическую стойкость материала, который в обычных условиях характеризуется пониженными физико-механическими показателями, склонностью к биоповреждениям и загниванию. Эффект защиты от воздействия дереворазрушающих грибов начинает уже проявляться при поглощении серы 40-50% от массы древесины, а при глубокой пропитке (поглощение свыше 50%) она практически не подвергается биоразрушению. Это особенно важно для древесины, применяемой в сельском хозяйстве, в градирнях и т. д. Пропитку древесины в расплаве серы осуществляют либо методом горячей ванны при постоянной температуре расплава, либо способом горяче-холодной ванны с понижением температуры расплава от 155 до 115°C на второй стадии пропитки /14; 124/. Преимущества технологии заключаются в ее экологической чистоте, относительной простоте, достаточной экономичности: она дешевле по сравнению с модифицированием древесины полимера-

ми, позволяет рационально использовать лиственную древесину даже с повышенной влажностью, экономить электроэнергию, древесину хвойных пород и другие ценные материалы /17, с. 245-248; 123/.

Фторсодержащие антисептики широко применяют в мировой и отечественной практике консервирования древесины. Однако в последние годы в стране они переведены в разряд дефицитных фондируемых материалов /126/. В то же время на алюминиевых заводах страны ежегодно скапливается огромное количество отходов, содержащих 15-30% фтористого натрия. Возможность замены фтористых солей фторсодержащими отходами этих заводов подтвердили исследования сотрудников Лесотехнической академии им. С.М. Кирова. Наиболее перспективным из всех апробированных отходов оказался шлам газоочистки электролизных цехов, который предложено использовать в качестве биоцидного компонента (50-60%) при производстве антисептических паст и биостойких древесноволокнистых плит. Защитный эффект пасты от воздействия дереворазрушающих грибов проявляется при расходе 150-200 г/м<sup>2</sup>. Себестоимость единицы продукции удалось снизить более чем в 2,5 раза по сравнению с антисептиком NaF. Дополнительной замены оборудования предложенная технология не предусматривает. Внедрение отходов в практику выгодно не только экономический, но и в экологическом аспекте, способствует значительному снижению токсичности выбросов металлургических заводов.

Таким образом, перечисленные выше примеры свидетельствуют о том, что проблемы разработки и создания мало- и безотходных технологий в процессе консервирования древесины, а также комплексного использования природных ресурсов и промышленных отходов многоплановы и требуют для решения совместных усилий научных подразделений и промышленных предприятий. В конечном итоге, речь идет не только о дополнительных экономических показателях и критериях (экономия валюты, энергии, древесины и т. д.), но и о категориях несоизмеримо бо-

и с важных – об охране природы и здоровья населения.

### 1.5. Препараты для огнебиозащиты древесины

Древесина подвержена воздействию не только доредворазрушающих организмов, атмосферных условий, но и огня, вследствие чего для ее защиты используют различные препараты, способы и методы. От огня ее защищают антипиренами – веществами или их смесями, предохраняющими от воспламенения или самостоятельного горения. В общих чертах механизм защитного действия антипиренов определяется: низкой температурой плавления с образованием плотной пленки, преграждающей доступ кислорода к материалу; разложением при нагревании с выделением инертных газов или паров, затрудняющих воспламенение газобразных продуктов разрушения древесины; поглощением большого количества теплоты на плавление, испарение и диссоциацию, что предохраняет пропитанные материалы от нагревания до температуры их деструкции; повышенным углеобразованием пропитанных материалов при их термическом разложении /18/.

К способам огнезащиты относятся: 1) введение в состав защищаемого материала антипиренов, уменьшающих их горючесть, и 2) нанесение на их поверхность слоя негорючих или обладающих пониженной горючестью веществ. При этом пропитка (1) позволяет получить труднгорючие или трудновоспламеняемые материалы, а нанесение антипирена (2) – понизить скорость возгорания и распространения пламени.

В зависимости от назначения объектов защиты пропитка антипиренами может быть глубокой (5–20 мм) или умеренной (2–5 мм). Ее проводят различными способами (вымачивание, в горяче-холодных ваннах, вакуум-атмосферным давлением, в автоклавах классического типа с применением высокого давления и т. д.), при этом количество антипирена, поглощенного древесиной, варьирует в интервале 20–80 кг сухой соли на 1 м<sup>3</sup> древесины /126/.

Безусловно, что степень огнезащиты также неравнозначна. Введение больших количества антипирена (до 60-80 кг/м<sup>3</sup>) при глубокой пропитке увеличивает массу материала (что не всегда приемлемо в конструктивном отношении), снижает прочность  $\sim$  на 20%, повышает гигроскопичность и хрупкость, затрудняет впоследствии склеивание и отделку. Поскольку пропитка антипиренами на водной основе связана с введением в древесину дополнительного количества воды, то ее удаление во время сушки может быть сопряжено с короблением или растрескиванием материала. Основным недостатком этой группы препаратов считается их достаточно легкая вымываемость из древесины, отчего снижается эффект огнезащиты: огнестойкость конструкций или отдельных частей в условиях нормального воздействия огня должна составлять 1-2 ч, но, к сожалению, этот уровень еще не достигнут.

Для нанесения (2) поверхностных огнезащитных покрытий применяют: растворы, краски, обмазки.

Как и антисептики, антипирены бывают растворимыми в воде и органических растворителях. Наиболее распространены фосфаты аммония (диаммонийфосфат, моноаммонийфосфат, смесь их), аммония сульфат, бура и борная кислота; реже используют хлористый аммоний и хлористый цинк. Препараты с антипиренным эффектом, растворимые в органических растворителях, могут содержать хлор-, бром-, фосфор- и/или борсодержащие соединения.

Антипирены применяют либо в чистом виде, либо в сочетании с антисептиками, гидрофобными веществами, пигментами и другими компонентами (так называемые препараты комплексного действия). Последние представляют наибольший интерес, так как обеспечивают одновременно защиту комплексного (огнебиозащитного) характера (24, 53, 67, 126; 17, с. 9-20). К этой группе можно отнести: ББ, ПББ, ПБС, ХМББ, Мобор, ХХЦ, ХМХЦ, ХМК ХМ-11, МС 3:7, МС 1:1, ХМФ, ДМФ и др. (см. табл. 1, гл. 1).

Препарат ББ создан на основе тетрабората натрия

и борной кислоты. Без цвета, запаха, легко проникает в древесину, хорошо растворим в воде (24% при 20°C), но легко вымывается из древесины.

У препаратов ПББ и ПБС антисептической основой служит ПХФН, а у препарата ХМББ - антисептик ХМ-11. В качестве компонентов, повышающих стойкость древесины к возгоранию, к этим антисептикам добавляют буру и борную кислоту, а в препарат ПБС - карбонат натрия. Препараты ПББ, ПБС и ХМББ относятся к трудновываемым, поскольку соединения хрома и меди, а также пентахлорфенолят натрия образуют невымываемые хромат меди и пентахлорфенол и проникают в древесину на большую глубину. Обработанная ими древесина имеет существенно больший срок эксплуатации.

В зависимости от назначения объектов защиты и условий их эксплуатации сотрудники Института химии древесины АН Латвии разработали и предложили для практического использования целый комплекс биоогнезащитных препаратов /53, 67, 122/.

Дифант /67, 122/ - диффундирующее водорастворимое биоогнезащитное средство на основе недефицитных соединений фтора, хрома и бора, разработано для замены импортируемых из ГДР антисептиков типа Доналит. Предназначено для защиты строительной древесины, столбов ЛЭП и связи (срок службы 20-30 лет). В результате надежной фиксации компонентов препарата в древесине (трудновываемый по сравнению с аналогичными фторсодержащими материалами) экологически более безопасен. Древесину подвергают обработке автоклавным способом или простыми диффузионными: вымачиванием, опрыскиванием, нанесением кистью. Для биоогнезащиты расход препарата не превышает 35-40 кг/м<sup>3</sup>. Достоинство Дифанта - хорошая растворимость и стабильность водных растворов, равномерное и глубокое проникновение в древесину, способность не корродировать металлы, не увеличивать гигроколичность, не ухудшать физико-механические свойства объекта защиты. На основе Дифанта разработаны

высокоэффективные пасты для допропитки древесины.

Мебор /67/ - водорастворимый антисептик-антипирен на основе соединений меди и бора. Предназначен для защиты закрытых деревянных конструкций (ввиду вымываемости), при концентрации 87-100 кг/м<sup>3</sup> действует как антипирен. Достоинствами Мебора считают использование в виде раствора или пасты, устойчивость растворов во времени, высокая проникаемость в древесину, отсутствие воздействия на ее механические характеристики, низкую токсичность по отношению к человеку и теплокровным животным. Препарат выпускается и внедрен в практику на территории Латвии.

Состав МБ-1 /67/ относится к группе водорастворимых препаратов комплексного действия, содержит аммиачные комплексы меди, буры, борной кислоты и предназначен для защиты закрытых и открытых конструкций в сельском и гражданском строительстве. Огнезащитные свойства состава проявляются при введении 80-90 кг/м<sup>3</sup>.

Эрлит (ХМБФ/ NH<sub>4</sub>OH )/53,67/ - трудновымываемое защитное средство на основе соединений тетрафторбората аммония, сульфата меди, дихромата натрия и водного раствора аммиака (рН 9-10). Препарат предназначен для био- и огнезащиты древесины в открытых и закрытых деревянных конструкциях, цельной древесины в сельском и гражданском строительстве, опор ЛЭП и связи, контейнеров, тары, ДСП и ДВП. Экологически менее вреден, чем препараты аналогичного плана, более эффективен по сравнению с известными Боролитом, Базилином СРК, Доналитом, ХМ, ХМББ, МБ. При введении Эрлита в количестве не менее 20 кг/м<sup>3</sup> древесину относят к категории трудногорючих материалов. Для препарата характерна высокая растворимость и стабильность водных растворов, отсутствие корродирующего воздействия, сохранение механической прочности древесины, пожаро- и взрывобезопасность, способность к окрашиванию обрабатываемой древесины от светло-коричневого до зеленовато-серого тонов. Внедрен по разрешению Министерства здравоохранения.

нения Латвии как перспективный материал для пропитки ( $5 \text{ кг/м}^3$ ) древесины, контактирующей с пищевыми продуктами (контейнеры, тара и т. д.).

Возникший в последние годы интерес специалистов к препаратам на основе аммиака не случаен. Растворы таких защитных средств обладают высокой стабильностью и проникающей способностью в древесину /17, с. 21-

26/. На проникновение их неблагоприятно влияют лишь экотрагированные из древесины вещества во время пропитки. Установлено, что аммиачные водные растворы неорганических солей даже низких концентраций проникают лучше водных. При изучении биозащитных свойств растворов аммиака, гидроксида натрия, сульфида натрия, карбоната натрия и их смесей было доказано, что в условиях, неблагоприятных для развития грибов бурой гнили, щелочные растворы обеспечивают биозащиту древесины, но при поражении грибами белой гнили без добавки активных фунгицидов защитного эффекта не проявляют. По литературным данным, наиболее низкое пороговое поглощение, обеспечивающее биозащиту древесины от дереворазрушающих грибов, — у аммиачного арсената меди и медь-мышьяк-карбоната аммония ( $1,6 \text{ кг/м}^3$ ). Аммиаксодержащие составы при относительно небольших поглощениях ( $7-10 \text{ кг/м}^3$ ) обеспечивают защиту материала в течение 30-40 лет в тяжелых условиях эксплуатации. Высокой токсичностью обладают аммиачные препараты на основе соединений фтора, бора, меди и некоторых добавок органических соединений /127, 128/. Из отечественных препаратов к этой группе относятся: Линор, состоящий из пентаэритрита, борной кислоты, хлорида кальция и  $\text{NH}_4\text{OH}$ , МБ-1, Эрлит, а также все композиции на основе хроматов меди в аммиачной среде, пригодные для консервирования сырой и свежесрубленной древесины. Австралийские ученые предложили комплексы составов для пропитки труднопроницаемых пород на основе соединений меди, фторидов, гидрогенфторидов аммония, борной кислоты и гидроксида аммония. Защитные свойства аммиачных боратов меди выражены



слабее из-за вымываемости бора из древесины, их целесообразно использовать в условиях, исключаящих частое соприкосновение с водой.

Механизм фиксации аммиачных защитных средств в древесине практически в литературе не обсуждался, хотя есть отдельные сведения, что фиксация происходит в результате улетучивания аммиака из древесины. Исследования авторов /17, с. 21-26/ позволили установить, что аммиак непосредственно участвует в фиксации соединений меди, хрома, фтора, бора, мышьяка и других элементов в древесине. Наиболее приемлемы из всех составов, не содержащих мышьяк, соединения меди, хрома, фторборатов в аммиачной среде, поскольку одновременно достигается высокая степень фиксации всех компонентов (80-98%) вследствие химического взаимодействия перечисленных катионов с  $-OH$  и  $-COOH$  группами полисахаридов, фенольными и алифатическими  $-OH$  группами лигнина с участием метоксильных групп. В процессе фиксации в древесине образуются ряд труднорастворимых соединений ( $[Cu(NH_3)_4]BF_4$ ,  $CaF_2 \cdot 2H_2O$ ,  $[Cu(NH_3)_6]BF_6$ ,  $Cr_2O_3 \cdot nH_2O$  и т. д.), которые удерживаются за счет адсорбции или стерического удержания на различных структурных элементах древесины (в порах трахеид сосны, сосудах березы). Кроме того, степень фиксации компонентов исследованных аммиачных составов в древесине в целом ниже, чем их суммарная фиксация на отдельных ее компонентах, что объясняется различной реакционной способностью древесины, целлюлозы, гемицеллюлоз и лигнина. Степень фиксации аммиачных защитных средств определяется, в основном, введенным количеством солей в древесину и условиями ее сушки.

Ряд препаратов разработали и предложили специалисты Сенежской лаборатории /17, с. 19-20/. После исследования их огнебиозащитных свойств в сравнении с контрольным препаратом СД при поглощении  $80 \text{ кг/м}^3$  были отобраны наиболее приемлемые: ДМ-11 (1), ДМФ-551 (2), ТМ-11 (3), СД-11 (4). Так, (1) и (2) в

меньшей степени повышали среднюю температуру в печи и на поверхности образца, (1) - (3) проявляли меньшую продолжительность горения пламенем, а (1), (2) и (4) - меньшую потерю массы испытываемых образцов. Эти данные следует учитывать при совершенствовании рецептуры предложенных препаратов и разработке теоретических положений огнезащиты древесины. Достоинство препарата Биогор (ДМФ-552) из группы ДМФ-не только высокий эффект от биологического воздействия и возгорания, но и отсутствие влияния на цвет обрабатываемой поверхности древесины /129/.

В Архангельском ЛПИ предложено использовать гипроскопические огнебиозащитные препараты для одновременной пропитки древесины от био- и огнеразрушения и качественной ее сушки /15, с. 101-103/. При исследовании действия насыщенных растворов известных антиоептиков, антипиренов и препаратов комплексного воздействия (XXII, ХМХ, СД-11, ДМ-11, ТМ-11, ТП-11, ХМХА - 1.1.10) лучшие результаты были получены для препарата XXII: сократилось время сушки (на 10-15%), снизились (в 2-3 раза) остаточные напряжения, уменьшился (в 1,5 раза) перепад влажности по сечению материала.

Интересны результаты применения в составе комплексного воздействия смеси бишофита (12%), метасиликата натрия (15%) с добавками жидкости ГЖ 10 или 11 /15, с. 130-132/. Способ предусматривает двухстадийную пропитку (вначале в бишофите, так как качество древесины и ее прочностные характеристики в этом случае оказываются лучше) по схеме вакуум-давление. Уровень огнезащиты составляет 2,8 - 4,1% для березы и 5,5 - 6,0% для сосны. По отношению к грибу *Coniophora cerebella* их биостойкость улучшилась (для березы и сосны на 6,7 и 5% соответственно). В результате подобной пропитки материал образцов отнесен к категории атмосферостойких трудносгораемых и с улучшенной биостойкостью.

С целью придания древесины и изделиям из нее (фанера, ДСП и т. д.) инсектофунгицидных и огнезащитных свойств используют ее пропитку при  $\sim 50^{\circ}\text{C}$  в 10–12%-ном водном растворе состава: 50%  $\text{CuSO}_4$ , 35%  $\text{H}_3\text{BO}_3$  и 15%  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot (\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$  с последующей выдержкой в закрытом помещении в течение 10–20 дней /130/.

Способ основан на применении известных веществ и достаточно прост в исполнении. Эффективным для комплексной защиты оказался и водорастворимый препарат на основе меди и борной кислоты /131/, в котором исходным веществом служил металлический порошок меди, суспензированный в водном растворе борной кислоты и аминокспирта при определенном соотношении компонентов. Препарат можно использовать в виде раствора или пасты с концентрацией меди 10–185 г/л и бора 2–45 г/л.

Комплексным защитным эффектом обладают и такие препараты, как антифаер-4 (диаминфосфат, фторид натрия сульфат аммония), пламабор (стирол, акрилонитрил, хлорид цинка), ММФ (метилметакрилат, хлорэтилвинилфосфат). Пропитку сосны влажностью  $65 \pm 5\%$  проводят при температуре раствора  $+ 20^{\circ}\text{C}$  в условиях вакуума в течение 1 недели. Концентрация рабочих растворов – 10 и 20% /132/. Аналогичным эффектом обладают Antifaer B, Antifaer 42, Fedabor 3, которые болгарские специалисты /133/ применяют для защиты музейных экспонатов и памятников культуры.

Стойкий эффект против воздействия грибов *Colletotrichum pitheana* и *Rozia Varovia* обнаружен у консервируемых средств /134/ на основе щелочных моно- или дифторфосфатов формулы  $\text{M}_2\text{PO}_3\text{F}$  или  $\text{MPO}_3\text{F}_2$ , где щелочными компонентами могут быть Na, K или  $\text{NH}_4$ . В качестве водорастворимых щелочных или аммониевых солей использовали соли хромовой, дихромовой, фосфорной, борной и других кислот. Метод предполагает проведение обработки под давлением и/или вакуумом или двойным вакуумом с оптимальной концентрацией консерванта 2–5%. В случае применения технологии с погружением или рас-

увеличением концентрации растворов возрастает до 8-23%.

Для обработки деревянных конструкций опрыскиванием или погружением с целью защиты от плесени предложены состав смеси, содержащей 0, 1-10% окислителя (например, перекись водорода, перкарбоната натрия, гипохлорита натрия, пербората натрия или хлорита натрия) и 0,5-10% водного раствора щелочного силиката  $M_2O \cdot nSiO_2 \cdot xH_2O$ , где  $M = K, Na$  или  $Li$  и  $n = 2 \div 5$  /135/.

Оригинальный способ получения состава с огнестойкостью и фунгицидными свойствами для пропитки древесины /136/ заключается в использовании отходов металлургического производства - гранулированного шлака, состоящего из (%):  $SiO_2 \sim 30$ ,  $Fe \sim 40$ ,  $Zn \sim 2,5$ ,  $Cu \sim 0,7$ ,  $Pb \sim 0,4$ ,  $As \sim 0,4$  и т. д., для приготовления пропиточного раствора. После его растворения в 5-15%-м растворе соляной или серной кислот в водную фазу переходит  $\sim 63\%$   $SiO_2$ ,  $64\%$   $Fe$ ,  $71\%$   $Zn$ ,  $40\%$   $Al_2O_3$ ,  $20\%$   $As$ . При необходимости концентрацию  $As$  как антифунгицика можно увеличить дополнительным введением в раствор его соединений. Твердая фаза (шлак) - нерастворимый остаток - содержит также ценные металлы и может быть использован. В зависимости от породы древесины варьируется и время ее пропитки.

Не меньший интерес представляет принципиально новая технология огнебиозащиты атмосферостойким средством суловой древесины, предназначенной для эксплуатации в условиях тропического и субтропического климата /17, с. 165-167/. В результате обработки древесины происходит фиксация в ее поверхностном слое защитного средства из-за закупорки микрокапилляров. Образовавшаяся оболочка обеспечивает огнезащиту и биозащиту от поражения мицелиальными грибами. При натурных испытаниях в тропическом и субтропическом климате эффект защиты наблюдался в течение 2,5 месяцев. Метод внедрен и действует в качестве ТУ в судостроительной промышленности.

Из изложенного выше можно сделать вывод, что актуальность проблемы огнебезопасности древесины все еще сохраняется ввиду недостаточных эффективности известных препаратов и изученности вновь предложенных, нечетко обозначенных уровней огнезащитности древесины и конструкций из нее, а также масштабов рационального использования этих препаратов /137/. Следует отметить и тот факт, что в Советском Союзе пока не синтезируют в полном объеме все возможные компоненты антипиренов для древесины. Следовательно, по синтезу этих материалов в стране должна быть расширена и четко скоординирована тематика НИР при участии всех заинтересованных организаций и ведомств. Кроме того, оптимизацию состава антипиренов с антисептическим действием целесообразно проводить, используя основные положения теории термозащиты древесины, не на эмпирическом уровне, а с применением всех достижений вычислительной техники. Вероятно, в этом направлении будет полезен опыт Сенежской лаборатории по прогнозированию и экспериментальному изысканию многокомпонентных антипиренов с применением эффекта синергизма различного типа /138/. По-прежнему актуальна проблема технологичности защитной обработки древесины, включающая вопросы совершенствования технологии, пассивации пропиточных растворов или защиты непосредственно самого оборудования (ввиду высокой коррозионной агрессивности по отношению к черным металлам известных антипиренов), создание замкнутых циклов в производстве, приемлемых с экологической точки зрения и техники безопасности.

### 1.6. Нехимические средства защиты древесины

Несмотря на то, что химический метод защиты древесины признан наиболее эффективным и доступным, он наименее приемлем экологически и гигиенически даже при условии применения современных инсектицидов, в том числе и перспективных пиретроидов. Большое значение прида-

ются использованию именно экологически безопасных нехимических методов защиты древесины /139/: окорке, плотной укладке лесоматериалов в штабеля, притенению, покрытию пленкой, дождеванию, опрыскиванию репеллентами, введению биопрепаратов в штабеля и т. д.

В зависимости от вида и назначения лесоматериалов применяют различные методы хранения: влажные (сохранение высокой влажности древесины укладкой неокоренных сортиментов в плотные штабеля, дождевание, затопление, замазка торцов гидроизолирующими составами и т. п.) и сухие (сохранение низкой влажности древесины укладкой окоренных сортиментов, использование антисептиков и инсектицидов) /18/.

Выбор способа хранения и мер защиты древесины зависят от стойкости ее к поражению насекомыми, грибами и растрескиванию /140/. В соответствии с ГОСТ 90140 - 75 лесоматериалы подразделяются на 2 класса стойкости (табл. 4).

Таблица 4

Классы стойкости древесных пород к повреждению /140/

Класс стойкости	Стойкость против		
	насекомых	грибов	растрескивания
1	2	3	4

1			
(стойкие)	Пихта	Пихта	Ель
	Береза	Клен	Пихта
	Бук	Явор	Кедр
	Граб	Ясень	Ольха
	Каен	Дуб	Липа
	Ольха	Ильмовые	Тополь

1	2	3	4
11 (постоянные)	Ель	Ель	Лиственница
	Сосна	Сосна	Бук
	Лиственница	Липа	Граб
	Кедр	Кедр	Ильмовые
	Дуб	Береза	Явор
	Ильмовые	Бук	Клен
	Ясень	Граб	Дуб
		Ольха	Ясень
		Осина	
		Тополь	
	Лиственница		

Учитывая особенности климатических зон, продолжительность теплого периода года, класс стойкости, применяют тот или иной способ хранения древесины, для каждого из которых определены виды укладки и меры защиты. В табл. 5 показаны способы хранения и защиты круглых материалов. Следует отметить, что влажный способ хранения предпочтителен для круглых лесоматериалов, предназначенных для распиловки, лущения, строгания и долготья для производства рудничной стойки, балансов. Сухой способ хранения применим для лесоматериалов, которые подлежат эксплуатации непосредственно в круглом виде (строительные, мащитные, гидростроительные бревна, рудничная стойка и т. д.).

При хранении древесины на лесных складах и погрузочных пунктах нужно соблюдать санитарно-профилактические защитные меры и строго выполнять организационно-технические мероприятия. Первые предполагают очистку территории от древесных остатков, окорку, химическую или другую защиту древесины, обработку пораженной древесины, запрет на ее перевозку.

Таблица 5

## Виды укладки и меры защиты круглых материалов /140/

Способ хранения	Виды укладки	Меры защиты
Влажный	Плотная с сохранением коры; плотная с окоркой; хлыстовая	Затенение, химическая защита, покрытие торцов, дождевание, затопление
Сухой	Рядовая с окоркой	Подвешивание, покрытие торцов, затенение

Организационно-технические мероприятия включают: ограничение сроков хранения древесины и ее объемов на складах, очередность транспортировки и переработки, соблюдение сроков защитной обработки лесоматериалов /139/.

Условия хранения древесины на верхних и нижних складах неравнозначны: на верхних – в малых штабелях или отдельных пачках, на нижних – в круглых штабелях. Именно разные условия хранения и обуславливают разное качество сырья к началу переработки. Так, хранение на верхнем складе связано с наиболее значительными потерями, чем хранение на нижнем складе: 35% – для хвойных пород и 34% – для лиственных против 23% и 24% соответственно. Это объясняется неравнозначными условиями микроклимата в малых и крупных штабелях. Для первых характерны быстрый прогрев и относительная доступность хлыстов, что способствует более интенсивному биологическому повреждению, в то же время как среда у второго вида укладки более консервативна и менее динамична.

