

# КОНСЕРВИРОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

872040



МОСКВА  
ИЗДАТЕЛЬСТВО  
«ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»  
1977

Рецензент — заведующий кафедрой Московского лесотехнического института, д-р техн. наук, проф. П. С. Серговский

**Консервирование древесины.** Горшин С. Н. М., «Лесная промышленность», 1977, 336 с.

Приведены сведения о биологическом разрушении и возгорании древесины, защитных средствах, оборудовании и способах пропитки. Рассмотрены основные положения, необходимые для проектирования химической защиты древесины, применительно к различным типам объектов, а также нормы расхода защитных средств, методы прогноза сроков службы защищенной древесины. Рассчитана на научных работников, сотрудников проектных организаций лесопильно-деревообрабатывающей промышленности и строительных организаций. Будет также полезна студентам лесотехнических вузов.

Табл. 50, ил. 58, библиогр.— 372 назв.

Изучение развития любой науки, в том числе консервирования древесины, имеет большое практическое значение. Оценка тех или иных достижений в развитии значительно быстрее вводит исследователя и практика в творческое состояние, чем статическое их рассмотрение. Бывает, что открытия, сделанные в XIX в. и забытые, переоткрываются в XX. Так и в области консервирования древесины. Иногда исследователи не учитывают известных с давних времен средств и способов защиты древесины, которые в свое время по тем или иным причинам должным образом не были оценены, но в настоящее время могли бы приобрести новую силу вследствие появления путей устранения их недостатков. Примером может быть «второе рождение» нафтената меди (см. с. 9). На переоткрытие явлений, фактов и тех или иных решений иногда затрачиваются значительное время и большие деньги. Более тщательное изучение работ предшественников может во многих случаях ускорить процесс исследования и на первое время уберечь от неправильных выводов.

К сожалению, изложить с необходимой точностью развитие консервирования древесины в нашей стране трудно в связи с недостатком литературных источников и архивов. Однако некоторые возможности в этом отношении все же имеются, и этим мы обязаны отдельным ученым, стоявшим во главе дела в определенные периоды, в частности В. И. Герценштейну [65], А. В. Сапожникову [291], С. И. Ванину [58], а также А. Т. Вакину [26]. Рассмотрению развития проблемы консервирования древесины в последнее пятидесятилетие несколько помогло то обстоятельство, что автор сам работал или был хорошо знаком со многими выдающимися специалистами этого периода в области защиты древесины, в частности с профессорами А. А. Юницким, Г. С. Судейкиным, Н. Ф. Слудским, В. В. Миллером, С. И. Ваниным. Под их руководством автор работал в ранние годы (1928—1940). Следует также упомянуть К. А. Попова, А. А. Власова, А. Н. Борщевского, М. М. Голдина, с которыми автор длительное время

поддерживал тесные контакты. Помогло делу и то, что многие из ученых в области защиты древесины предоставили автору имеющиеся в их распоряжении исторические материалы.

## ДОРЕВОЛЮЦИОННЫЙ ПЕРИОД

**Народный опыт.** Химические средства для защиты древесины от биологического разрушения и возгорания применяются с давних времен. Опыт повышения долговечности древесины очевиден, но прослеживается крайне слабо и лишь по археологическим данным. Многое из него сохраняло силу тысячелетиями и не потеряло значения до настоящего времени. Ниже кратко рассматривается эволюция защитных средств и способов их применения главным образом за последние два-три столетия.

Нельзя точно определить, когда было установлено, что деревянные полы на складах соли, дегтя, смолы, рыбьего жира, нефти и некоторых других продуктов там, где они от загрязнения этими продуктами глубоко ими пропитываются, не гниют и не разрушаются насекомыми. Наши предки видели, что не гниют также ступицы колес и деревянные оси повозок, смазываемые дегтем, а также деревянные конструкции в солеварнях. Так были обнаружены первые защитные средства, а позднее их стали применять направленно. Путем наблюдений было установлено, что нанесение антисептиков на поверхность древесины защищает ее хуже, чем глубокая пропитка, что нижняя часть бочки пропитывается жидким содержимым быстрее, чем верхняя. Такого рода выводы, сделанные в далеком прошлом, относятся к основам технологии пропитки.

Петр I возвел народный опыт в правила. Для увеличения продолжительности службы кораблей он обязал судостроителей и владельцев по одному разу перевезти в трюме каждого корабля поваренную соль (хлорид натрия) для государственной казны. Позже [65] в маточном растворе поваренной соли начали вымачивать шпалы. Таким образом, народный опыт был заложен в основу государственных мероприятий. Лишь с применением более совершенных средств и способов, найденных в процессе специальных исследований, значение народного опыта снизилось. Проявление государственного интереса к защите древесины, колесания в технической политике и начало науки. Стабильный интерес к консервированию древесины со стороны государства начал проявляться в России с начала XVIII в. в связи с развитием кораблестроения. В XIX в. с ростом строительства железных дорог этот интерес усилился. О большом внимании к проблеме кон-

сервирования древесины в этот период свидетельствует тот факт, что в 1849 г. в Петербургском технологическом институте даже студенты были привлечены к разработке проектов шпалопроточных заводов. К защите домов особого интереса пока не проявлялось. Больше боялись пожаров, чем гниения. Однако во второй половине XIX в. положение изменилось. В результате противопожарных мер возросли средние сроки службы деревянных построек, в связи с чем более четко определилась роль домовых грибов. В конце XIX в. и начале XX внимание к консервированию древесины в домах наблюдалось уже повсеместно. Наиболее активным периодом его развития в нашей стране следует считать последние 100 лет.

Не только частные лица, но и государственные учреждения с трудом смирялись с расходами на защиту. В связи с этим были введены принудительные государственные меры. Еще Петр I специальными указами обязывал всех кораблестроителей и судовладельцев смолить суда. Сдерживание расходов на защиту шпал привело к тому, что в 1886 г. Министерство путей сообщения издало циркуляр об обязательной пропитке шпал. В 1887 г. была создана специальная комиссия по вопросу «О предохранении дерева от преждевременной порчи и гниения» и вышла упомянутая выше книга В. И. Герценштейна [65], призванная организовать и стимулировать развитие данного дела. Эти меры легко понять, если учесть, что к тому времени на железных дорогах России находилось в эксплуатации 56 млн. незащищенных шпал.

Значительным тормозом в развитии проблемы до 70-х годов XIX в. было отсутствие научных исследований. Только к концу XIX в. к работам в данной области привлекаются ученые, и лишь в 1913 г. при химической лаборатории Института инженеров путей сообщения начинает работать станция по пропитке и испытанию шпал. В это же время создается новая комиссия по предохранению шпал от гниения, финансируемая за счет отчислений от железных дорог. В 1914 г. при обществе испытания материалов организуется еще одна комиссия по защите дерева и других материалов. Станцию и обе комиссии возглавляет проф. А. В. Сапожников. На станции сразу начались биологические исследования, изыскание антисептиков и разработка технологии пропитки. Можно без преувеличения сказать, что основы понимания важнейших вопросов консервирования древесины в нашей стране были во многом заложены сотрудниками этой станции.

В конце прошлого и начале текущего столетия в работах по консервированию древесины приняли участие широко известные отечественные ученые, в том числе А. Кауфман [193], Н. А. Бе-

лелюбский [15], Д. Н. Кайгородов [180], П. В. Сорокин [306], В. И. Герценштейн [65], Д. М. Кирпичников [194], Л. О. Кантор [189], К. В. Харичков [338], Н. А. Филиппов [328], К. Ф. Баумгартен [14], К. Я. Илькевич [174], А. В. Сапожников [289, 290], И. А. Макринов [231, 232] и др. Многие работы этих авторов сохраняют значение до сих пор. Организаторскую и научную деятельность В. И. Герценштейна, выпустившего в России первую книгу по консервированию древесины, предложение К. В. Харичковым нафтената меди [338], применяющегося в настоящее время во всех странах, комплексные экспериментальные работы А. В. Сапожникова [290, 291] по средствам и способам пропитки можно отнести к крупным вкладам в дело консервирования древесины.

**Биологические исследования.** Довольно рано в России сложились относительно правильные взгляды на процессы гниения древесины, которые в основе остаются в силе до настоящего времени. Эти взгляды были высказаны проф. Н. В. Сорокиным [306]. Они вытеснили господствующую ранее теорию, согласно которой гниение вызывалось брожением соков. В связи со вспышкой во второй половине XIX в. разрушений от домовых грибов биологические исследования расширились. В частности, к этому делу были привлечены некоторые медицинские и строительные организации, стоявшие до этого в стороне от данной проблемы. В итоге появились капитальные монографии К. Ф. Баумгартена [14] и К. Я. Илькевича [174] по домовым грибам, которые сыграли большую роль в понимании процессов биологического разрушения древесины и повысили внимание к ее консервированию в строительстве.

Книга инженера-строителя К. Ф. Баумгартена [14], изданная обществом архитекторов и содержащая весьма яркий материал по разрушительной деятельности *Merulius lacugmans*, привлекла внимание даже врачей, усмотревших вредное влияние этого гриба на здоровье людей. В результате данным вопросом заинтересовался Гигиенический институт при Московском университете. Биология домового гриба *M. lacugmans* была весьма капитально исследована К. Я. Илькевичем. Его книга [174] получила премию Академии наук и до сих пор остается одной из лучших монографий по данному вопросу.

Дальнейший вклад в биологические проблемы консервирования древесины внесен после 1913 г. станцией по пропитке и испытанию шпал, сотрудники которой разработали методику определения видов домовых грибов по культуральным признакам [232] и методы испытаний антисептиков. Как известно, методика определения видов домовых грибов по мицелию, выращен-

ному на искусственной питательной среде, применяется до сих пор.

**Эволюция защитных средств.** Еще Петр I предполагал, что сульфат меди может быть хорошим антисептиком для древесины, но, испытав его, не нашел этому подтверждения. Академик Паллас предложил для защиты древесины применять ископаемую смолу асфальт, но скоро убедился в ее слабой эффективности.

В период возросшего в России интереса к консервированию древесины в зарубежной практике широко применялись хлорид ртути и хлорид цинка. В России хлорид ртути был известен как антисептик, но не привился, тогда как хлорид цинка нашел очень широкое применение. Однако с его появлением поиск новых антисептиков продолжался. Согласно сводке В. И. Герценштейна [65] в XVIII и XIX вв. предлагалось добавлять к хлориду цинка смолу, применять для пропитки древесный креозот, пиреновую жидкость, состоящую из уксуснокислых солей тяжелых металлов и древесных смол. С появлением больших количеств нефти и она привлекла внимание пропитчиков. Сначала возникли сомнения в достаточной ее токсичности. Но позже, в 1887 г., после опытов в Петербурге, ее оценка ненадолго изменилась в положительную сторону.

По данным К. Ф. Баумгартена [13, 14], в России в конце XVIII и начале XIX в. уже применялись некоторые антисептики, в частности антимерулион и микотанатон. Первый был в двух видах: сухой, состоящий из горной муки, инфузорной земли, поваренной соли, борной кислоты, и жидкий, в котором мука и земля заменялись растворимым, или фуксовым, стеклом. Второй содержал глауберову соль<sup>1</sup>, хлорную известь<sup>2</sup>, соляную кислоту и хлорид ртути. Микотанатон был высоко оценен Баумгартеном. Водный раствор данного антисептика рекомендовалось наносить кистью, а в труднодоступные места вливать спринцовкой. Отмечалась опасность этого состава для человека.

В 1897—1898 гг. К. В. Харичков [338, 339, 340, 341] предложил использовать в качестве антисептиков для шпал нафтенаты тяжелых металлов (меди, цинка, железа, алюминия), получая их путем взаимодействия солей указанных металлов с омыленными нафтеповыми кислотами, являющимися отходами щелочной очистки керосина. Испытав нафтенаты металлов, он установил, что наиболее токсичным из них является нафтенат меди, менее токсичным — нафтенат цинка и одинаково слаботоксичными — нафтенаты железа и алюминия. На основании этого им

<sup>1</sup> Десятиводный сульфат натрия.

<sup>2</sup> Сложный комплекс, содержащий гипохлорид, хлорид и гидроокись кальция.

было предложено использовать для пропитки шпал нафтенат меди в виде 1%-ного раствора в нефти, лигроине, бензине или мазуте. Исследуя способы пропитки, К. В. Харичков пришел к выводу, что древесину можно пропитывать вымачиванием и под давлением с применением неограниченного поглощения. В результате сравнительного исследования способов автор правильно установил, что они оба пригодны для практики и должны выбираться с учетом свойств растворителя. В случае пропитки нафтенатом под давлением с применением летучих растворителей, например бензина, он рекомендовал конечный вакуум для испарения растворителя. В качестве эксплуатационного показателя нафтената меди была отмечена способность антисептика засмаливаться в древесине, окрашивая ее в зеленый цвет. Нафтенат меди можно назвать антисептиком Харичкова, потому что этот ученый первый тщательно его исследовал и предложил для консервирования.

С 1913 г. под руководством А. В. Сапожникова начались работы на станции по пропитке и испытанию шпал. Из антисептиков, изучаемых здесь, можно назвать креозот S, получаемый путем обработки нефти соединениями серы. Опытная пропитка шпал этим антисептиком проведена в 1915 г. Были предложены и эмульсионные антисептики, в частности смесь креозотового масла с хлоридом цинка, смолодегтярная эмульсия и особенно эмульсионный антисептик креозотнафт. Усовершенствованные эмульсионные антисептики на основе креозота, приготовляемые специальным аппаратом-гомогенизатором с применением эмульгаторов, давали экономию креозота без снижения качества пропитки, поэтому нашли применение на ряде пропиточных заводов. Испытание и оценка антисептиков. Практиков всегда интересовала надежность того или иного средства. Поэтому испытания средств считались актуальными. Одно из самых ранних испытаний провел Петр I. Заботясь об удлинении срока службы кораблей и узнав о предохраняющем дерево средстве арканум (сульфат меди), он испытал его на трех сваях. Одна из них была смазана арканумом, другая покрыта масляной краской, а третья оставалась без обработки. Сваи были забиты в землю. Спустя некоторое время было установлено, что свая, обработанная арканумом, сохранилась лучше, а свая без обработки хуже [59]. Этот опыт и по современным воззрениям был поставлен правильно: здесь был и испытываемый объект, и контроль, и дополнительный контрольный вариант для сравнения в виде обычной покраски древесины масляной краской.

Первый конкретный вариант лабораторных испытаний антисептиков (воздействие испытываемого вещества на культуру



плесневого гриба) предложил в 1897 г. Л. О. Кантор, а вслед за ним этот способ в 1898 г. применил К. В. Харичков, определяя токсичность нафтенатов различных металлов. Этим авторов следует считать основоположниками лабораторных методов испытаний токсичности антисептиков в России. Главным преимуществом лабораторного метода они считали скорость (10 дней) [189].

В 1833 г. инженер Кибер, занятый по поручению Морского министерства разработкой способов пропитки древесины, предложил испытывать стойкость пропитанной древесины в ямах, которые он называл гноильными [по 219].

Созданная в 1877 г. специальная комиссия по вопросу «О сохранении древесины от преждевременной порчи и гниения» предложила испытывать антисептики в течение 1—1,5 года на крупных образцах древесины в гноильных ящиках, дно которых засыпалось землей с кусками гниющего дерева. Этот способ явился исходным для разработки современных способов определения защищающей способности антисептиков с применением моделирования условий службы.

Однако лабораторные опыты с применением гноильников казались достаточными лишь авторам защитных средств, но не удовлетворяли практиков. Поэтому во все времена применялась проверка того или иного средства в службе. Например, было установлено, что дубовая древесина в кораблях, пропитанная рыбьим жиром, служит 10—20 лет. Также на основании практического опыта была определена стойкость шпал различных пород. Например, на Закавказской железной дороге для этих целей были одновременно уложены в действующий путь непропитанные буквые, грабовые и ольховые шпалы, а на Рязано-Уральской — осиновые. Когда в 80-х годах возникла дискуссия о возможности пропитки шпал нефтью, была также организована многолетняя проверка эффективности подобной пропитки. Проверка защищающей способности креозота в качестве антисептика для шпал была организована и на Козлово-Воронежско-Ростовской железной дороге [65], а на Шуйско-Ивановской железной дороге испытывалась эффективность пиреновой жидкости [20].

Совершенствование способов пропитки и обработки древесины. В 1843 г. Кибер [по 219] провел в Павловском парке под Петербургом опыты по пропитке срубленных деревьев сосны, березы и лиственницы через торец. Таким же способом в 1861 г. были пропитаны шпалы для Нижегородской дороги, которые при нагрузках того времени прослужили 26 лет. С торца пропитывались хлористым цинком шпалы и на Козлово-Воронежско-Ростовской железной дороге.

Первый опыт пропитки древесины в автоклаве провел в 1853 г. Мещерский, используя для этого раствор хлористого цинка. В 1861 г. по этому способу пропитана часть шпал для Нижегородской и Козлово-Воронежско-Ростовской дорог. В 1886 г. Д. М. Кирпичников пропитывает шпалы пиреновой жидкостью способом вымачивания [194]. Почти одновременно с работами Кирпичникова на Нижегородской, Рязано-Козловской, Екатерининской и Орлово-Витебской железных дорогах по проектам А. Г. Ададунова и А. О. Кероновского инженерами Б. В. Завадским и Л. О. Кантором строятся автоклавные пропиточные стационарные и передвижные установки для пропитки шпал под давлением. Первый русский проект автоклавной пропитки относится к 1849 г.

Как известно, до настоящего времени считается, что для разработки эффективных технологий пропитки древесины различных пород следует тщательно изучать проницаемость этих пород антисептиками. Это положение возникло очень давно. На индивидуальные пропиточные свойства древесины различных пород обратил внимание еще Д. Н. Кайгородов [180], отметив, что заболонные породы пропитываются полностью, а ядровые только по заболони, что скорость пропитки одной и той же породы зависит от плотности древесины.

Несмотря на то, что обычная пропитка шпал в автоклавах была признана уже удовлетворительным способом их консервирования, поиски лучшего способа продолжались. В 1907 г. В. А. Ляцкий [по 59] предлагает способ, названный им электропропиткой и заключающийся в пропитке древесины при одновременном воздействии на нее переменного электрического тока. В 1908 г. это предложение, проверенное Пермской железной дорогой при пропитке хлоридом цинка с последующей укладкой шпал в путь, себя не оправдало. В 1887 г. «Общество предохранения дерева от преждевременной порчи и разрушения» и «Общество Закавказских железных дорог» пропитывают шпалы в автоклаве под давлением с предварительным прогревом горячим воздухом и получают положительные результаты. Однако Н. А. Филипов [328], пропаривавший древесину перед пропиткой, установил отрицательное влияние высокого нагрева на ее прочность, в связи с чем такая пропитка прекратилась. После 1913 г. вопрос о пропитке шпал с нагревом снова был поднят шпало-пропиточной станцией, но и на этот раз были подтверждены результаты Н. А. Филипова [328] о неблагоприятном влиянии высоких температур на прочность древесины. В это время станцией был проверен и рекомендован способ ограниченного поглощения, который только что начали применять в США.

## СОВЕТСКИЙ ПЕРИОД

Советский период, насчитывающий уже 60 лет, характеризуется наибольшим количеством важных исследований, открытий и практических достижений. Несмотря на то, что литературные источники этого периода более доступны, они используются не всегда в полной мере.

Первое десятилетие, несмотря на принимаемые меры, не могло быть плодотворным. В результате войны 1914—1917 гг. и гражданской войны в стране возникло крайне тяжелое положение на транспорте и в строительстве. Оно осложнялось быстрым гниением шпал, а также построек и сооружений. К двадцатым годам деревопропиточные заводы почти не работали. Шпалы, заготавливаемые на месте, укладывали в путь без пропитки, и они служили 5—6 лет. К 1922 г. начался массовый выход их из строя.

К концу 20-х и началу 30-х годов не менее тяжелое положение сложилось в области жилищного и промышленного строительства. В это время в связи с недостатком стали и цемента возводилось много упрощенных построек с преимущественным применением древесины для несущих конструкций. Строили быстро, по проектам, создаваемым на местах, что приводило часто к массовым преждевременным загниваниям. Так, например, случилось в городах Глухово, Орехово-Зуево, Серпухове, Егорьевске, Кунцево, на ст. Дулево-Ликино, Перово, Малаховка Московской области и даже в Москве (Сокол, Измайлово, Дорогомилово, ул. Беговая, Рязанская, Новослободская), а также в других районах страны (поселок Зорька на Украине, г. Комсомольск-на-Амуре, г. Воркута и др.). Во многих случаях загнивание носило массовый характер, поэтому разрушение грозило не только отдельным домам, но и целым поселкам. В результате концентрации инфекции загнивали и старые дома, построенные с соблюдением необходимых правил. Сейчас удивляться возникшей тогда энфитии грибов не приходится, поскольку в связи с применением сырой древесины, слабой вентиляцией подполья, плохой гидроизоляцией, при отсутствии антисептиков вынужденно возникали настоящие гноильники. В настоящее время этого уже быть не может, но опыт прошлого нельзя забывать.

**Становление проблемы.** Однако еще во время гражданской войны начала проявляться забота со стороны правительственных учреждений об улучшении консервирования древесины. Немного позднее, в начале 20-х годов, по указанию В. И. Ленина для улучшения работы железнодорожного транспорта был организован Древконсервтрест, призванный в основном осуществлять про-

нитку шпал. Благодаря этому Народный Комиссариат путей сообщения стал центром заводской пропитки древесины в СССР, каковым он остается до сих пор. Одновременно ВСНХ и отдельными ведомствами были изданы соответствующие инструкции по защите древесины в постройках. В 1932 г. народным комиссаром по военным и морским делам К. Е. Ворошиловым был подписан приказ о создании во всех военных округах специальных комиссий по обследованию деревянных построек, а также о строгих мерах в отношении организаций, нарушающих правила строительства, эксплуатации и ремонта.

В конце двадцатых и особенно начале тридцатых годов во вновь создаваемых отраслевых НИИ организуются лаборатории или отделы по защите древесины. Они возникают в 1924 г. в ЦНИИ промышленных сооружений (ЦНИИПС, позже Институт строительных конструкций — ЦНИИСК); в 1925 г. в ЦНИИ МПС; в 1928 г. во ВНИИ древесины (ВНИИД); в 1932 г. в ЦНИИ механической обработки древесины (ЦНИИМОД) и в Центральном научно-исследовательском лесохимическом институте (ЦНИЛХИ). В этих институтах проводились исследования по удлинению сроков службы древесины.

Аналогичные работы начали проводиться в вузах, особенно в Ленинградском лесном институте, позже в Ленинградской лесотехнической академии (ЛТА), Военно-инженерной академии (ВИА), Архангельском лесотехническом институте (АЛТИ) и др. Продолжала успешно работать и Ленинградская станция по пропитке шпал. Затем к работам в области защиты древесины присоединились некоторые другие вузы, например Уральский (УЛТИ) и Московский (МЛТИ) лесотехнические институты, Латвийская сельскохозяйственная академия, Институт строительных материалов и сооружений Армянской ССР, а также институты АН СССР и отдельных республик, например Институт леса и древесины Сибирского отделения АН СССР, Институт лесохозяйственных проблем и Институт химии древесины Латвийской ССР и др.

В 20-е годы возникла также целая сеть станций и контор по борьбе с домовыми грибами, например Воронежская, Украинская (ЦНИСУ), Грузинская, Курская, Крымская, Пермская и др. Эти станции оказывали большую практическую помощь в борьбе с преждевременным гниением древесины. В 1946 г. для помощи строительству в проведении защитных работ специальным постановлением правительства был организован трест «Союзанти-септик» с широкой сетью хозрасчетных управлений и участков.

В связи с тем, что научно-исследовательские институты и вузы имели широкий профиль и вопросы химической защиты

древесины в них не были главными, развитие этих вопросов во многом определялось теми ведущими специалистами, которые возглавляли соответствующие отделы. Многие из этих специалистов сыграли выдающуюся роль в организации и развитии защиты древесины в советский период, среди них особенно В. В. Миллер (ЦНИИМОД), Д. Н. Лекторский (ЦНИЛХИ), Б. К. Флеров, К. А. Попов, В. В. Попов (ЦНИИ МПС), А. Н. Борщевский, М. М. Голдин (ЦНИПС), С. И. Ванин (ЛТА), А. Т. Вакин (ЦНИИМОД и ЛТА), А. И. Фоломин (ВИА), Ф. И. Коперин (АЛТИ), А. Я. Калниньш (ИХД АН Латвийской ССР), В. Н. Петри (УЛТИ) и др. Важную роль в развитии защиты древесины сыграли специалисты, работающие в республиканских и краевых организациях, например А. А. Яценко-Хмелевский и Г. А. Арзуманян (Ереван), К. М. Ханмамедов (Баку), С. Ф. Кондратьев (Киев), А. Г. Вольтер (Владивосток) и др.

Уже к середине 30-х годов исследования в области защиты древесины охватили все важнейшие направления. Изучались сами разрушители, подбирались антисептики, совершенствовалась технология пропитки и защитной обработки древесины. Работы этого периода отличались комплексностью, они хорошо координировались путем совещаний, без центральной координирующей организации. Одновременно решались теоретические и практические вопросы. Например, автор помнит, как отчет М. М. Голдина по массовому обследованию преждевременно загнивших построек и оказанию техпомощи при их ремонте с равным интересом обсуждался на том же совещании, где заслушивались результаты теоретических исследований В. В. Миллера, приведших к открытию новых явлений в биологии домовых грибов. Важно отметить, что в результате совместных усилий ученых и строителей эпифития домовых грибов в основном была приостановлена уже к середине 30-х годов. Загнившие здания ремонтировали, и они продолжали служить. Значение этого периода для разработки технологии ремонтного консервирования деревянных построек трудно переоценить. Почти все существующие тогда правила и способы конструкционной и химической защиты сохраняют силу до настоящего времени. Можно не сомневаться, что многое из достигнутого тогда и внедренного в практику строительства и систему преподавания остается в силе и в наши дни.

**Достижения в области исследований процессов биологического разрушения.** Наиболее ранними из выдающихся работ в этой области являются исследования С. И. Ванина и В. В. Миллера.

Профессор Ленинградского лесного института С. И. Ванин был одним из крупнейших специалистов своего времени. Рабо-

тая в области микологии, фитопатологии и древесиноведения, он с 1925 г. уделял значительное внимание вопросам биологического разрушения и консервирования древесины, опубликовав в этой области более 30 работ. Его исследования касались способов испытания антисептиков [31, 38, 43, 45, 53], влияния синевы и других факторов на пропитку древесины [32, 35, 50, 54], дереворазрушающей способности домовых и других грибов и мер борьбы с ними [33, 34, 36, 37, 39, 41, 42, 44, 46, 48, 49, 51, 52, 56, 57], некоторых вопросов пропитки, связанных со свойствами древесины [40, 47, 55, 56], а также вопросов истории консервирования [58, 59]. С. И. Ванин создал ленинградскую школу исследователей в области защиты древесины.

Не менее значительным в область биологических исследований был вклад проф. В. В. Миллера. Этот ученый в 1928 г. организовал во ВНИИДе отдел микологии древесины, который после нескольких организационных перестроек составляет сейчас Сенежскую лабораторию консервирования древесины (см. с. 20). В этом отделе В. В. Миллер провел капитальное исследование биологии домовых грибов. Ему принадлежит открытие неизвестного к тому времени явления самоувлажнения древесины при поражении ее мерулиусом [239]. Он изучал с учениками пороки древесины, стойкость против домовых грибов древесины различных пород [240, 241], установил ряд новых видов грибов синевы, предложил оригинальный лабораторный метод испытания антисептиков — агар-стеклянный мост [242], нашедший широкое применение. В. В. Миллер сыграл важную роль и как создатель московской школы исследователей (Е. И. Мейер, А. Т. Вакин, И. А. Чернцов, П. И. Рыкачев, автор этой книги и др.).

К важнейшим работам раннего советского периода в области биолого-инженерных проблем относится важное исследование А. Н. Борщевского [23], посвященное микроклиматическим явлениям в постройках и, в частности, тепловлажностным режимам деревянных ограждающих конструкций и возникающим в них гнилостным процессам. Он выявил условия возникновения процессов конденсационных увлажнений древесины в ограждающих конструкциях и разработал правила, исключаящие такое увлажнение. Им было сформулировано положение, согласно которому в условиях континентального климата пароизоляцию в отапливаемых помещениях в избежание образования на ней конденсата следует располагать с внутренней стороны. Это положение впоследствии нашло широкое применение и стало правилом, которое можно теперь называть правилом Борщевского. Вышедшая в 1932 г. книга А. Н. Борщевского сильно укрепила

позиции сторонников примата конструкционной профилактики.

Вопросами, связанными с биологическим разрушением, занимались и другие ученые, в частности А. А. Юпицкий [359], Н. Ф. Слудский [303], К. А. Попов [270], А. Я. Калниньш [181], М. А. Басов [12], А. А. Яценко-Хмелевский [362], М. М. Голдин [72], Л. В. Любарский [226], С. Ф. Кондратьев [196] и др. Это были в основном обследовательские работы, принесшие большую помощь строительству, но попутно установившие ряд важных положений в области методов обследований, биологии разрушителей и практики борьбы с ними.

Нельзя не отметить исключительно важную роль в совершенствовании представлений в области биологического разрушения древесины таких выдающихся микологов страны, как А. А. Ячевский [363], Л. И. Курсанов [207] и А. С. Бондарцев [22]. Их работы по микологии древесины завоевали мировое признание и весьма содействовали повышению научного уровня биологических исследований, проводимых в стране.

К относительно раннему советскому периоду относятся и эффективные исследования К. А. Попова и Н. И. Цешипской [269], приведшие к разработке оригинального метода определения токсичности антисептиков земля — дерево. Этот метод позже получил распространение в различных странах. Одна из его модификаций, разработанная Сенежской лабораторией в 1950 г. в результате дополнительных исследований, стандартизована.

**Совершенствование средств и способов защиты.** В рассматриваемый период еще большее внимание ученых и практиков привлекали вопросы непосредственной защиты древесины в службе. Наибольшее число работ было посвящено защите древесины в строительстве. Затрагивались довольно всесторонне вопросы консервирования шпал и относительно слабо разрабатывались вопросы химической защиты круглого леса (столбов, свай, деталей мостов и пр.).

В повышении долговечности построек и сооружений в 30-е годы значительную роль сыграл ЦНИПС и его ведущие сотрудники Б. К. Флеров, В. Н. Петри и особенно М. М. Голдин.

Б. К. Флеров [329] создает применительно к условиям строительства оригинальные модификации бандажного способа, разработанного в 20-х годах в Швеции и Германии для консервирования столбов на линии грунта. В результате этого в нашей стране получили широкое распространение так называемые суперобмазки с использованием паст на основе фторида натрия [9, 68, 72, 198, 298].

872040

ВОЛСГОД КАРЯ 17  
областная С. б. олка  
им. Н. В. Бабушкина

В. Н. Петри на протяжении длительного времени вел работы, отличающиеся значительным разнообразием. Наиболее ранние его исследования [258] касались разработки особых вариантов суперобмазок, названных им силикатообмазками (жидкое стекло, каменноугольное масло, кремнефторид натрия). Позже [259, 260] им проводился поиск смешанных антисептиков с использованием эффекта совместного действия компонентов, а в 50-е годы велось обследование деревянных построек в районах Урала [261].

Большая роль в выявлении причин загнивания деревянных конструкций и повышении их устойчивости против гниения, разработке технологии построечной и ремонтной химической защиты, особенно во внедрении защитных работ в строительство, принадлежит М. М. Голдину [67, 68, 69, 72, 73, 74]. Осмотрев с сотрудниками сотни преждевременно загнивших построек, он установил причины развития разрушителей и правильно определил значение для борьбы с загниванием конструкционных и химических мер защиты. Одним из первых он предложил дифференцированную химическую защиту объекта с учетом особенностей его конструкций. М. М. Голдиным был значительно расширен список рекомендуемых антисептиков, особенно за счет фтористых соединений и производных динитрофенола. При отсутствии в то время невымываемых антисептиков он старался разнообразить способы применения имеющихся защитных средств, предлагая в зависимости от условий опрыскивание конструкций растворами фторида натрия, нанесение суперобмазок различного состава, применение антисептических бандажей, пропитку в горячих и горяче-холодных ваннах (см. с. 184), проварку в креозоте и просыпку горизонтальных конструкций сухим антисептиком. Возглавляя группу сохранения древесины в бюро технической помощи ЦНИПС, М. М. Голдин разработал большую часть действовавших в то время инструкций по защите древесины в постройках [177, 178]. Эти руководящие материалы во многом остаются правильными до настоящего времени, но, к сожалению, почти забыты.

В развитии и совершенствовании химической защиты построек заметную роль сыграли специалисты, проводившие исследования в республиканских организациях, в частности А. А. Яценко-Хмелевский [362], Г. А. Арзуманян [8], С. Ф. Кондратьев [196], А. Я. Калининш [182, 183, 184], К. М. Ханмамедов [337], Ф. И. Коперин [198]. Работы указанных авторов, как и работы М. М. Голдина, отличались практической направленностью — включали обследования и отчеты о защитных работах. Исследованиями А. А. Яценко-Хмелевского, помимо того, были установлены некоторые важные особенности развития домовых



грибов и особенно *Fibuloporia Vaillantii* (DC. ex Fr.) Bond. et Sing. в условиях влажного юга. Работы А. Я. Калниньша еще более разнообразны. Им вместе с сотрудниками найдены новые антисептические составы и разработаны упрощенные способы пропитки для условий сельского и лесного хозяйства. Многочисленные работы А. Я. Калниньша с сотрудниками (П. П. Стрейпа, М. М. Калнинь, Н. А. Эрмуш и др.) привели к созданию в Латвии своей школы.

Исследовалась химическая защита и специфических объектов, например береговых сооружений и кораблей [63], мостов [18], шахтного леса [215], градирен тепловых электростанций и деревянных водопроводных труб [27, 29]. Особенно эффективными были работы А. Г. Вольтера [3, 63], исследовавшего защиту подводных деталей судов от морских древоточцев. Помимо глубокой пропитки таких деталей креозотом и нафтенатом меди он на основании опытов предложил двойную пропитку древесины солями меди и нитратом свинца, а также диффузионную пропитку ядровых сырых досок после их накалывания с обмазкой после пропитки маслянистым антисептиком.

В области пропитки и обработки древесины основное внимание было уделено диффузионным способам [264, 271], ванновым [170, 211, 270, 273, 333, 336], в автоклавах под давлением выше атмосферного [11, 210, 211, 212, 213, 214, 255, 257, 272], а также совмещенной сушке-пропитке в автоклавах [278, 317], обработке древесины методом опрыскивания [129], некоторым другим [120, 323, 324, 325] и специальным способам [115].

Разработкой диффузионных способов больше других занимался В. В. Попов [263, 264, 265, 266, 267, 268]. Им изучена организация, технология и механизация пропитки новых и загнивших шпал, а также других сортиментов с применением паст на основе фторида натрия и различных гидроизоляционных материалов. В свое время такая пропитка шпал нашла значительное применение, но позже была заменена пропиткой в автоклавах.

К. А. Попов и В. И. Тюфяев [270] применили для пропитки деталей мостов способ горяче-холодной ванны (теперь ПРХВ или ППВ [160а]). Позже этот способ нашел широкое распространение и до сих пор применяется на значительном количестве домостроительных предприятий. Исследования К. А. Попова [272], А. М. Баракса и Ю. Н. Никифорова [10, 11] касались пропитки древесины с предварительным накалыванием.

Из работ Д. Н. Лекторского наиболее интересной является разработка автоклавного способа сушки-пропитки сырой древесины с применением циклических режимов [214], а также

тщательная обработка способа пропитки в автоклаве сухой древесины и составление первого стандарта на такую пропитку. Этот автор занимался также вопросами высокотемпературной сушки пропитки лесоматериалов в ваннах и усовершенствованием рецептуры антисептиков и антипиренов. Д. Н. Лекторский является одним из крупных пропитчиков, много сделавших для совершенствования консервирования шпал и столбов. Его книги [210, 211, 214], хотя характеризуются некоторой переоценкой разработанных им способов пропитки, особенно сырой древесины, являются капитальными работами своего времени.

Разносторонние исследования пропитки древесины в ваннах и специальной пропитки вдоль волокон проводились А. И. Фоломиным [332, 333, 335], интересовавшимся главным образом увеличением глубины проникновения антисептика. Экспериментально он исследовал пропитку по способу горяче-холодной ванны, пропитку через торец и особенно много внимания уделил предложенному им методу высокотемпературной горяче-холодной ванны [334, 335]. А. И. Фоломин провел много оригинальных исследований, выводы из которых заслуживают внимания.

Экономические аспекты защитных мер затрагивались во многих работах. Исследователи учитывали убытки от гниения, старались предложить доступные и дешевые защитные средства, снизить расходы на пропитку. В конце 60-х годов для расчета экономической эффективности средств или способов стали применять обобщенную методику Госплана СССР [320]. Однако специальные экономические исследования начали проводиться лишь в последнее время. В некоторых из этих работ приводятся только общие соображения об особенностях экономической эффективности при консервировании древесины [90, 292], тогда как в других предлагаются формулы расчета [1, 166, 333].

Многие другие авторы тоже выполнили ценные работы в области защиты древесины [64, 163, 164, 165, 195, 246, 262, 307 и др.], которые, как и работы сотрудников Сенежской лаборатории [237, 285, 348, 349], для сокращения объема книги не рассматриваются.

Значительную роль в развитии общих вопросов химической защиты древесины сыграли некоторые специалисты в области строительства, среди них особенно Г. Г. Карлсен [190] и Д. А. Скоблов [300, 301, 302].

**Сенежская лаборатория консервирования древесины.** Эта старейшая лаборатория СССР за прошедшее почти пятидесятилетие претерпела организационные и профилирующие изменения.

В 1928 г. в Кунцево под Москвой по решению ВСНХ был создан Всесоюзный научно-исследовательский институт древесины

(ВНИИД) и в нем была организована лаборатория микологии древесины, которая после раздела ВНИИД на три более специализированных института была передана наиболее крупному в то время из них — Центральному научно-исследовательскому институту механической обработки древесины (ЦНИИМОДу), расположенному в Химках. С 1936 г. в результате усиления практической направленности лаборатория стала называться лабораторией микологии и хранения древесины, с 1941 г. — лабораторией защиты древесины, с 1952 г. — лабораторией антисептирования древесины, с 1959 г., когда в результате перебазирования ЦНИИМОДа в г. Архангельск она расположилась у платформы Лесная (позже Сенеж) Октябрьской железной дороги, — лабораторией полигонных испытаний антисептиков и с 1964 г. — Сенежской лабораторией консервирования древесины ЦНИИМОДа. С 1928 по 1939 гг. лаборатория развивалась под руководством проф. В. В. Миллера, а с 1940 по 1952 гг. — проф. А. Т. Вакина.

В настоящее время Сенежская лаборатория является головной в стране в области консервирования древесины. При ней работает координационный подкомитет по научно-исследовательским работам. В этой лаборатории сложились такие известные специалисты, как А. Т. Вакин (хранение древесины), Е. И. Мейер, И. А. Чернцов, П. И. Рыкачев, И. Г. Крапивина, Б. И. Телятникова и др. (микология, хранение, антисептирование и консервирование древесины). В последнее десятилетие в лаборатории успешно работают и другие сотрудники (Л. В. Рымина, А. И. Устинова, Н. А. Максименко и др.). Автор работает в этой лаборатории почти с ее основания (с 1935 г.) и с 1952 г. руководит ею.

В лаборатории создано много эффективных антисептиков и комплексных препаратов, применяемых в стране. Разработан ряд новых способов глубокой пропитки древесины. При лаборатории в 1956 г. организован первый в стране полигон для испытания антисептиков. Лаборатория разработала стандарты почти на все защитные средства и способы обработки и пропитки древесины, применяемые в стране, а также базовый стандарт на консервирование древесины, связывающий объекты, условия службы, антисептик, способ защиты и срок службы.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ

В области химической защиты древесины, как и в любой другой отрасли человеческой деятельности, в каждый отрезок времени возникают свои проблемы. В настоящее время этих проблем накопилось очень много. Такое положение сложилось в результате того, что в послевоенный период, когда промышленность и строительство в большинстве стран начали снова развиваться, перспективы использования древесины как строительного материала были оценены недостаточно, что предопределило заметный спад в области исследований, касающихся улучшения соответствующих ее свойств. Жизнь быстро внесла в это свои коррективы, но все же некоторое время было потеряно, и теперь приходится наверстывать упущенное в условиях более высоких требований к любому материалу.

Многие вопросы химической защиты древесины в литературе и в практике часто называют сложными и трудными для решения. Этим нередко объясняется недостаточная организационная активность некоторых хозяйственных организаций. Однако нельзя судить о трудностях решения данного вопроса без его тщательного изучения.

### ДРЕВЕСИНА КАК МАТЕРИАЛ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Древесина — прочный материал живой природы, удовлетворяющий трудным условиям жизни дерева. Вынося к солнцу ассимиляционный аппарат, ствол дерева испытывает громадные ветровые нагрузки. Известный анатом В. Ф. Раздорский [277] называл дерево мачтой с парусом. Следовательно, древесина является материалом ответственной службы, совершенствовавшимся по прочности сотни миллионов лет.

В настоящее время мировая оценка древесины как строительного материала остается высокой: древесина делит первые места с бетоном и металлом. Ее конкурентоспособность с ними опреде-

ляется не только способностью к воспроизводству, доступностью и относительно невысокой ценой, но и замечательными строительными и поделочными свойствами. Она является легким и прочным, хорошо обрабатываемым материалом, обладающим достаточными тепловыми свойствами и быстро поддающимся декоративной отделке. Являясь пористым материалом, древесина может пропитываться жидкостями, способными придавать ей новые заданные свойства. В результате механической обработки, гнутья и склеивания из древесины можно получать материалы различных форм и размеров, в том числе листовые: фанеру и плиты. Для получения ценных древесных материалов используют и отходы, остающиеся при обработке цельной древесины, что удешевляет древесную продукцию в целом. Древесина является старым, хорошо проверенным материалом, сопутствующим человеку на всем пути его развития. Сферы ее применения продолжают расширяться. Строительство в петровские времена двадцатидвухглавой Преображенской церкви сорокаметровой высоты на острове Кижы Онежского озера и современное строительство в Европе спортивных сооружений пролетом более 100 м разделяют два с половиной века, но в обоих случаях для возведения таких крупнейших сооружений в качестве основного строительного материала была использована древесина.

Несмотря на высокие строительные свойства древесины, отношение к ней на протяжении многих столетий не было одинаковым. С ней конкурировали камень, кирпич, металл, бетон и другие материалы. Непостоянству в ее оценке способствовали и строительные ошибки, сопутствовавшие в разные периоды деревянным конструкциям. Так, московские пожары XVII в. и загнивание несущих конструкций в домах форсировали развивающееся белокаменное строительство в столице. Эпифития домовых грибов, вспыхнувшая в Западной Европе во второй половине XIX в., и несколько крупных пожаров в ангарах США в начале XX в. временно охладили отношение архитекторов к древесине как строительному материалу. Однако последовавший за этим успешный поиск эффективных конструктивных решений, а также антисептиков и антипиренов довольно быстро восстановил положительное отношение к древесине. Следующий ее кризис почти во всех странах одновременно возник уже только в 50-е и в начале 60-х годов текущего столетия в связи с появлением в большом количестве сборного железобетона. В это время и в нашей стране появились мнения о том, что век древесины прошел. Практическое воплощение эти прогнозы получили в попытках широкой замены деревянных шпал и опор линий электропередачи и связи железобетонными и в переходе на массовое

строительство мостов, животноводческих построек и других сооружений из сборного железобетона. Увлечение в этом направлении привело к тому, что железобетонные мосты стали строить и на временных дорогах в леспромхозах; в парках и на стадионах появились железобетонные скамьи.

Однако и на этот раз во многих случаях применения железобетона стали выявляться его существенные недостатки. Например, оказалось, что в условиях континентального климата, особенно на пучинистых грунтах, железобетонные шпалы не обеспечивают длительной надежности службы пути [326]. Железобетонные опоры линий электропередачи из-за большой массы трудно транспортировать и устанавливать в горах, лесах и поймах рек. Микроклимат железобетонных животноводческих построек, особенно в северных районах, оказался неблагоприятным для скота и птицы. Железобетонные склады под аммонийные удобрения быстро разрушаются. Практика также показала, что железобетон не подходит и для многих других случаев, например для скамеек парков и стадионов, лодочных причалов, труб большого диаметра, контейнеров, садовых и виноградных подпорок. Дорого и затруднительно его применение и для большинства заборов, а также для мелких сооружений, возводимых организациями, не располагающими соответствующими подъемно-транспортными средствами. Не может быть оправдано широкое применение железобетона и в лесных районах, особенно во временных поселках с планируемым сроком эксплуатации построек до 50 лет. Одновременно с недостатками железобетона были выявлены и дополнительные возможности эффективной защиты древесины. При таких обстоятельствах отношение к железобетону и к древесине стало более рациональным. В настоящее время объем потребления сборного железобетона. Для большинства специалистов теперь ясно, что эти два прекрасных материала нельзя противопоставлять друг другу.