В Швеции в качестве мер защиты древесины от повреждения насекомыми рекомендуются: окорка, укрытие



куч (штабелей) древесины властиковой пленкой (на 1 м<sup>2</sup> ниже верхнего ряда) использование трех слоев бревен как прикрытие остальной части штабеля от вредителей (первоочередное удаление этих бревен по окончании лета вредителей), увлажнение древесины, хранение в воде, складирование древесины в особо крупные штабеля объемом не менее 5 тыс. м<sup>3</sup> (в этом случае при малом запасе вредителей поврежденность будет слабой), но главным считается своевременная вывозка лесоматериалов из леса / 141/.

В Советском Союзе способы укладки древесины в штабеля, хранение ее по сухому и влажному способам, в том числе затопление и дождевание, нашли отражение в различных ГОСТах, ОСТах, руководствах и обзорах / 142-144, 28, 51, 145/. Однако, в Южном Приморье /144/ влажный метод хранения не дает должного эффекта, так как некоторые виды насекомых (рыже-бурый и уссурийский черно-бурый лубоеды, усачи и большой уссурийский долгоносик) все же проникают внутрь плотных штабелей, лежащих под пологом леса и прикрытых латинком и пленками. Критически рассматривается и метод затопления как мера уничтожения вредителей на элевальных или лесоматериалах: погружение имеет частичный успех, поскольку погибает ~ 10-50% личинок при 22-30-дневном сроке, полная гибель их наступает через 45 дней и более (иногда и до 3 мес.).

Дождевание древесины используется как мера предотвращения (хотя и не абсолютная) вредителей на лесоматериалах. Опрыскивание сосновых лесоматериалов в штабелях в течение 2-4 суток при разных режимах увлажнения снизило плотность поселения вредителей в верхней части штабеля до ~ 60%. Дождевание по 10-12 ч в сутки в течение 31-51 дней привело к гибели 80-90% лубоеда безусловно, предпочтительно профилактическое дождевание древесины, но допустимо оно и при частичном затоплении бревен вредителями. Хотя метод связан с большим расходом воды, он опирается с экологической точки зрения на перспективный и менее трудоемкий (по сравнению с окро-

Для таежной зоны СССР в лиственных, смешанных и хвойных насаждениях, кроме чисто сосновых, в условиях вахтового метода лесозаготовок и при сплаве, когда запрещены химические средства, предложен биологический метод защиты древесины от повреждения насекомыми и грибами /146/. Заключается он в укладке деревьев с помощью валочно-пакетирующих машин МП-19 плотными перекрывающимися пакетами в ленты за машиной таким образом, чтобы кроны последующих пачек укрывали комли предыдущих; неукрытыми остаются только комли первой пачки в ленте. Это гарантирует отсутствие или значительное снижение степени повреждения лесоматериалов в летний период /147, 148/: при сохранении качества древесины в средней части ствола отмечены небольшие повреждения в вершинной и комлевой частях. Существенная особенность предлагаемого метода - временной разрыв между валкой и трелевкой с обрубкой сучьев (3-4 недели), в течение которого происходит биологическая сушка посредством транспирации через крону с сохранением живых элементов луба и древесины. Недостаток - возможное увеличение пожарной опасности на лесосеке в засушливые годы и необходимость укладки в ленты только деревьев с хорошо развитой кроной.

Аналогичный принцип положен в основу биоэкологического способа защиты древесины лиственных пород /149/, предусматривающего формирование запасов деревьев с кроной вдоль трасс зимних лесозаживочных дорог в однорядных пачковых штабелях и выдержку их в таком состоянии до 4-6 недель. Преимущество изложенного способа заключается в том, что крона в этот период продолжает получать питательные вещества и влагу, содержащиеся в клетках древесины дерева, обеспечивая определенный микроклимат, отличный от окружающей среды: суточная динамика изменения температуры более равномерная, освещенность и температура воздуха ниже, влажность воздуха выше, чем у штабелей хлыстов и отдельно лежащих деревь-

ревьев. Способ предполагает неизменное выполнение следующего условия: при валке и трелевке должны быть максимально сохранены кора и кроны деревьев. Срок хранения деревьев – до 2 недель. Организация хранения деревьев лиственных пород на лесосеке по описанной технологии обеспечивает полную сохранность или значительно снижает биологические повреждения в теплый период без каких-либо дополнительных затрат на защитные мероприятия. Экономический эффект от внедрения предложенного способа при заготовке березы в Оленевском, Карабашском и Прибитском лесопромыслах в 1986-1987 гг. составил 8-12 р. на 1 м<sup>3</sup>. Для древесины более ценных пород он может быть больше.

Для крупных штабелей под козловыми кранами и в условиях лесосеки предлагается также комплекс мер по биологической защите древесины [150], направленный на создание в штабелях условий, неблагоприятных для развития насекомых и грибов, повреждающих древесину. Поскольку глубокая пропитка древесины в них неосуществима, то широко используют прутенящие плиты, предварительно промораживают грунт или уплотняют снег с водой, навозят на торцы березовых и осиновых хлыстов влагостойкое покрытие или вводят в штабель препарат на основе гриба триходермы. Последний предложен как один из эффективных биопрепаратов из числа естественных антагонистов дереворазрушающих грибов [17, с. 17-78]. После проведения экспериментов в течение 6 мес. и сравнения с контрольными опытами были сделаны следующие выводы: инфекция триходермы, искусственно созданная в штабеле в начале теплого сезона, нарушила относительное экологическое равновесие, существующее между грибами в обычных условиях; число видов дереворазрушающих грибов в необработанной клетке вдвое превышало число видов в защищенной; присутствие триходермы позволило полностью избежать в первые 2 мес. хранения влияния грибов, вызывающих глубокую заболочную окраску, в то время как в контрольном опыте их колонии появлялись уже в

конце первого месяца; обнаружено слабое влияние триходермы на грибы, вызывающие плесневую поверхностную окраску, различие по двум вариантам хранения не превышало 10%; отмечена зависимость замедляющей способности триходермы от расположения хлыстов по высоте штабеля, интенсивности их прогрева и некоторых особенностей микроклимата в слоях штабеля.

Предложенный метод биологической защиты древесины позволил увеличить полезный выход пиловочника 1-го и 2-го сортов ~ на 30%, а экономический эффект составил 4,1 р. на 1 м<sup>3</sup> древесины.

Перспективны для применения на складах и малоопасны для биосферы сосновые масла – смесь терпеновых спиртов, получаемых как побочный продукт при сульфатной варке целлюлозы из древесины различных хвойных пород. Они действуют на короедов как репеленты или пищевые детергенты [139]. При опрыскивании маслом  $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$  лубоедом было поражено 40% древесины, а при использовании масла *Neorpin-65* зарегистрирован практически 100%-й эффект защиты. В неразбавленном виде сосновое масло по лабораторным данным [139, 151] оказывает почти полное детергентное действие на смолевку *Lissodes strobi*. Кроме того, установлено, что борнилацетат и альфа-терпинеол, содержащиеся в коре пихты, сосны и ели, весьма токсичны для фиолетового усача и поэтому перспективны для защиты лесоматериалов.

В литературе [143; 28, с. 45] упоминается также о возможности защиты лесоматериалов от вредителей с помощью низких и высоких температур, диэлектрического нагрева (УКВ и токи высокой и ультравысокой частоты), ультразвука и гамма-облучения. Однако, данных о широком использовании их нет.

Таким образом, нехимические методы защиты древесины, безопасные с точки зрения охраны окружающей среды, более предпочтительны в комплексе защитных мер. Каждый из них (оковка, плотная укладка лесоматериалов в штабеля, их притенение, дождевание, покрытие шенкой

или другим защитным слоем, опрыскивание релейновыми и т. п.) должен иметь всестороннюю оценку, в том числе и экономическую.

## ГЛАВА 2. СПОСОБЫ И МЕТОДЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

### 2.1. Классификация способов пропитки. Подготовка древесины к пропитке

Большое разнообразие технологических приемов пропитки, ее оборудования, дающих сил процесса и свойств пропитывающих жидкостей затрудняет создание единой общепринятой классификации способов пропитки /24, 22, 51, 152, 153, 187/.

Так, профессор С.Н. Горшин предложил классификацию способов пропитки, учитывающую технологические приемы и оборудование, используемое для процесса, с указанием определяющего движения процесса и состояния древесины /22, табл. 6/.

Другая распространенная классификация рассматривает все способы пропитки в соответствии с движущими силами перемещения в древесине пропитывающих веществ /24/. Согласно такой градации все способы пропитки разделяются на три группы: капиллярной пропитки, диффузионной и пропитки под давлением, в зависимости от того, какое из этих трех физических явлений процесса является определяющим.

К способам капиллярной пропитки относятся: нанесение раствора на поверхность древесины, погружение в ванны и панельная пропитка.

Основными способами диффузионной пропитки считаются: нанесение паст, бандажная пропитка и вымачивание в растворе.

Промышленные способы пропитки под давлением делятся на 2 группы: пропитка в открытых ваннах с пред-

Классификация основных способов пропитки  
/22, с. 73/

Способ пропитки	Технология пропитки	Начальное состояние древесины	Определяющая движущая сила процесса
1	2	3	4
1. Нанесение раствора	1. Опрыскивание 2. Окунание 3. Обработка кистью	Подсушенная	Капиллярное давление
11. Нанесение паст	1. Обмазка пастой 2. Покрытие биндажом	Сырая	Диффузия
1.1.1. Погружение в ванны	1. Кратковременное погружение с последующей выдержкой 2. Длительное погружение	То же  Сырая полсушенная	То же  Диффузия Капиллярное давление

1	2	3	4
1У. Панельная	-	Подсушенная	Капиллярное давление
У. В ваннах с предварительным нагревом	-	Сырая Подсушенная	Диффузия Избыточное давление
У1. Под атмосферным давлением после вакуума	-	То же	То же
У11. Под давлением выше атмосферного (автоклавная)	1. Вакуум-давление-вакуум 2. Давление-вакуум 3. Давление-давление-вакуум	"" "" ""	"" "" ""

Экончание табл. 6

1	2	3	4
У111. Автоклавно- диффузионная	-	Сырая	Избыточное давление и диффузия
IX. Совмещенная сушка-пропитка	-	То же	Избыточное давление



варительным нагревом древесины и пропитка в герметичных резервуарах (автоклавах) с созданием в них переменного давления (общее название "автоклавная пропитка").

Независимо от классификации, все процессы пропитки характеризуются скоростью проникновения пропиточного вещества в древесину на заданную глубину. Скорость проникновения зависит от строения и влажности древесины, свойств пропиточного вещества и характера процесса пропитки.

Перед пропиткой необходимы предварительные подготовительные операции (оковка, сушка, механическая обработка и накальвание), причем некоторые из них обязательны, некоторые — только для определенного способа пропитки или определенных пород древесины.

Оковка древесины необходима при всех способах пропитки. Перед капиллярной пропиткой и пропиткой под давлением оковку проводят заблаговременно. При диффузионной пропитке оковку ведут непосредственно перед пропиткой, без подсушки древесины.

Сушка древесины проводится перед капиллярной пропиткой и пропиткой под давлением. Перед пропиткой маслами или органикорастворимыми антисептиками влажность древесины не должна превышать 25%, а перед пропиткой водными растворами — 30%. При подготовке древесины к пропитке используют камерную сушку, атмосферную и в отдельных случаях — сушку в жидкостях (в петролатуме). Для пиломатериалов применяют преимущественно камерную сушку. Для круглых материалов и шпал осуществляют сушку (предпропиточную) атмосферным способом. Процесс этот длительный (не менее одного активного сезона), применение других способов сушки для этих сортиментов связано со многими трудностями (технического плана), поэтому используют совмещенный способ собственно пропитки и предпропиточной сушки. Однако, веских преимуществ у последнего метода нет, так как он требует дорогое оборудование, повышенный расход консервантов и представляет определенную опасность с экологической точки зрения [16]. В некоторых случаях предпропиточную сушку

заменяют для круглой древесины и пиломатериалов процессом Бушери /2/ или способом меняющегося давления /154/. Безусловно, это не в полной мере эффективно, но приемлемо для влажных материалов ( $> 25\%$ ) с последующей пропиткой в более концентрированных растворах.

Механическая обработка должна предшествовать пропитке. В результате повышается срок службы пропитанной древесины, снижаются расходы защитного средства, исключаются затраты, связанные с соблюдением техники безопасности при механической обработке пропитанной древесины.

Накалыванию подлежат лесоматериалы из труднопропитываемой древесины (ель, пихта, ядровые сортименты других пород, для обеспечения равномерного введения в них пропитывающей жидкости на заданную глубину. Для накалывания или насечек /51, с. 45/ используют станки со специальными чожами. При введении их на определенную глубину в древесину клетки раздвигаются и частично перерезаются, в результате чего пропиточная жидкость проникает на глубину наколов и распространяется на поверхности сортимента за счет перемещения вдоль волокон. В последние годы кроме механической перфорации применяют лазерную перфорацию /28, с. 12-13/. Любой вариант предварительного накалывания древесины перед пропиткой способствует продлению ее срока эксплуатации после обработки.

Ниже приведена краткая характеристика основных способов пропитки /24/.

## 2.2. Способы капиллярной пропитки

1. Пропитка нанесением раствора на поверхность сортиментов и деталей применяется в строительстве и при ремонтных работах в трех вариантах: нанесение раствора кистью, окунание в раствор и опрыскивание. Материал должен быть сухой или подсушенный. Проникновение жидкости осуществляется за счет капиллярных сил. Глу-

бина пропитки не превышает 1-2 мм для здоровой и 5мм для старой, разрыхленной древесины. Многократное нанесение раствора повышает эффективность пропитки (без подсыхания поверхности между интервалами нанесения). Механизация данной операции способствует повышению качества ее выполнения. Так, внедрение механизированного способа обработки (/17, с. 179-181/ на станке АП-100 НПО "Силава") позволяет сэкономить до 20-25% раствора антисептика и улучшить условия труда.

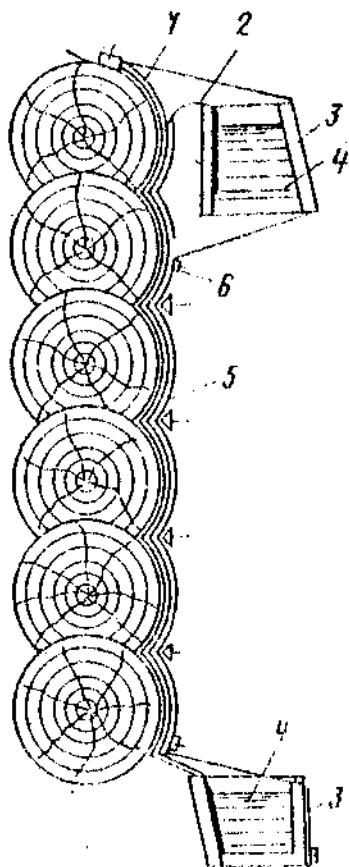
2. Пропитке погружением в ванны с кратковременной выдержкой в них сортиментов подвергают также предварительно подсушенную древесину. Проникновение жидкости происходит по тому же принципу и в результате незначительного гидростатического давления. Глубина пропитки немногим больше, чем в предыдущем способе, и зависит от вязкости и температуры жидкости, проницаемости древесины и срока выдержки. Метод менее эффективен по сравнению с поверхностной обработкой /17, с. 143-145/. Для обеспечения большей эффективности процесса пропитки необходимо обеспечить затекание раствора в древесину в аксиальном направлении.

3. Панельная пропитка разработана сотрудниками Сенежской лаборатории и предназначена для защитной обработки уникальных построек без их разборки. Механизм процесса пропитки тот же, однако, в случае использования сырой древесины иногда возникает явление диффузии. Продолжительность пропитки обусловлена многими факторами (состоянием древесины, свойствами жидкости, температурой окружающей среды и т. д.) и может варьировать от 15 до 30 дней. Принципиальная схема данного способа представлена на рис. 1,2 /23/.

В целом капиллярные методы пропитки малоэффективны, поскольку обеспечивают лишь поверхностную пропитку.

Рис. 1. Схема панельного устройства для пропитки бревенчатых стен:

- 1 - выравниватель (внутренний слой панели);
- 2 - питатель;
- 3 - резервуары;
- 4 - пропиточная жидкость;
- 5 - аэрозольная (наружный слой панели);
- 6 - планка крепления



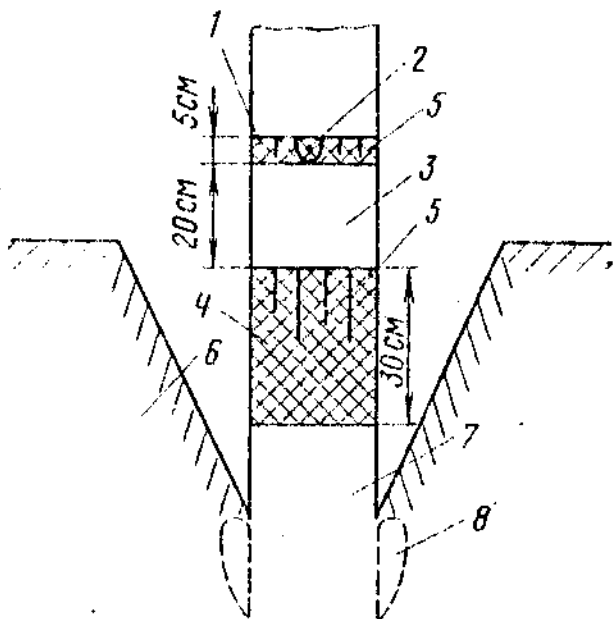


Рис. 2. Схема панельного устройства для пропитки столбов, установленных в грунт:  
 1 - герметический пояс; 2 - отверстие для пластики литселтика и защитный клапан;  
 3 - резервуарная часть; 4 - уплотнение;  
 5 - тампированные трещины; 6 - конус  
 выборки земли; 7 - зона отсутствующей пропитки; 8 - зона стерилизации земли

### 2.3. Способы диффузионной пропитки

1. Пропитку нанесением паст используют для консервирования небольших партий столбов (деталей опор линий электропередачи и связи). Пасты готовят смешиванием водорастворимого антисептика с клеевой (вязкой) основой, придающей вязкость пасте и удерживающей ее на древесине (нефтебитум, каменноугольный лак, экстракт сульфитных шелоков, латексы и т. д.) /152/. В зависимости от расхода антисептика марки паст различны. В основном применяют пасты на основе соединений фтора и бора (ПАЛ-ф, ПАФ-ПВА, ПАЛ-КФА, ФП-П) /24, 152/. Пасты могут содержать и соли тяжелых металлов (Сг, Сu) /51, с. 36, 17/. Технология обмазки проста: сырые окоренные сортименты (влажность не ниже 50-60%) обмазывают со всех сторон пастой, содержащей водорастворимый антисептик, в соответствии со схемой, представленной на рис. 3 /152/. Срок хранения 2-3 мес (в теплое время года). По истечении этого времени пакеты раскрывают, столбы подсушивают на открытой площадке (5-7 суток) и отправляют потребителю.

Защитный эффект паст возрастает (для хвойных пород более чем в 4 раза и лиственных - в 8-10 раз) при их иммобилизации в древесине посредством гидроизоляции расплавленным битумом марки 111 и У при 80-160°C в течение 25-30 с (окунанием) /17, с. 233-237/.

2. Бандажную пропитку применяют для консервирования столбов различного назначения. Ее особенность состоит в том, что происходит она во время эксплуатации. Бандаж представляет собой ленту гидроизоляционного материала (толя, рубероида, пластика), на внутренней поверхности которой нанесена антисептическая паста (например, ФПП). Крепят к столбам проволокой или гвоздями.

3. Пропитка вымачиванием в растворе отличается от капиллярной пропитки погружением, начальной влажностью и длительностью выдержки в ванне. Материал для

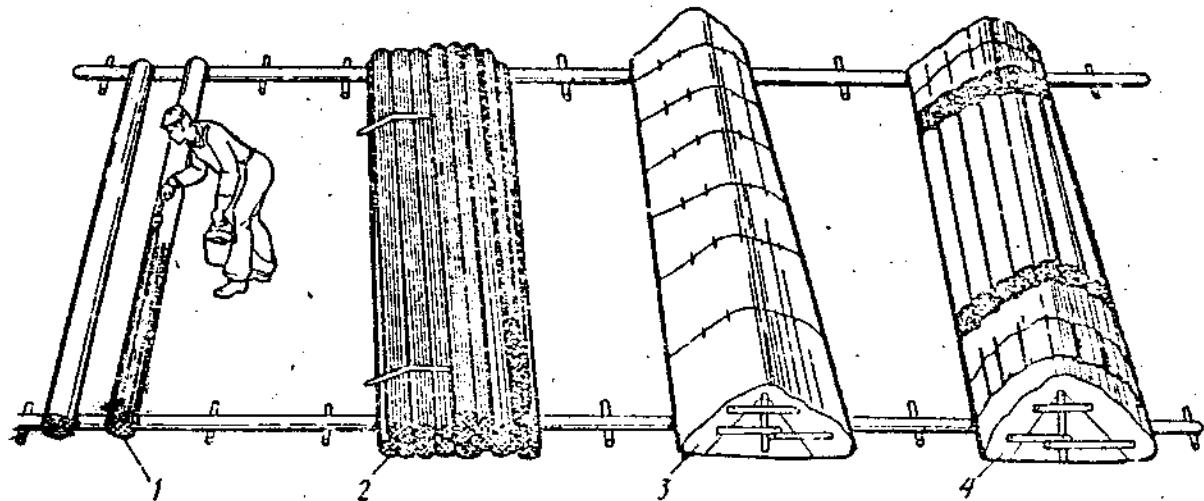


Рис. 3. Схема антисептирования деревянных сырых столбов по методу диффузии:

1 - обмазка столба антисептиком; 2 - антисептированные столбы, уложенные в плотный штабель; 3 - штабель антисептированных столбов, укрытый толем или водостойкой пленкой; 4 - штабель столбов, концы которых антисептированы и укрыты толем.

пропитки — сырой. Длительность выдержки определяется в зависимости от требуемого уровня защищенности в соответствии с классом условий службы и может варьироваться в пределах от 2—3 ч до нескольких недель. Несмотря на низкую производительность ванны, метод обеспечивает надежную защиту древесины труднопропитываемых пород.

Для пропитки круглого леса из сосны растворами солей тяжелых металлов оказался эффективным так называемый метод двойной диффузии, но для лиственных пород он не дает хороших результатов / 51 с. 10—11/.

В заключении следует отметить, что основные недостатки диффузионной пропитки — длительность и операции с ручным трудом.

#### 2.4. Способы пропитки под давлением

##### Пропитка в ваннах с предварительным нагревом.

Это — метод создания избыточного (по отношению к давлению внутри древесины) давления. Технологически метод отличается простотой: сначала древесину выдерживают некоторое время в горячей ( $90-95^{\circ}\text{C}$ ) жидкости или нагревают другим способом, а затем помещают в ванну с холодной жидкостью ( $20-30^{\circ}\text{C}$ ) для пропитки. Существует несколько вариантов данного метода. Наиболее распространен способ с использованием двух ванн — горячей и холодной. Реже встречается вариант с использованием одной (горяче-холодной) ванны (рис. 4) /22/.

В практике известны и другие модификации: нагревание и медленное охлаждение древесины в одной ванне без перекачки жидкости; пропитка в холодной ванне с предварительным диэлектрическим нагреванием древесины или импульсным интенсивным прогревом /155/, или нагреванием ее насыщенным паром ( $100-110^{\circ}\text{C}$ ) в пропарочной камере. Хотя они не получили достаточного распростра-



1, 13, 15 - нагреватели, 2 - бак для горячей жидкости, 3 - насос, 4 - крышка ванны, 5 - упоры против всплывания материала, 6 - пропиточная ванна, 7 - пакет пропитываемого материала, 8 - перфорированная труба для подачи в ванну холодной жидкости, 9 - запасной резервуар жидкости, 10 - охладитель (проточная вода), 11 - уровнемер, 12 - бак для холодной жидкости, 14 - пульт с терморегулятором

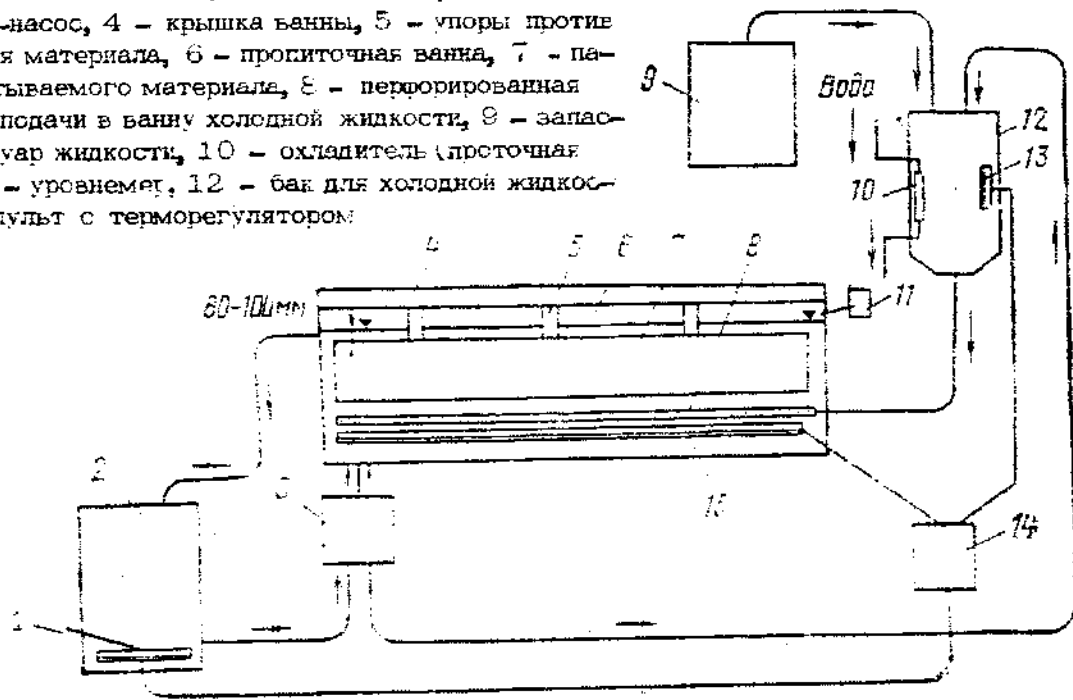


Рис. 4. Схема пропиточной установки для антисептирования и антигнирования древесины.