Недооценка древесины как строительного материала наблюдалась и в других странах, но продолжалась недолго. Теперь даже в беслесных странах, где древесина дорога, архитекторы и строители прибегают к ее использованию для несущих конструкций, в том числе и при возведении крупных сооружений. Современные деревянные конструкции оказываются в 5 раз легче железобетонных, и это во многих случаях заставляет отдавать им предпочтение. Строители стали бы охотно использовать унифицированные конструкции, особенно крупноблочные и крупнопанельные. Проблема заключается лишь в организации их производства.

Таким образом, древесина за последние 100 лет прошла через несколько периодов переоценки ее роли как строительного материала, сохранив к настоящему времени эту роль на высоком уровне.

Для составления представлений о перспективах и масштабах использования консервированной древесины следует рассмотреть еще несколько положений. Одно из них заключается в том, что защита древесины от биологического разрушения вносит существенные поправки в проблему размеров деталей, в частности поперечных сечений.

Как известно, при расчете сечений конструкционных лесоматериалов предусматривается возможность их службы и после частичного разрушения. В связи с этим при консервировании возможно применение элементов меньших сечений. Если принять во внимание, что используется 5 млн. м<sup>3</sup> столбов со средним диаметром 20 см, будет понятно, что снижение этого диаметра только на 1 см даст экономию древесины около 488 тыс. м<sup>3</sup>. Если из 100 млн. м<sup>3</sup> производимых пиломатериалов только 10% со средней толщиной 30 мм будут консервироваться и их толщину при этом условии можно уменьшить на 2 мм, экономия древесины при средней ширине сортифта 150 мм составит около 667 тыс. м<sup>3</sup>. Особенно большую эффективность при консервировании древесины можно получить, решая одновременно проблему широкого производства специфицированных и конструкционных пиломатериалов с равнопрочными сечениями, которые можно использовать без перекроя.

Решающее влияние на масштабы применения древесины в будущем окажет уровень ее мелиорации и получения на ее базе материалов с заданными свойствами. Успехи химии и машиностроения потенциально уже обеспечили благоприятное решение этого вопроса. В настоящее время можно без больших издержек и для любых условий добиться срока службы древесины 50 лет и более, а также резко повысить устойчивость деревянных конструкций к возгоранию. Имеются возможности повышать стойкость древесины и против увлажнения, разрушительного действия кислот и щелочей, истирания, изменения объема и формы, а также придавать ей одновременно с повышением ее стойкости к разрушающим агентам и декоративные свойства. Химически защищенные элементы можно склеивать, красить и полировать.

## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСЕРВИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ, ОБЪЕМЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ И ПОТЕРИ

Точных цифр потребления древесины в различных областях ее применения привести нельзя, поскольку они колеблются по годам, но и примерные цифры могут оказаться полезными для понимания различных вопросов, касающихся масштабов химической защиты этого материала.

Наибольшее количество высококачественной крупномерной древесины, предназначенной служить в тяжелых условиях и поэтому в большей степени нуждающейся в защите, составляют шпалы, переводные брусья и опоры электролиний и связи.

Шпал, переводных и мостовых брусьев ежегодно производится около 5 млн. м<sup>3</sup>. Около 4 млн. м<sup>3</sup> их пропитывается на специальных заводах Министерства путей сообщения, что обеспечивает им срок службы 15 лет. Однако из-за отсутствия таких заводов у ряда других ведомств более 1 млн. м<sup>3</sup> шпал эксплуатируются непропитанными со средним сроком службы 7—8 лет. Поэтому средневзвешенный срок службы шпал по стране составляет примерно 13 лет, т. е. половину возможного.

Опор линий электропередачи и связи ежегодно производится также около 5 млн. м<sup>3</sup>, а пропитывается лишь около 1,5 млн. м<sup>3</sup>. Остальные столбы и мачты ставятся в землю непропитанными или на железобетонных приставках. Средний срок службы опор составляет около 15 лет вместо 40—50 возможных. Низкие сроки службы шпал и опор вызваны целым рядом причин. Эти сортаменты должны заготавливаться из легкопропитываемой древесины. К такой в СССР относится сосна, бук и береза. Но этих пород мало, поэтому на пропиточные заводы поставляется примерно половина еловых шпал и столбов, которые пропитываются трудно. Применяемая технология пропитки тоже неудовлетворительна. Для шпал и опор она имеет в основном одни и те же недостатки. В обоих случаях пропитка ведется сокращенными режимами при повышенной влажности древесины без применения накаляющего оборудования для труднопропитываемых пород древесины (ядровые стороны сосновых шпал, еловые шпалы и опоры).

Указанные объемы потребления деревянных шпал и опор сохраняются на длительное время, поскольку 75% их идет на замену сгнивших, а применение железобетонных значительно затормозилось, встретив непредвиденные трудности. При пониженных по сравнению с нормативными сроках службы ежегодный перерасход шпал и опор составляет свыше 5 млн. м<sup>3</sup>. Для заго-



товки такого количества древесины необходимо ежегодно вырубать более 100 тыс. га лучшего леса.

По имеющимся данным [302], в 1970 г. на строительство (без колхозных заготовок) было израсходовано 110 млн. м<sup>3</sup> древесины и половина из этого количества — на строительные конструкции. На ремонт в этом же году израсходовано 44 млн. м<sup>3</sup>, что составляет 40% расхода на строительство. До 20% древесины, идущей на ремонт, расходуется на замену сгнившей. Большая часть этой древесины гнивает преждевременно вследствие неблагоприятных условий службы без химической защиты.

Применение железобетона и стали снизило удельный расход древесины в строительстве как материала для несущих конструкций, но в связи с увеличением общего объема строительства абсолютный расход древесины не уменьшился. На многих небольших объектах (мосты местного значения, малоэтажные дома, животноводческие постройки, магазины, амбулатории, клубы, парковые и выставочные павильоны, читальни, детские сады и ясли, причалы, лыжные станции и пр.) древесина расходуется и на несущие конструкции.

Глубокая пропитка древесины в строительстве почти не производится, применяется лишь обработка ее поверхности. Эти работы выполняются или самими строителями, или местными организациями треста «Союзантисептик» в объеме до 3 млн. м<sup>3</sup> в год, что составляет не более 1/3 потребности.

Рассмотрим более конкретно общее потребление древесины и объемы, подлежащие химической защите по главнейшим направлениям ее использования в строительстве. Максимальное количество древесины расходуется на объекты сельского и сельскохозяйственного строительства. Ежегодный расход здесь составляет 30—40 млн. м<sup>3</sup>, включая примерно 15—20 млн. м<sup>3</sup> самозаготовок. Четверть расходуемой древесины составляют лиственные породы. По переписи 1962 г., половина построек на селе, в том числе животноводческих, выполнена в дереве, а среди построек для хранения сельскохозяйственных машин и удобрений деревянных более 70%. Строительство ведется в широком масштабе. Например, в 1965 г. в дереве было построено 4 тыс. телятников, 5 тыс. овчарен и т. д.

В последние 10—15 лет в совхозах и колхозах построено много объектов из сборного железобетона, но все больше и больше специалистов считают, что в сельском и особенно в сельскохозяйственном строительстве древесина при частичном консервировании предпочтительнее других материалов. Она больше, чем железобетон, подходит для животноводческих построек и овощехранилищ. Незаменимой древесина является для складов под

удобрения. Более выгодной она может быть для заборов и оград. На селе, особенно в лесных районах, по экономическим и организационным соображениям номенклатура построек из древесины может на долгое время оставаться широкой. Здесь с большим использованием древесины выгоднее строить здания для учебных, культурных и лечебных учреждений, а также жилые дома и мосты. Колхозы могут за счет краткосрочных ссуд своими силами возводить необходимые постройки без сложной строительной техники. Трудно представить, что сельские поселки можно строить без значительного хотя и разумного использования древесины во всех ее видах, включая древесину местных пород и рассчитывая на широко распространенную на селе квалификацию плотника. Однако для эффективного использования древесины в сельском и сельскохозяйственном строительстве необходимо ее защищать в количестве не менее 10% объема, идущего на строительные конструкции, что составит около 5 млн. м<sup>3</sup> в год.

Большое количество древесины расходуется и будет расходоваться на гидротехнические сооружения [21] и мосты. В эксплуатации находится большое количество деревянных мостов на дорогах местного, республиканского и даже общесоюзного значения. Наибольшее количество деревянных мостов имеется в РСФСР (85%), в Казахской ССР (60%) и Латвийской ССР (48%). Только в РСФСР насчитывается более 1000 км деревянных мостов. Так как они строились из неконсервированной древесины, то разрушаются очень быстро.

Считается, что деревянные мосты, особенно мелкие, дешевле железобетонных и легче возводятся с привлечением местной рабочей силы, не требуя механизмов. В связи с этим примерно 1/3 мостов планируется восстановить и построить из дерева. Это составит примерно 700—800 км и потребует около 3 млн. м<sup>3</sup> высококачественной древесины, нуждающейся в глубокой пропитке.

Значительное количество древесины (более 3 млн. м<sup>3</sup> в год) расходуется для производства стандартных щитовых, брусчатых и каркасных домов. Подобные дома производятся на предприятиях различных ведомств, но основное их количество выпускается предприятиями Министерства лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР. В большом количестве изготавливаются дома со стенами из местных материалов. Во всех этих случаях, как известно, необходима лишь выборочная защита деталей, служащих в опасной зоне. По примерным подсчетам в среднем на 1 м<sup>2</sup> площади стандартных домов необходимо консервировать 0,08 м<sup>3</sup> древесины, что на программу 7—8 млн. м<sup>2</sup> составляет 600 тыс. м<sup>3</sup>. Эта работа частично проводится. Пропитка осуществляется в основном выдержкой в горячей ванне или по способу

**ПРХВ.** Общий объем пропитки достиг уже половины необходимого. Однако на предприятиях, где проводится пропитка, еще нет единого подхода к отбору деталей, подлежащих консервированию, поэтому иногда пропитываются детали, которые можно было бы не пропитывать. Не во всех случаях достигается необходимая глубина пропитки. В силу недостатков, допускаемых при проведении химической защиты, сроки службы стандартных домов из-за преждевременного загнивания примерно в 2 раза меньше возможных.

Консервирование уязвимых деталей способствует также повышению общего комфорта в домах заводского производства. Необходимо устранить несоответствие между рано загнивающими несущими конструкциями домов и дорогими более устойчивыми отделочными материалами, встроенной мебелью и сантехникой.

Несмотря на возросшее применение железобетона, в целом ряде случаев древесина является незаменимой. Так, на химических предприятиях часто требуются деревянные трубы, лотки, баки, которые надо защищать от кислот и щелочей. Капитальной защиты требуют оросители градирен, где дерево показало себя с лучшей стороны. В последнем случае годовой расход древесины относительно невелик и колеблется в пределах 50—60 тыс. м<sup>3</sup>. Но ремонт градирен обходится очень дорого, и, если детали оросителя не консервируются, он повторяется каждые 3—4 года [30].

Большой номенклатурой объектов для строительства из дерева отличаются лесная промышленность и лесное хозяйство. Здесь помимо мостов, шпал, жилых домов, амбулаторий, клубов, контор имеются специальные постройки, например склады для хранения лесокультурной техники, семяносушилки, пожарные вышки, навесы на питомниках и т. д. В указанных областях на строительство и ремонт ежегодно расходуется около 1 млн. м<sup>3</sup> древесины. Доля обязательного консервирования здесь должна составлять так же, как и в сельском строительстве, не менее 10% объема потребления. Практически древесина здесь почти не консервируется.

Парковое, спортивное и выставочное строительство расходует до 0,5 млн. м<sup>3</sup> древесины в год. Для него в более значительных количествах (до 50%) требуется консервированная древесина. Скамьи в парках и на стадионах, полы спортивных катков, причалы для лодок, яхт, танцплощадки, лестничные спуски должны строиться из консервированной древесины.

Много расходуется древесины для строительства и ремонта заборов промышленных предприятий, для огораживания различных зон, а также для разного рода оград садов, пастбищ, дорог,

палисадников, газонов и пр. По самым ориентировочным подсчетам, на заборы и ограды длительной службы ежегодно расходуется 5—6 млн. м<sup>3</sup> древесины. Централизованное производство консервированных деталей заборов и ограждений разных типов и размеров из отходов и неликвидных сортов древесины на деревообрабатывающих предприятиях всех ведомств могло бы сохранить значительное количество (до 3 млн. м<sup>3</sup>) ценной древесины и улучшить вид поселков, промышленных предприятий, парков и других объектов.

Древесина, расходуемая на индивидуальное строительство, слабо поддается учету. Владельцы домов строят и часто ремонтируют их, не применяя химической защиты. Можно считать, что ежегодный расход древесины на строительство и ремонт домов граждан составляет 3—4 млн. м<sup>3</sup>. Одна пятая этого объема требует химической защиты. Дополнительные трудности в решении этой проблемы заключаются в том, что пока населению не продаются средства химической защиты древесины, а они нужны различных типов и в значительных количествах.

Одна из самых крупных статей расхода древесины — крепежный лес. На него ежегодно расходуется до 20 млн. м<sup>3</sup>. Гниет древесина в шахтах очень быстро, но защите подлежит лишь небольшая часть ее. Это объясняется тем, что требуемый срок службы основного крепежного леса не превышает 2 лет. Древесина, которая в шахтах должна служить от 3 до 15 лет, а иногда и более, должна консервироваться. Такой древесины насчитывается 5% и это составляет около 1 млн. м<sup>3</sup>. Консервирование крепежного леса долговременной службы выгоднее, чем других объектов из древесины, подлежащих химической защите.

Значительное количество высококачественной древесины расходуется на производство и ремонт вагонов, судов и машин. Замена древесины из-за ее преждевременного загнивания здесь обходится очень дорого, а ремонт ведется в больших объемах. Например, на производство вагонов расходуется ежегодно 0,15—0,2 млн. м<sup>3</sup> пиломатериалов, а на их ремонт 0,8—1 млн. м<sup>3</sup>. Объясняется это тем, что действующий парк вагонов более чем на 50% деревянный. Причиной ремонта являются не только механический износ и поломки, но и гниение древесины. В судостроении на новые суда и ремонт старых расходуется ежегодно 200 тыс. м<sup>3</sup> специального круглого леса и пиломатериалов. Консервирование здесь применяется недостаточно. Примерно такое же положение и в сельскохозяйственном машиностроении и производстве автомашин. В этих областях службы древесины консервированию должно подвергаться не менее 20% общего расхода.

В табл. 1 сведены примерные годовые объемы древесины, подлежащей консервированию, и ориентировочные ее потери из-за неполноты проведения защитных мер.

**1. Ориентировочно-расчетные годовые потери древесины в народном хозяйстве**

Наименование сортамента (назначение)	Годовой объем древесины, подлежащей консервированию, млн. м <sup>3</sup>	Средние сроки службы, лет		Годовые потери древесины, млн. м <sup>3</sup>
		при (при) вильном консервировании	фактические	
Шпалы и переводные брусья	4,7	25	12,5	2,35
Опоры линий электропередачи и связи	4,3	45	15	2,85
Заборы, ограды длительной службы (все виды)	6,0	15	7,5	3,00
Крепежный лес со сроком службы более 3 лет	1,0	10	2	0,80
Все виды строительства (конструкции, подверженные гниению и заменяемые при ремонте)	20,0	20	10	10,00
Стандартные дома, машины (детали, подверженные гниению)	2,0	10	5	1,00
Инвентарная тара, контейнеры, формы кирпичных заводов многократного использования и др.	1,0	4	2	0,50
Другие виды древесины и древесных материалов	1,0	10	5	0,50
<b>Всего</b>	<b>40,0</b>			<b>21,00</b>

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ**

СССР — лесная страна. Почти треть ее территории покрыта лесом с запасом 75 млрд. м<sup>3</sup> древесины. На территории СССР расположено 70% мирового фонда ценнейших насаждений лиственных, сосны, ели, кедра и пихты. Значительны запасы березы, осины и многих других лиственных пород. Запасы древесины СССР в 60 раз превышают запасы Швеции и в 5 раз запасы США. Ежегодно в СССР заготавливается примерно 300 млн. м<sup>3</sup> деловой древесины.

К исходным факторам, объективно содействующим развитию консервирования древесины в нашей стране, относятся громадные лесные ресурсы с перспективами большого и непрерывного лесоиспользования и полной утилизации всей древесной массы. Наличие мощной химической и машиностроительной промышленности может обеспечить быстрое решение вопросов, касающихся защитных средств и пропиточного оборудования. Химической промышленности, как показывает опыт зарубежных стран, выгодно для снижения себестоимости основной продукции использовать некоторые отходы и несбалансированные продукты для переработки в защитные средства для древесины. Огромные масштабы сборного строительства открывают большую возможность применения деревянных деталей, защищенных на безремонтный срок, соответствующий длительности службы других стойких материалов и оборудования, обеспечивающего заданный комфорт построек.

К исходным факторам, сдерживающим развитие консервирования, относится пониженная пропитываемость древесины основных пород СССР. Объективно временно мешает делу и то, что при современном уровне развития пропиточной промышленности цикл сушка — пропитка — сушка очень продолжителен. Особенно большое время должно тратиться на сушку крупномерных сортиментов, проводимую в основном на открытых складах. В результате должны «замораживаться» на срок до года многомиллионные ресурсы древесины. Сдерживают распространение химической защиты древесины и неизбежные затраты на преодоление вредности для человека и окружающей среды тех средств, которые применяются для консервирования.

К исходным факторам, препятствующим достижению высокого уровня решения проблемы во всех странах, относятся принципиальные трудности в изыскании безвредных защитных средств и способов пропитки такого слабопроницаемого материала, каким является древесина. Чрезвычайно сложен и поиск средств комплексной защиты, например одновременно от биоразрушения, возгорания и увлажнения, обладающих устойчивостью в древесине, дешевых и позволяющих легко механически обрабатывать, склеивать и окрашивать защищенную древесину.

Значительно влияют на развитие проблемы и оперативные факторы, обычно весьма подвижные. К ним относятся вопросы технической политики. Важнейшие из таких вопросов: объемы рубки леса, переработки и потребления древесины; соотношения между объемами применения защищенной древесины и других конкурирующих с ней материалов; масштабы применения сбор-

ного деревянного строительства; цены на древесину и защитные средства, особенно на те, которые изготовляются из отходов и побочных продуктов. К оперативным факторам относится также и отношение ведомств к развитию вопросов химической защиты древесины. Главным из оперативных факторов является недостаток внимания к проблеме в целом и отсюда отсутствие необходимых капитальных вложений в пропиточное производство. Пропиточных заводов мало, и на них используется устаревшее оборудование. Ненадежна пока и техника безопасности персонала, работающего на пропитке, а также недостаточны меры защиты окружающей среды. Сюда же относится отсутствие эффективного контроля качества защитных работ и соблюдения стандартов на защиту древесины.

Во всех странах, где обсуждаются вопросы развития консервирования древесины, в первую очередь учитываются лесные ресурсы и перспективы использования древесины в качестве одного из основных строительных материалов. Неэксплуатируемый лес убыточен. Он занимает место и для своего сохранения требует расходов. Его климатическое и оздоравливающее значение от правильной эксплуатации только повышается. Лес произрастает и в районах, отдаленных от мест жизни основной массы населения, тогда его использование ведет к более быстрому освоению этих районов. Вложения в лесное хозяйство и лесную промышленность весьма выгодны, поскольку при правильном ведении дела лесные ресурсы неиссякаемы.

Лесоводы считают, что прирост леса можно вырубать безболезненно. Он обычно составляет немного меньше  $1/100$  запаса древесины. Значит, можно рубить примерно вдвое больше, чем вырубается, соблюдая, однако, обязательное правило повсеместности нормированного пользования. Однако рубить всюду и в ограниченном для каждого района количестве выгодно лишь при рациональном и полном использовании всего срубленного. Это и является самым трудным.

Лесопоставляющие и деревообрабатывающие фирмы зарубежных стран в порядке расширения деятельности стараются поднимать спрос на древесину, поэтому предлагают ее потребителю в наиболее выгодном для него, в том числе в консервированном, виде. Некоторые отечественные лесозаготовительные и деревообрабатывающие организации нередко для сокращения объема работ склонны этот спрос понижать. Иногда вследствие кажущейся перспективности применения других материалов планирование заготовки древесины и капитальных вложений в лесную промышленность понижается без достаточного изучения эффективности этих вложений.

Как известно, в результате вынужденного в некоторых случаях нарушения правил постоянства лесопользования и местных перерубов возникла опасность закрытия отдельных леспромхозов, на организацию которых, включая промышленное, дорожное, жилищное и культурное строительство, затрачены значительные средства и в районы которых привлечены определенные людские ресурсы. Правильно поставленное консервирование древесины могло бы помочь отдалить или вовсе устранить эту опасность. Позволяя эффективно использовать древесину малоходовых пород, а также расширяя сферы применения древесных материалов, изготовляемых из отходов, консервирование древесины открывает дополнительные возможности организации лесхозов непрерывного действия.

В соответствии с общегосударственными интересами вопрос о направлениях и объемах потребления древесины, в том числе консервированной, в дальнейшем не должен решаться лишь исходя из наличия конкурирующих материалов и сопоставления их строительных качеств с соответствующими строительными качествами древесины, достигнутыми или перспективными. Многое в этом отношении должно решаться принудительным планированием. В конечном счете соотношение между объемами потребления различных материалов должны определять экономические факторы в общегосударственной оценке. К сожалению, такой оценки пока нет, и ее можно осуществить лишь теоретически, поскольку слишком различен уровень индустриализации отраслей промышленности, поставляющих строительству древесину и конкурирующие с ней материалы, например сталь, цемент, железобетон. Лесная промышленность без значительных капитальных вложений не может обеспечить большие поставки дешевой защищенной древесины в деталях для сборного строительства, а лишь это могло бы дать возможность выявить истинную эффективность ее массового применения.

Главным условием прогресса в консервировании древесины является развитая сеть пропиточных заводов и пропиточных цехов на предприятиях, производящих детали домов, судов и машин, а также обслуживание строительства специализированными организациями, оснащенными передвижными пропиточными установками. Однако пропиточные заводы принадлежат пока в основном лишь двум ведомствам — МПС и Минэнерго и пропитывают главным образом шпалы и столбы преимущественно для своих нужд. Межведомственных пропиточных заводов нет. В результате мелкие потребители используют в непропитанном виде более 2 млн. м<sup>3</sup> шпал и столбов. Остаются без защиты и другие детали, предназначенные для службы в тяжелых усло-



виях. Не все домостроительные и машиностроительные заводы имеют пропиточное оборудование, не во всех районах работают специализированные организации, способные вести химическую защиту древесины на строительствах.

В табл. 2 приведена примерная сравнительная характеристика пропиточных заводов ряда стран. Из этой таблицы видно, что в большинстве стран имеется много мелких заводов, но известно [82], что они равномерно распределены по территории. Средняя годовая производительность зарубежных заводов 2—7 тыс. м<sup>3</sup> в Скандинавских странах и 17 — в США. Заводы всюду принадлежат поставщикам и потребителям древесины. В СССР пропиточные заводы принадлежат только потребителям, их мало, хотя каждый из них выпускает большой объем продукции. Этот объем определяется не только большими размерами заводов, но и сокращенными режимами пропитки из-за недостатка пропиточных мощностей.

## 2. Сравнительная характеристика пропиточных заводов некоторых стран

Страна	Число пропиточных заводов	Годовой объем пропитываемой древесины, млн. м <sup>3</sup>	Средняя годовая производительность завода, 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

Вопрос о создании в СССР единой сети пропиточных заводов является актуальным [90], хотя сложным и трудным. Уже имеются ведомственные сети пропиточных заводов. Расстояния между заводами иногда достигают нескольких тысяч километров. Создание дополнительных сетей заводов других ведомств вряд ли целесообразно. В связи с меньшими в этих ведомствах объемами потребления консервированной древесины расстояния между их заводами будут еще больше, что в связи с неизбежными перевозками неблагоприятно отразится и на стоимости продукции на месте ее потребления.

Не окончательно решен и вопрос о том, какие надо строить заводы по производительности и где — у поставщика или у потребителя [90, 96]. В СССР уже есть заводы мощностью от 20 до 200 тыс. м<sup>3</sup>. Новые заводы тоже строятся разной мощности, и

стандарта здесь быть не может. Хорошо спланированный и организованный большой завод может быть рентабельнее малого. Наиболее эффективен он будет в условиях пропитки массовой продукции в местах концентрации заготовок или потребления древесины. Малые заводы также могут располагаться у заготовителя и потребителя. Именно они позволят создать сеть пропиточных предприятий, способных удовлетворить нужды мелких потребителей. Строительство пропиточных заводов у поставщика имеет дополнительные выгоды, заключающиеся в возможности строительства их в районах произрастания легкопропитываемой сосны. Кроме того, в этом случае скорее и полнее может быть проведена ранняя окорка сортиментов, их наковка, а также ускоренная сушка без потери того времени, которое бесполезно тратится от момента срубки древесины до поставки ее на пропиточные заводы потребителя. Если вопрос о концентрации всех пропиточных заводов в одном ведомстве решится положительно, вопрос о том, где их лучше строить (у поставщика или потребителя), сам по себе отпадет. Если основным видом предпропиточной сушки останется атмосферная, заводы при прочих равных условиях выгоднее размещать в более южных районах.

Одним из условий эффективного консервирования древесины является возможность выбора для каждого случая наиболее соответствующего ему защитного средства. Потенциально химическая промышленность может предложить самые различные вещества и их смеси, защищающие материал только от биоразрушения, только от возгорания или комплексно от того и другого, не опасные для человека, доступные и дешевые. Однако такой набор средств еще не создан. Пока нет легкопроникающих органикорастворимых негорючих средств; очень мало комплексных препаратов, защищающих материал одновременно от биоразрушения и возгорания, нет невымываемых антисептиков, не опасных для человека и животных при защите водопроводов, овощехранилищ, пищевого оборудования, продовольственной тары, силосных ям. Многокомпонентные защитные средства пока приходится получать на месте использования, смешивая соответствующие компоненты, поскольку в готовом виде или в наборах они не выпускаются.

Неполнота арсенала защитных средств очевидна, но отрицательное влияние этого фактора в наращивании объемов защиты и повышении ее качества часто преувеличивается. К услугам пропитчиков имеются десятки препаратов, большая часть которых эффективна и стандартизована. Среди них есть сланцевые и каменноугольные масла, поставляемые в количествах, исчисляемых сотнями тысяч тонн, различные органикорастворимые препараты,

вымываемые и невымываемые водорастворимые антисептики, а также антипирены и комплексные препараты. Поэтому современные трудности на пути повышения объемов и качества консервирования древесины заключаются не в недостатке защитных средств. Примером этого может служить слабое использование фтористых солей в те годы, когда они были в избытке, или в настоящее время — одного из лучших водорастворимых антисептиков — пентахлорфенолята натрия, а также целой гаммы органических препаратов на основе пентахлорфенола. Поэтому не оправдан интерес некоторых специалистов к зарубежным препаратам, тем более, что среди них почти нет таких, которые обладали бы преимуществами по сравнению с отечественными препаратами. Поднимающийся вопрос о производстве трудновывываемых мышьяксодержащих антисептиков типа немецкого Доналит УА или шведского К-33 отпал из-за их предполагаемой опасности для человека. Однако еще недостаточно имеется защитных средств, пригодных для использования населением, вследствие чего сдерживается применение их для защиты построек граждан.

Не все в равной мере уверены в необходимости консервирования древесины в больших объемах и в целесообразности значительных капитальных вложений для этого, что иногда приводит к использованию недостаточно эффективных способов защиты, например предпропиточной сушки деталей в ваннах, постановки деревянных опор на железобетонных приставках.

Объемы консервирования древесины в каждой стране определяются и особенностями пород, главным образом стойкостью древесины в службе без химической защиты и ее проницаемостью для пропиточных жидкостей. В СССР, несмотря на большие общие запасы, мало древесины как стойких, так и легкопропитываемых пород. Древесина лиственницы для шпал и столбов без пропитки недостаточно стойка, а пропитывается трудно; для столбов, кроме того, она тяжела. Нельзя не учитывать и того, что произрастает она в отдаленных от мест потребления районах.

В связи с поставкой на одни и те же пропиточные заводы древесины разной пропитываемости возникают значительные осложнения. Например, еловые столбы можно пропитать удовлетворительно только с накальванием и при двойном расходе автоклавного времени. При этом условии пропитка будет дороже и потребует дополнительных пропиточных мощностей. Пока не применяются ни накальвание, ни удлинение режимов, а еловые столбы и шпалы выпускаются недопропитанными. Считается, что найти приемлемое решение в этом вопросе трудно. Если еловые шпалы и столбы не накальвать и пропитывать по тем же режимам,

что и сосновые, они должны считаться вторым сортом, а следовательно, быть дешевле, но они по стоимости получаются такие же, как сосновые. Если же применять указанные выше меры, стоимость этих сортиментов будет выше, чем сосновых, но они по качеству будут такими же. Кроме того, если еловые столбы и шпалы недопропитывать, их надо заготавливать и пропитывать в больших количествах, поскольку срок службы их меньше. Вероятно, целесообразно было бы увеличить объемы заготовок сосновых шпал и столбов за счет сокращения заготовок соснового пиловочника. Из возможных вариантов решения вопроса пока не выбран ни один.

Специалисты некоторых промышленных и строительных организаций иногда не склонны консервировать древесину потому, что сооружения из сборного железобетона более модны, а проектная документация на них разнообразнее. Кроме того, железобетонные детали можно получать по нарядам, а деревянные консервированные надо делать самому.

Для широкого применения консервированной древесины в строительстве необходимо, чтобы она была дешевой. Цены на древесину и химические продукты, особенно отходы химических производств, используемые для производства антисептиков, должны устанавливаться с учетом приемлемых цен на консервированную древесину. Цены на защитные средства всегда влияют на масштабы консервирования древесины. Так, дешевые ископаемые борсодержащие продукты обеспечили в Англии широкое применение национального препарата «Тимбор». В СССР соединения бора дороги, поэтому применяются в ограниченном объеме. В качестве примера дешевых защитных средств, широко применяющихся в СССР и других странах, могут служить аммонийные огнезащитные препараты. Репающим их преимуществом при существенных недостатках является низкая цена, частично определяемая тем, что их компоненты производятся в качестве удобрений в больших количествах.

Для удешевления стоимости консервированной древесины можно было бы понизить цены на некоторые антисептики с учетом использования на их производство дешевых отходов химических и металлургических производств. Однако и в этом направлении встречаются трудности. Например, в 60-е годы одна из причин задержки организации производства мышьяксодержащих антисептиков ФХМ-7751 и МХМ-235 заключалась в несогласии ведомств, располагающих мышьяксодержащими отходами, понизить их цены до стоимости транспортировки, несмотря на то, что эти отходы имеют фактически отрицательную цену, определяемую расходами на их захоронение как неиспользуемых

и вредных для окружающей среды продуктов. Цена на антраценовое, сланцевое и каменноугольное масла почти одинакова (50—60 руб/т), хотя качество этих антисептиков для пропитки различается более существенно. Весьма высокими остаются цены на пентахлорфенолят натрия и пентахлорфенол, которые также получают из дешевых отходов производства инсектицидов. Есть и малоходовые нефтепродукты, цены на которые, однако, весьма высоки, что затрудняет использование их в качестве растворителей для антисептиков.

Такое положение с ценами на побочные продукты имеет, конечно, свое объяснение. Иногда возникает необходимость снижения цен на основные продукты и тогда ограничивается возможность относительно низких цен на продукты побочные. Такая ситуация чаще встречается при небольших масштабах производства.

По-видимому, есть пути отыскания золотой середины в формировании цен на побочные продукты производств с учетом снижения цен на антисептики. Такие пути стимулирования развития консервирования древесины могут встретить трудности, но заслуживают внимания.

На стоимости защитных средств отражаются и масштабы их производства. Считается, что выгодно производить те или иные химические продукты лишь в больших количествах, например не менее 5—10 тыс. т. Например, малые объемы производства пентахлорфенолята натрия на Чапаевском заводе химических удобрений (2,5 тыс. т в год) привели к слишком высокой цене на продукт, что затруднило его внедрение. Однако при организации многотоннажного производства защитных средств для древесины возникают свои осложнения, заключающиеся в трудности синхронизации объемов производства и потребления защитных средств. Так, в 60-е годы на том же заводе был построен цех по производству пентахлорфенола в количестве 2,5 тыс. т в год; при этом подбор растворителей и строительство пропиточных заводов-потребителей для него задержались. В результате этого цех не был пущен.

Консервирование древесины считается относительно вредным производством, поскольку включает операции с ядами. Обеспечение безопасности пропиточных работ протекает пока не всегда организовано. Эти вопросы сами по себе, конечно, трудны для разрешения.

Кроме того, меры по охране окружающей среды, как правило, требуют значительных капитальных вложений.

Одним из сложных вопросов является достижение согласования в применении защитных средств и способов между ведомст-

вами, занимающимися консервированием древесины, и органами санитарной инспекции. Эта сложность частично вытекает из того, что одни, решая вопросы производства, по мнению других, менее внимательны к здоровью людей, а другие, по мнению первых, проявляя главным образом заботу о санитарных нормах места работы, не учитывают задач и важности консервирования. Однако главная сложность в этом деле заключается в недостатке сведений о повреждающем действии защитных средств.

Для повышения техники безопасности на пропиточных заводах и строительствах недостаточно заменять одни антисептики другими. Не менее важно повышать культуру производства и совершенствовать пропиточное оборудование. Однако нередко проектировщики и хозяйственники сталкиваются на местах лишь с запрещениями тех или иных защитных средств. Иногда это запрещение касается и широкоизвестных антисептиков, которые нашли многолетнее и успешное применение во всех странах и при соблюдении правил их пользования не вызвали неблагоприятных последствий для человека. В связи с этим иногда и на производствах предпочитают применять антисептики, не вызывающие опасений в отношении техники безопасности, несмотря на то, что они недостаточно эффективны.

Для отыскания правильных путей решения столь важного вопроса требуются совместные усилия всех ведомств. При этом необходимо учитывать, что абсолютно безопасных антисептиков быть не может, что безопасность работ при консервировании древесины обеспечивается лишь частично относительной безвредностью антисептика и в необходимой мере дополняется техникой безопасности работы и оградительной техникой по отношению к окружающей среде. Вредность применения антисептиков при защите древесины должна оцениваться также с позиции общего уровня безопасности, достигнутого в каждый отрезок времени. При этом должна приниматься во внимание и возможность увеличения в дальнейшем защитных работ. При химической защите древесины следует учитывать значение ее для человека, незаменимость в каждый момент некоторых защитных средств, возможность снизить их вредность за счет повышения уровня техники безопасности. Забота о благополучии человека должна заставить нас учитывать и то, что ежегодно 10% объема заготовок древесины гнивает и гибнет при пожарах. Эти потери ведут к ежегодной вырубке лишних (примерно) 300 тыс. га и к затрате на восстановительный ремонт деревянных объектов 1,5 млрд. руб. Используя небольшую долю этих непроизводительно затрачиваемых средств, можно многое сделать для здоровья человека, в частности для

безопасности его работ с химическими средствами. При всей строгости отношения к безопасности антисептиков и способов их применения следует благосклоннее относиться к более эффективным из них, учитывая, что в этом случае для безопасности консервирования можно выделить большие капитальные вложения.

Исключительно важным для повышения объемов химической защиты древесины являются качество защищенного материала, возможность получения заданных уровней защиты для любых условий службы. Необходимо очень строго контролировать влажность поступающей в пропитку древесины, качество защитных средств и правильность проведения пропитки или обработки материала. В этом отношении также должно быть все благополучно. Например, в связи с трудностями предпропиточной сушки древесины нельзя поижать требования к методам ее контроля. В некоторых стандартах допустимая максимальная влажность заменена средней влажностью пропитываемой зоны, что не может обеспечить необходимого качества пропитки в связи с тем, что из-за неизбежного градиента влажности глубокие слои и при достижении заданной средней влажности будут иметь повышенное влагосодержание. Как неблагоприятно следует оценивать и то обстоятельство, что качество каменноугольных и сланцевых масел за последние 20 лет ухудшилось в связи с отгонкой из соответствующих смол некоторых пужных для других целей фракций, играющих, однако, важную роль и в консервировании древесины. Главный показатель защищенности материала — глубину пропитки надо определять достаточно надежно, для чего необходимо наладить производство пустотелых буров для отбора проб. Повышение качества пропитки шпал и столбов встречает определенные трудности и вследствие того, что пропитка ведомствами производится в основном «для себя». Более того, например, шпалопропиточные заводы подчинены железным дорогам, которым они поставляют пропитанные шпалы. В этих случаях контроль качества при сдаче-приемке продукции производится не всегда в должной мере.

Однако в вопросах качества глубокой пропитки, которая распространяется в основном на шпалы и столбы, на первое место, конечно, выходит проблема опережающих поставок древесины на пропиточные заводы для ее предпропиточной сушки. Поскольку атмосферная сушка шпал и столбов пока труднозаменяема, цикл производства пропитки на заводах, включая сушку на складах, практически равен целому году. Этот цикл надо и планировать, недосушенная древесина не должна пускаться в пропитку. Однако поставки лесоматериалов отстают. Заводы

хотят выполнять план и пропитывают сырую древесину; в результате получается брак. Несмотря на громадные убытки из-за малого срока службы плохо пропитанных шпал и столбов, положение не меняется в течение многих лет.

Есть целый ряд и других вопросов, эффективное решение которых могло бы содействовать развитию химической защиты древесины. В частности, в значительной мере сдержанное отношение к консервированию древесины объясняется тем, что денежный эффект, получаемый от начальных затрат на защиту, наступает не сразу [90]. В связи с этим весьма целесообразна пропаганда экономических знаний. Желательно и усовершенствование методов экономических расчетов эффективности применения консервированной древесины. Расчетные формулы для этого должны охватывать широкий спектр факторов, в том числе и косвенных. К сожалению, пока недостаточно опубликованных расчетов сравнительной экономической эффективности применения консервированной древесины и железобетона для шпал и столбов, а также в строительстве сельскохозяйственных построек, мостов и т. д. Можно лишь согласиться с тем, что эти расчеты сложны, но и при этом условии они не должны заменяться волевыми решениями.

Перспективы повышения долговечности древесины могли бы улучшиться при рассмотрении проблемы леса и древесины как одного целого. Однако в большой цепи общего дела от питомника до мачты линии электропередачи или жилого дома пока в бедственном положении находится последнее звено. Например, для восстановления лесов миллионы гектаров вырубок и пустырей засаживаются и засеваются вновь, громадные территории вырубок осушаются. Планируется применение минеральных удобрений для повышения продуктивности лесов. И это все правильно. Но дерево растет 100 лет для того, чтобы быть полезным для получения из него строительного материала, а древесина, служащая без защиты, часто сгнивает в течение 2—3 лет. Чтобы леса не горели, они охраняются сотнями пожарно-химических станций, сотнями самолетов авиаслужб, тысячами парашютистов и т. д. Действительно, ежегодно горят многие тысячи гектаров леса, но известно и другое: из-за неполноты мер защиты древесины также ежегодно вырубается, как уже было сказано, лишних примерно 300 тыс. га. Капитальные вложения в химическую защиту древесины обычно сдерживались из-за того, что эффективность вложений средств здесь сказывается не сразу. Но ведь лесное хозяйство тоже является хорошим примером значительных затрат с более отдаленной отдачей.

Широкое и эффективное применение консервированной дре-



весины не может производиться без разумного приспособления ее ко всем приемлемым для этого видам строительства. Широкое и эффективное применение в строительстве химически защищенной древесины требует организации производства спецификационных пиломатериалов, погонажных заготовок, деталей сборного строительства, широкого ассортимента листовых древесных материалов, конструкционных пиломатериалов и клееных конструкций заводского производства. Пропаганда широкого применения древесины в строительстве должна быть научно обоснованной. Она должна быть свободна от навязывания этого материала в те сооружения, где он не оптимален. Здравый смысл должен действовать как против увлекающихся «деревянщиков», так и против любителей моды, строящих мосты из сборного железобетона на временных лесовозных дорогах [356].

## ДРЕВЕСИНА КАК ОБЪЕКТ ЗАЩИТЫ

Защита древесины от разрушения биологическими агентами — сложный и трудный процесс. К ней, как к природному материалу, приспособлено очень много разрушителей, способных преодолевать те барьеры, которые ставит на их пути человек. Кроме того, древесина сама по себе очень изменчивый материал, условия ее службы различны, требования к средствам и способам защиты достаточно строги.

### БИОЛОГИЧЕСКИЕ АГЕНТЫ РАЗРУШЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ В СЛУЖБЕ

Биологические агенты разрушения древесины в службе могут быть разбиты на две большие группы: представители низших растений (грибы) и представители беспозвоночных животных (жуки, термиты, моллюски и ракообразные). Эти две группы разрушителей четко делят сферы своей деятельности, но в отдельных случаях встречаются вместе. В нашей стране подавляющее большинство всех опасных биологических разрушений древесины вызывается грибами.

#### Грибы

Чем благоприятнее условия для развития дереворазрушающих грибов, тем богаче их флора. Сенежской лабораторией консервирования древесины зарегистрировано 70 видов грибов, разрушающих древесину в постройках. Известно, что около 100 видов грибов встречается в градирнях. В условиях контакта древесины с почвой на полигоне Сенежской лаборатории обнаружено 300 видов грибов. Микотека чистых культур грибов лаборатории насчитывает более 100 видов.

Систематика грибов сложна и требует специальной подготовки. Но она в чистом виде, как и традиционное описание мик-

роморфологии грибов, не имеет решающего значения для практики. Вместе с тем нельзя и объединять все виды грибов в одно понятие «грибок», как это часто делается. Значительная часть грибов, встречающихся на древесине, не играет в процессах ее разрушения заметной роли. Поэтому более важно рассматривать и оценивать основных разрушителей главным образом в эколого-систематическом плане, т. е. предметно, по условиям службы древесины, с учетом встречаемости, причин развития, характера разрушения и причиняемого вреда.

Такой подход к делу особенно нужен специалистам по консервированию древесины. Он является средним между тем подходом, который склонны предлагать микологи, и тем, который применяют строители. Наибольший интерес для практики представляет э к о т и п и з а ц и я разрушителей и разрушений. С ней и должны согласовываться меры борьбы. Слабое применение экологического подхода к защите деревянных конструкций уже привело на практике к тому, что обнаружение в сооружении мерулиуса квалифицируется как бедствие и безусловное основание получения денег на ремонт, а если встречены другие разрушители, то считается, что хоть и завелся «грибок», но с ремонтом можно подождать. В борьбе, например, с плесенью древесины применяется совсем мало усилий, несмотря на то, что вред от нее в некоторых случаях очень большой. В настоящее время нельзя считать оптимальными и те заключения, которые иногда пишут от имени лабораторий микологи, обследовавшие тот или иной объект. Один лишь список названий грибов не может быть мерой научности и практической значимости заключения. Важно определить и опасность разрушителя в конкретном случае, а для этого надо определить степень благоприятствования ему среды и трудности ее изменения.

Сенежская лаборатория консервирования древесины придерживается следующей классификации грибов, поселяющихся на срубленной древесине: 1) плесневые; 2) деревоокрашивающие (складские); 3) дереворазрушающие; 3.1) домовые; 3.2) почвенные; 3.3) атмосферные; 3.4) аэроводные (Soft rot).

Эта классификация условна, поскольку она построена не по какому-либо единому признаку, например скорости разрушения или другому критерию, характеризующему воздействие разрушителя на материал. Но это сделать и невозможно. Все грибы в той или иной степени разрушают древесину, но разрушительная способность их зависит не только от вида гриба, но и от условий его развития. Поэтому далеко не все виды грибов можно характеризовать по присущей будто бы им скорости раз-

рушения. Самые сильные домовые грибы иногда ютятся в домах столетиями, не причиняя им серьезного вреда только потому, что в данном случае условия развития для них неблагоприятны. В иных, более благоприятных условиях они могут разрушить дом за 2—3 года [203]. Тем не менее видовые свойства грибов нельзя недооценивать, поскольку именно они определяют возможность разрушителя, его потенциальную способность разрушать материал. Также важно учитывать, что древесине приходится служить и в таких объектах, где благоприятные для развития разрушителей условия весьма стабильны и трудноустраняемы или совсем неустраняемы. Такие условия встречаются, например, при службе древесины в биогенном (верхнем) слое почвы, в условиях постоянного воздействия на нее атмосферы и при определенных формах ее контакта с водой (гидросооружения, градирни). В этих условиях скорость разрушения сооружений строго определена и больше всего зависит как раз от вида гриба и продолжительности теплого периода.