нения, все же следует отметить, что последний способ наиболее применим при пропитке растворами хромсодержащих антисептиков /51,145/, которые при контакте с древесиной не рекомендуется нагревать до высокой температуры. Продолжительность нагревания и выдержки древесины в холодной ванне зависит от размеров, качества и назначения сортиментов.

Недостаток способа – создание сравнительно низкого избыточного давления, не обеспечивающего достаточно глубокой и сквозной пропитки, что крайне важно в ряде случаев. В связи с этим основное значение в практике получили автоклавные способы пропитки, для которых характерны глубокое проникновение антисептика, низкие трудовые, временные и энергетические затраты.

### Автоклавная пропитка \*)

В настоящее время в промышленности нашли применение следующие способы: вакуум–давление–вакуум (ВДВ); давление–давление–вакуум (ДДВ); многоцикличные; вакуум–атмосферное давление–вакуум (ВАДВ); автоклавно–диффузионной пропитки; совмещенной сушки–пропитки.

#### Пропитка способом ВДВ

Принципиальная схема представлена на рис. 5 /24, с. 314/.

Собственно пропитка происходит во время выдержки древесины под давлением. Начальный вакуум способствует повышению глубины пропитки и увеличению поглощения древесной жидкости, поскольку из полостей клеток удаляется воздух, препятствующий ее движению. Повторный вакуум предназначен для подсушки поверхности сортиментов

Способ предназначен, в основном, для пропитки водорастворимыми антисептиками (при температуре – 40–60°C). При пропитке маслами и антипиренами ему также

---

\*) За рубежом (например, в США) пропитывается под давлением в автоклавах 95% всей антисептированной древесины /16/.

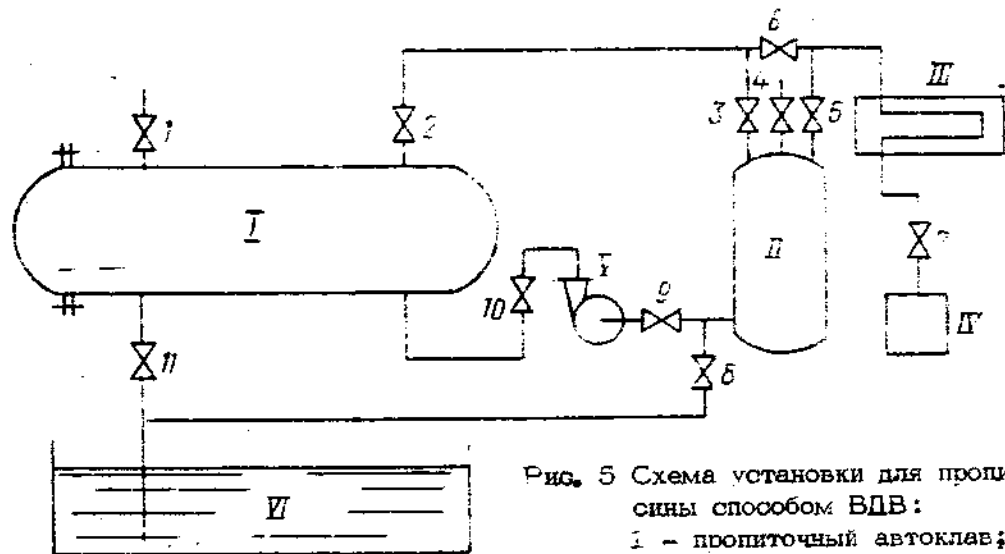


Рис. 5 Схема установки для пропитки древесины способом ВДВ:

1 - пропиточный автоклав; 11 - мерник; III - конденсатор; IV - вакуум-насос; V - жидкостной насос; VI - маневровый резервуар; 1-11 - вентили

отдает предпочтение в силу достижения высокого поглощения. Способ обеспечивает для строительных конструкций срок эксплуатации до 70 лет /16/.

Технологические параметры могут изменяться в следующих интервалах: глубина вакуума 0,08–0,085 МПа; жидкостное давление 0,6–1,5 МПа; продолжительность выдержки: под вакуумом 0,25–0,35 ч и давлением 0,5–1,5 ч; температура растворов 20–60°C, масел 85–95°C.

Конкретные режимы и параметры устанавливаются стандартами и техническими условиями.

### Пропитка способом ДДВ (рис. 6 /24, с. 316/

Способ ДДВ известен еще как способ ограниченного поглощения. Отличительная особенность его – выдержка древесины под избыточным воздушным давлением до заполнения автоклава жидкостью, при которой в полостях клеток вводится добавочный воздух. В конце процесса, во время выдержки под вакуумом, сжатый в древесине воздух выходит наружу, выталкивая часть поглощенной жидкости.

Способ применим при использовании высокотоксичных антисептиков (масел, растворов пентахлорфенола и нафтената меди), так как нецелесообразно оставлять в древесине излишнее их количество.

Преимущество способа по сравнению со способом ВДВ – пониженный расход антисептиков и более равномерное их распределение.

Модификацией рассматриваемого способа является способ "Навление–вакуум" (ДВ), который иначе называют способом полуограниченного поглощения. Его отличие – отсутствие операции выдержки под избыточным воздушным давлением. Способ нашел применение для глубокой пропитки маслами с высоким поглощением.

Вышеуказанные классические варианты автоклавной пропитки применяются для консервирования сухих или подсушенных сортиментов и обеспечивают сквозную пропитку

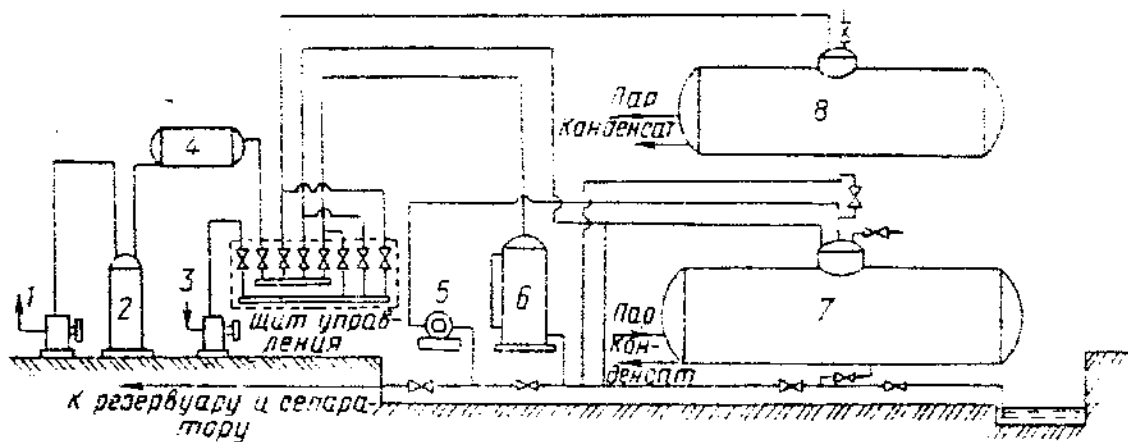


Рис. 6. Схема установки для пропитки древесины способом ДДВ :  
 1 - вакуум-насос; 2 - ресивер; 3 - компрессор;  
 4 - конденсатор; 5 - жидкостный насос; 6 - мерник;  
 7 - пропиточный (рабочий) автоклав; 8 - маневровый автоклав.

легкопроницаемой древесины (берёзы, заболонь сосны). Для труднопроницаемой древесины (ель, ядро сосны) глубина пропитки не превышает 5 мм и для ее увеличения необходимо предварительное накалывание.

Пропитка многоциклическими способами

Представляет собой 2–3-кратное повторение циклов ВДВ, ДДВ или ДВ с целью достижения бóльшей глубины пропитки без стадии предварительного накалывания. Модификаций данного способа пропитки может быть несколько. Хорошие результаты обеспечивает способ с применением так называемого мокрого вакуума 0,09 МПа, создаваемого в автоклаве, заполненном жидкостью, при этом глубина пропитки в ядровой зоне сортимента увеличивается в 1,5 раза по сравнению с другими вариациями многоциклических способов и в 2 раза – со способом ВДВ.

Пропитка способом ВАДВ (рис. 7 /24, с. 316/)

Данный способ иногда называют вакуумным. Предназначен для введения в древесину ограниченного количества пропитывающей жидкости на небольшую глубину (по заболони 5–10 мм и ядру 1–2 мм). Технологический цикл предусматривает выдержку древесины под вакуумом 0,08–0,09 МПа в автоклаве с последующим его заполнением раствором антисептика и отключением вакуума (рис. 8 /22, с. 90/).

Непосредственно процесс пропитки длится в среднем в течение 30–60 мин под действием атмосферного давления, избыточного по отношению к давлению в древесине. Наибольшее значение для величины конечного поглощения имеет глубина начального вакуума /156/, меньшее влияние оказывает длительность погружения между двумя стадиями вакуума, незначительное – длительность начального вакуума. По мере увеличения объема заболони влияние глубины вакуума возрастает в наибольшей степени.

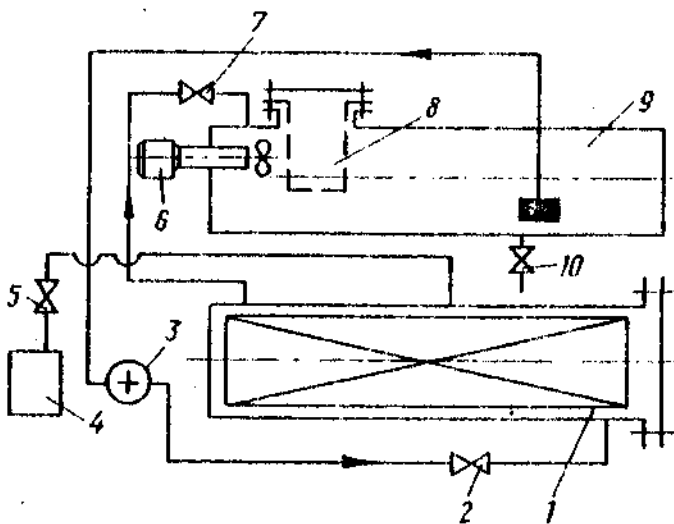


Рис. 7. Схема установки для пропитки древесины способом ВАДВ :

- 1 - пропиточный автоклав, 2 - вентиль,
- 3 - реверсивный центробежный насос,
- 4 - вакуум-насос, 5 - вентиль,
- 6 - механическая мешалка, 7 - вентиль,
- 8 - устройство для загрузки сухих компонентов, 9 - маневровый автоклав,
- 10 - вентиль.

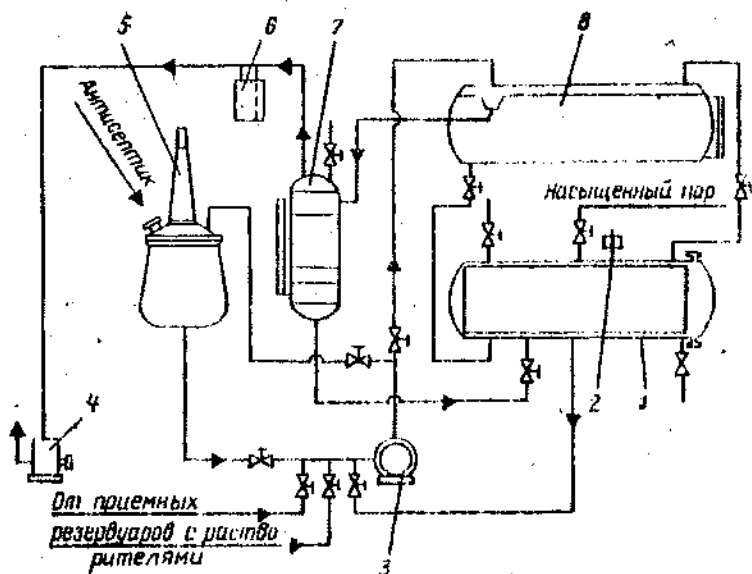


Рис. 8. Схема установки для пропитки древесины под атмосферным давлением после вакуума :

- 1 - пропиточный автоклав, 2 - предохранительный клапан, 3 - насос, 4 - вакуум-насос, 5 - резервуар, 6 - конденсатор, 7 - манометр, 8 - маневровый автоклав.



## Автоклавно-диффузионная пропитка

Это один из способов пропитки сырой древесины. Процесс предполагает нагревание лесоматериала в среде насыщенного водяного пара и вакуумирование (с целью снижения влажности на 20–30%) поверхностных зон материала с последующим введением под избыточным давлением на глубину 5–10 мм концентрированного раствора антисептика (ХМ-11, ХМФ и др.).

Выдерживание древесины в складских условиях в течение 2–4 недель способствует улучшению пропитки ее внутренних слоев.

Способ используют для консервирования круглых лесоматериалов (столбов), предназначенных для изготовления опор линий электропередачи и овязи.

Для свай некруглого сечения эффективна вакуумная паровая пропитка с использованием переменного давления поскольку при этом достигается 100%-я проникаемость сердцевинной древесины свай /28, с. 52–53/.

Модификация рассматриваемого способа – замена стадии пропаривания древесины сушкой в гидрофильной жидкости – нагретом насыщенном растворе бишофита (с целью понижения влажности). Это перспективно для пиломатериалов малопроницаемых жидкостями пород (лиственницы, дуба) и уже внедрено на отдельных заводах /17, 15/.

### Совмещенная сушка – пропитка (рис. 9, /24/)

Способ основан на двух процессах, последовательно протекающих в одном автоклаве: сушка древесины в жидкости и пропитка ее в той же жидкости. Процесс сушки проводят либо при атмосферном давлении, либо под вакуумом. Первый вариант более прост и экономичен, но снижает прочностные характеристики древесины. Второй вариант устраняет этот недостаток, но требует сложного оборудования, что вполне оправданно при пропитке ответ-

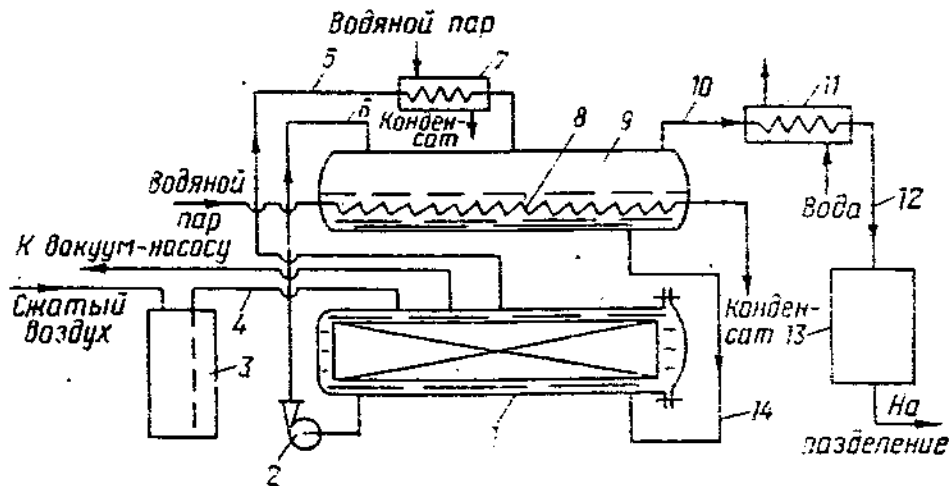


Рис. 9. Схема установки для совмещенной сушки-пропитки:

- 1 - пропиточный автоклав, 2 - циркуляционный насос, 3 - мерник,  
 4 - труба, 5 - труба, 6 - труба, 7 - выносной пеногаситель,  
 8 - calorifiers гладкотрубные, 9 - маневровый автоклав, 10 - трубопровод, 11 - конденсатор, 12 - труба, 13 - сборник, 14 - труба.

ответственных сортиментов — шпал, переводных брусьев. Пропитываемыми жидкостями являются масла или растворы антисептиков в органических растворителях, которые выполняют роль и сушильных агентов. Продолжительность сушки обусловлена многими факторами, но не превышает 20 ч. По окончании сушки пропитку можно проводить любыми из классических способов: ДШВ, ДВ или ВДВ.

Общий недостаток обоих вариантов способа — повышенный расход антисептика (на 35–40%) [16], даже для хвойных пород он неодинаков: для материалов из сосны требуется в 1,5–1,8 раза больше раствора, чем для сортиментов и деталей, изготовленных из ели.

Кроме рассмотренных способов, известны и другие варианты для повышения качества автоклавной пропитки, например, воздействием ультразвука, СВЧ, вибрацией, посредством вертикального расположения автоклава с подачей раствора снизу и т. п.

Таким образом, краткое рассмотрение способов и методов консервирования древесины позволяет сделать вывод, что, несмотря на отсутствие единой общепринятой их классификации, наибольшее применение в практике для ответственных сортиментов имеют способы пропитки под давлением; для труднопропитываемых пород — с предварительным нагревом паром и перфорацией. В последние годы за рубежом вместо механической предложена лазерная перфорация, однако, широкое ее внедрение в нашей стране — отдаленная перспектива. Каналлярная и диффузионная пропитки используются в промышленной практике, но повышение их эффективности связано с максимальным сокращением операций ручного труда на всех этапах технологического цикла.

### ГЛАВА 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В ПРОБЛЕМЕ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Обычно последствия некачественной защиты древесины характеризуются данными о потерях лесоматериалов, исчисляемыми в млн м<sup>3</sup> или млрд р. (см. введение). Цифры эти, безусловно, впечатляющие. Если еще учесть, что связано это с ежегодной дополнительной вырубкой леса на площади более 200 тыс. га и значительным ущербом, наносимым мощной лесозаготовительной техникой (повреждения оставляемых на корню деревьев, подроста, лесной подстилки, глубинных корней, уплотнение грунта, загрязнение почвы нефтепродуктами и воздуха выхлопными газами и т. д.), то становится совершенно очевидным пагубное расточительство не только национального богатства, ценных природных ресурсов, но и сознательное уничтожение категории более весомой – экологического равновесия в биосфере /157, Ч.2, с. 29/. Именно лес является на земле основным продуцентом фитомассы, кислорода, источником лекарственного сырья, топлива, местом надежного обитания и размножения фауны и флоры, объектом активной и рекреационной деятельности человека /18/. В этой связи особое значение и важность приобретают своевременное выполнение всех директивных постановлений и материалов по защите круглого леса на лесозаготовках и складах деревообрабатывающих предприятий, при сушке, хранении, антисептировании пиломатериалов и их эксплуатации /17, с. 7-11/.

Процесс консервирования древесины, как и любой другой технологический процесс, не лишен негативного воздействия на окружающую среду и сопряжен с широким кругом проблем загрязнения окружающей среды, которые, в основном, сводятся к следующим /17, с. 190-191/:

образование аэрозолей, вредных для организма человека, при приготовлении пропиточных растворов защитных средств;

запыленность воздуха в рабочей зоне;

проникновение в почву вредных компонентов консервантов в процессе пропитки и сушки древесины, обусловленное несовершенством пропиточного оборудования и систем очистки сточных вод;

вымывание и выделение токсичных соединений в окружающую среду при эксплуатации консервированной древесины и её утилизации;

деактивация осадков, шламов, их захоронение при регенерации отходов защитных средств;

влияние вредных условий труда, связанных с защитой древесины, на организм человека.

Каждый отдельно взятый технологический передел характеризуется разной эмиссией вредных веществ различных классов, которые оказывают влияние на воздух, воду и почву. Некоторые из них, попадающие в атмосферу в виде пыли и аэрозолей, в конечном итоге вновь возвращаются в воду и почву. В связи с этим все мероприятия по снижению до минимума их негативного воздействия на окружающую среду должны относиться к числу постоянных задач технологических служб, так как речь идет не только о региональной или национальной, а о международной проблеме.

Ниже более подробно рассматриваются сведения по основным проблемам.

### 3.1. Вредные выделения при пропитке

Загрязнение воздуха рабочей зоны связано с процессами производства, сушки, хранения, обработки, фасовки, транспортировки препаратов, предназначенных для защиты древесины и обработанных лесоматериалов. В технологическом цикле применяются простые и сложные органические и неорганические соединения (масла, ПАВ, кислоты, растворители, соли и т. д.), попадающие в окружающую среду. Усугубляет положение тот факт, что в нашей стране не налажено производство защитных средств

в готовой форме, поэтому приготовление пропиточных растворов сопряжено не только с повышенным уровнем запыленности воздуха, но и с образованием вредных аэрозолей. А это, в свою очередь, приводит к дополнительному ухудшению и без того небезопасных условий труда, к расширению производственных площадей, снижению производительности труда, повышению себестоимости процесса консервирования.

Именно с позиций промышленной санитарии и экологических последствий воздействия на организм человека пересмотрены нормы ПДк формальдегида\*) и предложены новые: концентрация его в воздухе 1,5 ppm \*\*) при продолжительности рабочего дня 8 ч и не более 2 ppm - при кратковременном пребывании в рабочей зоне /159/.

OSHA (Occupational Safety and Health Administration) утверждает, что, хотя формальдегид и не считается официально канцерогенным веществом, его применение целесообразно ограничить в ряде отраслей, в том числе и как консервирующего реагента для древесины. По данным советских авторов /160/, формальдегид обладает канцерогенным и мутагенным действием. Одним из источников его эмиссии являются элементы строений, мебель, изготовленные из древесных материалов с использованием карбамидоформальдегидных смол, термически и гидролитически неустойчивых. В связи с этим в последние годы значительно ужесточены экологические требования к древесным материалам, содержащим эти смолы. Так, в Львовском лесотехническом институте /123, с. 83/ проведена оптимизация модели процесса модифицирования древесины (березы) по основному параметру - выделению свободного формальдегида с целью получения экологически чистых

\*) По ГОСТ 12.1.007-76 формальдегид отнесен ко II классу опасности (высокоопасные вредные вещества)  
ПДК м.р. - 0,035 мг/м<sup>3</sup>; ПДК с.с. - 0,012 мг/м<sup>3</sup>/158/

\*\*) 1 ppm = 1 · 10<sup>-4</sup> %

древесных материалов. Процесс предусматривает выпарку древесины в 8%-ном растворе хлористого аммония с добавкой (10-12%) карбамида при температуре 85-90°C пропитку в 45 %-м растворе карбамидоформальдегидной смолы марки КФ-0, 15% сушку заготовок до 25-30% влажности, уплотнение их в горячем прессе (140-150°C) с одновременным термическим отверждением в течение 22-25 мин. Эмиссия свободного формальдегида в данном случае не превышает 18-30 мг/100 г абсолютно сухой древесины. Целесообразно отметить, что эмиссию свободного формальдегида регистрируют в настоящее время перфораторным методом по ГОСТ 27678-88, фотометрическим по стандартной шкале или электрофотоколориметрическим. Методы достаточно длительны. Для экспрессного определения может быть использован /123, с. 85/ полупроводниковый газовый датчик, позволяющий анализировать в воздушной атмосфере  $1 \cdot 10^{-3}$  -  $5 \cdot 10^{-2}$  % об. формальдегида. Дальнейшее совершенствование прибора позволит повысить его чувствительность к вредным парам данного вещества до уровня  $\sim 5 \cdot 10^{-4}$  % об.

Биоциды на основе органических и неорганических производных мышьяка также могут быть источником загрязнения биосферы при их производстве, защитной обработке древесины, эксплуатации и утилизации ее. Поступающие в окружающую среду соединения мышьяка подвергаются трансформации (в основном, в результате биометилирования и биовосстановления), причем в большей степени в почве, отложениях, растениях, организмах животных, зонах биологической активности океанов /161/.

Применение фторсодержащих соединений опасно из-за выделения в окружающую среду фтористого водорода. Из новых препаратов этой группы антисептик F-8 /162/ выгодно отличается тем, что из древесины после обработки этим консервантом не выделяется фтористый водород (HF). Аналогичный препарат предложен советскими специалистами /133/. Его достоинство - не только отсутствие выделения HF из пропиточных растворов (5-15%) и обра-

ботанной древесины, но и резкое снижение (в 3-15 раз) коррозионной агрессивности при определенном соотношении компонентов (%): бихромата натрия (11-17), сульфата меди (11-17), фторида аммония (29-33) и кальцинированной соды (38-45).

Не менее вредно для окружающей среды выделение древесной пыли (при сушке и обработке древесины) и интенсивный запах органических веществ /63, с. 37/. При отсутствии древесной пыли в воздухе промышленного предприятия оказывает неблагоприятное воздействие на работающих /163; 63, с. 27-28/. Длительное пребывание в запыленной атмосфере способствует развитию дерматитов, аллергии, бронхитов, астмы, пневмоконкоза. При ярко выраженных осложнениях в течение определенного времени они диагностируются как профессиональные заболевания. Степень опасного воздействия древесной пыли на организм человека зависит от её физико-химических свойств, размера и формы частиц. Токсичность пыли древесины обусловлена наличием в ней дубильных веществ и смол, эфирных масел, минеральных веществ, алкалоидов и т. д. Содержание их зависит от вида, места произрастания, возраста дерева и времени года. Наиболее опасна пыль, образующаяся при обработке тропических пород древесины и содержащая больше токсичных веществ. В древесине умеренных и северных широт обнаружено меньше смолистых и других вредных побочных компонентов. Тем не менее, в ФРГ /157, с. 72/ с 1986 г. буковая и дубовая древесная пыль внесены в официальный список субстанций вызывающих раковые заболевания.