**Плесневые грибы.** Это очень разнообразная группа грибов, способных в определенных условиях поселяться на древесине, а также продуктах питания, кормах, коже, тканях и других органических материалах. К ней относятся многочисленные виды родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma* и др. Эти грибы (плесень) способны в различной степени ухудшать или даже делать непригодными для использования те или иные материалы и продукты. На поверхности материала они заметны в виде белых, голубых, серых, реже розовых и малиновых и чаще зеленых палетов. Грибы этой группы в определенных условиях развиваются и на поверхности непригодных для их питания материалов, например на металле и стекле, и, выделяя кислоты, также вызывают их разрушение. Это встречается в тех случаях, когда на поверхности небиогенного объекта имеются загрязнения, содержащие питательные для грибов вещества, и влага (например, конденсационная).

Наиболее важными для практики особенностями плесневых грибов являются быстрое размножение, почти постоянное присутствие их спор в воздухе, способность длительно выдерживать неблагоприятные условия и развиваться на самых различных субстратах при широком диапазоне температур (от  $-5$  до  $+35^{\circ}\text{C}$ ) и более высокая по сравнению с другими грибами устойчивость к антисептикам. Вместе с тем плесневые грибы предъявляют высокие требования к влажности субстрата и окружающего его воздуха, а также к неподвижности последнего. Эти свойства плесневых грибов определяют и пути практической борьбы с ними конструктивными мерами.

В соответствии с указанными свойствами плесневых грибов наблюдается и их развитие на древесине. Обычно их можно встретить на сырых бревнах, пиломатериалах и других сортаментах при излишне компактной их укладке в пакеты и штабеля для хранения на складах, площадках строителей или при транспортировке, а также на поверхности деревянных конструкций в условиях высокой влажности и слабого движения воздуха. На практике наблюдается недооценка роли этих грибов.

Степень отрицательного воздействия плесневых грибов на древесину зависит от условий и длительности их развития. Работами Сенежской лаборатории [202] установлено, что при длительном (2 года) развитии плесневых грибов на древесине гифы проникают глубоко и производят частичные разрушения клеточных оболочек, в частности вторичного слоя, а некоторые и срединной пластинки. Сопротивление ударным нагрузкам длительно пораженной древесины может снижаться примерно на 10%. Для строителей весьма важно, что наличие плесени на материалах указывает на нарушение правил их хранения поставщиком и возможность нахождения на них зачатков более сильных дереворазрушителей. При производстве продуктовых ящиков и контейнеров для оборудования следует иметь в виду, что плесневые грибы с древесины переходят на продукцию. Очень сильно поражаются ими листовые материалы и особенно фанера, плиты и картон.

Из-за развития плесени невозможна транспортировка сырого неантисептированного шпона. От плесневения сильно ухудшается качество технологической древесной щепы, хранимой в кучах. Слабо проветриваемые и сырые помещения из-за плесневения их стен и находящихся в них предметов могут оказаться непригодными для эксплуатации. Однако в целом ряде случаев (бревна кратковременного хранения, пиломатериалы обычного назначения, тара под некоторые металлоизделия) значение плесени не столь велико, хотя распространение инфекции и ухудшение внешнего вида материала не является благоприятным и указывает на недостаточный уровень культуры производства. Следует отметить, что развитие некоторых плесневых грибов на древесине, например на еловых столбах, хранящихся на складах и ожидающих пропитки антисептиками, наоборот, полезно. За краткий отрезок времени плесневые грибы успевают частично разрушить мембраны пор и использовать вещества, выстилающие клетки, не затрагивая их стенок. В результате повышается проницаемость материала. Иногда даже рекомендуется предпропиточная обработка такими грибами труднопропитываемой древесины, например ели на складах [28].

Особо благоприятные условия для развития плесени имеются в странах с влажным тропическим и субтропическим климатом. Это необходимо учитывать при поставке в соответствующие страны машин и другого оборудования в деревянной упаковке. В этих случаях больше стараются защитить древесину от термитов, забывая о защите от плесени.

Некоторые виды плесневых грибов вместе с другими близкими к ним видами микромицетов входят в различные биокомплексы, развивающиеся в особых условиях влажности и аэрации материала и в этих условиях, например, в градириях разрушают древесину, вызывая гниль типа Soft rot (см. с. 51).

Из вышеизложенного вытекает, что плесень следует рассматривать как весьма неблагоприятное явление в практике переработки и эксплуатации древесины. Вред, причиняемый грибами плесени, очень большой, и борьба с ними затруднительна.

**Деревоокрашивающие, или складские, грибы.** Это специфическая группа грибов, вредная деятельность которых проявляется в основном, как и плесени, при замедленной сушке и хранении сырой древесины (пиловочные бревна, пиломатериалы) на складах. Окраски появляются преимущественно на заболони в виде различных по размеру и цвету пятен и полос. Наиболее распространенной является серо-синяя гамма оттенков (синева), но встречаются также желтые, малиновые, оранжевые и коричневые окраски. Среди деревоокрашивающих грибов в основном представлены роды *Ceratocystus*, *Alternaria*, *Chaetomium*, *Sporodesmium*, *Discula*, *Fusarium* и др.

Грибы этой группы, как и плесневые, относятся к первичным, т. е. первыми заселяющим древесину [78]. Они даже предпочитают свежую древесину, проявляя, таким образом, некоторые свойства паразитов, хотя могут развиваться и на старой вместе с некоторыми другими грибами средней разрушающей силы. На лесных и заводских складах круглого леса синева и другие окраски развиваются в местах повреждения коры, возникающих при заготовке и транспортировке бревен или в результате деятельности насекомых.

Ранее термин «складские грибы» или «биржевые грибы» [2] охватывал также плесень и некоторые дереворазрушающие грибы, например *Peniophora gigantea* Fr. и др. Однако дереворазрушающие грибы на открытых складах развиваются лишь в случае двухлетнего хранения материала, что уже мало характерно для современных условий. Кроме того, плесневые и дереворазрушающие грибы, встречающиеся на складах, имеют не меньшее значение в конструкциях, особенно для тары. Учитывая изложенное, Сенежская лаборатория не относит эти виды грибов

к складским, а выделяет их в самостоятельные экологические группы.

Термин «деревоокрашивающие грибы» сохраняется, хотя и не является точным. Работами Сенежской лаборатории показано, что некоторые грибы синевы при длительном воздействии (2 года) понижают сопротивление древесины ударным нагрузкам до 30%. В экологическом отношении деревоокрашивающие грибы близки к грибам плесени.

**Дереворазрушающие грибы.** Эти грибы принадлежат к наиболее специализированной группе микроорганизмов, развивающихся на мертвой древесине, среди которых много антропогенных форм. Эта группа не так многочисленна, как другие группы. Ее представители по своей вредной деятельности более индивидуально оцениваются человеком. Грибы вызывают гниль древесины, разрушая материал иногда до полной потери прочности. Для практических целей, однако, целесообразно, как это показано выше, разделить эту группу грибов на следующие подгруппы, применив предметно-экологический подход: домовые, почвенные, атмосферные и аэроводные грибы.

Домовые грибы — это наиболее известная группа разрушителей, видовой состав которой, однако, не строго очерчен. В число наиболее типичных входят некоторые виды родов: *Serpula*, *Coniophora*, *Coriolus*, *Fomitopsis* и, в частности, широко известные *S. lacrymans* (Wulf. ex Fr.) Bond. (мерулиус) и *C. cerelella* (Pers.) Schroet., а в некоторых условиях *F. rosea* (Alb. et Schw.) Karst., *C. vaporarius* (Fr.) Bond. et Sing., *Fibuloporia Vaillantii* (Dc. ex Fr.) Bond. et Sing. Ареал этих грибов — отапливаемые жилые, животноводческие и промышленные постройки, выполненные с конструкционными ошибками, а более локально — их подвалы, санузлы, места протечек и конденсационного или технологического увлажнения конструкций. В этих условиях перечисленные виды грибов могут проявлять сильную разрушительную деятельность. Отличительной чертой развития грибов в указанных конструкциях является их видовая локализация, выраженная очаговость и образование характерных скоплений мицелия и плодовых тел, позволяющих обнаруживать и диагностировать поражения.

Многие виды домовых грибов поселяются и в неотапливаемых сооружениях, однако развитие их идет там более медленно. В относительно сухих местах сооружений (умеренное атмосферное увлажнение и относительно быстрое просыхание) домовые грибы развиваются настолько медленно, что существенно не нарушают общей прочности конструкций в течение столетий. В этих условиях они обычно не образуют и плодовых тел.

Почвенные грибы в значительной степени аналогичны тем, которые рассмотрены в подгруппе домовых, но развиваются в элементах открытых сооружений, погруженных в землю (опоры линий электропередач, сваи мостов и других сооружений, шпалы, береговые и специальные сооружения), а также в некоторых других деревоземляных объектах. Однако здесь имеется другой видовой состав грибов. Например, из рода *Serpula* в данных условиях более характерен *S. sclerotiorum* (Falk) Bond., и из других — *Tyromyces apalus* (Lev.) Bond., *Paxillus panuoides* Fr., некоторые виды рода *Coriolus*.

Целесообразность выделения почвенных грибов в отдельную подгруппу определена необходимостью подчеркнуть роль почвы как специфической среды их развития, значительно отличающейся от воздушной и водной, создающей особые условия процессов разрушения и оказывающей существенное влияние на метод борьбы с разрушителями. Главной чертой этой среды в экологическом отношении является относительно большая стабильность ее влажности и возможность служить исходным резервуаром для зачатков дереворазрушителей.

Важной особенностью почвенных грибов, развивающихся в открытых сооружениях, является относительно постоянная скорость их развития в пределах одного типа конструкции и одной климатической зоны. Если период разрушения химически защищенной древесины домовыми грибами, в зависимости от сложившихся условий, может колебаться от 2 до 200 лет, то разрушение ее земляными грибами может, в зависимости от особенностей конструкции, породы, массивности элементов и климатической зоны, колебаться лишь от 5 до 15 лет.

Атмосферные грибы — это разрушители наземных частей сооружений, служащих в атмосферных условиях, например опор линий электропередач, заборов, эстакад. Наиболее типичными представителями атмосферных дереворазрушающих грибов являются *Gloeophyllum sepiarium* (Wulf. ex Fr.) Karst., *Fomitopsis rosea*, *Daedalia quercina* (L. ex Fr.) F. *pinicola* (Sw. ex Fr.) Karst. и др.

Указанные грибы развиваются в местах наиболее сильного растрескивания древесины и периодического увлажнения ее атмосферными осадками. Чаще всего этого рода грибы разрушают детали крупных сечений. Максимально возможная скорость разрушения древесины грибами этой группы значительно ниже, чем домовыми и земляными. Способность этих грибов развиваться при относительно низкой влажности обеспечивает им бесконкурентные условия существования и возможность освоения больших объемов древесины.



Аэроводные грибы вызывают поверхностную гниль в гидросооружениях, на кровлях и заборах в местах их медленного просыхания. Эта гниль особенно характерно выражена на оросителях градирен и известна здесь под названием умеренной гнили (Soft rot). Разрушение вызывается комплексом сумчатых и несовершенных грибов. Наиболее активными и часто встречающимися из них являются: в градириях *Chaetomium globosum* Kunze, на кровлях и заборах *Coniothecium*, в почве — различные виды *Alternaria*, *Sporodesmium*, *Ceratocystis* и др. Общей особенностью грибов этой группы является их способность к избирательному разрушению целлюлозы вторичного слоя оболочки клеток поздней древесины.

Разрушение древесины этими грибами протекает наиболее интенсивно при ее высокой влажности, особенно когда древесина непрерывно или периодически увлажняется водой с высоким содержанием кислорода.

Защита древесины от грибов этой группы наиболее трудна, что определяется их относительно слабой по сравнению, например, с домовыми грибами специализацией и вследствие этого высокой способностью к более быстрому приспособлению к древесине, пропитанной антисептиками.

## Жуки

Древесина разрушается многими видами жуков, но значение этих разрушений по сравнению с разрушением грибами сравнительно невелико не только потому, что жуки реже встречаются, не производят столь же быстрых и сильных разрушений, а и потому, что они во многих случаях селятся уже на загнившей древесине. Некоторые жуки, поселяющиеся на свежей древесине (короеды, многие виды усачей, златки, рогахвосты), не поселяются на древесине, лишенной коры и не заселяют древесины вторично.

Разрушение происходит главным образом за счет деятельности личинок. Оно почти не касается поверхности материала за исключением отверстий, которые прогрызают вылетающие жуки. Особенностью дереворазрушающих насекомых является их способность развиваться на относительно сухой и стабильной по влажности древесине. Многие из них развиваются и при влажности материала 10—12%. Сухолюбивые жуки хорошо развиваются в массивных стенах и под обшивкой, если имеется хотя бы редкое локальное или общее незначительное увлажнение, например, от захлестывания за обшивку влаги при штормовых дождях и медленного ее высыхания. В конструкциях интерьера и в мебели жуки, называемые обычно точильщиками, развиваются и

при гигроскопическом увлажнении материала, возможном, например, при печном отоплении, особенно в нижних этажах зданий.

Особенностью насекомых является характерная цикличность их развития. От яйца до взрослого жука, в зависимости от вида насекомого и условий его развития, проходит период 2—5 лет. Жуки вылетают весной, спариваются и откладывают яйца в трещины, летные отверстия и другие углубления. Интенсивность нового заражения определяется метеорологическими условиями и состоянием древесины. Поскольку погодные условия по годам различны, то и ежегодное заражение неодинаково. Диапазон в интенсивности заражения по годам увеличивается и за счет совпадения сильного лёта насекомых с благоприятными и слабого с неблагоприятными метеорологическими условиями.

Видовой состав насекомых, разрушающих древесину в постройках, разнообразен, но все же всех разрушителей этого типа можно свести в несколько групп. Наиболее распространены точильщики: домовый (*Anobium pertinax* L.), мебельный (*A. punctatum* de Geer), гребнеусый (*Ptilinus pectinicornis* L.) и грабовый (*Priobium carpini* Hbst.), а также долгоносики-трухляки, например *Erometes ater* L., и домовые усачи (*Hyloterpes bajulus* L.). Эти жуки весьма избирательны к породе древесины и очень чувствительны к влажности окружающей среды и материала.

Насекомые чаще всего поселяются в потолочных балках, бревчатых стенах, деталях полов и междуэтажных перекрытиях. Зараженность постройки жуками определяется по наличию летных отверстий, буровой муки, оседей с червоточиной, «тиканию» жуков в древесине и скоплению их весной у источников света.

Против разрушительной деятельности насекомых так же, как и против гниения, можно применять конструкционные и химические меры, но против насекомых эффективны и некоторые истребительные меры, заключающиеся в отлавливании жуков во время лёта у световых точек.

## Термиты

Основными районами местообитания термитов являются тропики и субтропики. Здесь термиты живут крупными колониями с плотностью до нескольких десятков термитников на гектар и обладают большой разрушительной способностью. В лесу их деятельность мало заметна, однако незащищенные деревянные объекты, особенно в местах, удаленных от естественных кормовых ресурсов, разрушаются ими очень быстро. В более холодных областях они встречаются реже и не далее 43—48° северной ши-

роты. На территории СССР термиты имеются лишь в южных районах и в небольшом количестве, поскольку здесь проходит северная граница ареала их распространения.

К районам, в которых развиваются термиты, относятся Средняя Азия (Туркмения, Узбекистан), Украина (Одесская, Николаевская, Херсонская и Днепропетровская области), Молдавия, Кавказ (Абхазия, Азербайджан) и Крым. Пока здесь зарегистрировано всего лишь 8—10 видов термитов. Но эти виды в систематическом отношении весьма не близки и относятся к четырем семействам из шести имеющихся на территории всех стран.

Самые распространенные виды термитов, встречающиеся на территории СССР, относятся к немногочисленному (15 видов) семейству *Nodotermitidae*. Это среднеазиатские виды — туркестанский термит *Anacanthotermes turkestanicus* Jacobs. и большой закаспийский термит *A. ahngerianicus* Jacobs., имеющий светлую и темную формы. Оба вида живут преимущественно в пустынях и большого вреда не приносят. Из семейства *Kalotermitidae*, распространенного в тропиках и субтропиках всех частей света и насчитывающего до 300 видов, в приморских районах Кавказа встречается лишь один вид — желтогрудый термит *Kalotermites flavicollis* F. Вредность его также невелика. В основном он гнездится в мертвых деревьях. Его отличительная особенность — лёт крылатых особей не весной, как у других видов, встречающихся на территории СССР, а осенью. Данный вид чаще других используется в исследовательских целях, поскольку хорошо культивируется в лабораторных условиях. Следует еще указать на семейство *Rhinotermitidae*, включающее 150 видов. В СССР это семейство представлено средиземноморским термитом *Reticulitermes lucifugus* Rossi, который встречается в Одесской, Херсонской, Николаевской и Днепропетровской областях, а также в Крыму. Этот термит наиболее вредоносен, поскольку поселяется и в постройках поселков и городов. По-видимому, продолжается его некоторое «растекание» на север. Например, в районе Днепропетровска он достиг 49° северной широты, т. е. самой северной точки ареала распространения термитов. На территории Туркмении встречаются еще два вида пока мало изученных мелких термитов семейства *Termitidae* — это *Amitermes vilis* Had. и *Microcerotermes* sp. [205, 224, 225, 252, 351].

### Морские древоотцы

К этим разрушителям относятся моллюски и ракообразные. Из моллюсков наиболее распространен *Teredo navalis* — корабельный червь, а из ракообразных — виды из рода *Limnoria*. В водах СССР

древоточцы встречаются у берегов Тихого океана и Черного моря (Туансе), но их разрушительная деятельность сравнительно невелика.

Морские древоточцы повреждают как стационарные (причалы, береговые сооружения), так и плавучие сооружения и корабли. В благоприятных условиях и в водах СССР разрушения древоточцами могут быть опасными.

### **РАЗРУШЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ АТМОСФЕРНЫХ, БИОЛОГИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

Наблюдается эффект совместного разрушающего действия атмосферных, биологических и механических факторов. Эти факторы действуют одновременно или в парных сочетаниях. К совместному воздействию всех факторов относятся провисание, излом, смятие и ускоренное истирание загнивших элементов в условиях службы при стабильных нагрузках, а также повышенная способность загнившей древесины крошиться и осыпаться.

Под влиянием атмосферных воздействий разрушается сначала лишь поверхностный слой материала; частое его увлажнение и просыхание в условиях солнечной радиации и контакта с воздухом приводят к мацерации волокна, в результате чего появляется ворсистость поверхности. Такой материал лучше удерживает влагу и пыль и тем самым улучшает условия развития в его поверхностных слоях грибов, вызывающих умеренную гниль, а в более глубоких — возбудителей смешанных гнилей. Например, в заболони сосновых бревен старых построек, находящихся под воздействием дождя и ветра, под слоем толщиной 0,5—1 мм, пораженным умеренной гнилью, развивается особая смешанная гниль, вызываемая грибами синевы и некоторыми другими слабыми разрушителями, как *P. gigantea*, *Corticium* sp. и пр. Мелкоочаговое расположение слабых разрушений от таких грибов придает древесине на поперечном разрезе вид пестрого ковра с чередованием серых, синеватых, желтых и коричневых пятен. Такая гниль в 1969 г. автором была названа ковровой<sup>1</sup>. Эта гниль легко проницаема для воды, и при затяжных дождях пораженная ею древесина может увлажняться на всю глубину. Периодическое намокание и просыхание такой древесины приво-

<sup>1</sup> От схожей по составу возбудителей и внешнему виду гнили, встречающейся на бревнах при хранении на складах, она отличается тем, что развивается очень медленно, вследствие чего древесина десятилетиями сохраняет значительную твердость.

дит к расширению трещин, попаданию в них воды, которая при замерзании вызывает сколы и осыпи заболони, повышая этим уязвимость ядровой части древесины. Так разрушаются детали надземных частей сооружений, не подвергающиеся механическим воздействиям.

Естественно, если в подобных случаях имеются механические воздействия (истирание, давление, расщепление), скорость процесса разрушения возрастает. Так разрушаются настилы мостовых, перронов, мостов и тротуаров, полы железнодорожных платформ и кузовов грузовых автомобилей, обшивка причалов, судов, ступеньки крылец и пр., а также полы животноводческих построек, хотя увлажнение материала имеет в последнем случае другое происхождение.

Особым образом протекает процесс разрушения шпал в зоне прокладок и костылей. Сначала происходит некоторое механическое разрушение древесины в зоне контакта с металлом, потом попадание воды в зону разрушения, загнивание, дополнительное более быстрое механическое разрушение и т. д. Во всех случаях чем сильнее выражены взаимосвязи атмосферного, биологического и механического воздействий, тем скорее идет процесс разрушения.

### УСЛОВИЯ СЛУЖБЫ ДРЕВЕСИНЫ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Вероятность и скорость биологического разрушения древесины зависят от условий, определяющих состояние материала и развитие агентов разрушения. Разрушение консервированной древесины дополнительно зависит от скорости ее расконсервирования, т. е. вымывания защитного средства, его улетучивания, приспособления биоразрушителей к защитному средству и биологического выноса, зависящего в свою очередь от расхода антисептика на отравление живой биомассы при ее неизбежном контакте с консервированной древесиной, а также способности биоразрушителей вовлекать токсические компоненты в обмен веществ [88]. С учетом этого условия службы древесины могут быть расписаны в ряд от тех, где биологические агенты не угрожают ей, до тех, где она обязательно и быстро разрушается. Например, мебель в квартире с центральным отоплением, а также деревянные части конструкций, полностью погруженные в болотистую почву или пресную воду, не разрушаются из-за несоответствия этих условий требованиям биоразрушителей. И, наоборот, шпалы, столбы, сваи, цокольные элементы домов,

### 3. Классификация условий службы древесины

Классы условий службы	Вымывание	Увлажнение	Объекты защиты	Период активного биологического разрушения, мес.
I	Без вымывания	Гидроскопическое в замкнутом пространстве или непрветриваемом помещении	Деревянная тара под оборудование, материалы и продукты, хранимые в неотапливаемых складах, а также транспортируемые железнодорожным или водным транспортом в страны с тропическим климатом	Свыше 6
II	То же	То же	Деревянные элементы внутренних конструкций различных сооружений без контакта с грунтом и влажными материалами	До 6
III	»	»		Свыше 6
IV	Слабое	За счет периодического промерзания и контакта с периодически увлажняемыми материалами	Деревянные элементы внутренних конструкций построек и сооружений	До 6
V	То же			Свыше 6
VI	Умеренное I степени	Конденсатом, периодически образующимся на поверхности и стекающим	Деревянные детали отопляемых кузовов фургонов	То же
VII	То же	То же	Деревянные элементы внутренних конструкций построек и сооружений	До 6
VIII	»	»		Свыше 6
IX	Умеренное II степени	Атмосферными осадками	Верхние строения открытых сооружений, кроме загрязненных кровель	До 6
X	То же	То же	То же	Свыше 6
XI	Умеренное III степени	Почвенной влагой и загрязнениями органического характера	Рудничный лес кратковременной службы (8—10 лет)	То же
XII	То же	То же	Сваи, деревянные детали опор линий связи и электропередач, заборные и дорожные столбы, шпалы, переводные брусья, лаги, утопленные в грунт; настилы мостов и лежни дорог по грунту, деревянные детали контейнеров, длительно опирающиеся на грунт, детали дерево-земляных сооружений и другие конструкции, контактирующие с грунтом; детали животноводческих построек; деревянные кровли при накоплении на них пыли и сора	До 6
XIII	»	»	То же плюс рудничный лес	Свыше 6
XIV	Сильное	Теплой водой металлургических заводов и электростанций	Оросители градирен	То же

Классы ус- ловий служ- бы	Вымывание	Увлажнение	Объекты защиты	Период ак- тивного био- логического разрушения, мес.
XV	Сильное	Речной и болотной во- дой в условиях уме- ренного климата	Деревянные конструкции бере- говых сооружений, судов и наплавных средств, ряжи мос- тов, детали деревянных опор линий связи и электропередач	До 6
XVI	То же	Речной и болотной во- дой в условиях тропи- ческого и субтропиче- ского климата	То же	Свыше 6
XVII	»	Морской водой в усло- виях умеренного кли- мата	Деревянные конструкции бере- говых сооружений, судов и наплавных средств	До 6
XVIII	»	Морской водой в усло- виях тропического и субтропического кли- мата	То же	Свыше 6

конструкции животноводческих построек будут обязательно разрушаться с различной скоростью, зависящей от породы древесины, количества и свойств введенного в нее защитного средства, скорости ее расконсервирования, типа биоразрушителей и степени благоприятствования им среды.