Действующая в настоящее время в СССР норма содержания древесной пыли в воздухе составляет  $6 \text{ мг/м}^3$ \*) без учёта токсичности пыли тропической древесины, в связи с чем требуется, видимо, соответствующая её корректировка. Автор /163/ осылаясь на данные некоторых

\*) 1У класс опасности (малоопасные вредные вещества) по ГОСТ 12.1.007-76.



исследований, предлагает как допустимую концентрацию пыли древесины тропических пород  $1 \text{ мг/м}^3$  и менее.

Вопросы защиты воздушной среды предполагают осуществление одновременно целого комплекса мероприятий по улучшению техники безопасности, промышленной санитарии, совершенствованию технологии с целью максимального исключения прямого контакта операторов с обрабатываемой древесиной, внедрению нового оборудования для промывки, эффективных способов электрофильтрации и т. д. /164, 163, 63/.

### 3.2. Загрязнение окружающей среды при эксплуатации консервированной древесины

Мировая практика свидетельствует, что наиболее эффективны в большинстве случаев химические средства защиты. Они, как правило, содержат токсичные соединения на основе хрома, меди, мышьяка, фтора и т. д., небезопасные для окружающей среды и человека как в процессе пропитки, так и при эксплуатации под воздействием атмосферных осадков, водной среды, почвы. Их частичное вымывание, выделение в виде газообразных соединений, распространение в биосфере выдвигает одну из острых проблем консервирования: разработку и внедрение новых препаратов, менее токсичных, невымываемых и экологически приемлемых /63, с. 42; 28; 51/.

Известно, что за рубежом в течение многих лет проводится планомерная политика в отношении токсичных защитных средств /17, с. 190-191/. В ГДР прекращен выпуск аз-содержащего антисептика Доналит УАЛЛ, Англия и Финляндия также не развивают производство препаратов, содержащих мышьяк. ФРГ категорически отказывается от импорта пиломатериалов, обработанных хлорфенольными препаратами. В Японии и Финляндии снижается применение оловоорганических соединений. Материалы, содержащие хром, фтор, также небезопасны. Исследования многих фирм в последние годы направлены на создание

новых нетоксичных или малотоксичных препаратов /28; 51; табл. 3, гл. 1; 70; 69; 17; 165-168, 162/, не уступающих по эффективности известному препарату ЦХФП и его аналогам, содержащих ограниченное количество тяжелых металлов, металлоорганических и других токсичных соединений.

#### Соединения, не содержащие хлорфенолов

В гл. 1 (табл. 3) представлены сведения об антисептиках, не содержащих хлорфенолов, предложенных отечественными и зарубежными специалистами для широкого внедрения. В результате проведенных исследований было показано, что их использование для защиты древесины в виде водных растворов, эмульсий или суспензий, хотя и менее эффективно и связано с повышением стоимости обработки, но более приемлемо с точки зрения промышленной гигиены и экологии /167/.

#### Антисептики без тяжелых металлов

Отличительной особенностью новых консервантов, не содержащих тяжелых металлов, является достаточная антисептическая эффективность и пригодность для обработки тары, пищевых контейнеров, детских игрушек, сельскохозяйственных конструкций при гарантированной экологической безопасности.

Например, бесцветный антисептик Wolsit EC 50 на основе органических биологически активных веществ, не содержит хрома, его рекомендуют использовать для защиты древесины внешних конструкций и внутри помещений /51, с. 17/. Другой препарат этой фирмы Wolmarit CX 50 также не содержит данный металл и относится к группе невымываемых консервантов, экологически безопасен и поэтому возможен его "прямой контакт" с кормами и пищевыми продуктами /51, с. 13/. В Швеции фирма Kenogard производит для защиты древесины от гнили, плесени, грибных поражений Cupridol. Трудок без доба-

вок соединений мышьяка и хрома, что наиболее приемлемо для обработки материалов, предназначенных для производства детских игрушек /28, с. 40/. Фирма *Wolman GmbH* выпускает невымываемый препарат *Trioxan 2214*

предусматривающий эффективную защиту лесоматериалов от синевы в течение 6 мес после обработки (1-2%-м раствором). Несомненное достоинство антисептика - отсутствие в его составе фенолов, тяжелых металлов и органически связанных соединений хлора /28, с. 41/. Новое биологически распадающихся и не загрязняющих окружающую среду соединений создан и препарат *Gamma 01*

№ 25 для защиты от грибов и насекомых, хорошо сочетающийся практически со всеми лаками и эмалями /28, с. 42/. Перспективен для распространения как консервант конструкционной древесины, предназначенной для эксплуатации в условиях повышенной влажности, состав на основе сульфата меди, тиомочевины и фторида аммония /123, с. 61/. В результате последовательной пропитки при переменном давлении в древесине образуются трудно вымываемые комплексные соединения  $(NH_4)_2CuF_4 \cdot 2H_2O$  и  $[Cu(Thio)_2]SO_4$ . Препарат обеспечивает достаточно высокую биостойкость древесины по отношению к грибу *Coniophora cerebella* (потеря массы её превышает 1-3%) без изменения прочностных характеристик (расход антисептиков 15-18 кг/м<sup>3</sup>).

### Пиретроины как нетоксичные консерванты

Поиски эффективной замены высокотоксичного и опасного для биосферы препарата гамма-изомера ГХП (или линдана), применяемого для химической защиты лесоматериалов, позволили выделить в качестве перспективных для дальнейших испытаний синтетические пиретроиды /139/. Действие их против насекомых основывается на поверхностном контакте. По сравнению с хлор- и фосфорорганическими соединениями они неустойчивы в почве (время действия 1-8 недель), легко метаболизируются в ор-

ганизме теплокровных и так же быстро выделяются ими /154, 169/.

Некоторые из пиретроидов (перметрин, циперметрин, декаметрин, фенвалерат, цифлутрин) /166/, предложенных для защиты древесины, превосходят линдан по инсектицидной активности, а по токсичности - немного уступают ему ( $LD_{50}$  для перметрина - 4572, для линдана - 80-250 мг/кг). На летучих мышей перметрин не оказывает воздействия, декаметрин слабо токсичен для птиц. Для него характерно быстрое закрепление и такое же разложение в почве с периодом полураспада 4,5-15 дней /139/. Аналогично линдану действуют дурсбан, фенитротрион (0,5%), защитный эффект сохраняется в течение 12-16 мес /166, 139, 170/.

В Австрии для предупредительной обработки древесины рекомендованы следующие инсектициды: циперметрин (цимбиган, цимбуш) - 0,25%, дельтаметрин (децис) - 2%, фенвалерат (сумицидин) - 0,5% при расходе рабочей жидкости 1,5-3 л на  $1 м^3$  или 150-200 мл на  $1 м^2$ .

Исследованиями ЛитНИИЛХА установлено, что пиретроидные инсектициды - амбуш, рипкорд, талкорд, цимбуш периген, ровикурд обеспечивают полную защиту сооновой и еловой древесины от короедов в концентрации по д. в. 0,25-0,5%, при расходе рабочей жидкости 0,2 л/ $м^2$  при опрыскивании круглых лесоматериалов и 1 л/ $м^2$  - для штабелей при крупнокапельном опрыскивании.

Синтетические пиретроиды обеспечивают 100%-ю эффективность и при истребительной обработке древесины, заселенной листовыми сверлило и короедами-древесинниками. В список разрешенных для применения в лесном хозяйстве пестицидов для защиты сооновых и еловых бревен от "весеннего комплекса" вредителей древесины внесены: амбуш, 25% к. э.; анометрин, 50% к. э. (у обоих д. в. перметрин); рипкорд, 40% к. э.; цимбуш, 25% к. э. (оба имеют д. в. циперметрин); децис, 25% к. э. (декаметрин, дельтаметрин) с расходом д. в. на  $1 м^2$  поверхности штабеля 0,000125-0,0005 г.

Лучшими среди исследованных за рубежом пиретроидов признаны перметрин, циперметрин, декаметрин, феналдерат. Из фосфорорганических соединений эффективны бензофосфат (фозалом) и волатон при концентрации не менее 2,5% д. в.

Итак, главное преимущество пиретроидов заключается в их высокой инсектицидной активности при четко выраженной селективности воздействия. Расходы их невелики, как правило. Хотя они менее токсичны по отношению к теплокровным, но для рыб и пчёл всё же небезопасны, что требует принятия определенных профилактических мер. Пиретроиды имеют слабую способность к кумуляции, некоторые препараты оказывают раздражающее действие на кожу, поэтому все защитные работы нужно проводить при строгом соблюдении требований техники безопасности.

Выпуск новых химпрепаратов по защите древесины должен сопровождаться широкой апробацией в различных природных зонах страны и изучением экологических последствий для биосферы при их использовании /139/.

### 3.3. Загрязнение окружающей среды при утилизации древесины

В процессе утилизации консервированной древесины, утратившей свои физико-механические свойства или устаревшей морально, происходит как выделение ядовитых газов и токсичных соединений (углеводороды, оксиды серы, азота, соединения углерода и т. д.), так и попадание, в том числе и с пеплом, в почву, воздух и воду тяжелых металлов, экологически небезопасных для биосферы /17, т. 190-191; 63, с. 27-28/.

Как известно, для частичного удовлетворения энергетических потребностей на деревообрабатывающих предприятиях в качестве топлива используют древесные отходы: опилки, щепу, остатки ДСП, отходы, содержащие ПВХ /171/. В процессе сжигания образуются не только  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ , водяной пар, но и зола, содержащая

галогены (Cl, F, др.) и частично уносимая с отходящими газами. Спектр образующихся при пиролизе древесины полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) весьма сложен /172/, многие из них – канцерогены. При сжигании древесины, пропитанной антисептиками, содержащими соли хрома, меди и мышьяка, отходящие дымовые газы могут содержать до 15% хрома и 11% меди /173/. Показано, что при температуре 800°C в атмосферу выделяется до 22% мышьяка (в виде арсенидов и арсенатов). При выдерживании золы при указанной температуре в течение 6 ч его потери возрастают до 40-77%.

При пиролизе древесины дуба, пораженной вилтом и обработанной в связи с этим какодилловой кислотой во избежание распространения этого заболевания, в золе и газообразных продуктах обнаружено до 90% мышьяка и его соединений (триметиларсиноксид, какодилат, метаноарсенат). На основании этого использование в качестве топлива пораженной корневой древесины дуба, расположенной от места инъекции препарата в радиусе менее 0,7 м, считается опасным с экологической точки зрения /174/.

Ещё более опасны загрязнения при утилизации строительной древесины, обработанной ртутными или хлорфенольными препаратами, поскольку могут образовываться новые соединения, не менее токсичные /157, с. 71/.

Таким образом, видимо, целесообразно пересмотреть требования к использованию древесных горючих материалов, в том числе и отходов, в топочных установках, как это было сделано в ФРГ /157, Ч. 1, с. 74-76/. Кстати, вредные выбросы в атмосферу могут быть существенно снижены с применением топочных котлов с кипящим слоем /157, Ч. 1, с. 99-102/. Кроме того, необходимо разработать и применять на законодательной основе экологически обоснованные методы утилизации консервированной древесины /17, с. 190-191/ с истекшим сроком эксплуатации.

### 3.4. Загрязнение почвы и вод

В процессе пропитки и сушки древесины существует реальная опасность проникновения в почву и воду вредных компонентов консервантов, обусловленного использованием в технологии несовершенных пропиточного оборудования и систем очистки сточных вод. Об этом свидетельствуют и данные о распределении их в воде и почве в районе ряда промышленных предприятий /175/. По мнению автора, загрязнение воды в значительной степени зависит от геологических условий.

Наибольшую опасность для гидросферы представляют загрязнения маслами и маслорастворимыми антисептиками. Известно /123, с. 82/, что окисление двухатомных фенолов при попадании их в водоемы сопровождается потреблением большого количества кислорода, приводит к нарушению его баланса в воде и, как следствие, к гибели обитателей водоемов.

При анализе проб подземных вод, загрязненных отходами комбината по обработке древесины креозотом (Пензакола, Флорида) /176/, установлено, что фенол, 2-метилфенол, 3-метилфенол и 4-метилфенол подвергаются деградации в загрязненных подземных водах; диметилфенолы не сорбируются и не подвергаются деградации; сорбция фенолов и ПАУ породами водоносного горизонта незначительна; содержание пентахлорфенола в растворенном виде в подземных водах не превышает 0,01 мг/л (ПДКм.р. = 0,005 мг/м<sup>3</sup>; ПДК с.с. = 0,001 мг/м<sup>3</sup>/158/.

Для очистки ливневых сточных вод с территории деревопропиточных предприятий, в которых присутствуют креозот, содержащий полиароматические соединения и фенолы, а также соли меди, хрома и мышьяка, эффективна биологическая очистка (кнд-0,95) /177/. Следует отметить, что имеются сведения /123, с. 82/ об отравляющем действии двухатомных фенолов на биологические очистные сооружения подобно влиянию таких канцероген-

ных соединений, как нафтолы. Тем не менее, способ /177/ обеспечивает повторное использование воды в технологическом цикле.

Другой метод очистки основан на выделении креозота и пентахлорфенола из осадков, образующихся при очистке сточных вод деревопропиточных предприятий (по пропитке шпал), с целью повторного использования консервантов в технологическом цикле /178/. Схема предусматривает двухстадийное отстаивание растворов, подщелачивание до pH 6,3-7, коагулирование органических примесей в виде суспензии, отделение осадка, дегидратацию с последующими операциями смешивания со свежей порцией консерванта и нагревания для перевода в жидкое однородное состояние. Данный метод эффективен не только в экономическом, но и экологическом аспектах.

Композиционный модификатор на основе олигоорганосилаксановой жидкости предложен авторами /123, с. 51/ как альтернативный креозоту состав для эффективной пропитки деревянных шпал. Для него характерны: глубокое и быстрое проникновение в древесину, высокая защищающая способность от воздействия грибов и неблагоприятных факторов окружающей среды, больший срок эксплуатации лесоматериалов, отсутствие предварительного подогрева перед пропиткой и, главное, безвредность с экологической точки зрения.

Таким образом, пагубное воздействие промышленных стоков, содержащих консерванты и их ингредиенты, всецело зависит от состояния и уровня совершенства пропиточного оборудования и всей системы очистки сточных вод. По данным С.Н. Горшина /17, с. 7-11/, в последнее десятилетие пропиточные мощности на отечественных предприятиях только сокращались, поэтому говорить о серьезных достижениях в этой области не приходится. Тем не менее, материалы международной выставки Лесдревмаш-89 /179, 157/ содержат сведения о достаточно высоком уровне механизации и автоматизации отечественного и импортного оборудования, предназначенного для дан-



ного технологического цикла. Одновременно с этим следует отметить, что требуется разработать и внедрить и комплекс мер по охране окружающей среды для действующих способов очистки сточных вод пропиточных цехов промышленных предприятий. Его отсутствие тормозит, в какой-то мере, развитие и внедрение мало- и безотходных технологий производства, в том числе о замкнутом циклом водообеспечения. Не менее актуально совершенствование технологии дезактивации осадков, шламов при регенерации консервантов и отходов защитных средств на пропиточных заводах и утилизации твердых осадков.

### 3.5. Обеспечение безопасных условий труда

При выполнении всех без исключения операций по защите древесины основное воздействие вредных веществ распространяется, прежде всего, на работающих в этой зоне. В равной степени это относится и к работникам производства по выпуску защитных средств и деревообработки. В этой связи особенно важны создание и обеспечение безопасных условий труда. Выполнение всех операций в технологическом цикле должно проводиться в строгом соответствии с требованиями техники безопасности и действующих ГОСТов, ОСТов и других нормативных документов, регламентирующих его.

Безусловно, в этом направлении следует проводить постоянную работу по совершенствованию действующих технологий и научно-технической документации. Например в стране осуществляется контроль за санитарно-токсикологическими показателями (ПДК) только лишь однокомпонентных препаратов и солей, используемых как защитные средства древесины. Медицинский контроль за комплексным воздействием многокомпонентных препаратов на живые организмы и, прежде всего, человека отсутствуют/17 с. 190-191/. Кроме того, все известные технологии защиты древесины должны быть критически рассмотрены с экологической точки зрения. Требуется дальнейшая меха-

низация и автоматизация производства /15, с. 137-138 180, 181/, с целью максимального исключения операций ручного труда и контакта операторов с вредными веществами, локализация защитных работ /17, с. 7-11/.

Решение вышеперечисленных проблем должно проводиться комплексно, благодаря совместным усилиям всех заинтересованных подразделений министерств, ведомств, АН СССР и союзных республик, на базе единого подхода (политики) в экологическом, техническом и экономическом аспектах /17/. А пока, к сожалению, в стране отсутствует такой подход к решению вопросов экологии при выпуске и использовании препаратов для защиты древесины от биоповреждений и возгорания.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Острый дефицит качественных лесоматериалов, несмотря на колоссальные запасы древесины и значительные объемы её заготовки, делает совершенно безотлагательным осуществление целого комплекса мероприятий по экономии древесных ресурсов и рациональному их использованию. Это предполагает не только комплексную и глубокую переработку древесины, эффективную замену её другими материалами, технологически и экономически приемлемыми, но и повышение сохранности лесопродукции и изделий из древесины. Поскольку основная роль принадлежит защитной обработке древесины на всех этапах от её заготовки до эксплуатации, то, в связи с этим, необходимо создание в масштабах страны единой системы экономических критериев, позволяющих повысить заинтересованность предприятий в проведении в строго определенные сроки обязательной, качественной и полной пропитки и защитной обработки сырья и изделий. При разработке нормативов расхода антисептиков и других затрат по выполнению защитных мероприятий показатели трудоёмкости и себестоимости консервирования могут быть дополнительно сниже-

ны при условии внедрения в практику антисептиков в виде "готовой" формы и/или полученных из промышленных отходов, в том числе и металлургических, как наиболее разнообразных по качественному и количественному составу.

Не менее важно для эффективной защиты древесины формирование постоянного запаса воздушно-сухой древесины, что, в свою очередь, связано с совершенствованием технологии сушки, в частности, круглых сортиментов. Однако при существующих темпах и масштабах использования лесоматериалов в сельском хозяйстве обеспечить потребление только воздушно-сухой древесины (с влажностью 18-23%) невозможно. Это переносит "центр тяжести" защитных мероприятий в область химической консервации древесины повышенной влажности.

Количество веществ, предназначенных для защиты древесины и изделий из неё от микроорганизмов, грибов, плесени, безусловно, велико. Тем не менее, поиск новых средств защиты продолжается по ряду причин: либо из-за пороговизны уже известных препаратов, либо ввиду установленного токсичного, канцерогенного или мутагенного воздействия их, либо вследствие некоторой адаптации микроорганизмов к ним и т. д. И все-таки главным при выборе антисептиков остаётся показатель их токсичности, в первую очередь, — по отношению к теплокровным. Особую значимость, следовательно, будут приобретать данные исследований по изучению комплексной (общей) токсичности консервантов, а не отдельных их ингредиентов. Перспективным следует считать также поиск и разработку новых антисептиков и препаратов комплексного огнебиозащитного действия с использованием последних достижений теории и практики консервирования и вычислительной техники. Кроме того, целесообразно для вновь разрабатываемых и предлагаемых препаратов проводить исследования их экологической безопасности и использования в конкретных регионах страны. В этой связи весьма интересны и актуальны исследования эффективности различных антисептиков в зависимости от климатических условий, породы древе-

тины, характера эксплуатации для осуществления в будущем районирования страны по отдельным зонам применения всех консервантов. В равной степени с позиции экологической безопасности следует рассматривать и технологические процессы по пропитке древесины или защитной её обработке. Создание и внедрение мало- и безотходных технологий, совершенствование системы очистки сточных вод и разработка циклов с замкнутой системой водообеспечения, повышение эффективности улавливания вредных выбросов в атмосферу должны занять приоритетные направления в процессе развития научно-технического прогресса в лесопромышленном комплексе страны. Модернизация пропиточного оборудования, исключение операций с ручным трудом, внедрение лазерной перфорации, строгая локализация защитных работ, неукоснительное соблюдение требований техники безопасности будут способствовать не только повышению эффективности и качества процесса защитной обработки лесоматериалов, но и максимальному снижению негативных последствий его для биосферы.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВВДВ	- способ пропитки древесины "вакуум-атмосферное давление-вакуум".
ВДВ	-- способ пропитки древесины "вакуум-давление-вакуум".
ГХЦГ	- препараты гексахлорциклогексана (минерально-масляная эмульсия, гамма-изомер или технический).
д. в.	- действующее вещество.
ДВ	-- способ пропитки древесины "давление-вакуум".
ДДВ	-- способ пропитки древесины "давление-давление-вакуум".
ДСП	-- древесно-стружечные плиты.
конц.	-- концентрированный, концентрация.
к. э.	-- концентрат эмульсии.
ЛД <sub>50</sub>	-- летальная (смертельная) доза вещества, вызывающая гибель 50% подопытных животных.
НМ	- нафтенат меди.
ПАВ	- поверхностно-активные вещества.
ПАУ	- полициклические ароматические углеводороды.
ПВХ	- поливинилхлорид.

- ПДК — предельно допустимая концентрация.
- ПДК<sub>к.р.</sub> — предельно допустимая максимальная  
 разовая концентрация химического ве-  
 щества в воздухе населенных мест. Эта  
 концентрация не должна при вдыхании в  
 течение 30 мин вызывать рефлекторных  
 (в том числе оубсенсорных) реакций в  
 организме человека.
- ПДК<sub>с.с.</sub> — предельно допустимая среднесуточная  
 концентрация химического вещества в  
 воздухе населенных мест. Эта концент-  
 рация не должна оказывать на человека  
 прямого или косвенного вредного дейст-  
 вия при неопределенно долгом (годы),  
 воздействии.
- ПХФ — пентахлорфенол.
- р-р — раствор.
- ФОС — фосфорорганические соединения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бойко Н.Н. Лесной производственный комплекс Украинских Карпат. - Ужгород: Карпаты, 1989. - 181 с.
2. Хунт М., Гэрратт А. Консервирование древесины: Пер. с англ. Долговой Л.Б. / Под ред. Горшина С.И. - М.; Л.: Гослесбумиздат, 1961. - 453 с.
3. Проблемы развития отраслевого лесного комплекса: Сб. науч. тр. - М., 1989. - 142 с.
4. Цехмистренко А.Ф., Теофилов В.А. Пути ускорения научно-технического прогресса в лесном хозяйстве: Обзор. - М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1988. - 22 с.
5. Концепция развития лесного хозяйства в СССР до 2005 года (сводный вариант). - М., 1989. - 47 с.
6. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в СССР: Статистический сборник. - М.: Госкомстат СССР, 1989. - 174 с.
7. Татаринов В.П. Лесной комплекс. Состояние и перспективы развития. - М.: Лесн. пром-сть, 1989. - 352 с.
8. Кузьмичев А.С., Соколов Д.М. Оценка лесов СССР и стран северного полушария: Обзор. информ. - М., 1989. - 20 с. - (Организация лесохозяйственного производства, механизация, охрана и защита леса. Вып. 4).
9. Ресурсосберегающая технология и оборудование в химико-лесном комплексе / Под ред. Терентьева С.А., Иванова А.П. - Л.: ЛДНТИ, 1989. - 61 с.
10. Липман Д.Н. Приоритеты лесного комплекса // Лесн. пром-сть. - 1989. - № 4. - С. 1 - 2.
11. Лесоустройство на современном этапе развития лесного хозяйства / Исаев А.С., Моисеев Н.А., Сухих В.И., Чуенков В.С. // Лесоведение. - 1989. - № 4. - С. 3 - 11.
12. Проблемы использования низкокачественной древесины и вторичных древесных ресурсов в народном хозяйстве // Лесн. пром-сть. - 1989. - № 4. - С. 1.
13. Никишов В.Д. Комплексное использование древесины. - М.: Лесн. пром-сть, 1985. - 264 с.
14. Хрулев В.М., Горетый В.В., Газаматов В.Г. Пропитка дре-

весины расплавом серы // Использование вторичных ресурсов в АПК. - Новосибирск, 1968. - С. 42 - 49.

15. Модифицирование и защитная обработка древесины: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. - Т. 1. - Красноярск, 1989. - 166 с.

16. Некрасов А.С., Голубев В.К. Эффективность комплексного использования дерева в строительстве. - М.: Стройиздат, 1985. - 335 с.

17. Защита древесины и целлюлозосодержащих материалов от повреждений: Тез. докл. Всесоюз. конф. - Рига, 1989. - 266 с.

18. Лесная энциклопедия: В 2-х т. - М.: Сов. энциклопедия, 1985 - 1986. - 1194 с.

19. ГОСТ 20022.2-80. Защита древесины. Классификация. - Взамен ГОСТ 20022.2-74; Введен с 01.07.81. - М.: Изд-во стандартов, 1980. - Изменения № 1, 2. - 14 с.

20. Stoiber F. Der Einsatz und die Anwendung chemischer Holzschutzmittel // Wald und Holz Rdsch. - 1987. - Bd 93, № 1 - 2. - S. 32 - 33.

21. Консервирование и защита лесоматериалов: Справочник / Калинин А.Н., Горшин С.Н., Никифоров Ю.Н. и др. - М.: Лесн. пром-сть, 1971. - 423 с.

22. Бывших М.Д., Федоров Н.И. Защитная обработка древесины. - М.: Лесн. пром-сть, 1981. - 142 с.

23. Горшин С.Н. Консервирование древесины. - М.: Лесн. пром-сть, 1977. - 336 с.

24. Серговский П.С., Расев А.И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. - М.: Лесн. пром-сть, 1987. - 360 с.

25. ГОСТ 20022.0-82. Защита древесины. Параметры защищенности. - Взамен ГОСТ 20022.0-76; Введен с 01.07.83. - М.: Изд-во стандартов, 1983. - Изменения № 1, 2. - 46 с.

26. Sonderverfahren zur Einbringung von Holzschutzmitteln // Wald und Holz Rdsch. - 1987. - Bd 43, № 7 - 8. - S. 14 - 17.

27. Пат. 4719133 США, МКИ В 05D1/18, С 09 К 15/00. Process for treating wood as well as product for treating wood / Wondama J. - № 762481; Заявл. 05.08.85; Оpubл. 12.01.88.

28. Защита древесины: Ретроспективный указ. отеч. и заруб. лит. за 1983 - 1985 / Сост. Каменская А.Я. - М.: ВНИПИЭИлеспром, 1986. - 58 с.



29. Химическая энциклопедия. Т. I. - М.: Сов. энциклопедия, 1988. - 623 с.

30. Вредные химические вещества: Справ. изд. / Бандман А.М., Войтенко Г.А., Волкова Н.В. и др.; Под ред. Илова В.А. и др. - Л.: Химия, 1990. - 732 с.

31. Варфоломеев Ю.А. Новые антисептики для древесины // Лесн. пром-сть. - 1969. - № 8. - С. 31 - 34.

32. Best Don. Building with Borate // Pop. Sci. - 1988. - Vol. 232, N 3. - P. 84 - 86. - Цит. по РЖ Химия. - 1988. - 10111

33. Горшин С.Н., Крапивина И.Г. Антисептирование пиломатериалов. - М.: Лесн. пром-сть, 1970. - 63 с.

34. Пат. 3610374 ФРГ, МКИ В 27 К 3/52. Holzschutzmittel / Metzner Wolfgang, Hiller Johannes Chr., Hellwig Volker; Desowag Materialschutz GmbH. - Заявл. 27.03.86; Оpubл. 01.10.87.

35. Пат. 4719110 США, МКИ А 01 N 59/14, МКИ 424/148. Boron-containing wood preservatives / Patel Reshav P., Laughlin William C., Baldwin Roger A. - N 769279; Заявл. 26.08.85; Оpubл. 12.01.88.

36. Пат. 138070 ПНР, МКИ В 27 К 3/32, В 27 К 3/30. Solny srodek grzybobojczy do ochrony materialow budowlanych. Солевой фунгицид для защиты строительных материалов / Wytwer T. - № 249000, Заявл. 03.08.84; Оpubл. 30.03.87. - РЖ Химия. - 1988. - 9042 II.

37. Shi Zhenhua, Tan Shuging. Защитные тесты древесины // Sci. Silv. Sin. - Линь Кэсюб. - 1986. - Vol. 22, N 1. - P. 54 - 62 (kit.). - Цит. по РЖ Химия. - 1986. - 151112.

38. Feak R.-D., Geick A., Willeitner H. Beschleunigte Fixierung chromathaltiger Holzschutzmittel durch Heissdampfbehandlung // Holz Roh- und Werkst. - 1985. - Bd 43, N 9. - S. 365 - 368.

39. Sell Jurgen. Oberflächenbehandlung von salzprägniertem Holz // Schweiz. Techn. Ztschr. - 1988. - Bd 65, N 2. - S. 20 - 21.

40. Пат. P 3707042.8 ФРГ, МКИ В 27 К 5/00, В 27 К 3/02. Verfahren zum Konservieren von Holz / Hellwig Volker, Metzner Wolfgang, Seep Detlef. - N 3707042; Заявл. 05.03.87; Оpubл. 01.10.87. - Цит. по РЖ Химия. - 1988. - 912III.

41. Пат. P 3610364 ФРГ, МКИ В 27 К 3/02. Verfahren zur beschleunigter Fixierung chromathaltiger Holzschutzsalze / Stanek R.,

Wess H.H., Bettler W., Wagner C. - N 3510364; Заявл. 22.03.85; Пат. 11.09.85.

43. Willeitner H., Voss U., Peek R.D. Beschleunigte Fixierung chromathaltiger Holzschutzmittel durch Heissdampfbehandlung, Temperatur- und Fixierungsverlauf im Holz // Holz Roh- und Werkst. - 1986. - Bd 44, N 5. - S. 161 - 166.

44. Omsky A.R., Bosshard H.H. Zur Teeröl-Imprägnierung nach dem Infiltrations-Verfahren // Sab-Bull. - 1986. - Bd 14, N 2. - S. 19 - 28.

45. Willeitner H., Illner H.M. Auswaschung von Holzschutzmitteln im praktischen Betrieb // Holz Roh- und Werkst. - 1986. - Bd 44, N 9. - S. 347 - 350.

46. Симеонов Калин, Николов Свилен. Препараты для защиты древесины хвойных пород, от посинения и плесени // Дървообработ. и мебел. пром. - 1988. - Т. 30, № 5. - С. 5 - 8.

47. Улучшение качества древесины с помощью защиты от посинения // Реф. сб. НИР. Сер. 6. - 1990. - № 1. - С. 67 (0237).

48. Повышение эксплуатационной надежности и защита древесины: Науч. тр. / ВНИО "Союзнауцдревпром" - ЦНИИМОД. - Архангельск: ЦНИИМОД, 1987. - 164 с.

49. Rafalski H.J. Sicherung der Schutzqualität Ull-Salzegetränkter Hölzer durch Hydroprobleierung // Holztechnologie. - 1986. - Bd 27, N 5. - S. 260 - 261.

50. Kluck H., Schneevogt J., Erdmann B. Weitere Untersuchungen zum Holzschutzmittelschaumverfahren, Aufnahmemengen und Eindringstiefen bei der praktischen Anwendung // Bauzeitung. - 1986. - Bd 40, N 10. - S. 467 - 469.

51. Janke F., Kirk H. Schutz von Fichtenholz aus Immissionsbelasteten Beständen des Erzgebirges // Holztechnologie. - 1987. - Bd 28, N 5. - S. 259 - 261.

52. Защита древесины: Ретроспективный указ. отеч. и иностр. лит. за 1986 - 1988 / Сост. Каменская А.Я. - М.: ВНИИЛПИЛеспром, 1989. - 50 с.

53. Андерсоне И.В. Антисептик "Кофезант" - средство для био-защиты древесины: Информ. листок / Ин-т химии древесины АН Латвии. - ЛатНИИХТИ, 1988. - № 88 - 141. - 3 с.

54. А.с. 954228 СССР, МКИ В 27 К 3/20. Состав для пропитки

древесины / Эрмуш Н.А., Лусе И.С. - № 2564536/29-15; Заявл. 10.II.77; Опубл. 30.08.82.

54. Крейтус А.Э., Русиня Н.А., Андерсоне И.В. Защитные средства для открытых деревянных конструкций // Тез. докл. 3-й Всесоюз. конф. по биоповреждениям (Донецк, 19 - 21 окт., 1987). М., 1987. - Ч. I. - С. 58 - 59.

55. Lomakin A.D. Schutzbehandlung deklebter Holzkonstruktionen mit wasserlöslichen Holzschutzmitteln // Holztechnologie. - 1987. - Bd 28, N 5. - S. 247 - 250.

56. Suzuki Toshikatsu, Higaki Miyato. Исследование хром-медь-арсенидсодержащих консервантов. 2.ССА: распределение компонентов и защитный эффект в лежках оконного оклада, обработанных под давлением // Токе Ногэ Дайгаку Ногэку Сюхо. - 1988. - Т. 32, № 4. - С. 303 - 316 (яп.). - Цит. по РЖ Химия. - 1988. - 31127.

57. Smith W.B. Treatability of several Northeastern species with chromated copper-arsenate wood preservative // Forest Prod. J. - 1986. - Vol. 36, N 7 - 8. - P. 63 - 69.

58. Conradie W.E., Pizzi A. Progressive heat-inactivation of CCA biological performance. Progressive warme Inaktivierung des biologischen Verhaltens von CCA // Holzforsch. und Holzverwert. 1987. - Bd 39, N 3. - S. 70 - 77.

59. Chin Chen-Woo, Ampong K. Preliminary investigations into the treatment of messmate (Eucalyptus Obliqua L'Herit) by a modified form of double-diffusion // Holzforsch. - 1985. - Bd 39, N 4. - S. 195 - 201.

60. Makamura Yoshiaki, Nishimoto Koichi. Проникновение медь-хром-арсенсодержащих растворов через разрезы в древесину. 3. Распределение и устойчивость в продольном направлении // J. Jap. Wood Res. Soc. - 1988. - Vol. 34, N 7. - P. 618 - 626 (яп.). - Цит. по РЖ Химия. - 1989. - 3116.

61. Пат. 2185886 Великобритания, МКИ А 01.Н 59/22, Process for preparing wood preservative compositions / Broome Andrew David John, Egerton Jan Keith. - N 8700666; Заявл. 13.01.87; Опубл. 29.07.87.

62. Никльсен Джон. Средства и технология пропитки древесины фирмы "Хиксон" // Гор. стоп., гор. пром. - 1987. - Т. 43, № 1. - С. 25 - 27. - Цит. по РЖ Химия. - 1987. - 15123 (болг.).

63. Что читать об охране окружающей среды в лесной, целлюлозно-

по бумажной и деревообрабатывающей промышленности: Рекомендат. указ. отеч. и зарубеж. лит. за 1987 - 1989 гг. / Сост. Гоголева Н.П. - М.: ВНИИЭИлеспром, 1990. - 43 с.

64. Сравнительная оценка биостойкости древесины, защищенной различными химическими составами, к воздействию грызунов, насекомых и плесневых грибов / Рожков Ф.Ф., Шуптар Л.П., Дашевская Е.И. и др. // Проблемы биологического повреждения материалов. Экологические аспекты. - Вильнюс, 1988. - С. 60 - 67.

65. Максименко Н.А. Цель работ - защита древесины // Лесн. пром-сть. - 1989. - № 3. - С. 20.

66. Горшин С.Н., Максименко Н.А., Суринов П.В. Производственные испытания антисептика ПС-23 // Тез. докл. 3-й Всесоюз. конф. по биоповреждениям (Донецк, 19 - 21 окт., 1987). - М., 1987. - Ч. I. - С. 64 - 65.

67. Лапковская В.Ф. Антисептики и антипирены для защиты древесины / Ин-т химии древесины АН Латвии. - ЛатНИАНТИ, 1989. - № 89 - 82. - 5 с.

68. Исследования импортных антисептиков для пиломатериалов / Чашина Л.М., Лебедева Л.К., Поромова Т.М. и др. // Деревообаб. пром-сть. - 1986. - № 9. - С. 10 - 11.

69. Маломолекулярные антисептики и их радиационная стабильность / Варфоломеев Ю.А., Чашина Л.М., Поромова Т.М., Лыманов В.В. // Деревообаб. пром-сть. - 1988. - № 11. - С. 21 - 23.

70. Варфоломеев Ю.А., Чашина Л.М., Лебедева Л.К. Антисептики без хлорфенольных соединений // Деревообаб. пром-сть. - 1988. - № 2. - С. 16 - 18.

71. Пат. 87751 СРР, МКИ В 27 К 3/34, В 27 К 3/40, Compositie pentru protectia semifabricatelor din Lemn / Baciu G., Baciu D., Flugaru J. u.a. - № 107852; Заявл. 11.06.82; Оpubл. 30.09.85.

72. Пат. 90819 СРР, МКИ В 27 К 3/34, В 27 К 3/40, Compositie pentru protectia semifabricatelor din Lemn / Baciu G., Baciu D., Flugaru J. u.a. - № 118866; Заявл. 11.06.82; Оpubл. 30.01.87.

73. А.с. 128063 СССР, МКИ В 27 К 3/50, В 27 К 3/34. Состав для пропитки и окраски древесины / Дранишников Г.Л., Голанидзе А.Н., Варфоломеев Ю.А. - № 3824126/29-15; Заявл. 13.12.84; Оpubл. В.и., 1987. - № 5.

74. Thornton J.D., Tighe M.A. Comparative laboratory testing of strains of the DRI Rot Fungus serpula Lacrymans (Schum. ex Fr.)

- S.F. Gray III. The action of copper naphthenate in wood // Holzfor-  
schung. - 1987. - Bd 41. - № 3. - S. 195 - 197.**
75. Пат. 4532161 США, МКИ А 01 Н 55/02, В 05 D 1/18, НКИ 427/  
440. Process for the aqueous impregnation of green wood with Oil  
Soluble Metal Salts / Collins A.V., Asmus R.W. - № 598774; Заявл.  
19.04.84; Оpubл. 30.07.85.
76. А.с. 229428 СССР, МКИ В 27 К 3/34, С 09 D 5/14. Impreg-  
nacija letka na ochranu dreva a vrosob jei vyroby / Нронес М., Ко-  
речницькы Ј., Суран Р. е.а. - № 6703-82; Заявл. 20.09.82; Оpubл.  
15.04.86.
77. Поромова Т.М., Кузнецова В.В. К вопросу о биостойкости  
защищенной древесины // Сушка и защита древесины. - Архангельск,  
1985. - С. 143 - 150.
78. Crookes J. Wood preservation and finishes for external  
woodwork and joinery // Pigm. and resin technol. - 1987. - Vol. 16.  
№ 1. - P. 7 - 9.
79. Ильичев В.Д., Бочаров Е.В., Горюченко М.В. Экологические  
основы защиты от биоповреждений / Под ред. д.б.н. Юшки Ю.И. -  
М.: Наука, 1985. - 262 с.
80. Пат. 252149 ГДР, МКИ В 21 К 3/34. Mittel zum Schutz von  
Holz und Holzwerkstoffen / Krauss M., Reinhardt Rolf, Hilbert  
Fritz u.a. - № 259126; Заявл. 21.07.86; Оpubл. 17.08.88.
81. Николов С.В., Роснев Б., Павлов П. Защита на дресимата  
от гниене чрез етилов ксантогенат // Дрвообработка. - 1987. -  
Т. 23. - С. 167 - 170.
82. А.с. 1326200 СССР, МКИ В 27 К 3/32, В 27 К 3/34. Способ  
консервации деградированной древесины / Казанская С.Ю., Скачко-  
ва Н.В., Корниенко А.В. - № 4016332/29-15; Заявл. 25.12.85;  
Оpubл. В.и., 1987. - № 29.
83. Пат. 3609544 ФРГ, МКИ В 27 К 3/52. Holzschutzmittel /  
Marx Hans-Norbert, Goettsche Reimer, Hettler Wendelin. -  
№ P 36095443; Заявл. 21.03.86; Оpubл. 24.09.87.
84. Пат. 3613253 ФРГ, МКИ В 27 К 3/36, С 09 D 15/00. Holz-  
schutzmittel mit 2-Jodbenzoesaureanilid / Marx Hans-Norbert, Goet-  
tsche Reimer, Klein Werner. - № P 3613253.5; Заявл. 19.04.86;  
Оpubл. 21.10.87.
85. Пат. 3613254 ФРГ, МКИ В 27 К 3/52, С 09 D 15/00. Holz-  
schutzmittel mit dimethylalkylamin und borsaeure / Goettsche Rei-

mer, Marx Hans-Norbert. - № Р 3613254.3; Заявл. 19.04.86; Оpubл. 22.10.87.

86. Пат. 3520394 ФРГ, МКИ В 27 К 3/52, В 27 К 3/06. Holzschutzmittel / Goettscha R., Marx H.-M., Hettler W. u.a. - № Р 3520394.3; Заявл. 07.06.85; Оpubл. 11.12.86.

87. Пат. 3718012. 4 ФРГ, МКИ В 27 К 3/50. Holzschutzmittel / Dietrich W., Giebeler E., Jeromin G. u.a. - № Р 3718012.6; Заявл. 27.05.87; Оpubл. 15.12.88.

88. Пат. 67011 Финляндия, МКИ А 01 В 37/00, В 27 К 3/50. Torjunta-aineväde puutavaran suojaamiseksi / Linderborg J. - № 830374; Заявл. 03.02.83; Оpubл. 14.11.86.

89. Пат. 2151229 Великобритания, МКИ С 07 С 87/127, С 07 С 53/126, МКИ С2С. Biscidal amine salts / Lewis D.A., Waldie C.H. - № 8431362; Заявл. 12.12.84; Оpubл. 17.07.85.

90. Tshnoda Kunio. Последние достижения в области исследования фунгицидов // Wood Ind., Мокудзай Коге. - 1987. - 42. - № 9. - Р. 396 - 401.

91. Пат. 3502939 ФРГ, МКИ В 27 К 3/34, В 27 К 3/36. Fungicide Mittel / Marx H.-M., Rosner E.-H., Mendera P. - № Р 3502939.0; Заявл. 30.01.85; Оpubл. 31.07.86.

92. Пат. 4507152 США, МКИ С 09 В 5/16, МКИ 106/18, 31. Fungicidal and insecticidal compositions for treating wood / Collins A.V., Avnia R.W. - № 557770; Заявл. 02.12.83; Оpubл. 26.03.86.

93. Пат. 61-17503 Япония, МКИ А 01 Н 43/78. Древесный консервант / Нисимото Койти, Номура Нэухиро, Канада Садаоки. - № 59-138666; Заявл. 04.07.84; Оpubл. 25.01.86.

94. Becker Heinrich. Organosinverbindungen als Holzschutzfungicide // Seifen-Öle-Fette-Wachse. - 1987. - Bd 113. - № 20. - S. 773 - 776.

95. Kanter A. Neue technische Schädlingbekämpfungs- und Konservierungsmittel sowie Anwendungsformen // Там же. - № 9. - S. 315 - 317.

96. Becker Heinrich. Organosinverbindungen als Holzschutzfungicide // Там же. - 1988. - Bd 114. - № 1. - S. 27 - 30.

97. Пат. 235847 ГДР, МКИ В 27 К 3/50. Wasserverduennbares Holzschutzmittel / Brechtel G., Michalk A., Schwark K. u.a. - № 2747804; Заявл. 23.05.85; Оpubл. 21.05.86.

98. Пат. 4508568 США, МКИ С 09 В 5/20, МКИ 106/2, 106/18, 29.

Biocidal wood Preservative composition and Method / Fox R.G. - N 373558; Заявл. 30.04.82; Оpubл. 02.04.85.

99. Пат. 4581298 США, МКИ В 32 В 9/04, МКИ 428/485. Biocidal wood preservative Composition and Method / Fox R.G., Calif San Rafael. - N 667504; Заявл. 31.10.84; Оpubл. 06.04.86.

100. Blunden S.J., Mill R., Patel R.N. Organotin wood preservatives: their compatibility with synthetic pyrethroid insecticides // Appl. organometal. chem. - 1988. - Vol. 2. - N 1. - P. 59 - 63.

101. Пат. 4748188 США, МКИ С 09 В 5/14, МКИ 514/493. Process for terating wood with an antifouling / preservative composition / Guglielmo Richard J. (SR). - N 760280; Заявл. 29.07.85; Оpubл. 31.05.88.

102. Пат. 60-142907 Япония, МКИ А 01 Н 55/04, А 01 Н 47/18. Средство для борьбы с плесенью / Накадзима Такэси, Накайти Ясуси, Хосонэ Киэми. - N 58-249926; Заявл. 28.12.83; Оpubл. 29.07.85

103. Suzuki Kentaro. Защита древесины от гниения и насекомых // Wood. Ind. - 1987. - Vol. 42, N 10. - P. 450 - 455 (яп.). - Цит. по РЖ Химия. - 1988. - 24i26.

104. Справочное руководство по древесине: Пер. с англ. / Лаборатория лесных продуктов США; Под ред. Горюкна С.Н., Кириллова А.Н., Кузнецова В.Е. и др. - М.: Лесн. пром-сть, 1979. - 544 с.

105. Pontes Jankowsky J. Os cresosotos na preservaçao de Madeiras // Publ. IPEF. - 1986. - N 34. - P. 5 - 14. - Цит. по РЖ Химия. - 1988. - 3128.

106. Пат. 4668539 США, МКИ В 27 К 3/02, В 06 Ъ I/18, МКИ 427/298. Process for the preservation of wood products / Leonard R.H., Lamansky W.H. - N 814253; Заявл. 30.12.85; Оpubл. 26.05.87.

107. Cookson L.I., Greaves H. Comparative bioassays of two high temperature - and two ion temperature - derived cresosotes // Holzforsch. - 1986. - Bd 40, N 1. - S. 59 - 64.

108. Jankowsky J.P., Lepage E.G. O cresosoto de eucalyptus BPP como preservatio para madeiras // Publ. IPEF. - 1986. - N 35. - P. 47 - 57. - Цит. по РЖ Химия. - 1988. - 2119.

109. Hesse R., Fiebig W. Zum Nachschutz altbrauchbarer Schwellen mit Steinkohlenteeröl // Holztechnologie. - 1987. - Bd 28, N 5. - S. 266 - 269.

110. Greaves H. Pigment emulsified cresosote (PEC) - improved

oil-based preservatives // Res. Rev., 1985, Oairo. - Div. Chem. and Wood Technol. - Melbourne, 1986. - P. 25 - 34. - Цит. по РЖ Химия. - 1988. - 6П19.

111. Пат. 570984 Австралия, МКИ С 09 D 015/00, С 09 D 006/14. Wood preservative composition / Watkins John Bernard, Greaves Harry, Chin Chen Woo. - № 30157/84. - Заявл. 13.06.84; Опубл. 31.03.88.

112. Neuentwicklungen bei der Behandlung von Holz // Seifen-Öle-Fette-Wachse. - 1988. - Bd 114, № 3. - S. 100 - 102.

113. Пат. 3514161 ФРГ, МКИ В 27 К 3/50, В 27 К 3/52. Holzschutzmittel / Andrejewski W., Honke M., Masch K. - № P 3514161.1; Заявл. 19.04.85; Опубл. 23.10.86.

114. Vargyaу Kornelia. Исследования консервирующих средств древесины, разработка новых агентов консервирующих средств и новых препаратов // Faipar. - 1989. - Köt. 39, № 1. - Old. 28 - 29 (венг.). - Цит. по РЖ Химия. - 1989. - 14П19.

115. А.с. 1437229 СССР, МКИ В 27 К 3/28, 3/02, 3/32. Способ производства антисептика для древесно-стружечных плит / Беленков Д.А., Нецаев Ю.А., Пермикин В.И., Созонова В.И. - № 4253925/29-15; Заявл. 10.04.87; Опубл. 15.11.88.

116. Млшьяновые антисептики для защиты древесины от биоповреждений / Ивакин А.А., Гертман Е.М., Шевелева Л.Д. и др. // Фундаментальные науки - народному хозяйству. - М.: Наука, 1990. - С. 593 - 594.

117. Беленков Д.А., Воронина Е.В., Исаева Л.Г. Антисептик для высококачественной защиты древесины от биоповреждений // Тез. докл. 3-й Всесоюз. конф. по биоповреждениям (Донецк, 19 - 21 окт., 1987). - М., 1987. - Ч. I. - С. 56 - 57.

118. Увеличение биостойкости древесины под действием жидких промышленных отходов / Покровская Е.Н., Успенская О.Ф., Короткая Г.И., Рыков С.В. // Там же. - С. 60.

118. Фунгицидные свойства препаратов, извлекаемых из древесной зелени сосны и ели изопропиловым спиртом / Выродов В.А., Солодкая Г.Ф., Николаева М.А., Смирнова Л.Д. // Химическая переработка древесины и древесных отходов. - Д., 1987. - С. 52 - 54.

120. Пат. 4560619 США, МКИ В 05 D 1/02, МКИ 428/541. Wood improver and a method of improving the quality of wood / Yasutsugu Yamada. - № 532486; Заявл. 15.09.83; Опубл. 24.12.85.



121. Пат. 4619700 США, МКИ С 09 D 5/14, С 09 D 5/16, ИКИ 106/15.06. Wood improver and a method of improving the quality of wood / Yasutsugu Yamada. - № 774726; Заявл. 11.09.85; Опубли. 28.10.86; Приор. 18.09.82, № 57-161592, Япония.

122. Андерсоне И.В. Дифант - новый антисептик - антипирен: Информ. листок / Ин-т химии древесины АН Латвии. - Рига: ЛатНИИИИ 1989. - № 89-2. - 2 с.

123. Модификация древесины: материалы Всесоюз. конф. (Минск, 5 - 7 июня, 1990). - Минск, 1990. - 125 с.

124. Хрулев В.М., Машкин Н.А., Дорофеев Н.С. Модифицированная древесина и ее применение. - Кемерово: Кн. изд-во, 1988. - 118 с.

125. Маслова Л.А., Чернышева Н.К., Вольнов А.Н. Защита древесных материалов фторсодержащими отходами // Повышение эксплуатационной надежности и защиты древесины. - Архангельск, 1987. - С. 108 - 112.

126. Сусоколова И.А., Костина Г.И. Огнезащитные составы для поверхностного нанесения на древесину // Экспериментальные и теоретические исследования строительных конструкций / Тр. ин-та ЦНИИСК им. Кучеренко. - М., 1987. - С. 80 - 86.

127. Заявка ДЕ 3706376 А1 ФРГ, МКИ В 27 К 3/30. Verfahren zum Konservieren von Holz und Holzwerkstoffen / Metzner Wolfgang, Beere Detlef; Desowag Materialschutz GmbH. - № P3706376.6; Заявл. 27.02.87; Опубли. 08.09.88. - Цит. по РЖ Химия. - 1989. - Э12611.

128. Пат. 261917 ГДР, МКИ В 27 К 3/30, В 27 К 3/32. Holzschutzmittel / Möwius Frank, Meisel Manfred, Grunze Herbert e.a. - № 2944077; Заявл. 15.09.86; Опубли. 16.11.88.

129. "Биогор" // Деревообработ. пром-сть. - 1989. - № 11. - С. 23.

130. Пат. 87738 СРР, МКИ В 27 К 3/02, В 27 К 3/22. Produs insecto - fungicid si i gnifug pentru protectia lemnului / Berinde F., Balan A. - № 112819; Заявл. 10.12.83; Опубли. 28.10.85.