К факторам, от которых зависит развитие биоразрушителей, относятся температура и влажность древесины, а к факторам расконсервирования, кроме того, степень вымывания защитного средства и интенсивность атаки микроорганизмов.

Условия службы древесины могут быть классифицированы по активности процесса расконсервирования и по благоприятствованию развитию разрушителей с присвоением каждой группе этих условий порядкового номера, характеризующего класс службы, или «индекс уязвимости». Такая классификация, разработанная автором [187], представлена в табл. 3. Согласно этой классификации номер класса возрастает с повышением вероятности расконсервирования и разрушения. В одних и тех же условиях службы продолжительность периода активного разрушения может изменяться в зависимости от климата. В холодном климате разрушение наблюдается лишь в летнее время (до 6 мес. в году), а в жарком — круглый год. Это учитывается при назначении класса службы.

## СТОЙКОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ К БИОЛОГИЧЕСКОМУ РАЗРУШЕНИЮ

Эволюция древесных растений и организмов, живущих за счет разложения и разрушения древесины, шла параллельно. Это привело к выработке и совершенствованию у первых защитных, а у вторых атакующих свойств. Селекция природных защитных свойств была направлена на сохранение жизни древесного растения как вида. После смерти дерева стойкость древесины к агентам разрушения продолжает частично сохраняться и в основном определяется особенностями ее анатомического строения и наличием в ней природных защитных веществ. Натуральную древесину следует рассматривать как природно защищенную, и закономерности ее разрушения должны служить основой для выявления закономерностей разрушения искусственно защищенной (консервированной) древесины [78].

Стойкость древесины различных пород к биологическим разрушителям неодинакова. Ядро лиственницы и дуба наиболее стойко, а древесина липы и осины, наоборот, наименее стойка. Другие древесины по стойкости занимают промежуточное место. Для относительно легких условий службы древесину стойких пород можно не консервировать. Защищенность пропитанной антисептиком древесины складывается из исходной и приобретенной. Поэтому для получения одной и той же заданной защищенности в древесину липы нужно вводить больше защитных средств, чем в ядровую древесину дуба [87].

## ПРОПИТЫВАЕМОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ

Под пропитываемостью древесины понимается вся совокупность свойств материала, обеспечивающая возможность введения в него необходимого количества пропиточной жидкости на заданную глубину. Пропитываемость древесины определяется ее смачиваемостью, проницаемостью, емкостью для пропиточной жидкости, равномерностью распределения защитного средства по материалу в целом в пределах годового слоя и даже по клеточной стенке. В связи с этим пропитываемость древесины не следует отождествлять только с ее проницаемостью, хотя последняя и относится к главным факторам, определяющим пропитываемость.

Пропитываемость древесины зависит от породы (см. с. 64), положения в стволе (ядро, заболонь), а также от плотности, влажности, условий транспортировки (сухопутный транспорт, сплав) и хранения. Она неодинакова даже в пределах одного го-



догового слоя. На пропитываемость древесины влияют имеющиеся в ней пороки, аномалии строения и поражения грибами и насекомыми. Косослой улучшает проникновение антисептика [212]. Древесина с синевой в большинстве случаев пропитывается лучше, чем древесина без синева, но отдельные виды грибов, вызывающих синеву, неблагоприятны для пропитки [32, 35]. Трудно пропитывается древесина, пораженная некоторыми насекомыми, а также древесина березы и бука и некоторых других лиственных пород, побуревшая в результате неправильного хранения. Почти не пропитывается древесина ложного ядра.

Неодинаково проникновение пропиточной жидкости в древесину с торца и с боковых радиальных и тангентальных<sup>1</sup> поверхностей. Проникновение вдоль волокна маслянистых антисептиков в 15 раз, а водорастворимых в 20 раз выше, чем поперек волокон [345]. Считается, что в радиальном направлении проникновение для заболони сосны выше, чем в тангентальном, а для твердых пород наоборот.

Наличие в сортиментах зон различной пропитываемости и значительная разница в торцовом и боковом проникновении вызывают большие затруднения при расчетах пропитки. Лучшее проникновение пропиточной жидкости с торца заставляет вводить поправки в планируемые поглощения при пропитке сортиментов разной длины. При пропитке торцовой шашки применяются легкие режимы именно благодаря хорошему проникновению антисептика по длине волокна. Неравномерность боковой пропитки всегда сказывается отрицательно на получении материала со строго заданной защищенностью. Поэтому при назначении поглощения и глубины пропитки приходится строго учитывать соотношение легкопропитываемой (ЛПЗ) и труднопропитываемой (ТПЗ) зон смешанных сортиментов. Пропитываемость древесины зависит и от свойств пропиточных жидкостей, их вязкости, поверхностной активности и других свойств, а также от способов пропитки. В связи с этим нельзя говорить о пропитываемости древесины вообще. Конкретная характеристика в этом отношении может быть дана лишь сортименту из древесины одной породы, при определенной влажности, при определенном соотношении ЛПЗ и ТПЗ и по отношению к определенному типу пропиточной жидкости и способу пропитки.

<sup>1</sup> В данной книге, как и в предшествующих [87, 104], автор предпочитает термины тангентальная распиловка, тангентальное проникновение, в тангентальном направлении и т. д., применяемые в ботанике и других естественных науках и образованные от латинского слова *tangentis*, вместо применяемого обычно в математике и точных науках термина тангенциальный.

## Регулярные структуры древесины

Древесина — пористый материал с регулярной и специфической для каждой породы структурой. Несмотря на породное разнообразие структур древесины, имеется все же два их различных типа соответственно для хвойных и лиственных пород. Проницаемость отдельных элементов строения обоих типов древесины отражает их прижизненные функции, связанные с сокодвижением в продольном и поперечном направлениях.

Древесина хвойных пород имеет более простую структуру. Ее составляют трахеиды, проводящие воду в основном в продольном направлении и являющиеся одновременно механической тканью, сердцевинные лучи, проводящие соки в радиальном направлении, и смоляные ходы, имеющиеся, однако, не у всех пород.

Древесина лиственных пород несколько сложнее. Она содержит сосуды, выполняющие роль трахеид хвойных, волокна либриформа, являющиеся в основном механической тканью, и, как и хвойная древесина, сердцевинные лучи.

Ниже рассмотрена роль отдельных элементов древесины в ее проницаемости.

Трахеиды хвойных — основная неживая ткань этих пород, представляющая собой трубки прямоугольного или квадратного сечения длиной от 0,7 до 9 мм с просветами от 0,005 до 0,05 мм в диаметре с отверстиями (порами) в стенках, расположенными преимущественно на радиальных стенках трахеид. Толщина стенок трахеид сильно колеблется в зависимости от породы; она меньше в весенней и больше в летней зоне годового слоя. Проникновение жидкости в древесину хвойных пород происходит по трахеидам через их боковые поры. Поры расположены парами в смежных стенках и перекрыты сетчатыми мембранами. Мембраны имеют торусы против отверстий в стенках трахеид и перфорации по краям размером от 10 до 170 мкм, в зависимости от породы. Под давлением, особенно после пластифицирующего нагрева, мембраны несколько растягиваются, что увеличивает их перфорации и, таким образом, проницаемость материала. Плотность прилегания торусов у различных пород неодинакова. При снижении влажности древесины ниже предела гигроскопичности проницаемость мембран возрастает. Тонкостенные трахеиды, составляющие более рыхлую весеннюю зону годового слоя, несмотря на то, что имеют больше пор, менее проницаемы, но при длительной пропитке удерживают большее количество пропиточной жидкости. В связи с этим на разрезах пропитанной древесины часто наблюдается полосатая пропитка.

Когда специалисты не учитывают влияние способа пропитки на распределение антисептика по годовому слою, они приходят к противоречивым выводам о пропитываемости его ранней и поздней зон.

Смоляные ходы хвойных пород — это межклеточные каналы, не имеющие своих стенок. Нередко они образуют сообщающиеся системы в стволе в вертикальном и горизонтальном (радиальном) направлениях. Они могли бы быть эффективными путями движения жидкости при пропитке, но этому в различной степени мешает перекрытие их местными образованиями смолы, некоторыми экстрактивными веществами или тиллоподобными образованиями. Для некоторых пород (ель) характерны и местные сжатия их клетками (перехваты). Проницаемость смоляных ходов зависит также и от того, насколько проницаемы стенки окружающих их клеток.

Сосуды лиственных пород — это трубкообразные элементы, цепочки отдельных члеников, сообщающихся между собой через значительные перфорации. Боковое передвижение жидкости из сосуда в сосуд и другие клетки осуществляется через сдвоенные поры различного строения. Движение жидкости по сосудам лиственных пород, как и по смоляным ходам хвойных пород, зависит от их размера, количества и тромбирования их экстрактивными веществами и тиллами, что определяется породой. У некоторых пород сосуды сосредоточены в весенней зоне годового слоя (кольцесосудистые), а у других распределены равномерно по всему слою (рассеяннососудистые). Пропитка древесины рассеяннососудистых пород обычно бывает более равномерной. Равномерность и скорость пропитки древесины лиственных пород зависит и от того, насколько проницаемы стенки клеток, окружающих сосуды.

Волокна либриформа лиственных пород — прочностные элементы. По форме они напоминают трахеиды хвойных и также не имеют продольной сообщаемости. Поперечное перемещение жидкости может происходить только через окаймленные или простые поры в их боковых стенках. Считается, что волокна почти всех пород, за исключением отдельных, слабо проводят жидкость при пропитке, но при наличии влаги способствуют диффузии водорастворимых антисептиков.

Сердцевинные лучи являются элементами общими для хвойных и лиственных пород. Они представляют собой различные по форме, строению и размерам лентообразные системы радиально расположенных клеток. Сердцевинные лучи не являются важными путями проникновения жидкости в древесину, но они все же участвуют в этом процессе и у различных пород в разной

степени способны проводить жидкость как в продольном, так и в поперечном (за счет простых или окаймленных пор) направлениях.

Паренхимные клетки, количество и группировка которых зависят от породы, служат в основном резервуарами питательных веществ. Они мало приспособлены к транспортировке жидкостей, хотя некоторые из них, например клетки, окружающие вертикальные смоляные ходы, способствуют их проникновению.

### Свободная и пропиточная емкости древесины

При определенной плотности и влажности древесина имеет и определенную свободную емкость, которая может быть в различной степени заполнена другим веществом, например пропиточной жидкостью. Для расчета, разработки и проведения различных способов пропитки важно знать свободную емкость древесины, а также ту ее часть, которую можно заполнить при том или ином способе пропитки той или иной пропиточной жидкостью, и ту часть, которая в каждом случае остается заполненной. Назовем эти последние емкости соответственно пропиточной и рабочей. Пропиточная емкость отражает организационно-технологические возможности и обычно значительно меньше свободной, а рабочая, фактически используемая, зависит от условий и задач пропитки, поэтому в случае необходимости (возможности) ограничения расхода пропиточной жидкости в целом или растворителя может быть меньше пропиточной. Свободная емкость может быть выражена в относительных (% к объему материала) или абсолютных ( $л/м^3$ ) величинах, а пропиточную и рабочую лучше исчислять в абсолютных ( $л/м^3$  или  $кг/м^3$ ).

Пропиточная емкость и ее отклонение от свободной зависят от многих факторов, в частности от строения, плотности и влажности материала, вязкости, поверхностной активности, полярности и сорбируемости пропиточной жидкости, а также от условий пропитки (нагрева, давления, продолжительности воздействия). В микрокапилляры за время, обычно отводимое для пропитки, жидкость проникает не в полном объеме. Неполнота использования свободной емкости древесины при пропитке объясняется и тем, что в ее полостях остается еще некоторое количество «защемленного» воздуха.

Относительную свободную емкость сырой древесины с несущественной погрешностью для воды и водных растворов защитных средств можно выразить как

$$E_c = \frac{1,53 - \rho_{\text{усл}}}{1,53} \cdot 100,$$

где 1,53 — плотность вещества клеточных стенок древесины;  $\rho_{\text{усл}}$  — условная плотность древесины.

Тогда абсолютная свободная емкость будет равна произведению относительной емкости на объем материала, а для 1 м<sup>3</sup> — произведению относительной на 10.

Для технологических расчетов следует пользоваться абсолютными пропиточной и рабочей емкостями материала. При этом во всех случаях необходимо учитывать влажность и объем его пропитываемой зоны. Для выявления закономерностей в области пропитки можно на основании изложенного делать соответствующие расчеты, как это показано на с. 256, хотя эти расчеты пока не могут считаться точными, поскольку еще не накопилось необходимых данных о пропиточных емкостях различных материалов для различных жидкостей при разных способах пропитки и о возможностях регулирования заполнения этих емкостей. Поэтому следует параллельно, особенно в исследовательских работах, определять пропиточную и рабочую емкости экспериментально. Часто так и бывает. Первая обычно устанавливается перед пропиткой для определения концентрации раствора, степени и усилий ограничения поглощения жидкостей с избыточной защищающей способностью (например, пропиточных масел), а вторая после пропитки для уточнения полученного поглощения.

### Классификация древесин по пропитываемости

Трудность составления такой классификации определяется тем, что пропитываемость древесины зависит от большого количества факторов, относящихся к ее свойствам и к свойствам пропиточных жидкостей. Если учитывать, что пропитка может осуществляться и с использованием диффузионного проникновения защитного средства в материал, положение еще больше усложняется.

Например, известно, что сухая древесина заболони сосны легко пропитывается водными и органическими жидкостями. Однако имеются исключения. Так, пентахлорфенол распределяется в ней с большим градиентом, а раствор пентахлорфенолята натрия при проникновении расслаивается и соль задерживается в поверхностной зоне. Сухая древесина ели трудно пропитывается всеми жидкостями даже под высоким давлением,

но в сыром виде, как и заболонь сосны, может быть легко пропитана многими водорастворимыми защитными средствами за счет их диффузии в материал. Известна и хорошая проникаемость древесины березы и бука, но только в тех случаях, когда она не имеет признаков побурения, возникающих при неправильном ее хранении. Как показали исследования [111], старая частично разрушенная древесина обычно пропитывается лучше, чем новая и здоровая. Однако древесина, пораженная *Amylorigia xantha* (Fr.) Bond. et Sing, а также некоторыми видами грибов рода *Poria* и особенно точильщиками с образованием буровой муки, пропитывается плохо. Поэтому пропитываемость древесины даже одной породы может оцениваться только применительно к системам: состояние древесины — защитное средство — способ пропитки.

Если, однако, пренебречь некоторыми упомянутыми отклонениями, особенно касающимися пропиточных жидкостей, сухую древесину по отношению к подавляющему числу защитных средств и способов пропитки все же можно классифицировать по пропитываемости. Такая классификация, составленная на основании работ Сенежской лаборатории, приводится ниже:

Группы	Породы и зоны древесины
1. Легкопропитываемые	Заболонь березы, бука и сосны
2. Умереннопропитываемые	Кедр, ольха, осина, заболонь граба, дуба, клена, липы и лиственницы европейской, ядро сосны
3. Труднопропитываемые	Ель, лиственница сибирская, пихта, ядро березы, бука, вяза, дуба, лиственницы европейской и ясеня

### **Предпропиточная и эксплуатационная влажность древесины**

Влажность древесины в момент пропитки и защитной обработки, или предпропиточная влажность, оказывает большое влияние на проникновение жидкости в материал. Она оценивается по степени ее благоприятствования процессу пропитки и по ее влиянию на сохранение расчетного уровня защищенности материала в условиях службы. При этом учитываются особенности защитного средства, способа пропитки и условий службы материала.

При пропитке маслами влажность древесины не должна приводить к ее дополнительному растрескиванию при сушке или в службе. То же относится и к влажности при пропитке некото-

рыми водорастворимыми слабо проникающими антисептиками, например пентахлорфенолятом натрия. Относительно низкая влажность древесины должна быть также и в тех случаях, когда наличие лишней влаги не позволяет получать необходимые поглощения. Чаще всего предпропиточная влажность древесины должна соответствовать эксплуатационной и не должна превышать точки насыщения волокна. Однако к этим правилам следует делать существенные поправки для случаев пропитки антисептиками, обладающими высокой растворимостью и способными к диффузии. При этом условии приемлема и повышенная влажность материала в расчете на то, что после пропитки часть введенного в материал антисептика за счет диффузии проникнет в более глубокую зону.

Вопрос о соответствии предпропиточной и эксплуатационной влажности особенно важен для тяжелых условий службы и приобретает решающее значение при возможности или неизбежности пропитки материала лишь на небольшую глубину.

### Размер и форма лесоматериалов и деталей

Размер и форма объектов пропитки учитываются при расчетах и выборе технологии их защиты. Круглые лесоматериалы, используемые часто без существенной обработки, применяют больше всего в виде свай, дорожных и заборных столбов, опор линий связи и электропередач, мачт судов, рудничной стойки, кольев для снеговых щитов, грядок для производства повозок и жердей и кольев, используемых в сельском хозяйстве, садоводстве и на пастбищах. В связи с широтой областей применения соответственно колеблются и размеры круглых лесоматериалов: по диаметру при измерении в верхнем отрубе от 6 до 34 см, а по длине от 0,5 до 17 м; наиболее ходовые длины 4—6,5 м.

Пиломатериалы хвойных пород (ГОСТ 8486 — 66) имеют толщину от 13 до 260 мм и ширину от 80 до 250 мм, а пиломатериалы лиственных пород (ГОСТ 2695 — 71) толщину от 13 до 75 мм, а ширину от 80 до 200 мм. При обычном раскрое бревен получается большее количество пиломатериалов тангентальной распиловки и меньшее — радиальной. Сортименты специального назначения могут быть строго тангентальными (заготовки для лыж, клепок) и строго радиальными (авиапланка, резонансная древесина).

## ПОДГОТОВКА ДРЕВЕСИНЫ К ПРОПИТКЕ

К подготовительным операциям в зависимости от способа пропитки относятся окорка или, наоборот, сохранение коры, сушка или сохранение влажности, микробиологическая обработка, накальвание и механическая обработка.

**Окорка.** Для всех способов пропитки, кроме тех, что рассчитаны на диффузию и капиллярное проникновение с торца, требуется как можно раньше окаривать лесоматериал, чтобы использовать для его сушки время от заготовки до пропитки. Круглый лес, поставляемый сухопутным транспортом, следует окаривать на лесозаготовках, поставляемый комбинированным транспортом — на перевалочных базах и водным транспортом — на пропиточных заводах перед укладкой на сушку. Следует учитывать, что при транспортировке окоренного круглого леса по железной дороге и автомобилями он хорошо просыхает. При пропитке за счет диффузии окорку, наоборот, следует производить лишь непосредственно перед пропиткой.

До последнего времени для окорки круглого леса применяли станки Вильке. Поверхность окоренных бревен была гладкой, полностью очищенной от луба. Однако эти станки снимали слишком большой слой заболони, вследствие чего всюду были заменены станками ОК-63, ОК-66 и ОК-66М. Поверхность деталей опор, окоренных на станках типа ОК, неровная (лохматая), на ней частично остается луб. На отдельных пропиточных заводах окорочные станки совершенствуют для получения более чистой и гладкой поверхности окоренных деталей.

**Сохранение коры.** Это условно подготовительная мера. Она необходима лишь при пропитке круглого леса под давлением с торца. В этом случае сохранение коры необходимо для предохранения древесины от высыхания и для устранения потерь антисептика через боковые поверхности.

**Накальвание.** Изделия и детали из труднопропитываемых древесин или смешанные детали, имеющие ТПЗ, перед пропиткой должны накальваться на специальных станках на глубину пропитки [156]. Накальвание следует проводить как можно раньше, чтобы использовать наколы также для сушки древесины и снижения при этом ее растрескивания. Накальвающее оборудование для столбов целесообразно ставить в одну линию с их окоркой, а для шпал — с их выпилкой.

**Микробиологическая обработка.** Установлено, что сплавная древесина и древесина, получившая на складе грибные поражения типа синевы, пропитывается легче. Это особенно заметно при пропитке ели. Специальными работами [29] установлено, что



кратковременное воздействие грибов *Corticium laeve* Fr., *Verticillium glaucum* Bon. и различных видов родов *Discula*, *Ophiostoma*, *Trichoderma* не снижает прочности древесины, но значительно повышает ее проницаемость для пропиточной жидкости.

**Механическая обработка.** Торцовка шпал, выемка гнезд, обработка головок столбов, сверление отверстий под болты и костыли, строгание и другая механическая обработка деталей должны производиться до пропитки, что удешевляет пропитку, повышает срок службы пропитанных элементов и освобождает от больших затрат, связанных с соблюдением техники безопасности при механической обработке консервированной древесины. При несоблюдении этого правила следует для сохранения заданного срока службы повышать глубину пропитки.