131. Пат. ДЕ 3447027 А1 ФРГ, МКИ В 27 К 3/52. Средства защиты древесины и способы их получения / Jürgen Weber, Werner de Win. - № P3447027.1; Заявл. 22.12.84; Опубли. 03.07.86 // РЖ Химия. - 1987. - 8П18П.

132. Neue Holzschutzmittel zum gleichzeitigen Schutz gegen Feuer und Pilze / Nikolov S.J., Panajotov P.A., Grudev T.G. e.a.

// Holztechnologie. - 1985. - Bd 26, N 5. - S. 241 - 242.

133. А.с. 1436957 СССР, МКИ В 27 К 3/32. Препарат для защиты древесины от гниения / Максименко Н.А., Горшин С.Н., Ходус Т.С., Коряков В.В. - № 4103272/29-15; Заявл. 29.07.86; Опубл. 23.11.88.

134. Пат. Р 3336557 ФРГ, МКИ В 27 К 3/30. Mittel und Verfahren zum Konservieren von Holzwerkstoffen / Metzner W., Seere D - N 3336557; Заявл. 07.10.83; Опубл. 18.04.85.

135. Заявка 60-126206 Япония, МКИ А 01 Н 59/00. Средство борьбы с плесенью / Ито Иосибуми, Иноуэ Маки. - № 58-233523; Заявл. 13.12.83; Опубл. 03.07.85 // РЖ Химия. - 1986. - I2 0 429Д.

136. Пат. 85891 СРР, МКИ С 09 К 3/28, К 27 К 3/32. Procede de obtinere a unui material pentru ignifugarea si fungiasarea lemnului / Volkovinaschi G. - N 108375; Заявл. 06.08.82; Опубл. 30.03.85.

137. Максименко Н.А., Современные антипирены для древесины и пути их совершенствования // Деревообработ. пром-сть. - 1986. - № 8. - С. 12 - 13.

138. Максименко Н.А., Горшин С.Н. Использование явления синергизма при построении многокомпонентных антисептиков // Сушка и защита древесины. - Архангельск, 1985. - С. 135 - 142.

139. Маслов А.Д., Матусевич Л.С. Защита древесины от вредных насекомых: Обзор. информ. - М.: ВНИИЛесресурс Госкомлеса СССР, 1989. - 36 с. - (Организация лесохозяйственного производства, механизация, охрана и защита леса. Вып. 7).

140. Справочник лесничего / Новосельцев В.В., Горбов Д.Ф., Эинов Г.И. и др.; Под ред. Новосельцева В.Д. - 5-е изд., перераб. - М.: Агропромиздат, 1986. - 352 с.

141. ГОСТ 9014.1-78. Лесоматериалы круглые. Хранение. Защита дождеванием. Продлен до 01.01.94; Введен с 01.01.79. - М.: Изд-во стандартов, 1986. - 5 с.

142. Мужиков Д.П. Насекомые - технические вредители. - М.: ВНИИТИ, 1987. - С. 145 - 245. - (Итоги науки и техники / ВНИИТИ. Сер. Энтомология. Т. 7).

143. Карасев В.С. Насекомые - разрушители лесоматериалов и борьба с ними // Насекомые и грызуны - разрушители материалов и технических устройств. - М., 1983. - С. 133 - 146.

144. Мамаев Б.М. Стволовые вредители лесов Сибири и Дальнего Востока. - М.: Агропромиздат, 1985. - 58 с.
145. Защита и консервация древесины: Библиогр. указ. - М.: Ин-т "Спецпроектреставрация", 1988. - 58 с.
146. Рекомендации по способам биологической защиты древесины в штабелях хлыстов. - М.: Минлесбумпром СССР, 1986. - 7 с.
147. Химическая защита хлыстов хвойных пород на складах / Беленков Д.А., Федоренко С.И., Арапов А.А., Порозов И.Г. - М.: ВНИПИЭИлеспром, 1961. - 16 с. - (Экспресс-информ. Вып. 10).
148. Беленков Д.А., Федоренко С.И., Агафонов Н.И. Биозоологическая защита срубленной древесины на лесосеке // Повышение эксплуатационной надежности и защита древесины. - Архангельск, 1987. - С. 20 - 22.
149. Кузьмин В.М., Браим Д.И. Как обеспечить сохранность лесопроductии // Лесн. пром-сть. - 1988. - № 6. - С. 9.
150. Инструкция по способам биологической защиты древесины в штабелях хлыстов. - М.: Минлесбумпром СССР, 1986. - 8 с.
151. Pine oil, a feeding deterrent for the white pine weevil *Pissodes strobi* (Coleoptera: Curculionidae) / Alfaro B.J., Borden G.H., Harris L.J. et al. // Can. Entomol. - 1984. - Vol. 116, N 1. - P. 41 - 44.
152. Кондратьев С.Ф., Куценко А.В., Садовникова Т.А. Защита древесины. - Киев: Будівельник, 1976. - 176 с.
153. Bellmann H. Bauholzträkung mit lösemittelhaltigen Holzschutzmitteln im Kesseldruckverfahren. Ein Überblick zur Verfahrenstechnik // Sah-Bull. - 1988. - Bd 16, N 1. - S. 2 - 46.
154. Lorenz W., Bahadir M., Korte F. Zum Einsatz synthetischer Pyrethroide im vorbeugenden Holzschutz // Holz Roh- und Werkst. - 1985. - Bd 43, N 8. - S. 339 - 343.
155. Проницаемость сырой древесины жидкостями / Разумова А.Ф., Ермолин В.Н., Ковригин Г.С., Терских Л.Г. // Современные проблемы древесиноведения. - Красноярск, 1987. - С. 103 - 104.
156. Симеонов К. Влияние некоторых параметров на режим при двойновлакумом методе пропитки // Науч. тр. высш. лесотехн. ин-та. Сер. Мех. технол. дървес. - 1986. - Вып. 30. - С. 123 - 129.

157. Материалы симпозиума международной выставки "Лесдрев-  
мат-89". - М.: ВНИИЗИЛеспром, 1989. - 1990. -

ч. 1. - 1989. - 106 с.

ч. 2. - 1990. - 135 с.

ч. 3. - 1990. - 116 с.

ч. 4. - 1990. - 62 с.

158. Грушко Я.М. Вредные органические соединения в промыш-  
ленных выбросах в атмосферу: Справочник. - Л.: Химия, 1986. -  
207 с.

159. Jury still out on formaldehydes health effects // Wood  
and Wood Prod. - 1987. - Vol. 92, N 5. - P. 80 - 84.

160. Внедрение карбамидоформальдегидной смолы КФ-НФ в  
производство экологически чистой фанеры / Доронин О.Г., Шолохо-  
ва Г.В., Кондратьев В.П., Широкова И.А. // Лесовооб. пром-сть  
- 1990. - № 2. - С. 28 - 31.

161. Валиулина В.А. Мышьяксодержащие биоциды для защиты  
материалов и изделий от биоповреждений и некоторые проблемы эко-  
логии: Обзор // Тез. докл. 3-й Всесоюз. конф. по биоповреждениям  
(Донецк, 19 - 21 окт., 1987). - М., 1987. - Ч. I. - С. 217 - 218.

162. Wytweg T. Badania nad organiczaniem nowych sredkow  
ochrony drewna // Pr. nauk. Inst. bad. Pwocel. - 1986. - N 49.  
S. 258 - 262. - Цит. по РЖ Химия. - 1987. - 15П17.

163. Охрана воздушной среды на деревообрабатывающих пред-  
приятиях / Русак О.Н., Милохов В.В., Яковлев Ю.А., Щеголев В.П.  
- 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Лесн. пром-сть, 1989. - 240 с.

164. Ernst K. Umweltfreundliche Holzwerkstoffe // Holz  
Roh- und Werkst. - 1987. - Bd 45, N 10. - S. 411 - 415.

165. Cadex F. Защитные средства древесины на основе воды  
// Les, SVRT. - 1985. - T. 37, № 5 - 6. - С. 119 - 122 (словен.)  
- Цит. по РЖ Химия. - 1986. - 12П121.

166. Becker H., Synthetische Pyrethroide als Holzschutz-In-  
sektizide // Prakt. Schadlingsbekämpfer. - 1987. - Bd 39, N 5.  
- S. 76 - 80.

167. Varfolomeev U.A., Casina L.M., Lebedeva L.K. Schutz  
von Schnittholz durch Holzschutzmittel ohne Chlorphenolverbindun-  
gen // Holztechnologie. - 1988. - Bd 29, N 5. - S. 258 - 262, 280.

168. Ингибитор биоразрушения древесины / Знотс У.А., Ба-  
род В.В., Муша М.Э. и др. // А.с. 1298062 СССР, МКИ 27 К 3/38,

В 27 К 3/50. - № 3847404/29-15; Заявл. 10.12.84; Опубл. 07.02.87.  
169. Пат. 3610189 ФРГ, МКИ В 27 К 3/50, С 09 Д 15/00, А 01, Н 3/00, А 01 Н 53/00. Средство для консервации древесины / Goletz P., Nacinski L., Hellwig V. e.a. - № Р 36101893; Заявл. 26.03.86; Опубл. 16.10.86. - Цит. по РЖ Химия. - 1987. - 13 0 40311.

170. Пат. 4539235 США, МКИ В 05 Д 1/18, С 09 Д 5/16, НКИ 427/440. Method for treating wood / Collins F.A., Asmus E.W. - № 673183; Заявл. 19.11.84; Опубл. 03.09.85.

171. Umweltfreundliche Konzeptionen // BM: Bau Möbelschreiner. - 1988. - № 8. - S 25 - 27.

172. Образование канцерогенных полициклических ароматических углеводородов при пиролизе древесины / Демченко Е.А., Панкина Е.М., Киприанов А.И. и др. // Химия древесины. - 1990. - № 1. - С. 105 - 109.

173. Mc Mahon C.K., Bush P.B., Woolson E.A. Release of copper, chromium, and arsenic from burning wood treated with preservatives // Proc. 78th APOA Annu. Meet., Detroit, Mich., June 16 - 21, 1985. Vol. 4. - Pittsburgh, Pa, e.a. - P. 56.3/1 - 56.3/16. - Цит. по РЖ Химия. - 1987. - 8И715.

174. Woolson E.A. Burning cacodylic acid-treated oak trees: how safe? // Forest Prod. J. - 1986. - Vol. 36, № 5. - P. 49 - 52.

175. Ball John. Soil and groundwater contamination at wood preserving plants // Proc. 4th Int. Waste Conf., West Lafayette, Ind.; May 13 - 15, 1986. - Chelsea, Mich., 1987. - P. 347 - 351. - Цит. по РЖ Химия. - 1988. - 6И215.

176. Chemistry of ground water at a creosote works, Pensacola, Florida / Goerlitz D.F., Goday E.M., Troutman D.E. e.a. // US Geol., Surv. Water-Supply Pap. - 1986. - № 2285. - P. 49 - 53.

177. Luttkhuis A.J.F. Sanering van verontreinigd hemelwater bij een houtimpregneerbedrijf // Tijdschr. water-voorz. en afvalwaterbehandel. - 1989. - Vol. 22, № 1. - P. 19 - 22 (nid.). - Цит. по РЖ Химия. - 1989. - 14И405.

178. Пат. 4666612 США, МКИ С 02 F 11/12, НКИ 210/768. Method for recovering a wood preservative from waste sludges / Hoffman Donald G., Hurst Thomas L. - № 840013; Заявл. 17.03.86; Опубл. 19.05.87.

179. Купряшкина Н., Шарц А. "Лесдремаш-89": Обзор выставки // Вум. пром-сть. - 1990. - № 1. - С. 27 - 31.

180. Цербачов А.С., Никитин Л.И., Бобков Н.Г. Охрана труда в лесной и деревообрабатывающей промышленности. - М.: Лесн. пром-сть, 1990. - 432 с.

181. Телятникова В.И. Актуальные вопросы техники безопасности и охраны окружающей среды при химической защите древесины на предприятиях и строительно-ремонтных площадках и пути их решения // Вопросы консервирования древесины. - Б.м., 1981. - С. 108 - 119.

Е.В. ХАРУК

## СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ПРОБЛЕМЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Аналитический обзор

### ВВЕДЕНИЕ

СССР — самая богатая лесом страна. Запасы древесины СССР в 60 раз превышают запасы Швеции и в 5 раз запасы США/8, 19/. Ежегодно в СССР заготавливается около 400 млн м<sup>3</sup> древесины по основным видам заготовок и 200 млн м<sup>3</sup> — по ведомственным, включая колхозные леса. Если учесть, что ликвидная древесина составляет около 80% от запаса насаждений на корню, то вырубка по растущему запасу равна не 600 млн. м<sup>3</sup>, а 600:08 = 750 млн. м<sup>3</sup> в год, т.е. в среднем ежегодно вырубается около 1 млрд 500 млн деревьев /3,9/.

При условии увеличения потребления древесины только за счёт роста объёма лесозаготовок, количество заготавливаемой древесины в ближайшее время возрастет до 1 млрд м<sup>3</sup> в год /13/. Поэтому проблему "лес и древесина" следует рассматривать как единое целое. Лес даёт не только древесину, но имеет рекреационное, почвозащитное водоохранное значение, обогащает воздушный бассейн кислородом, выделяемые им фитонциды убивают болезнетворные микроорганизмы. С вырубкой леса изменяется флора и фауна и многое, многое другое. Поэтому окрашения вырубки леса, связанной с необходимостью заготовки древесины, перерастает в проблему большой государственной важности.

В решении этой проблемы большое значение имеет продление срока службы древесины в результате повышения её стойкости против дереворазрушающих грибов и насекомых, и, особенно, загнивания. Ввиду низкой природной стойкости древесина быстро загнивает, повреждается различными видами насекомых.

Ежегодные потери высококачественной древесины от загнивания в СССР составляют 100–150 млн м<sup>3</sup> (в денежном выражении убытки оцениваются более чем в 1,5 млрд р. ). Для заготовки такого количества древесины необходимо ежегодно вырубать примерно 300 тыс га лучшего леса. Только в Красноярском крае на противогнильный ремонт линий электропередач ежегодно расходуются около 500 тыс р. Около 1 млн м<sup>3</sup> высококачественной древесины в стране ежегодно тратится на ремонт сооружений электросетевого хозяйства [28].

Древесина способна гореть и поддерживать горение (что обуславливает пожарную опасность); обладает весьма неприятной способностью – поглощать и испарять влагу с изменением как размеров, так и прочностных характеристик; в некоторых случаях её использования весьма желательно было бы придание ей значительно более высокой прочности.

Эти недостатки заметно ограничивают применение древесины и приводят к большим её потерям, которые особенно велики от загнивания.

Стойкость древесины против загнивания можно увеличить в 3–5 и более раз путем пропитки антисептиками. Хорошо пропитанная древесина во многих видах конструкций успешно конкурирует с железобетоном, металлом и другими видами дефицитных, дорогостоящих материалов.

В настоящее время уже хорошо известны многочисленные методы модификации древесины, то есть придания ей новых свойств, не присущих этому природному полимерному материалу. Мы умеем превращать древесину в материал, не горящий пламенем при воздействии на него от-



крытого огня или высокой температуры; за счёт некоторых специальных обработок можно многократно увеличить водо-, влагостойкость древесины, повысить её прочность и т. д.

Однако пропитка древесины любыми составами и веществами является довольно трудной задачей в связи с её плохой проницаемостью для жидкостей. Особенно это касается ядровой и спелой древесины, которая пропитывается на глубину максимум 3-5 мм и, таким образом, практически остается незащищенной. В древесине ели и пихты не пропитываются не только центральная часть ствола (спелая древесина), но и периферическая (заболонная), в связи с чем применение ее ограничивается. Решение этих вопросов требует проведения дополнительных исследований.

Экономное и рациональное использование лесных богатств настоятельно диктует необходимость продления срока службы древесины, что позволит сократить объем ее потребления и лесозаготовок и сохранить невырубленными большие лесные массивы.

## 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА КОНСЕРВИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Хорошо пропитанная древесина может конкурировать с железобетоном и металлом. По ряду показателей она превосходит эти материалы, например, по воспроизводству доступности, относительно невысокой цене, хорошим строительным и поделочным свойствам. Благодаря пористому строению она может пропитываться жидкостями и приобретать новые заданные свойства; из отходов древесины можно получать различные ценные материалы с новыми свойствами. В 50 и 60-х годах древесину начал вытеснять сборный железобетон. Из него стали строить опоры линий электропередач, шпалы, мосты, изгороди, парковые скамейки, животноводческие помещения и многое другое. Однако практика показала, что железобетон не может конкурировать с древесиной ни в одном из строительных объектов. Особенно наглядно видно это на примере опор линий электропередач. Стоимость строительства 1 км линий на деревянных пропитанных опорах, по сравнению с железобетонными опорами, по ВЛ 0,4 кв ниже на 595 руб. (37,7%); по ВЛ 6-20 кв - на 412 руб. (38%). Стоимость деревянных опор меньше опор с железобетонными приставками по ВЛ 0,4 кв на 296 руб. (19,4%), а по ВЛ 6-20 кв - на 217 руб. (20%) /28,29/.

При сравнении технико-экономических показателей опор из различных материалов лучшими признаны изготовленные из хорошо пропитанной древесины сосны и непропитанной лиственницы, применяемой с наложением антисептических бандажей в зоне земной поверхности.

Деревянные опоры превосходят опоры, изготовленные из других материалов, не только по показателям сметной стоимости в приведенных затратах, но и по многим другим показателям, в том числе и по эксплуатационной устойчивости. Так, удельная предельная прочность деревян-

ных опор на 100 м пролета в 2,5 раза выше, чем железобетонных. Повреждаемость деревянных опор вследствие превышения нагрузок в несколько раз ниже, чем у железобетонных опор и опор на железобетонных приставках. В практике эксплуатации сельских линий при климатических аномалиях нередко случаи массового падения опор на железобетонных приставках и не было повреждений на деревянных.

При применении железобетона и в других случаях также обнаружались большие недостатки. Установлено, что в условиях континентального климата, особенно на пучинистых грунтах, железобетонные шпалы не обеспечивают длительной надежной службы /6/. Древесину нельзя полностью заменить железобетоном при строительстве животноводческих помещений, для лодочных причалов, контейнеров, труб большого диаметра, скамеек парков, стадионов и в ряде других случаев.

Выявленные недостатки железобетона как строительного материала явились основанием к тому, что в настоящее время объем потребления древесины в строительстве в 2 раза превышает объем потребления оброчного железобетона. Это соотношение сохраняется и в зарубежных, в том числе и малолесных странах, особенно для возведения несущих конструкций, которые в 5 раз легче железобетона.

Надежная и длительная служба древесины в эксплуатации может быть достигнута путем глубокой, равномерной пропитки антисептиками. Значимость консервирования древесины подтверждается сроками службы пропитанной и непропитанной древесины. С этих позиций и целесообразно рассмотреть некоторые вопросы о состоянии дел в области консервирования древесины в нашей стране.

Практика свидетельствует, что в защите нуждается прежде всего высококачественная крупномерная древесина, эксплуатируемая в тяжелых условиях (в контакте с грунтом): шпалы, переводные брусья, рудничная стойка, опоры линий связи и электропередач и многие другие эле-

менты конструкций и строений. Ежегодно производят около 5 млн м<sup>3</sup> шпал, переводных и мостовых брусьев, причем пятую часть их укладывают без пропитки. Средний срок службы пропитанных шпал оценивается в 12 лет, а непропитанных - 7-8 /13/. Продолжительность службы шпал зависит от климатических условий, возраста и бонитета леса, из которого были изготовлены шпалы; нормы поглощения антисептика, полноты пропитки заболони и ядра, состояния балласта, методов прикрепления рельсов к шпалам, режима движения, нагрузки на путь и т. д. В табл. 1 и 2 приводятся более подробные данные о сроках службы шпал из древесины разных пород, пропитанных различными антисептиками /18/.

В литературе приводятся данные о сроках службы шпал в различных климатических зонах: пропитанных креозотом 19-24 года, непропитанных - 5-6 лет. Хорошо пропитанные шпалы в 2-3 и более раз служат дольше непропитанных. В США испытывалось 9000 шпал из различных древесных пород, эксплуатируемых на дорогах в различных районах страны. Средний срок службы непропитанных шпал 5,5 лет, пропитанных хлористым цинком - 15-16 лет, креозотом - 27,5-30,5 лет /38/.

Особое место в этом ряду занимают шпалы, пропитанные каменноугольным креозотом, срок службы которых значительно выше, чем при пропитке другими растворами. На 1 км главных железнодорожных путей укладывается 1700-1800 шпал, на 100 тыс км - 170-180 млн (в СССР протяженность железных дорог значительно больше). Для их изготовления потребуется 26 млн м<sup>3</sup> высококачественной крупномерной древесины: Для её заготовки потребуется вырубить лес на площади 65 тыс га /18/.

Опор линий связи и электропередач ежегодно заготавливают около 5 млн м<sup>3</sup>, а пропитывают всего лишь 1,5 млн м<sup>3</sup>. Остальные 3,5 млн м<sup>3</sup> устанавливаются непропитанными или на железобетонных приставках. Срок службы непропитанных основных опор ЛЭП в северной европейской части СССР - 6-8 лет, в средней полосе 4-5 лет, на

## Срок службы шпал из древесины разных пород /18/

Порода древесины	Средняя продолжительность службы шпал в годах		
	непропитанных	пропитанных креозотом	пропитанных други- ми составами
Дуб	12 - 15	25	15 - 20
Бук	2,5 - 3	30	10 - 16
Сосна	6 - 8	20	10 - 15
Лиственница	8 - 10	20	15 - 20

Таблица 2

Срок службы шпал в зависимости от применяемых антисептиков и методов пропитки /18/

Порода древесины	Антисептик и метод пропитки	Страна и средний срок службы в годах	
1	2	3	
Сосна	Каменноугольный креозот; метод полного поглощения	Англия	21-24
" "	Каменноугольный креозот; метод ограниченного поглощения	Германия Дания Финляндия Швеция Норвегия	27 ~ 25 20 20 20-25
	Хлористый цинк + каменноугольный креозот; двойная пропитка	Чехословакия	10-15
Лиственница	Различные антисептики	Чехословакия	12-17

1	2	3	
Твердые породы	Каменноугольный креозот; метод ограниченного поглощения	Бельгия	30-40
Бук	Хлористый цинк + каменно- угольный креозот; двойная пропитка	Чехословакия	20-30
- "	Каменноугольный креозот; метод ограниченного поглощения	Германия	40

юге - 2-3 года /18/. По данным института "Сельэнергопроект" продление фактического срока службы опор на 5 лет позволит уменьшить потери по капитальному ремонту линий на 100-110 млн руб. По подсчетам "Латэнерго" год ослужбы 1 м<sup>3</sup> непропитанной основой древесины в опорах ЛЭП в Прибалтике обходится 5 руб. 70 коп., а хорошо пропитанных - 1 руб. 60 коп.

Анализ показывает, что продолжительность службы конструктивных и строительных элементов из древесины находится в прямой зависимости от качества пропитки. За рубежом опоры с влажностью 20 %, пропитанные каменноугольным креозотом эксплуатируются 28-40 лет и более; пропитанные водорастворимыми антисептиками и их смесями с креозотом - 12-18 лет и более /18, 19, 26/. В Великобритании 8000 телеграфных столбов, пропитанных креозотом с последующей допропиткой в эксплуатации, служат более 70 лет /36/. В СССР фактический средний срок службы опор 12 лет /28/. В результате ежегодный перерасход шпал и опор составляет свыше 5 млн м<sup>3</sup>, т. е. 75 % древесины идет на замену загнивших. Для заготовки такого объема древесины ежегодно вырубается 100 тыс га леса /13/.

Строительство линий электропередач с опорами из непропитанной древесины приводит к тому, что линии начинают выходить из строя раньше, чем они достигнут проектной нагрузки.

Установка непропитанных опор на пропитанных или железобетонных приставках экономически неоправдана: стоимость строительства 1 км ВЛ 0,4 кв повышается на 26 %. Кроме того, увеличивается аварийность сетей в связи с их недостаточной механической устойчивостью, особенно при обмещении гололедных и ветровых нагрузок. Нередки случаи, когда на линиях с железобетонными приставками было массовое падение опор, в то время как повреждения деревянных опор не наблюдалось. Так, в 1966 г. в "Ростовэнерго" в результате сильного ветра и гололеда было повреждено 990 железобетонных,



2907 опор с деревянными отойками и железобетонными приставками и лишь 97 деревянных. В Калмыцкой АССР Ставропольском крае и на Украине падения деревянных опор не было или встречались единичные случаи /28/.

На строительство в стране ежегодно расходуется около 130-150 млн м<sup>3</sup> древесины, половина которой идет на строительные конструкции /17,21,22/. Часто применяют недостаточно сухие или вовсе сырые лесоматериалы, которые особенно легко поражаются грибами и загнивают. В результате срок службы деревянных конструкций сокращается до 2-3 лет, а на ремонт ежегодно расходуют около 35 млн м<sup>3</sup> высококачественной древесины. Подсчитано, что в СССР от загнивания теряется древесины в 19 раз больше, чем от пожара. В зарубежных странах это соотношение составляет 1 : 1 /17/.

Глубокая пропитка древесины в строительстве не проводится. Поверхностной обработке силами строителей или организациями треста "Союзантисептик" подвергают около 3 млн м<sup>3</sup> древесины, тогда как фактическая ежегодная потребность в защищенной древесине в строительстве - около 10 млн м<sup>3</sup>.