**Сушка или сохранение влажности.** Эффективная пропитка тем или иным способом может производиться лишь при определенной влажности материала (см. с. 165). Сушка сортиментов или деталей больших сечений в обычных сушильных камерах не производится из-за слишком длительных циклов и сильного растрескивания материала. Обычно она осуществляется на открытых складах, требуя всего теплого сезона. Для интенсификации процесса сушки Сенежской лабораторией предложено сушить столбы и шпалы на складах в штабелях на прокладках с вентилярованием под крышами из полиэтиленовой пленки. Воздух в штабелях, покрытых полиэтиленовой пленкой, прогревается за счет аккумуляции солнечной энергии, а система небольших вентиляторов приводит его в движение. Плотность укладки и заданный график работы вентиляторов обеспечивают необходимые режимы сушки. Таким образом можно вдвое ускорить просыхание древесины. Пиломатериалы и детали до предпропиточной влажности можно сушить на складах и в камерах особого типа. В последнее время применяется много новых промышленных способов предпропиточной сушки с использованием пропиточного оборудования, например сушка в автоклавах (см. гл. V).

Сохранение влажности круглых и пиленых сортиментов не менее сложно, чем их сушка. В данном случае неокоренные бревна необходимо укладывать в плотные и тесно размещенные штабеля, а пиломатериалы хранить в пакетах. В теплое время года во избежание плесени и синевы пиломатериалы на период хранения следует антисептировать способом, обычно применяемым на лесопильных заводах [100].

## ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА

Защитные средства — химические вещества или препараты, предохраняющие древесину от биологического разрушения, возгорания, увлажнения и других нежелательных воздействий.

Изложение данной главы представляется автору весьма сложным вследствие разнообразия конкурирующих защитных средств, отсутствия общепринятых их классификаций, недостаточной отработанности методов исследований и оценки, а также недостатка устоявшихся терминов, определений и обобщений. Условные названия защитных средств построены неоднотипно, а иногда и нелогично, например хромированный хлорид цинка (XXЦ) или омедненный хромированный хлорид цинка (МХХЦ) и т. д. В связи с этим при рассмотрении вопросов, касающихся защитных средств, обычно приводится множество названий химических веществ, что загромождает текст. Автор считал необходимым сделать все возможное для уменьшения этих недостатков. В частности, предлагается несколько новых терминов, например пропиточная жидкость, пропиточные свойства защитных средств, группировка компонентов препарата, разновидности поглощения и др.

Как известно, в качестве защитных средств используются самые различные продукты разного состояния и формы, но при описании они называются обычно маслами, растворами, смесями или эмульсиями. Это и неудобно и не всегда точно. Целесообразно ввести обобщающий термин и все жидкие продукты, природно готовые для пропитки или специально создаваемые для этого, когда рассматриваются их общие свойства, называть пропиточными жидкостями (см. с. 58—62).

Обычно при рассмотрении вопросов пропитки пользуются понятиями и терминами: проникаемость пропиточной жидкости в материал и проницаемость той или иной древесины для данной пропиточной жидкости. Эти термины не охватывают такие свойства, как равномерность распределения защитного средства, его склонность к высаливанию, вытеканию и др. При

этом условии для оценки защитного средства нет других путей, как только перечислить соответствующие его свойства. Например, если мы хотим лишь в общем виде сказать, что пентахлорфенолят натрия трудно использовать для глубокой пропитки, то должны отметить, что он плохо проникает в глубокие слои, неравномерно распределяется в пропитанной зоне, слабо диффундирует в клеточную стенку и т. д. Если же сказать, что пентахлорфенолят натрия обладает плохой проникаемостью, то дело сведется в основном лишь к оценке скорости проникновения. На другие свойства антисептика этот термин не распространяется. В связи с этим предлагается применять термин «пропиточные свойства защитного средства», этот термин не отменяет терминов проникаемость и других, характеризующих отдельные особенности того или иного защитного средства, а является собирательным. Он учитывает для каждого типа древесины и способа пропитки всю совокупность технологических свойств защитного средства.

Термин поглощение характеризует процесс захвата жидкости материалом, а фактически применяется для характеристики количества введенной (проникшей) в древесину пропиточной жидкости или соли, т. е. результата процесса пропитки. Из-за этой двойственности данный термин не может считаться удачным, но мы его все же сохраняем вследствие его широкого применения в литературе и практике.

Любое количество проникшей пропиточной жидкости или соли в любой объем материала или его часть уже есть поглощение. Оно может быть выражено в относительных долях, например в процентах, или в абсолютных величинах, например в литрах на квадратный метр или в литрах или килограммах на кубический метр. По логике вещей поглощение может характеризоваться как расчетное, заданное, фактическое, избыточное и т. д. В консервировании древесины применяются и другие разновидности термина поглощение: пороговое, защищающее, общее, чистое, удельное, суммарное.

Под пороговым, исчисляемым в относительных или абсолютных величинах, подразумевается поглощение, принимаемое для характеристики токсичности антисептика, а под защищающим — то, которое обеспечивает защиту материала в тех или иных условиях на тот или иной желательный срок. Отнесенное ко всему объему материала поглощение считается общим, к объему пропитанной зоны — чистым, к поверхности пропитываемого материала — удельным, а достигаемое при последовательном введении двух или более жидкостей — суммарным.

При лабораторных испытаниях, когда применяется сквозная пропитка образцов, общее поглощение равно чистому. В тех случаях, когда говорится о поглощении вообще или о всех видах поглощения одновременно, этот термин применяется без прилагательного.

Вводится также новое понятие группировка компонентов препарата. Под ней понимается часто встречающееся сочетание в основном двух каких-либо соединений в постоянных или различных соотношениях.

Условные названия большинства стандартизованных защитных средств [155], в основном однокомпонентных, таких, как КФА, ФН, ФН-П, КФН, ПХФН, ПХФ, НМ, СМ, КМ, АМ\*, сохраняются и лишь по таким дву- и многокомпонентным средствам, как ББК-3 [140], ХХЦ [141], МХХЦ [142] и ХМ-5 [148], вводятся уточнения. Считается более правильным, если буквенная часть обозначения препарата возможно короче, а цифровая — отражает соотношение основных компонентов. Так, вместо ХМ-5, что означало хром-медь и условный шифр, возникает ХМ-11, где указано соотношение компонентов 1:1; вместо ББК-3А вводится ББ-32, а вместо ББК-3Б — ББ-32П, вместо ХХЦ — ХХЦ-14 (хром-хлор-цинк) и вместо МХХЦ — ХМХЦ-217 (хром-медь-хлор-цинк). Исключение сделано для широко применяемых препаратов типа ГР-48\*\*. Их название сохраняется, поскольку содержит год создания. Упрощаются и делаются более логичными также условные обозначения органикорастворимых препаратов на основе ПХФ [149] и НМ. В левой буквенной части обозначения указывается состав, а в правой — лишь соотношение компонентов растворителя. Например, ПЗС-1384: раствор ПХФ в компаунде зеленое масло и уайт-спирит<sup>1</sup>, взятых в соотношении 13:84. Отсюда видно, что это 3%-ный раствор ПХФ [100 — (13+84) = 3]. Получается более емкое обозначение, позволяющее сразу видеть состав препарата. По такому правилу Сежежская лаборатория дает условные обозначения и новым препаратам.

---

\* КФА — кремнефторид аммония, ФН — фторид натрия, ФН-П — паста на основе фторида натрия, КФН — кремнефторид натрия, ПХФН — пентахлорфенолят натрия, ПХФ — пентахлорфенол, НМ — нафтенат меди, СМ — сланцевое масло, КМ — каменноугольное масло, АМ — антраценовое масло.

\*\* Рецептуру и свойства препарата ГР48 см. табл. 23, с. 148.

<sup>1</sup> Зеленое масло — нефтяной продукт, выпускается по ГОСТ 2985—64; уайт-спирит — растворитель нефтяного происхождения, выпускается по ГОСТ 3134 — 52.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ

Классификация защитных средств по строго ограниченным признакам получается сложной и для практических целей мало-приемлемой. Именно этим объясняется, что многие авторы руководств по консервированию [345] не предложили какой-либо классификации защитных средств. Тем не менее некоторая условная классификация, показывающая разнообразие защитных средств, оцениваемых по наиболее важным признакам, все же нужна. В частности, она должна помогать изучению свойств защитных средств и их описанию.

В Сенезской лаборатории защитные средства с учетом их главных особенностей делятся на разновидности следующим образом: по направленности действия (назначению) на антисептики, антипирены, гидрофобизаторы, укрепители и комплексные препараты; по типу растворителя и другим признакам на водорастворимые, растворимые в органических растворителях, масла; по действующему началу на фтористые, борные, хлорфенольные и смешанные, например хромо-медные и т. д.; по вымываемости на легковымываемые, вымываемые, трудно-вымываемые и невымываемые; по количеству компонентов на однокомпонентные и многокомпонентные (препараты), которые по форме могут быть рецептурными и готовыми, когда компоненты смешиваются на месте потребления, и готовыми, когда препарат производится централизованно. Комплексные защитные средства могут сочетать защиту от гниения и возгорания, а также и другие функции, например защиту от увлажнения и т. д.

### ТОКСИЧНОСТЬ И ЗАЩИЩАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ АНТИСЕПТИКОВ. БИОСТОЙКОСТЬ МАТЕРИАЛА

В представлениях о токсичности и защищающей способности антисептиков, а также биостойкости материалов все еще имеются неточности. Многие авторы, определяя токсичность антисептиков или биостойкость материалов в лабораторных условиях, пытаются использовать их показатели в качестве главных критериев их оценки для условий службы [172]. В некоторых случаях биостойкость древесных материалов, содержащих и другие компоненты, и даже недревесных материалов, несмотря на различный состав их биоразрушителей и неодинаковый характер освоения

ими материала, оценивается методами, разработанными для древесины.

Поскольку токсические вещества придают древесине биостойкость, они, естественно, обладают и защищающей способностью. Но токсичность вещества вследствие этого не становится синонимом его защищающей способности. Токсичность, или ядовитость, — это свойство химического вещества; его защищающая способность — проявление этого свойства во времени по отношению к определенному материалу в конкретных условиях, а биостойкость — свойство материала, природное или приобретенное в результате сушки, защитной обработки, пропитки и других направленных воздействий, противодействующих его использованию биоагентами. Как видим, это взаимосвязанные, но совершенно различные понятия. Рассмотрим их несколько подробнее.

Токсичность антисептика определяется методами, в основе которых лежит измерение результата кратковременного воздействия гриба на защищенный материал в условиях, обеспечивающих относительную стабильность яда и исключающих адаптацию к нему гриба. Поэтому ее показатели отражают лишь искусственные, но строго постоянные для каждого метода условия и характеризуют лишь общую и обязательную для всех защитных средств черту — ядовитость по отношению к дереворазрушителям. Подругому обстоит дело, когда процесс взаимодействия гриба и антисептика протекает в изменчивых условиях в течение многих лет, например в постройках и сооружениях.

Вполне естественно, что показатели токсичности не призваны характеризовать защищающую способность антисептика. Поэтому она каждый раз определяется отдельно в конкретных (натуральных или близких к ним) условиях и действительна лишь для тех условий, для которых определена. Защищающая способность не характеризует общего свойства защитного средства, могущего быть распространенным на все условия. Токсичность антисептика по отношению к эталонному грибу может быть выражена одним показателем, например пороговым поглощением, а защищающая способность — целым рядом защищающих поглощений, где каждый член ряда соответствует определенному классу условий службы и заданной продолжительности службы защищенного материала.

Токсичность по отношению к определенным видам разрушителей может подразделяться на высокую, среднюю и низкую (слабую). Защищающая способность классифицируется сложнее, поскольку зависит от многих факторов, в частности от условий службы, особенностей антисептика, поглощения, глубины про-

питки и заданного срока службы. Для каждого антисептика при различных соотношениях указанных факторов характерна своя защищающая способность. Например, антисептик ФН в условиях службы, исключающих возможность вымывания, обладает такой же высокой защищающей способностью, как препарат ХМ-11\* в условиях работы оросителя градирен. Защищающую способность антисептиков все же можно подразделять на максимальную (предельную), зависящую от способности того или иного средства придавать древесине максимально возможные параметры защищенности (глубина, поглощение), и дозированной, т. е. задаваемую в соответствии с требованиями к защите материала. В определенных условиях пропитки и службы древесины защищающая способность антисептиков, как и их токсичность, может быть подразделена на высокую, среднюю и низкую (слабую).

Для выявления соотношений между токсичностью и защищающей способностью защитных средств в Сенежской лаборатории были проведены специальные исследования (табл. 4).

Как видим, антисептики в зависимости от защищающей способности очень четко распределяются по классам службы. Распределить их так же по токсичности невозможно. Одно это уже указывает на то, что не может быть и общей зависимости между величинами пороговых и защищающих поглощений. Однако для близких типов антисептиков и близких классов службы такая зависимость просматривается. Особенно хорошо она заметна для водорастворимых вымываемых антисептиков при использовании их для I—II классов службы. То же самое можно наблюдать и по отношению к таким однотипным антисептикам, как каменноугольное и сланцевое масла. Однако стоит перейти к антисептикам, даже незначительно отличающимся по устойчивости в материале при его службе в среде вымывания, как положение резко меняется. Так, при пороговых поглощениях ПХФН и препарата ПКТ 0,7 и 2,9 кг/м<sup>3</sup> соотношения между защищающими поглощениями для различных классов службы как раз обратные. Они вызваны более высокой устойчивостью препарата ПКТ. В качестве другого примера несоответствия порогового и защищающего поглощений, имеющего иную основу, можно привести препарат ХМ-11, у которого пороговое поглощение более 30 кг/м<sup>3</sup>, а защищающее даже для XII—XIII классов службы — 14 кг/м<sup>3</sup>. Необычное (обратное) соотношение порогового и защищающего поглощений для препарата ХМ-11 определяется тем, что пороговое поглощение получено по ГОСТ 16712 — 71 по отношению к грибу

\* По ГОСТ 13327—73 — препарат ХМ-5.

#### 4. Пороговые и защищающие поглощения некоторых антисептиков

Защитное средство	Пороговые поглощения по ГОСТ 16712—71		Защищающие поглощения по классам службы на срок 40—50 лет, кг/м <sup>3</sup>													
	%	кг/м <sup>3</sup>	I—II	III	IV	V	VII	VIII	IX	X	XII	XIII	XV	XVI	XVII	XVIII
ФН	0,2	0,7	2,5	4	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
КФН	—	—	1,5	2	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
КФА	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ББ-32	0,3	1,6	8	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
НМС *	0,4	1,9	4,5	4,5	4,5	5	6	6	—	—	—	—	—	—	—	—
ХМХЦ	1,1	5,2	6	8	8	9	10	11	—	—	—	—	—	—	—	—
ХХЦ	1,4	7,0	8	11	11	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ПХФН	0,2	0,7	2	3	4	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ПКТ *	0,6	2,9	1,5	2	3	4	4	5	—	—	—	—	—	—	—	—
ПЗ *	0,3	1,2	—	—	—	—	—	—	3	4	6	6	—	—	—	—
ХМ-11	Бо- лее 7,1	Бо- лее 30	—	—	—	8	9	10	11	13	14	16	—	—	—	—
НМДЗ *	—	—	—	—	—	—	—	—	8	9	12	14	—	—	—	—
КМ	2,9	14,5	—	—	—	—	—	—	95	105	135	155	165	185	195	215
СМ	5,1	25,6	—	—	—	—	—	—	115	125	165	175	185	210	—	—

\* НМС — НМ в уайт-спирите; ПКТ — ПХФ в керосине тракторном; ПЗ — ПХФ в зеленом масле; НМДЗ — НМ в дизельном зимнем топливе.

*Coniophora cerebella*, против которого препарат ХМ-11 малотоксичен, а защищающее — по ГОСТ 18610—73 для условий службы древесины в земле, где он устойчив и где разрушительную деятельность ведут более чувствительные к нему грибы.

Защищающую способность защитного средства и биостойкость материала можно изучать и в колбе, их можно изучать и другими способами, не моделирующими конкретных условий службы. Поскольку полученные таким путем показатели не распространяются на конкретные случаи службы материала, они являются условными. С учетом этого мы предлагаем различать защищающую способность антисептика и биостойкость материала условную, определяемую в эталонной среде, создаваемой в лаборатории, и фактическую, получаемую в конкретных условиях службы материала или на основании полигонных испытаний, моделирующих эти условия.

Следует также различать абсолютную и относительную токсичность, защищающую способность и биостойкость.



Абсолютные показатели указанных свойств защитных средств и материалов — это обычно получаемые в опыте показатели, а относительные — вычисленные по отношению к соответствующим показателям защитного средства, принятого за эталон, и выраженные в долях или процентах. Например, если каменноугольное пропиточное масло взять за эталон, защищающая способность сланцевого масла для столбов, пропитываемых под давлением, по данным Сенежской лаборатории, составит 0,8. Для выявления относительной токсичности водорастворимых антисептиков за эталон иногда берется фторид натрия [72].

В связи с встречающейся нечеткостью представлений о токсичности и защищающей способности антисептиков и биостойкости материалов возникли значительные разногласия, касающиеся соответствующих методов исследований, их стандартизации, показателей токсичности защитных средств и биостойкости материалов, а также классификации материалов по их биостойкости в различных условиях службы. Так, была предложена [172] шкала степеней биостойкости по отношению материала к биореагенту и приведена примерная классификация строительных материалов по биостойкости. В основу шкалы положены лишь лабораторные испытания биостойкости материалов по методу меченых культур. По-видимому, такие исследования полезны, но нельзя не учитывать, что при кратковременных лабораторных испытаниях, как показано выше, выявляется лишь условная биостойкость. В связи с этим любые классификации материалов на ее основе являются также условными и пригодными фактически лишь для условий адекватных условиям лабораторных испытаний.

Неясности, возникшие в понимании значения показателей токсичности и защищающей способности в оценке антисептиков, привели во многих странах к диспропорции между лабораторными и полигонными испытаниями. Такие известные исследователи, как П. И. Рыкачев, Д. А. Беленков, Ф. Ф. Мазур [285, 16, 17, 229, 230] провели большое количество работ по уточнению методов лабораторных исследований токсичности и биостойкости. Эти работы выявили интересные закономерности, которые, однако, пока не использованы для изыскания новых антисептиков.

Следует отметить неудачное применение термина токсичность к воздействию антисептика на человека и теплокровных животных. Токсичность защитного средства — это, действительно, его ядовитость, т. е. способность отравлять живые организмы. Однако в качестве антисептиков, допущенных к широкому применению, обычно используются такие вещества, ядовитость которых избирательна и определяется не только количеством яда, попадаю-

щего в организм, но и его неприспособленностью к данному яду, обусловленной определенной его физиологической организацией, сложившейся в ходе эволюции. Явление избирательного отношения организмов к ядам, а также возможность направленного применения ядов против вредных организмов с давних времен лежат в основе химической борьбы против возбудителей болезней растений и разрушителей материалов. При использовании ядов направленного действия, конечно, учитываются особенности их контакта с вредными организмами, против которых они направлены, и человеком, отрицательное действие на которого должно быть исключено. В связи с этим, видимо, целесообразнее применять термин токсичность только по отношению к тем организмам, против которых то или иное вещество направлено, а по отношению к человеку и охраняемым животным и растениям, для которых оно может оказаться неблагоприятным лишь в случае ошибок при его выборе и применении,— термин вредность.

#### **ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЗАЩИТНЫМ СРЕДСТВАМ**

Защитные средства должны быть доступными, невредными для человека и охраняемых им животных и растений, не ухудшать свойств материала и легко проникать в него. Изыскание защитных средств, отвечающих всем этим условиям, представляет собой исключительно трудную задачу. Во всяком случае пока не найдено ни одного такого средства. Однако чем больше то или иное защитное средство удовлетворяет указанным требованиям, тем больше оно применяется. Вместе с тем вследствие разнообразия условий службы и технологии пропитки древесины широкое распространение находят и средства, удовлетворяющие лишь части этих требований.

Изыскание и производство новых антисептиков должны обуславливаться новыми технологическими требованиями, предъявляемыми к пропитке, новыми объектами защиты, новыми химическими веществами, уверенностью получения более эффективных или безопасных препаратов, а не желанием лишь создавать новые препараты.

Рассмотрим предъявляемые к защитным средствам требования несколько подробнее.

**Доступность и стоимость.** Химические вещества, а также нефтепродукты, используемые в качестве растворителей, обычно дефицитны. Это является особенностью работы химической и нефтяной промышленности. Как известно, спрос на химические веще-

ства и нефтепродукты все время возрастает, а дополнительные мощности вступают в строй относительно редко. В связи с этим сразу после пуска нового завода лишь краткое время можно свободно получать то или иное вещество для использования его в качестве защитного средства, но по мере увеличения его потребления такая возможность уменьшается или вовсе исчезает. Это касается и побочных продуктов химических и нефтехимических производств.

Так, за последние 20—30 лет соединения фтора, хлора и хрома, а также каменноугольные и сланцевые масла, зеленое масло, уайт-спирит и многие другие продукты были и в избытке, и в недостатке. Когда они были в избытке, на их использование ориентировались при пропитке древесины. В настоящее время все они, как и соединения меди и бора, уже относительно дефицитны, поэтому снова идет поиск других доступных веществ. В связи с этим при разработке и планировании потребления защитных средств необходимо внимательно изучать перспективы производства и прогнозы использования соответствующих химических веществ другими потребителями.

Доступность защитных средств, особенно для мелких потребителей, иногда снижается и потому, что транспортировка их разрешается только целыми вагонами или автотранспортом. При более широком толковании понятия доступности защитного средства следует учитывать и его стоимость. Это очень важный показатель, который часто не учитывается. Средство может оказаться недоступным только потому, что оно дорого. Рассмотрим этот вопрос несколько подробнее.

В современных условиях процесс защитной обработки может применяться лишь в тех случаях, когда он не требует больших организационных напряжений, не сильно удорожает защищаемый материал и обеспечивает плановый срок его службы. Следует учитывать, что стоимость продукта определяется не только стоимостью сырья, трудоемкостью процесса изготовления этого продукта, но и объемом его производства. ПХФН, например, стоит дорого (800 руб/т) отчасти потому, что его производство ограничено объемом 2,5 тыс. т в год, что соответствует половине или четверти необходимого.

Следует также учитывать и цены на возможные компоненты и сырье для производства защитных средств, а также масштабы и перспективы развития соответствующих производств, принимая во внимание, что дорогие защитные средства неприемлемы для пропитки относительно дешевой древесины.

Например, каменноугольное и сланцевое пропиточные масла получают в результате разгонки соответствующих смол, обра-

зующихся при коксовании угля или переработке сланцев. Сланцевое масло как защитное средство значительно хуже. Для достижения одного и того же уровня защиты его требуется на 20—25% больше [187], а стоит оно лишь на 15% дешевле. Кроме того, для побочных продуктов, какими являются указанные масла, цена 50—60 руб/т вообще очень высока. Введение этой цены привело к тому, что на пропитку шпал и столбов стали расходовать этих масел меньше, чем нужно.