На сельскохозяйственное строительство ежегодно расходуется 30-40 млн м<sup>3</sup> древесины, четверть из которой - малоустойчивые лиственные породы. Во многих строениях срок службы незащищенной древесины составляет всего 7-8 мес (например, в овощехранилищах). Использование древесины в сельскохозяйственном строительстве будет экономически выгодным при условии ее защиты не менее 5 млн м<sup>3</sup> в год или 10% от объема древесины, идущей на строительные конструкции. На строительство и ремонт заборов промышленных предприятий, различных оград садов, газонов, дорог и др. ежегодно расходуется 5-6 млн м<sup>3</sup> древесины. Если наладить централизованное производство консервированных деталей заборов и ограждений из отходов деревообрабатывающих предприятий, то в результате уменьшатся до 3 млн м<sup>3</sup> потребности в высококачественной древесине и улучшится внешний вид ограждений.

Для изготовления стандартных, брусчатых и каркасных домов ежегодно требуется более 3 млн м<sup>3</sup> высококачественной древесины, 600 тыс м<sup>3</sup> которой необходимо пропитывать. Фактически же пропитывается около 300 тыс м<sup>3</sup>, поэтому срок службы стандартных домов в 2 раза меньше возможного.

По предварительным подсчетам на индивидуальное строительство ежегодно расходуется 3-4 млн м<sup>3</sup> древесины. Около одной пятой строительных элементов должно пропитываться. Фактически же при строительстве и ремонте домов химическая защита используемой древесины не производится.

В гидротехнических сооружениях и мостах непропитанная древесина служит 4-5 лет, в отдельных случаях - 3-2 года, консервированная - 18 лет. Древесина для этих целей должна консервироваться в полном объеме.

На дорогах местного, республиканского и общесоюзного значения требуется восстановить и построить 700-800 км деревянных мостов, нуждающихся в глубокой, надежной защите. По данным 1976 г. для выполнения этой работы необходимо около 3 млн м<sup>3</sup> высококачественной хорошо пропитанной древесины /4/.

На каждые 1000 т добываемого угля в среднем расходуется до 20 м<sup>3</sup> древесины (в отдельных шахтах - до 40 м<sup>3</sup>). Ежегодно угольной и горнорудной промышленности нужно более 20 млн м<sup>3</sup> деловой древесины и горбылей, т. е. около 10 % заготавливаемой в СССР деловой древесины (80 % её идет на рудничные стойки в угольной промышленности, 13 % - в цветную металлургию, 7 % - в черную металлургию) /17/. Большой расход в добывающей промышленности древесины объясняется тем, что срок службы непропитанной стойки 7-8 мес., максимум - 2 года. По существующему положению консервированию подлежит только крепежное ороком службы от 3 до 15 лет или 5 % (1 млн м<sup>3</sup>) древесины.

Для сравнения следует отметить: в Западной Европе расход древесины на 1000 т угля не превышает  $15 \text{ м}^3$ , а США -  $7 \text{ м}^3$ , причем древесина подлежит обязательному консервированию способом, гарантирующим службу стоев на весь период эксплуатации шахты.

Много расходуется высококачественной древесины на строительство и ремонт транспортных средств. Например, в судостроении ежегодно используется около 200 тыс.  $\text{т}^3$  высокосортных специальной распиловки лесоматериалов, на строительство вагонов -  $0,15-0,2$  млн  $\text{м}^3$ , а на ремонт -  $0,8-1$  млн  $\text{м}^3/13\%$ .

В сельскохозяйственном машиностроении и производстве автомашин должно консервироваться не менее 20% лесоматериалов. Фактически химическая защита проводится в меньших объемах и с нарушением технологии, что приводит к быстрому разрушению древесины в эксплуатации. В результате на восстановительный ремонт деревянных конструкций тратится древесины больше, чем на строительство, с огромными затратами денежных средств.

Ремонт оросителей градирен из непропитанной древесины повторяется через каждые 3-4 года. На их строительство ежегодно расходуется 50-60 тыс.  $\text{м}^3$  древесины, которая должна полностью пропитываться.

В табл. 3. приведены сведения о потерях древесины в различных отраслях её использования.

Железобетоном и другими материалами невозможно заменить древесину при изготовлении труб, лотков, баков в химической промышленности. Здесь также требуется защита древесины от действия щелочей и кислот.

Около 1 млн  $\text{м}^3$  древесины расходуется в лесной промышленности и лесном хозяйстве для строительства мостов, шпал, жилых домов, складов лесокультурной техники, навесов и т. д. Здесь консервированию подлежит не менее 10% объема потребления. Практически древесина в настоящее время не консервируется, вследствие чего срок её службы в рассматриваемых областях применения в 2-3 раза ниже возможного.

## Ориентировочные годовые потери древесины /13/

Наименование сортимента	Годовой объем древесины, под- лежащей консер- вированию, млн м <sup>3</sup>	Средний срок службы, лет		Годовые потери древесины, млн м <sup>3</sup>
		при правил - ном консерви- ровании (пла- нируемый)	фактичес- кий	
1	2	3	4	5
Шпалы и переводные брусья	4,7	25	12,5	2,35
Опоры ЛЭП и связи	4,3	45	15	2,85
Заборы, ограды длитель- ной службы	6,0	15	7,5	3,00
Крепежный дес со срока- ми службы более 3 лет	1,0	10	2	0,80
Все виды строительства (конструкции, подвержен- ные гниению и заменяе- мые при ремонте)	20,0	20	10	10,00

1	2	3	4	5
Стандартные дома, машины (детали, под- верженные гниению)	2,0	10	5	1,00
Инвентарная тара, контейнеры, формы кирпичных заводов многократного ис- пользования и др.	1,0	4	2	0,50
Другие виды древеси- ны	1,0	10	5	0,50
Всего :	40,0			21,0

На парковое, выставочное, спортивное строительство ежегодно расходуется около 0,5 млн м<sup>3</sup> древесины. Обязательному консервированию подлежит 50 % древесины, но, как правило, древесина не пропитывается.

Точных данных о количестве расходуемой древесины в различных отраслях промышленности и её потерях от разрушения привести невозможно, поскольку они из года в год меняются. Приведенные цифры наглядно показывают насколько велики народнохозяйственные потери из-за недооценки консервирования древесины и слабого развития консервирующей промышленности.

## 2. ПРОБЛЕМЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Основной целью консервирования древесины является увеличение её срока службы в эксплуатации, снижение конечной стоимости продукции, ликвидация частых ремонтов сооружений. Практика показала, что даже незначительное увеличение срока службы древесины вполне оправдывает расходы на пропитку.

Посредством пропитки антисептиками древесину любой породы можно предохранить от загнивания, повреждения деревоокрашивающими грибами и насекомыми и увеличить срок её службы в несколько раз. Однако положение с консервированием древесины в нашей стране неблагоприятно.

Основные проблемы, препятствующие развитию консервирования древесины:

1. Недооценка значения консервирования древесины. Сложившееся стереотипное убеждение, что наша страна лесная и "ресурсы леса неисчерпаемы", дало возможность относиться без должного внимания к проблеме защиты древесины. Этим можно объяснить и отсутствие высококвалифицированных специалистов в области консервирования древесины.

В нашей стране было принято несколько правительственных постановлений по улучшению дел в области защиты древесины от биоразрушителей. Они не выполнялись, как и Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 20 августа 1984 года № 890 "Об улучшении использования лесосырьевых ресурсов", обязывающее Госкомитет по народному образованию начать подготовку специалистов по защитной обработке древесины. В то же время предприятия, занимающиеся пропиткой и обработкой древесины, крайне нуждаются в специалистах, хорошо владеющих теорией и практикой защиты древесины от биоразрушителей, огня и других разрушительных начал.

Из-за отсутствия специалистов такого профиля, наша страна несет большие потери не только в разных отраслях промышленности и строительства, но и при сохранении памятников деревянного зодчества. Примером могут служить Покровская и Преображенская церкви на о. Кизи, которые не удается защитить обычными методами от разрушения. Ещё в худшем состоянии находится древесина ценнейших археологических раскопок - старой Брестской крепости (Берестья). Применяемые методы пропитки оказались недостаточными, чтобы сохранить строения в изначальном виде после раскопок. Во всех венцах строений и тротуарах древесина практически разрушилась. Можно привести и другие примеры, когда из-за отсутствия высококвалифицированных кадров не проводится защита древесины на объектах, имеющих важное историческое и политическое значение.

Не лучше обстоят дела с научными исследованиями в области химической защиты древесины. Парадоксален сам факт, что в нашей лесной стране в системе АН СССР нет института древесиноведения, частью которого могло бы быть консервирование. Нет специальных кафедр и не проводится глубоких фундаментальных исследований в учебных вузах. Изучением вопросов, связанных с пропиткой древесины, занимаются отдельные энтузиасты. В системе Министерства лесной промышленности есть ма-

лочиленная Сенежская лаборатория консервирования древесины, которая решает ограниченный круг вопросов. Таких лабораторий нет в лесных регионах Сибири и Дальнего Востока, где решаются основные вопросы лесопользования. Следует отметить, что за рубежом вопросам защиты древесины и её рационального использования уделяется большое внимание. Даже в малолесных странах имеется сеть специализированных научных учреждений, занимающихся вопросами теории и практики в области защиты древесины от биоразрушителей.

2. Вторая проблема заключается в том, что в пропитку поступает древесина с влажностью 60-100 и более процентов. С такой влажностью пропитываются детали опор ЛЭП, строительные конструкции, крепежный лесидр.

Атмосферная сушка древесины считается невыгодной, так как приводит к её "замораживанию" на складах завода до года. Поэтому мачто- и шпалопропиточные заводы, а также имеющиеся при деревообрабатывающих и строительных комбинатах пропиточные цеха, обычно пропитывают сырую древесину, не обеспечивая необходимого качества пропитки. Глубина пропитки лесоматериалов с влажностью выше 25 % характеризуется неравномерностью проникновения антисептика в пропитанной зоне. Даже в достаточно проницаемой заболони сосны наряду с пропитанными участками остаются места, пропитанные на глубину всего 5-10 мм или совершенно не пропитанные. Такие лесоматериалы в эксплуатации быстро растрескиваются и загнивают.

Зарубежный опыт показывает, что, несмотря на то, что атмосферная сушка требует больших переходящих запасов древесины, она выгодна особенно для крупномерных сортиментов (шпал, столбов), так как увеличивается производительность пропиточных цехов и, применяя более простые режимы, можно получить хорошо пропитанную древесину с гарантийным сроком службы 25-30 лет, а твердых лиственных пород - 35 лет. В Германии, например, перед пропиткой древесину досушивают до влажности 18%.



Пропитка ведётся по способу полного или ограниченного поглощения, с продолжительностью не более двух часов.

Для пропитки сырой древесины рекомендован ГОСТ 200.22.11-79 "Способ совмещенной сушки-пропитки", в соответствии с которым древесина сушится в антраценовом масле в закрытом пропиточном автоклаве при температуре 100-130 °С в течение 12 ч.

Опыт работы Лесосибирского и Волгоградского мачтопропиточных заводов по этому способу показал, что предпропиточная сушка древесины в закрытых автоклавах по циклу "сушка-пропитка-сушка" длительна по времени, приводит к уменьшению производительности завода, удорожанию продукции, а качество пропитки не всегда удовлетворяет предъявляемым требованиям. Эти недостатки особенно чётко прослеживаются на Лесосибирском МПЗ, где древесина не успевает подсохнуть после оплава и иногда идет в пропитку в обледеневшем состоянии. Для её оттаивания, прогревания и подсушивания в поверхностных слоях требуется 18-20 ч.

Длительное нагревание сырой древесины в антраценовом масле при температуре выше 100°С приводит к образованию больших выбросов фенольных соединений (с содержанием до 90 % нафталина), загрязняющих окружающую среду, территорию завода, оборудование, ухудшающих условия работы обслуживающего персонала. В связи с завышением плановых объемов пропитки, заводы вынуждены применять окрашенные режимы, что приводит к ухудшению качества выпускаемой продукции.

Путём многолетних наблюдений установлено, что при пропитке древесины с влажностью более 100 %, антисептик проникает только в самые поверхностные слои древесины, образуя маслянистую плёнку, которая выполняет роль барьера, препятствующего испарению влаги из древесины. Во время транспортировки, установки и эксплуатации на поверхности опор образуются трещины, царапины, обдиры креозотной пленки, через которые в незащищенные слои древесины проникают споры дереворазрушающих грибов,

и в результате такие опоры служат меньше, чем непропитанные /24/.

Следовательно, пропитка древесины с повышенной влажностью не только не оправданна, но и недопустимо расточительна, наносит большой ущерб при использовании лесных ресурсов (поэтому ни в одной из зарубежных стран сырая древесина не пропитывается). Плохо пропитывать древесину экономически не выгодно. Удлинение срока службы пропитанной древесины позволит значительно экономить денежные затраты потребителей, несмотря на то, что стоимость пропитанной древесины выше /26/.

3. Недостаточное внимание к проблеме защиты древесины в целом отражается на материально-техническом и технологическом обеспечении отрасли: мало пропиточных заводов, причём оснащены они устаревшим оборудованием; не выделяется капитальных вложений в пропиточное производство; нет эффективного контроля качества защитных работ; не соблюдаются стандарты на защиту древесины; на низком уровне находится техника безопасности и вопросы защиты окружающей среды.

4. Решение проблемы консервирования древесины связано со многими вопросами размещения и организации производства, эффективного использования оборудования и др. В настоящее время в стране нет межведомственных пропиточных заводов. Пропиточные заводы принадлежат двум ведомствам: Минэнерго и МПС, которые выпускают продукцию для своих нужд. На многих домостроительных и машиностроительных заводах нет пропиточного оборудования. Нередки случаи, когда на вновь строящихся домостроительных или машиностроительных комбинатах устанавливалось импортное автоклавное пропиточное оборудование фирмы Шульц, но из-за недооценки экономической эффективности пропитки древесины и отсутствия на заводе специалистов по консервированию оно не использовалось, а заменялось более простыми и малоэффективными — ваннами или кистевой обработкой строительных деталей (на Красноярском комбинате индустриальных строи-

тельных конструкций, Абаканском вагоностроительном и некоторых других ведомственных заводах).

В большинстве районов страны нет специализированных организаций по химической защите древесины на строительстве. В результате в эксплуатацию идет более 2 млн м<sup>3</sup> незащищенных шпал, столбов и других элементов, конструкций и строений, работающих в тяжелых условиях службы.

5. В СССР крупные пропиточные заводы принадлежат потребителям. В связи с недостатком производственных мощностей для выполнения плановых заданий, большой объем выпускаемой продукции определяется двумя факторами: большими размерами заводов и применением окрашенных режимов пропитки.

А в Скандинавских странах и в США, например, много мелких заводов производительностью 2-7 тыс м<sup>3</sup> и 17 тыс м<sup>3</sup>, которые равномерно распределены по территории стран /21/. Заводы принадлежат поставщикам и потребителям. В табл. 4 приведена сравнительная характеристика пропиточных заводов некоторых стран.

Следует также отметить, что в СССР расстояние между заводами достигает нескольких тысяч километров, а это связано с большими встречными перевозками и удорожанием продукции. Нет концепции создания единой сети пропиточных заводов, не ясно, какой производительности заводы надо строить; где их следует размещать - у поставщика или потребителя /11,12/. Очевидно, заводы должны строиться разной мощности и размещаться как у поставщика, так и потребителя.

6. Во время сушки, хранения и транспортировки лесоматериалы с высокой влажностью поражаются грибами синевы, плесени и другими видами деревоокрашивающих грибов, вследствие чего изменяется не только цвет древесины, но и ухудшаются её физико-механические свойства.

Для защиты сырых пиломатериалов хвойных пород от синевы и плесени в 20-х годах в США широко приме-

Таблица 4

Сравнительная характеристика пропиточных заводов  
некоторых стран

Страна	Число пропиточных заводов	Годовой объем пропитываемой древесины, млн м <sup>3</sup>	Средняя годовая производительность, тыс м <sup>3</sup>
Финляндия	130	0,25	2
Швеция	54	0,37	7
США	360	6,00	17
СССР	60	6,60	110

нялась кальцинированная сода, а для обработки лиственных - бура /44/. В 1928-1932 гг. в Мэдисонской лаборатории (США) были испытаны этилртутные и хлорфенольные соединения - лигназаны и доусайды: Р - для обработки хвойных, Н - лиственных. В 1935 г. в США был предложен препарат Доусайд G, содержащий пентахлорфенолят натрия (ПХФН) и некоторые другие препараты из группы доусайд, которые нашли широкое применение для защиты пиломатериалов от синевы и плесени. Несколько позднее (1941-1945 гг.), из-за недостатка ртутных и хлорфенольных соединений лигназаны и доусайды стали добавлять в растворы соды и буры. На этом основании были получены препараты нокстейн (ПХФН + сода + бура) и перматаксы - 1B и 10B (ПХФН + бура), довольно эффективные для предохранения лесоматериалов от синевы и плесени. В этот же период в СССР были разработаны этилртутные препараты Р-38, угнетающие большинство грибов синевы, но слабо влияющие на грибы плесени. Кроме того они ядовиты для человека, легко вымываются, легучи, не образуют нерастворимых соединений. Препараты Доусайд Р, Доусайд Н, Доусайд G, Сантобрайт и Пентацид Р-38 в концентрации около 1% рекомендованы для обработки хвойных пород /13/.

В 1948 г. в СССР был создан довольно эффективный препарат ГР-48. Существует несколько его модификаций, их характеристика приведена в табл. 5.

Широко применяются высокоэффективные антисептики ГР-48 - 23-Ф и ГР-48 - 23-П, обеспечивающие хорошие результаты защиты даже при разрыве во времени между распиловкой и обработкой до 12 ч. Препарат типа ГР-48 - 32-С можно приготовить из отдельных компонентов непосредственно перед пропиткой на заводе.

Вследствие меньшего содержания в антисептиках ГР-48 пентахлорфенолята натрия и добавок этилртутофосфата они меньше раздражают носоглотку и дыхательные пути. Следует иметь ввиду, что они также являются довольно сильным ядом. Экономический эффект от обра-

Таблица 5

Состав (% по массе) препаратов типа ГР-48 /13/

Модификация препарата	Пента- хлор- фенолят одновод- ный	Оксиди- фенолят натрия трех- водный	Этил- мер- кур- фос- фат	Нат- рий ед- кий	Мас- ло транс- форма- торное	Сода каль- цини- рован- ная	Бура деся- тивод- ная	Смесь со- ды и буры в соотно- шении 1 : 1
ГР-48	-	40	0,25	0,5	2	остаток до 100%	-	-
ГР-48-23П	40	-	0,25	0,5	2	то же	-	-
ГР-48-11П	50	-	-	0,25	2	-	-	остаток до 100%
ГР-48-32Б	60	-	-	0,5	2	-	остаток до 100%	-
ГР-48-32С	60	-	-	0,5	2	остаток до 100%	-	-

ботки пиломатериалов препаратом ГР-48 составляет 0,6  
1,0 руб/м<sup>3</sup>.

Антисептирование производят в ваннах путём поштучной обработки пиломатериалов или пакетами.

Пакетный способ как наиболее дешёвый получил наибольшее распространение. Но при пакетном способе поверхность пиломатериалов обрабатывается не полностью, при формировании пакета попадают пиломатериалы, пролежавшие после распиловки более 12 ч, что снижает эффективность защиты. Часто нарушается технология обработки, не выдерживается концентрация раствора в зависимости от погоды и продолжительности хранения пиломатериалов после обработки и др. Так, консервирующий раствор должен применяться только в течение суток после приготовления. При более длительном хранении снижается его токсичность. Это требование также не всегда соблюдается.

За рубежом широко применяется метод разбрызгивания на конвейерных установках, которые нашли применение и в Советском Союзе.

Практика показала, что эффективнее поштучная обработка пиломатериалов. Пропиточная установка смонтирована в лесопильный поток; пиломатериалы, передвигаясь по транспортеру от лесопильной рамы, сразу же подаются в раствор консерванта. Ворсистость доски, образующаяся после распиловки, способствует более глубокому проникновению антисептика. Кроме того, сразу после распиловки на поверхности пиломатериалов нет спор грибов. При погружении пиломатериала в пропиточный раствор на всей его поверхности образуется защитная плёнка.

Одно время для антисептической обработки пиломатериалов широко использовали очень токсичный для человека и животных пентахлорфенолят натрия, отдельный компонент консервирующего препарата ГР-48. Применение его запрещено из-за высокой токсичности. На некоторых деревообрабатывающих предприятиях для обработки экспортных пиломатериалов применяют дорогостоящий и менее

эффективный немецкий антисептик Доналит. Так, например для антисептирования 1 м<sup>3</sup> пиломатериалов достаточно 400 г препарата ГР-48, что соответствует 40 л 1%-го раствора. Доналита требуется в три раза больше.

Таким образом, решение проблемы защиты пиломатериалов от синевы и плесени связано с разработкой эффективных многокомпонентных препаратов, нетоксичных для человека, и более совершенных способов антисептической обработки.

7. Одной из основных проблем является разработка и получение эффективных антисептиков. Антисептики должны быть токсичными для грибов и насекомых и неядовитыми для человека и животных; легко впитываться как в сухую, так и сырую древесину и обладать длительным действием; не должны быть летучими и не должны терять токсичности от воздействия кислорода воздуха или почвенной влаги; не разлагаться при пропитке в горячих ваннах или автоклавах; не снижать прочности пропитываемой древесины и не корродировать металлы; не иметь резкого запаха; не повышать гигроскопичность древесины и не увеличивать её горючесть; не изменять цвета древесины и не препятствовать её механической обработке; они должны быть дешевыми; обладать комплексными свойствами: токсичностью к биоразрушителям, повышать огнестойкость и гидрофобность древесины.

По механизму действия на грибы антисептики делятся на две группы. Действие одних сводится к разрушению энзиматической системы грибов, вследствие чего грибы не могут выделять энзимы, с помощью которых они разлагают целлюлозу или лигнин древесины на продукты питания. Другая группа антисептиков может давать с древесиной соединения, на которые не действуют выделяемые грибами энзимы.

Мировая практика консервирования древесины располагает большим арсеналом антисептиков, обладающих хорошими защитными свойствами.



Из группы минерального происхождения к ним относятся: фтористый натрий, хлористый цинк, кремнефтористые натрий, цинк, магний, сернокислая медь (медный купорос). Из органических лучшим считается каменноугольное масло для пропитки конструкций и элементов стропильных, работающих на открытом воздухе. Растворимый в органических растворителях пентахлорфенол тоже имеет хорошие защитные свойства, но очень ядовит для человека и животных, в связи с чем (как упоминалось выше) его применение запрещено.

Большую группу составляют комбинированные, трудновываемые комплексные препараты. Из отечественных сюда входят: соли хрома и меди (ХМ-11, ХМ-32), соли хрома, меди, фтора (ХМФ, ХМК); пентахлорфенолят натрия (ПХФН); соли хрома, цинка (ХЦ); соли меди, хрома, мышьяка (МХМ) и некоторые другие.

К антисептикам первого класса на основе фтористых соединений, применяемых за рубежом, относятся: Малекит, соли Вольмана, Доналит У, мышьякосоодержащие - Таналит У, Триоксан УА, соли Боиндона, Хемонит, Аску. Почти все перечисленные антисептики в СССР в настоящее время не производятся.

Английский препарат Селькур содержит соли хрома и меди. Его аналог в СССР - ХМ-5. Оба эти антисептика находят ограниченное применение из-за большого расхода меди.

Ни один из перечисленных антисептиков как отечественного, так и зарубежного производства не отвечает всем предъявляемым требованиям. Каждый токсичен для человека и животных и не пригоден для пропитки тары под пищевые продукты, водопроводов, овощехранилищ, спальных ям и т. д.

В последнее десятилетие особое внимание уделяется эмульсионным препаратам типа водно-дисперсионного нафтената цинка /37/ и пигментов эмульгирующих креозот (ПЭК) /39/. Эти препараты имеют ряд преимуществ по сравнению с другими классами и находят широкое приме-

нение для обработки жилых помещений и различных деревянных конструкций. Для предотвращения вымываемости водорастворимых антисептиков из пропитанной древесины и ускорения их фиксации предлагается обработка пропитанной древесины в поле токов высокой частоты /42/ или специальные добавки в антисептик окрашивающих и порозакрепляющих веществ с применением соответствующей технической обработки /45/.

В решении проблемы получения эффективных антисептиков большие надежды возлагаются на комплексные препараты как более перспективные. Получение таких препаратов эмпирическими методами не даёт нужных результатов. Теоретические основы отбора веществ для производства комплексных препаратов не разработаны.

Исследования последних лет вносят определенный вклад в достижение указанной цели, однако многие вопросы получения антисептиков с заданными свойствами остаются нерешенными.

Вторая часть проблемы разработки, получения и внедрения антисептиков связана с вопросами организации и финансирования производства консервирующих препаратов. Химическая промышленность может предложить для пропитки древесины дешевые химические вещества, не опасные для человека, но набора многокомпонентных защитных средств ещё не создано. В готовом виде они не выпускаются, их приходится получать на месте использования путём смешивания отдельных компонентов.

Снижение себестоимости антисептиков может быть достигнуто за счёт использования отходов химических и металлургических производств, например, отходов мышьяка, имеющих отрицательную цену, которая складывается из затрат на их захоронение. Но ведомства, располагающие такими отходами, отказываются понизить цены до уровня транспортных, что является одной из основных причин задержки производства мышьякоудерживающих препаратов ФХМ-7751 и МХМ-235.

В связи с организационными неурядицами не находит промышленного использования мышьяксодержащий антисептик Урал-3, который в производственных испытаниях по многим показателям зарекомендовал себя лучше других препаратов подобного типа.

Эти же трудности возникают при решении вопросов о ценах на антисептики. Консервирующей промышленности требуются сравнительно небольшие объемы защитных средств, но химическим заводам производить такие объемы невыгодно. Малые объемы производства связаны высокими ценами на антисептик, и это тоже затрудняет его внедрение. Цены на антисептики, очевидно, следует увязывать с ценами на отходы химических производств, используемых для получения антисептиков.

Поскольку все антисептики в определенной степени являются ядами, для обеспечения безопасности пропиточных работ и охраны окружающей среды требуются большие капитальные вложения. Решение этих вопросов при ведомственной несогласованности часто приводит лишь к замене одних антисептиков другими или их запрещением к производству.

Нередки случаи, когда запрещаются высокоэффективные антисептики, широко применяемые у нас в стране и за рубежом, а взамен их рекомендуются антисептики с заниженными защитными свойствами, но более надежными по технике безопасности. Вероятно, такой подход не всегда оправдан. Целесообразно для консервирования использовать наиболее эффективные средства защиты древесины, максимально совершенствуя возможности и уровень техники безопасности для защиты человека от токсического воздействия антисептиков.

Капитальные вложения в химическую защиту древесины сдерживаются вследствие того, что эффективность вложений сказывается через весьма отдаленный промежуток времени. Не следует забывать, что незащищенная или плохо защищенная древесина сгнивает за 2-3 года, а для

ое замены дерево должно расти 100 лет.

8. Для улучшения дел в области защиты древесины важно решить проблему глубокой равномерной пропитки труднопроницаемой ядровой и спелой древесины, составляющей основную часть ствола дерева.

Существующими нормами защиты древесины хвойных пород предусматривается сплошная пропитка лишь заболонной части древесины, а ядровой на глубину 1-5 мм. Практически ядровая древесина остается незащищенной и в эксплуатацию идет с заранее запланированными заниженными сроками службы, например, шпалы, пиломатериалы, используемые в строительстве, вагоно-, судостроении и др. Древесина пихты и ели, составляющая большую часть лесосырьевой базы страны, практически не пропитывается не только в центральной (спелодревесной) части ствола, но и заболонной (периферической). По этой причине использование древесины ели и пихты в различных отраслях промышленности и строительстве крайне ограничено.

Для пропитки ели, пихты и ядровой древесины иногда применяется предварительное накалывание древесины или заражение грибами синевы, например, заболони ели /1,2, 40/. В Чехословакии рекомендован способ пропитки труднопроницаемой древесины некоторых лиственных пород, но и он не решает многих вопросов, связанных с особенностями пропитки древесины хвойных пород /41/.

В мировой практике антисептирования наиболее эффективными методами пропитки признаны автоклавные - полного и ограниченного поглощения, которые широко применяются за рубежом для пропитки воздушно-сухой древесины. В нашей стране из-за отсутствия древесины такой влажности они используются в измененном варианте, в зависимости от исходной влажности частично подсушенной древесины и не гарантируют нужного качества пропитки.

Эта проблема может быть решена путем применения

методов, обеспечивающих сквозную пропитку ядровой древесины. Такие методы были разработаны в Институте леса и древесины СО АН СССР, в основу их положен принципиально новый подход к глубокой пропитке древесины /24/.

Теоретические положения о влиянии экстрактивных веществ на проницаемость древесины были проверены экспериментально в лабораториях и производственных условиях, подтверждена их правильность. При нагревании древесины до температуры плавления экстрактивных веществ освобождается капиллярная система, способная проводить пропиточные жидкости, и ядровая древесина пропитывается на всю глубину.

Этот метод не удалось внедрить, потому что новая технология заводам невыгодна, так как действующими стандартами не предусмотрена глубокая пропитка. При использовании такой технологии преискуранные цены на пропитку остаются прежними, а производственные затраты на глубокую пропитку выше ввиду большого расхода антисептика и удлинения режима пропитки.

Видимо, чтобы согласовать ведомственные интересы с государственными, следует дополнить действующий ГОСТ или разработать новый, предусматривающий глубокую пропитку древесины антисептиками, и повысить преискуранные цены на сортаменты специальной пропитки. Такой подход компенсирует расходы на пропитку, а в конечном итоге это выгодно. Особенно важна глубокая пропитка для пиломатериалов, идущих на экспорт.

9. В настоящее время матчопропиточные заводы и пропиточные цеха на деревообрабатывающих и строительных комбинатах не располагают запасом воздушно-сухой древесины (не планируются они и в будущем), поэтому в пропитку идёт только сырая древесина с влажностью 100 - 150 и более процентов.

Существуют различные способы подоушки сырой древесины перед пропиткой. Более эффективна оушка в петролатуме, которая применяется на Ленинградском матчо-

пропиточном заводе. Однако из-за сложности процесса этот способ не получил широкого распространения.

Другие способы предусматривают подсушку сырой древесины в закрытом автоклаве в нагретом масле или острым паром. При внедрении на Волгоградском и Лесосибирском мацтопропиточных заводах способа совмещенной сушки-пропитки выявлен ряд существенных недостатков: не обеспечивается необходимое качество пропитки, велики затраты труда, времени и средств, повышается пожароопасность завода, большие выбросы фенольных соединений в окружающую среду. Следует отметить, что при пропитке воздушно-сухой или подсушенной древесины таких выбросов не образуется.

В настоящее время заводы переоборудуются для пропитки сырых опор водорастворимыми препаратами типа хром-медь (ХМ-11). Применение комплексных водорастворимых препаратов позволит уменьшить пожарную опасность завода, хотя снизится надёжность защиты опор и ухудшится качество пропитки.

В сырой древесине капиллярная система, способная проводить пропиточные жидкости, заполнена водой, и по этой причине в неё невозможно ввести антисептик, не происходит фиксации токсичных компонентов препарата, что исключает возможность надёжной защиты древесины.

Водорастворимые антисептики не могут конкурировать с каменноугольным креозотом по вымываемости.

Подсушка поверхностных слоёв древесины не решает проблемы, так как при пропитке влажность увеличивается до исходной. В процессе эксплуатации сырые опоры высыхают неравномерно, появляется покоробленность, образуются глубокие трещины, через которые проникают споры дереворазрушающих грибов в незащищенные слои древесины, начинается интенсивный процесс загнивания опор.

В США, Германии, Англии и других странах опоры и шпалы пропитываются только креозотом, позволяющим защитить древесину на максимально возможные сроки службы в эксплуатации. В этих странах на высоком уровне

не поставлена служба контроля за состоянием древесины в процессе эксплуатации. Через каждые два года опоры осматриваются и в необходимых случаях накладываются антисептические бандажы для пропитки соответствующих участков.

При достаточно высоком уровне культуры производства и техники безопасности пропитка креозотом не вызывает трудностей, а экономическая выгода большая.

10. Не найдено однозначного решения о необходимости пропитки древесины лиственницы.

Древесина лиственницы, по сравнению с другими хвойными породами, обладает высокой прочностью и естественной стойкостью к загниванию. Известно, например, что мост из древесины лиственницы, построенный древними римлянами, служил около 1700 лет. Крепость на берегу Илама и дома из лиственницы в некоторых районах Сибири, построенные в прошлом столетии, и сейчас находятся в удовлетворительном состоянии.

Большой интерес проявляется к древесине лиственницы при строительстве линий связи и электропередач. В течение двух десятилетий на разных уровнях обсуждается вопрос о необходимости пропитки опор ЛЭП из древесины лиственницы.

В 1980 г. по линии ВСНТО была проведена большая работа по сбору и обобщению материала о фактических сроках службы пропитанных и непропитанных лиственничных деталей опор ЛЭП. Данные получены из различных по климатическим условиям регионов страны: европейской части, Урала, Сибири, Дальнего Востока. Анализ показал, что непропитанные опоры из сырой или частично подсушенной (зимней рубки) древесины лиственницы служат 8-12 лет, а траверсы до 5 лет, в зависимости от региона. Пропитанные с такой же исходной влажностью - 14-15 лет. Срок службы опор увеличивается до 18-20 лет в случае, если они укладывались в штабели в окоренном состоянии. Непропитанные лиственничные опоры, высушенные до воздушно-сухого состояния, служат 23-40 лет

в зависимости от региона страны /14,23,27/.

Опыт эксплуатации лиственничных опор линий связи в Красноярском крае показывает, что, если древесина высушена до влажности 18-20% и через год после её установки на уровне земля-воздух снята начинающая подгнивать заболонь, а оставшаяся ядровая часть опоры подсушена, то такие опоры служат до 50 лет и более /25/. Опоры ЛЭП из лесоматериала зимней рубки (частично подсушенные) служат всего лишь 10-12 лет. В результате расход древесины на строительство 1 км линии электропередач 16-20 м<sup>3</sup>, для линий связи - 3,5 м<sup>3</sup>.

Экономически не выгодно пропитывать лиственничные опоры, так как заболонь лиственницы очень узкая, а ядровая древесина имеет довольно высокую естественную стойкость и непроницаема для жидкостей. Более целесообразно и экономически оправданно создание запасов воздушно-сухой древесины на мачтопропиточных заводах. Кроме того, строительство линий электропередач из древесины лиственницы обходится значительно дешевле, чем строительство на железобетонных опорах или приставках. Так, вдоль Ангары и Братского водохранилища сотни километров высоковольтных линий электропередач построены на опорах из лиственницы, что позволило сэкономить более 1200 т металла и 8000 м<sup>3</sup> железобетона.

Запасы древесины лиственницы в СССР составляют 28415 млн м<sup>3</sup>, из которых спелые древостои составляют 39%, перестойные - 37%. По предварительным данным, Минэнерго и другие организации ежегодно заготавливают всего лишь 0,5 млн м<sup>3</sup> древесины лиственницы.

11. Не решены вопросы консервирования низкосортной древесины, а также древесины малоценных пород. В лесах СССР большие запасы берёзы и осины, которые растут почти повсеместно, достаточно много клёна, бука и других лиственных пород. Древесина их характеризуется достаточно высокими прочностными свойствами, но ввиду низкой природной стойкости к загниванию срок её службы составляет 4 года. При глубокой пропитке древе-



сина лиственных пород наравне с древесиной хвойных пород может использоваться для изготовления шпал, столбов связи и ЛЭП, рудничной стойки, в сельскохозяйственном строительстве и других тяжелых условиях эксплуатации. Это позволит, в свою очередь, сохранить ценные породы и улучшить состав лесонасаждений. Кроме того, с изготовлением нужных сортиментов из местных пород появится возможность экономить значительные средства за счёт транспортных перевозок пропитанной древесины.

12. При использовании непропитанной или плохо пропитанной древесины возникает необходимость увеличения сечения сортиментов на линии грунта. Эта необходимость исключается, если устанавливаются хорошо пропитанные опоры или другие элементы конструкций, так как первоначальная прочность древесины сохраняется в течение всего периода эксплуатации. В результате использования глубоко пропитанной древесины можно существенно уменьшить объёмы сортиментов, а, следовательно, сэкономить большое количество высококачественной деловой древесины.

13. Для интенсификации процесса пропитки сырой древесины в автоклавах были предложены различные способы. Так, в Новой Зеландии /41/ и США /30/ применяли циклические способы, основанные на быстрой смене давления и вакуума, но снизить продолжительность цикла пропитки меньше 20 ч не удалось.

В Чехословакии предложен способ пропитки древесины с различной исходной влажностью, основанный на высверливании отверстий. Метод позволяет сократить продолжительность режима до 12 ч и увеличить глубину пропитки /36/.

Для пропитки сухой древесины в США /31/, Швеции /32/ и СССР /15/ пользуются импульсными методами с применением гидравлического удара. Для сокращения режима пропитки В.И. Булгаков /6/ провел серию опытов с применением ультразвука.

В.П. Полищук и В.Н. Потякин рекомендуют исполь-

завать потребные силы, позволяющие увеличить глубину пропитки хвойных лесоматериалов и сократить продолжительность режима /20/.

В Японии /34/, США /33/ и Великобритании /35/ применяют вибрационные методы, позволяющие существенно уменьшать продолжительность цикла пропитки.

В начале 70-х годов в ЦНИИСК была предпринята попытка использования ядерных излучений для защиты древесины от биоразрушителей.

Все эти способы имели ряд существенных недостатков и поэтому не нашли широкого применения. Для решения проблемы улучшения режимов и качества пропитки пукны исследования по разработке эффективных методов пропитки и возможности увеличения глубины пропитки ядровой и спелой древесины.

14. Не решены вопросы серийного выпуска пропиточного оборудования для цехов малой производительности в небольших пропиточных установках, которые могут использоваться на строительных площадках, в сельско-хозяйственном и индивидуальном строительстве. Из-за отсутствия необходимого пропиточного оборудования приходится использовать непропитанную древесину, срок службы которой в 3-5 раз меньше пропитанной.

## 4. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ КОМПЛЕКТОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

1. Развитие консервирующей промышленности тесно связано с фундаментальными исследованиями в этой области, которые являются основой для совершенствования технологии и повышения качества защиты, изыскания принципиально новых, ускоренных методов пропитки древесины, в том числе труднопроницаемой.

Для получения эффективных комплексных препаратов требуется разработать теоретические основы, позволяющие получать новые антисептики с заданными свойствами.

Необходимы исследования в области присоединения атомов некоторых металлов к молекулам древесинного вещества, превращающих древесину в биологически стойкий водо- и температуростойкий материал.

Нужны срочные исследования по изысканию: 1) эффективных комплексных препаратов для защиты элементов конструкций от гниения и плесени во время их хранения и транспортировки; 2) недорогих, трудно вымываемых видов антисептиков для пропитки открытых конструкций; 3) легко проникающих в древесину антисептиков; 4) комплексных препаратов, способных одновременно защищать древесину от биоразрушителей и возгорания; 5) органикостойких, не воспламеняющихся препаратов, не повышающих горючесть пропитанной древесины.

Требуется разработать новые, более совершенные методы пропитки, которые позволят не только увеличить глубину и равномерность проникновения раствора в пропиточной зоне, но и интенсифицировать процесс пропитки.

Необходимо также провести дополнительные исследования по разработке методов глубокой пропитки труднопроницаемой древесины и обеспечить быстрое внедрение новых способов защиты в производство.

Эффективность вложений средств в консервирующую промышленность видна не сразу, и это является одним из основных факторов, определяющих опержающее отношение к консервированию.

Более выгодное применение консервированной древесины по сравнению с железобетоном для опор, мостов, шпал, в сельскохозяйственном строительстве и т. д. может быть доказано расчётным путём. Но имеющиеся расчётные формулы несовершенны и не учитывают целого ряда прямых и косвенных факторов. Нужны дополнительные исследования по совершенствованию методов экономических расчётов эффективности применения консервированной древесины.

2. Консервирующая промышленность не может развиваться на должном уровне без решения вопроса о подготовке кадров для этой отрасли. В настоящее время ни в одном из вузов страны не ведётся подготовка специалистов, владеющих теорией и практикой защиты древесины от биоразрушителей не только при её использовании как строительного и конструкционного материала, но и при защите памятников древнего зодчества (таких, как Покровская и Преображенская церкви на о. Кихи и многих других).

3. Для соблюдения общегосударственных интересов по эффективному контролю качества защитных работ целесообразно строительство межведомственных заводов. Решение этого вопроса также открывает возможность централизованной пропитки древесины для использования в различных отраслях промышленности и строительства.

Опыт зарубежных стран показывает, что более эффективны заводы средней и малой производительности: уменьшаются транспортные расходы, исключаются встречные перевозки.

4. Для совершенствования технологических процессов пропитки и решения технических вопросов необходим серийный выпуск пропиточного оборудования и передвижных пропиточных установок.

По сравнению с другими промышленными предприятиями техническое оснащение пропитывающих заводов находится на очень низком уровне. Требуется их оснащение современным оборудованием и приборами, позволяющими совершенствовать технологические процессы пропитки и управлять ими. В целом консервирующая промышленность нуждается в значительных капиталовложениях для её технического переоборудования и строительства новых заводов и цехов.

5. Недосушенная древесина не должна поступать в пропитку. На лесопильных заводах целесообразно проводить антисептическую обработку влажных пиломатериалов перед их укладкой на атмосферную сушку.

На мачто- и шпалопропиточных заводах необходимо создать соответствующие переходящие запасы опор и шпал для их атмосферной сушки. Из-за отсутствия запаса сухой древесины заводы, стремясь выполнить производственный план, пропитывают сырую древесину, которая служит очень мало, а убытки приносит большие.

При массовой пропитке сухих крупномерных сортиментов (опоры ЛЭП и связи, шпалы) резко возрастает производительность завода, упрощаются технологические режимы, улучшается качество пропитки, и поэтому атмосферная сушка является выгодной, несмотря на то что требует больших переходящих запасов древесины.

6. Срок службы пропитанной древесины возрастает во много раз при условии контроля её состояния в эксплуатации и соответствующей допропитки через определенное время. Эта работа должна проводиться всеми ведомствами, использующими консервированную древесину, и находиться под государственным контролем.

7. Все защитные средства, применяемые для консервирования древесины, токсичны для человека, животных и окружающей среды.

Уровень техники безопасности при консервировании древесины остаётся довольно низким, работающие в консервирующей промышленности не пользуются льготами,

распространяющимися на предприятия химического профиля. Нередки случаи отравления работающих с летальным исходом, хронические заболевания. Требуются специальные капиталовложения для обеспечения безопасности работ при пропитке древесины.

8. Очистные сооружения на имеющихся заводах, как правило, маломощные, и не справляются с объёмом необходимой очистки, работают по устаревшей, примитивной технологии. В результате отравляется и загрязняется окружающая среда.

Для решения этих важнейших вопросов консервирующей промышленности необходимы определённые капитальные вложения. Последние с лихвой окупятся, если учесть что хорошо пропитанная древесина служит 20-30 и более лет.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В.А., Дунаев В.Ф., Тевлин В.Л. Оптимизация глубины накалывания еловой древесины при пропитке по критерию прочности // Повышение эксплуатационной надежности и защита древесины. - Архангельск, 1987. - С. 112 - 116.
2. Андреев В.А., Дунаев В.Ф. Эффективность автоглавной пропитки еловой древесины с применением накалывания // Резервы использования материалов и трудовых ресурсов. - Архангельск, 1988. - С. 92 - 97.
3. Лесное хозяйство России. - М.: Лесн. пром-сть, 1983. - С. 10.
4. Божич П.К. Применение дерева для портовых гидротехнических сооружений в морях с древооточами. - М., 1976. - 120 с.
5. Бокщанин М.Р. Обработка и применение древесины лиственных, - М.: Лесн. пром-сть, 1973. - 200 с.
6. Булгаков В.И. Исследование процесса пропитки древесины в ультразвуковом поле // Науч. тр. / МПИ. - 1981. - № 138. - С. 178 - 186.
7. Вакин А.Т. и др. Комплексная гниль древесины в градирнях тепловых электростанций и меры борьбы с ней // Науч. тр. / ЛТА. - 1968. - Вып. 110. - С. 127 - 133.
8. Воевода И.Н. Новые подходы к решению проблемы использования лесных ресурсов Сибири // Материалы Всесоюз. конф. по развитию производ. сил. Сибири. - Красноярск, 1990. - С. 22.
9. Воробьев Г.И., Анучин Н.П. и др. // Лесное хозяйство СССР. - М.: Лесн. пром-сть, 1977. - С. 38.
10. Горшин С.Н. Защита древесины в Швеции. - М.-Л., 1959. - С. 110.
11. Горшин С.Н. Некоторые важнейшие проблемы консервирования древесины // Науч. тр. / ЦНИИМОД. - 1967. - Вып. 21.
12. Горшин С.Н. Состояние консервирования древесины в строительстве и важнейшие мероприятия // Повышение эффективности использования древесины в строительстве. - М., 1968. - Т. II. - С. 169 - 180.
13. Горшин С.Н. Консервирование древесины. - М.: Лесн. пром-сть, 1977. - 336 с.

14. Кулишов А.П. О сроке службы деревянных опор линий электропередачи // Энергет. стр.-во. - 1969. - № 5.
15. Калачев Г.П. Кинетика процесса пропитки древесины под влиянием импульсных колебаний // Науч. тр. / МЛТИ. - М., 1978. - № 107. - С. 58 - 65.
16. Калниньш А.Н. Консервирование древесины : Учеб. пособие для лесотехн. вузов. - М.: Гослесбуиздат, 1962. - С. 3 - 8.
17. Калниньш А.Я. и др. Консервирование и защита лесоматериалов. - М.: Лесн. пром-сть, 1971. - С. 419.
18. Лекторский Д.Н. Защитная обработка древесины: Учебник для лесн. техникумов. - М.; Л.: Гослесбуиздат, 1951. - 215 с.
19. Лесная энциклопедия. - М.: Сов. энциклопедия, 1985. - Т. I. - С. 563.
20. Полищук В.П., Потякин В.Н. Способ пропитки лесоматериалов. А.с. 1085824, 1965.
21. Скоблов Д.А. Применение древесины в современном строительстве. - М., 1968. - С. 199.
22. Скоблов Д.А. Борьба с вредителями деревянных конструкций. - М., 1968. - С. 78.
23. Скавронский М.А. Применение лиственницы для опор воздушных линий электропередачи // Электр. станции. - 1970. - № 8. - С. 70 - 73.
24. Харук Е.В. Проницаемость древесины газами и жидкостями. - Новосибирск: Наука, 1976. - 190 с.
25. Харук Е.В. Естественная стойкость древесины лиственницы в условиях Красноярского края // Материалы науч.-техн. конф. "Лиственница и ее использование в народном хозяйстве СССР". - Красноярск, 1961.
26. Хунт Дж.М., Гэрратт Дж.А. Консервирование древесины / Пер. с англ.-М.; Л.: Гослесбуиздат, 1961. - 454 с.
27. Яковлев. Определение среднего срока службы деревянных опор ВЛ // Электр. станции. - 1970. - № 8. - С. 70 - 73.
28. Схема развития и размещения отраслей народного хозяйства СССР по экономическим районам и союзным республикам на 1971 - 80 гг. Сельские электрические сети / Сельэнергопроект. - М., 1969.
29. Уточнение сфер рационального применения деревянных и железобетонных шпал // Путь и путевое хоз.-во. - 1971. - Вып. 62. - С. 3 - 5.



30. Пат. США, кл. 427-296, № 3895138, 15.07.75.
31. Пат. США, кл. 427-297; В 05 D 3/00, В 05 D 3/04, № 3907219, опубли. 19.10.76.
32. Пат. Швеция, кл. В 27 К 3/02, В К/08, 4, № 330098, опубли. 08.06.76.
33. Пат. США, кл. I17-I13; В 41 К 1/06, № 369152, опубли. 01.03.72.
34. Пат. Япония, кл. 28 В 12, № 52-136904, опубли. 16.11.77.
35. Пат. Великобритания, В 27 К 3/10, № 1572715, опубли. 30.07.80.
36. Bennett R.D., Binns E.J. The Preservation of Wooden Transmission Poles. Record of Brit. Wood Preserving Assoc., 1st Convention, 37 - 40, 1951.
37. Barnes L.M. Zinc naphthalene Pressure-treatment of pine logs for log houses // Forest products. - 1986. - N 11/12. - P. 63 - 68.
38. Burton W.J., Committee. Report of Committee 7-1: Service Records // Proc. Am. Wood-Preserver's Assoc. - 1944. - Vol. 36. P. 170.
39. Greaves H. Pigment Emulsified Creosote (PEC) - Improved Oil-Based Preservatives // Forest products J. - 1988. - N 9. - P. 25 - 34.
40. Комора Ф., Саворский Ф. Способ impregn'cie dreva. A.c. 233451, СССР, 1966.
41. Комора Ф., Саворский Ф. Spôsob impregnacie taz Kolimpact novatel nych dreven. A.c. 240456, СССР.
42. Marx H.-N., Benker H., Ostermayz H. Verfahren zur Fixierung imprägnierterter Hölzer. Пат. ДФР, 1966.
43. Mc Quire A.J. Techn. Paper Forest Res Inst. N. Kautsch. serie. - 1964. - N 44. - 30 p.
44. Scheffer J.O., Lindgren R.M. Stains of Sapwood and Sapwood products and their control. // United States Department of Agricultural Technical Bulletin. - Washington, 1940. - N 714. - March.
45. Wolzen GabH. Verfahren zur beschleunigten Fixierung von wäbrigen Holzschutzmitteln. Пат. ДФР, 1987.

## СОДЕРЖАНИЕ

И.М. ПОЛОВА, КОНСЕРВИРОВАНИЕ ДРЕВЕСИ- НЫ. ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ, ВВЕДЕНИЕ . . . . .	3
Глава 1. ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ . . . . .	8
1.1. Антисептики водорастворимые . . . . .	12
1.2. Органикорастворимые защитные средства . . . . .	34
1.3. Антиоптические масла . . . . .	42
1.4. Промышленные отходы—сырье для произ- водства защитных средств древесины . . . . .	46
1.5. Препараты для огнебиозащиты древесины . . . . .	52
1.6. Нехимические средства защиты древесины . . . . .	61
Глава 2. СПОСОБЫ И МЕТОДЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ . . . . .	69
2.1. Классификация способов пропитки. Подго- товка древесины к пропитке . . . . .	69
2.2. Способы капиллярной пропитки . . . . .	74
2.3. Способы диффузной пропитки . . . . .	78
2.4. Способы пропитки под давлением . . . . .	80
Глава 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В ПРОБЛЕМЕ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ . . . . .	92
3.1. Вредные выделения при пропитке . . . . .	93

3.2. Загрязнение окружающей среды при эксплуатации консервированной древесины . . .	107
3.3. Загрязнение окружающей среды при утилизации древесины . . . . .	109
3.4. Загрязнение почвы и вод . . . . .	103
3.5. Обеспечение безопасных условий труда . . .	105
ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . .	106
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ . . . . .	106
ЛИТЕРАТУРА . . . . .	111
Е.В. ХАРУК, СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ПРОБЛЕМЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ . . . . .	127
ВВЕДЕНИЕ . . . . .	127
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА КОНСЕРВИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ . . . . .	130
2. ПРОБЛЕМЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ . . . . .	142
3. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ . . . . .	163
ЛИТЕРАТУРА . . . . .	167