Весьма важен и прогноз возможности изменения цен на защитные средства или их компоненты во времени. Например, разработка препаратов ПХФ как заменителей каменноугольного, антраценового и сланцевого масел происходила при определенных ценах на нефтепродукты. Когда же эти препараты начали применяться, цены на нефтепродукты были резко повышены при сохранении цен на классические пропиточные масла, что резко сократило объем применения весьма эффективных препаратов ПХФ. Конечно, цена может быть и снижена на какой-либо продукт, используемый для производства антисептиков. Это может произойти, например, при увеличении объема производства, установке более производительного оборудования и т. д. Например, можно ожидать снижения цены на ПХФН, если значительно возрастает его потребление. Любые эволюции в ценах на защитные средства изменяют отношение к ним потребителя.

Для иллюстрации важности цен на продукты, используемые для производства защитных средств, приведем пример из области разработки и организации производства мышьяксодержащих антисептиков. Как известно, мышьяксодержащие отходы почти никогда не были нужны. В связи с опасностью их надо захоронять, затрачивая на это значительные средства. Однако когда вставал вопрос о производстве мышьяксодержащих антисептиков, соответствующие ведомства, имеющие обременяющие отходы мышьяка, не соглашались продавать их по минимальной цене. В свое время, как уже говорилось, это было одной из причин отказа от производства нужных для деревопропиточной промышленности препаратов типа ФХМ и МХМ [119].

**Вредность.** Это самое сложное, а иногда и спорное свойство защитных средств. При подходе к данному вопросу прежде всего следует считаться с общими трудностями изыскания веществ ядовитых для одних организмов и безвредных для других. Необходимо различать вредность для человека и теплокровных животных, рыб и растений, а также учитывать, когда она может быть больше проявлена: при производстве вещества, при его применении или при эксплуатации обработанной им древесины. Важно также знать, можно ли понизить или устранить эту вредность до-

ступными средствами техники безопасности. К сожалению, многие из этих вопросов в связи с недостаточной изученностью, особенно относительно новых веществ, решаются как разработчиками этих веществ, так и соответствующими органами Министерства здравоохранения и его институтами очень медленно, а иногда и формально, что задерживает развитие проблемы химической защиты древесины.

**Влияние на материал.** Некоторые химические вещества, особенно при введении в древесину в большом количестве, вызывают ее гидролиз. Это влияние наблюдается, например, при пропитке хлоридом цинка, кальцинированной содой (карбонатом натрия), препаратами, содержащими соединения хрома. В результате поверхность древесины делается волокнистой, снижается прочность материала, особенно его сопротивление ударным нагрузкам. В связи с этим защитные средства, содержащие перечисленные компоненты, должны строиться таким образом, чтобы быть эффективными при поглощениях, не вызывающих ухудшения свойств материала.

Другим отрицательным явлением для пропитанной древесины считается появление на ее поверхности большого количества соли, а также нежелательное изменение цвета древесины. Соль, остающаяся на поверхности материала при сушке, ухудшает его внешний вид и способность склеиваться и окрашиваться. Загрязнение поверхности и изменение натурального цвета древесины обычно также считаются недостатком защитного средства. Это относится больше всего к пропиточным маслам и пастам. Однако в отдельных случаях новый цвет древесины, приобретаемый ею при пропитке, воспринимается положительно (меднохромовые препараты, препараты ПХФ, НМ и др.) Иногда в препараты специально вводят компоненты, окрашивающие древесину или понижающие высаливание антисептика.

Весьма неблагоприятным свойством некоторых защитных средств является их способность повышать возгораемость пропитанного материала. Некоторые препараты, даже обладающие высокой защищающей способностью, во многих случаях применяются в ограниченных областях только потому, что имеют этот недостаток. К ним, например, относятся антисептики типа креозота и все органикорастворимые препараты. Изыскание компонентов, понижающих горючесть этих защитных средств, весьма актуально. Для некоторых горючих антисептиков характерно понижение со временем возгораемости пропитанного ими материала. Например, древесина, пропитанная креозотом, через 10 лет оказывается слабовозгораемой благодаря улетучиванию из нее наиболее легких фракций.

Повышенная гигроскопичность материала, проявляющаяся в результате пропитки древесины некоторыми веществами (хлоридом цинка, аммонийными солями), в большинстве случаев также рассматривается как отрицательное свойство, даже более нежелательное, чем высаливание. Однако при пропитке древесины комплексными препаратами, пригодными и для защиты от возгорания, этот недостаток частично компенсируется тем, что более гигроскопичный материал труднее возгорается.

**Пропиточные (технологические) свойства.** К ним относятся: способность защитного средства проникать в древесину по капиллярам и микрокапиллярам, а также за счет диффузии распределяться в древесине (равномерно или расслаиваясь покомпонентно), а также перераспределяться после пропитки в пределах пропитанной зоны или проникать за ее пределы. К этой группе свойств относится и устойчивость растворов (составов) во времени и при воздействии на них пониженных температур.

**Относительность критериев оценки защитных средств.** Пока нет критериев общей оценки эффективности защитных средств, а также их способности проникать в древесину и неблагоприятно изменять ее свойства. Их, возможно, трудно пока и установить, поскольку цели и условия применения защитных средств различны. Например, ПХФН плохо проникает в древесину, но глубокая пропитка не всегда необходима. Этот же антисептик иногда не применяется для обработки деталей интерьера из-за неприятного запаха, но с успехом используется для защиты поверхности сырых пиломатериалов от синевы при их сушке на складах. Препараты на основе хрома и меди малоэффективны против домовых грибов, но хорошо защищают древесину в земле и в условиях, благоприятных для развития гнили типа Soft rot. Препараты на основе бора легко вымываются, но безвредны для человека, а условия вымывания встречаются далеко не во всех случаях. Токсичный КФН имеет очень низкую растворимость в воде (0,65 % при 20°С), но во многих случаях такой растворимости достаточно, особенно при пропитке древесины невысокой плотности.

То же самое можно сказать и о вредности защитных средств. Многие зависит от условий их применения, техники безопасности и культуры производства. Большой диапазон возможен и для оценок влияния защитных средств на другие свойства материала. Например, понижение прочности и любое изменение цвета древесины, как и потеря ею способности склеиваться и окрашиваться, в одних случаях неприемлемы, а в других не считаются недостатками. Неодинаково оценивается и стоимость препарата. Важна не цена единицы массы, а стоимость того количества, которое в конкретных условиях защищает на заданный срок еди-

ницу объема материала. Например, ПХФН для защиты древесины от плесневения с расходом  $0,3 \text{ кг/м}^3$  по стоимости может считаться приемлемым, а для защиты деталей, контактирующих с грунтом, при поглощении  $15 \text{ кг/м}^3$  — дорогим. Такой вывод, естественно, возникает не без учета объекта защиты, эффективности применения защитных мер и наличия конкурирующих защитных средств. Например, для защиты уникального памятника истории и культуры стоимость защитного средства может считаться приемлемой, а для защиты массовой продукции — слишком высокой.

Таким образом, оценка защитных средств носит относительный характер. Лишь однотипные защитные средства, предназначенные для использования в строго определенных условиях, могут сравниваться между собой.

## **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЯ АНТИСЕПТИКОВ**

### **Некоторые общие положения**

Для защиты древесины предлагаются все новые и новые средства. Все они так или иначе испытываются, хотя сравнительно немногие применяются на практике. С развитием химических производств и повышением требований к качеству защиты материалов предложение новых антисептиков, по-видимому, будет возрастать.

Оценка антисептиков для древесины всегда представляла значительные трудности, вызываемые сложностью вопроса вообще и многообразием условий их применения.

В настоящее время применяется много методов испытаний антисептиков. Одни из них используются лишь для определения отдельных свойств, например токсичности или вымываемости. Это относительно скоростные лабораторные методы. Другие — для определения суммарных (конечных) показателей — защищающей способности. К последним чаще всего относятся полевые методы, предназначенные для определения областей применения антисептиков, норм их расхода и сроков службы защищенной ими древесины.

К недостаткам многих методов испытания антисептиков относится недостаточная степень отражения ими особенностей условий, в которых антисептики будут применяться, характера материала, подлежащего защите, и видового состава биоагентов разрушения. Методов лабораторных испытаний на образцах древесины в стеклянных сосудах на одном штамме гриба или мето-

дов полигонных испытаний на образцах в земле достаточно много, и они подробно разработаны. Некоторые из них по длительности и широте применения могут считаться классическими. Однако отборочных экспресс-методов, методов, учитывающих воздействие антисептика на комплексы грибов, а также полигонных методов, моделирующих разнообразные условия биологического разрушения древесины, значительно меньше. В связи с этим большое количество накопившихся данных, особенно по штаммовой токсикологии (Medisson 517, *S. cerebella* — Сенеж 98), даже если они относятся к узкой группе средств, не может быть рационально использовано, например, для составления токсикологических таблиц из-за того, что они получены разными методами. Это затрудняет и обобщения, благодаря которым могла бы отпасть необходимость во многих исследованиях.

В Сенежской лаборатории в настоящее время применяется ограниченное количество методов испытаний антисептиков. Эти методы, разработанные главным образом в данной лаборатории, собраны в две группы. В первую группу входят методы испытаний антисептиков, предназначенных для временной защиты лесоматериалов и изделий при хранении, а также для деревянных конструкций, которые поражаются в основном грибами плесени. Методы второй группы применяются при испытаниях антисептиков, предназначенных для защиты древесины в службе от дереворазрушающих грибов.

**Методы испытания токсичности  
и защищающей способности антисептиков  
для временной защиты лесоматериалов на складах  
и защиты конструкций  
от поражений грибами плесени**

**Экспресс-метод повидовых испытаний.** Метод был предложен автором в 1950 г. [91]. Он является скоростным и был разработан для условий массовых испытаний, например для определения токсичности химических веществ против значительного количества видов грибов. Метод является и отборочным для испытываемых химических веществ. Он позволяет выявлять также возможную остаточную флору.

Метод предложен для поиска химических веществ против комплекса низших и сумчатых грибов, развивающихся на свежих пиломатериалах и шпоне. В таком направлении метод больше всего применялся [91, 93], хотя был использован и при исследовании токсичности антисептиков против домовых грибов [92] и против грибов, развивающихся на бумаге [19].



Методом предусматривается инокулирование в чашках Петри агаровой среды, содержащей антисептик, спорами или небольшими кусочками мицелия, включающего и субстрат его выращивания, а также соответствующие наблюдения за развитием колоний. Для инокулирования среды, содержащей антисептик, использовались 30-дневные культуры грибов синевы и плесени и 5-дневные культуры домашних грибов. Наблюдение за развитием колоний на агаре, содержащем различные дозы антисептика, проводили в течение 10—15 дней. В одном случае исследовались на 35 видах грибов синевы и плесени фенольные, хлорфенольные и этилртутные соединения, а в другом — на 11 видах домашних грибов хлорфенольные и фтористые соединения. Считалось, что для получения защитного эффекта достаточно подавить какую-либо одну жизненную функцию гриба. Учитывались аномалии роста и развития грибов под воздействием антисептика, указанные в табл. 5.

**5. Учитываемые аномалии роста и развития грибов под воздействием антисептика**

Грибы		Единый индекс
деревоокрашивающие и плесневые	дереворазрушающие	
Снижение скорости прорастания спор	Снижение скорости образования колоний	P <sub>1</sub>
Снижение вероятности прорастания спор	Снижение вероятности образования колоний	P <sub>2</sub>
Морфологические аномалии воздушного мицелия	Морфологические аномалии воздушного мицелия	P <sub>3</sub>
Существенная задержка роста	Существенная задержка роста	P <sub>4</sub>
Подавление плодоношения	Снижение скорости опущения инокулятов	P <sub>5</sub>
Стимуляция темпа прорастания	Снижение вероятности опущения инокулятов	P <sub>6</sub>
Стимуляция вероятности прорастания	Лизис мицелия	P <sub>7</sub>
Отмирание гриба	Отмирание гриба	P <sub>8</sub>

Опишем лишь часть результатов исследований спор, проведенных автором с сотрудниками [91, 92, 93].

Из табл. 6 видно, что стойкость испытанных видов грибов к ПХФН различается существенно. Летальные концентрации (P<sub>8</sub>) расположены в диапазоне 0,003—>0,013%, т. е. различаются друг от друга почти в 5 раз. Такое различие в стойкости грибов

6. Пороговые концентрации (P) ПХФН для плесневых и деревоокрашивающих грибов

84

[Наименование грибов	Концентрация антисептика в среде, %										
	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,011	0,012	0,013
<i>Willia saturnis</i> (шт. 121)	P <sub>1</sub> , P <sub>3</sub> , P <sub>4</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>8</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Stachybotris lobulata</i> Berk. (шт. 43)	P <sub>3</sub> , P <sub>4</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>8</sub>	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Trichothecium roseum</i> Link. (шт. 27)	P <sub>1</sub> P <sub>3</sub>	—	P <sub>2</sub> P <sub>4</sub>	P <sub>8</sub>	—	—	—	—	—	—	
<i>Hormiscium antiquum</i> Sacc. (шт. 49)	P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , P <sub>3</sub> , P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	—	P <sub>8</sub>	—	—	—	—	—	—	
<i>Stemphylium piriforme</i> Bon. (шт. 53)	P <sub>1</sub> P <sub>3</sub> , P <sub>4</sub>	P <sub>2</sub>	—	P <sub>8</sub>	—	—	—	—	—	—	
<i>Ophiostoma piceae</i> (Münch) H. et P. Syd (шт. 107)	P <sub>3</sub> , P <sub>4</sub>	P <sub>1</sub>	—	—	P <sub>2</sub>	P <sub>8</sub>	—	—	—	—	
<i>Discula pinicola</i> (Naum.) Petrak v. <i>mammosa</i> Lag. (шт. 46)	P <sub>1</sub> P <sub>2</sub> , P <sub>3</sub> , P <sub>4</sub>	—	—	—	—	P <sub>8</sub>	—	—	—	—	
<i>Pullularia pullulans</i> (De Bary) Berkhout (шт. 106)	P <sub>1</sub> , P <sub>3</sub> , P <sub>4</sub>	P <sub>2</sub>	—	—	P <sub>5</sub>	P <sub>8</sub>	—	—	—	—	
<i>Sporodesmium cladosporioides</i> Corda (шт. 91)	P <sub>1</sub> , P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>2</sub>	—	—	P <sub>6</sub> P <sub>7</sub>	—	P <sub>8</sub>	—	—	
<i>Phialophora fastigiata</i> (Lag. et Mel.) Con. (шт. 51)	P <sub>1</sub> , P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	—	—	—	—	P <sub>2</sub>	P <sub>5</sub>	—	—	P <sub>8</sub>
<i>Fusarium javanicum</i> Koord. (шт. 75)	P <sub>3</sub>	—	P <sub>1</sub> P <sub>4</sub>	—	—	—	—	—	P <sub>2</sub>	P <sub>8</sub>	>0,13%

и объясняет появление при антисептировании остаточной флоры. Стойкие виды при недостаточно высокой концентрации антисептика, лишившись конкуренции более чувствительных видов, развиваются даже с повышенной скоростью.

#### 7. Пороговые концентрации (P) ПХФН и ФН для домашних грибов

Наименование грибов	Анти-септик	Концентрация антисептика в среде, %						
		0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,01	0,02
<i>C. cerebella</i>	ПХФН	$P_2P_3$	—	—	—	—	—	—
	ФН	$P_4P_6$	—	—	$P_8$	—	—	—
<i>Poria obliqua</i> Quel.	ПХФН	$P_3$	$P_1P_4$	$P_5$	$P_{8_1}$	—	—	—
	ФН	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. sclerotiorum</i>	ПХФН	$P_1P_2$	—	—	$P_{8_1}$	—	—	—
	ФН	$P_4P_6$	—	—	—	—	—	—
<i>L. lepideus</i>	ПХФН	$P_3P_4$	$P_{8_1}$	—	—	—	—	—
	ФН	—	—	—	—	$P_3$	$P_2P_4$	$P_{8_1}$

Продолжение

Наименование грибов	Анти-септик	Концентрация антисептика в среде, %						
		0,04	0,06	0,07	0,08	0,1	0,2	0,3
<i>C. cerebella</i>	ПХФН	—	—	—	—	—	—	—
	ФН	—	—	$P_3P_7$	—	—	$P_8$	—
<i>Poria obliqua</i> Quel.	ПХФН	—	—	—	—	—	—	—
	ФН	—	—	—	$P_3$	—	$P_7$	$P_{8_1}$
<i>S. sclerotiorum</i>	ПХФН	—	—	—	—	—	—	—
	ФН	$P_3$	$P_4$	—	—	$P_7$	$P_{8_1}$	—
<i>L. lepideus</i>	ПХФН	—	—	—	—	—	—	—
	ФН	—	—	—	—	—	—	—

В табл. 7 демонстрируется не менее важное положение. Испытанные домашние грибы проявляют в 10—50 раз более высокую чувствительность к ПХФН, чем к ФН. Имеются отклонения и в общей чувствительности испытанных грибов. Например, *Lentinus lepideus* Fr. в 2—10 раз чувствительнее к испытанным антисептикам, чем все остальные виды. Как известно, при испытании

в колбах на древесине соотношение токсичности ПХФН и ФН по отношению к испытанным грибам обратное. Это связано, по-видимому, с условиями контакта гриба с ядом и обусловленным этим механизмом действия яда на живую клетку. Данный опыт показывает, что следует крайне осторожно пользоваться показателями токсичности, определенными разными методами.

Преимущества повидового метода исследований заключаются в его простоте и надежности показателей. Последнее определяется тем, что каждый вывод может делаться на основе достаточного количества измерений и наблюдений (например, три чашки по пять колоний), а также с учетом взаимосвязанности результатов отдельных (фазовых) наблюдений. Метод позволяет подключать к испытаниям все основные биоагенты разрушения материалов и исключает недостатки построения препаратов на основе испытаний на одном виде гриба. Он, однако, требует значительной микологической подготовки исследователя.

**Методы модельных штабельков пиломатериалов.** Защищающая способность антисептика для пиломатериалов на складах тесно связана и со скоростью их просыхания [104, 282]. В связи с этим автором для данного случая было предложено использовать при испытании антисептиков методы, позволяющие регулировать скорость сушки материала [104].

Метод штабельков в футлярах был применен в 1948 и 1953 гг. [104]. Он заключается в наблюдении за развитием грибов на образцах древесины в строго контролируемых условиях. Модель микроштабеля размером  $250 \times 250 \times 250$  мм, собранная из сырых планок, уложенных на прокладки, устанавливается в футляр, который состоит из дна-подставки и колпака. Все стенки футляра двойные с прорезями, ширина которых может изменяться путем смещения внутренней части двойной стенки по отношению к наружной. Отверстия в дне и крышке создают в штабельке вертикальную, а отверстия в боковых стенках — горизонтальную циркуляцию воздуха (рис. 1). Регулирование скорости сушки может достигаться и переносом штабелька из одних условий в другие, а контроль скорости — его взвешиванием целиком или по секциям. Метод позволяет наблюдать совместное действие сушки и антисептирования на защищенность материала.

Метод штабельков в контейнерах опишем в варианте, в котором он в большом масштабе применен в 1948 г. [79]. Был изготовлен фанерный контейнер ( $1,2 \times 1,8 \times 25$  м) с передней стенкой из съемных щитов. Из свежих бревен выпилено около 3000 соновых и еловых планок размером  $20 \times 80 \times 1500$  мм, содержащих каждая примерно 50% заболони. Планки делились на группы по числу вариантов опыта таким образом, чтобы по влаж-

ности, соотношению заболони и ядра и характеру распиловки партии были идентичны. В опыте участвовали антисептики, примененные в различных концентрациях.

После погружения на несколько секунд в исследуемые растворы планки однотипно укладывали секциями (рис. 2) в контейнер. Контрольные секции размещали в разных местах контейнера. Крайние секции были буферными, выкладывались из остатков планок и в опыте не участвовали. В каждую секцию укладывали планки обеих пород, чередуя их по рядам. Для наблюдения за развитием грибов и ходом просыхания в каждую секцию заклады-

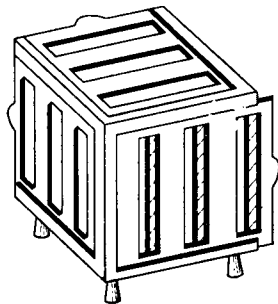


Рис. 1. Футляр с двойными стенками для изучения совместного действия скорости сушки и антисептика на поражение пиломатериалов грибами синевы и плесени

вали по шесть одинаковых по массе и характеру распиловки контрольных планок. В контейнере по его длине установлено три психрометра Августа. При наблюдениях за развитием микрофлоры получено более 400 удачных выделений типичных видов грибов.

Опыт, начиная от выпилки планок до закрытия контейнера, поставлен в течение 24 ч. Наблюдения в течение 90 дней показали, что по длине контейнера температура и относительная влажность воздуха практически были одинаковы. Влажность воздуха всюду сохранялась на уровне 80—90%. Древесина сохла медленно, ее влажность упала со 150 лишь до 77%. В связи с этим условия для развития грибов были весьма благоприятными. Поражения в контрольных секциях начались через 3—5 дней, а в обработанных, в зависимости от антисептика, через 10—20 дней. Метод дал весьма положительные результаты, приведшие к созданию препарата ГР48 (см. с. 125 и 147).

**Методы скользящей влажности.** Трудность определения защищающей способности антисептиков и природной стойкости материалов заключается в неизученности требований отдельных видов грибов к влажности материала в конкретных условиях и в сложности получения в условиях исследования стабильной заданной влажности. Более того, часто не следует добиваться какой-либо опреде-

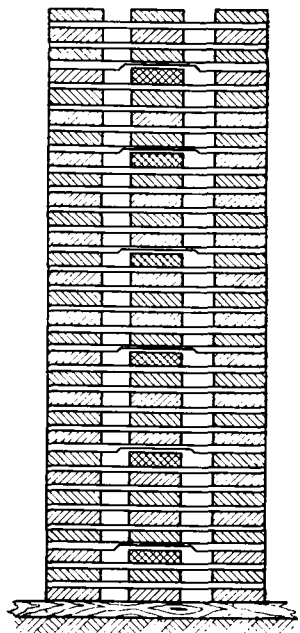


Рис. 2. Схема сeкции ленточного штабеля. Контрольные планки расположены под прокладками с выемками

ленной влажности материала, например, когда исследование ведется в условиях полиинфекции и заражение материала может производиться различными видами грибов, предъявляющими неодинаковые требования к его влажности.

Для исследования разрушающей способности биологических агентов или защищающей способности антисептиков автор в 1948 г. предложил метод скользящей влажности, предусматривающий создание условий, в которых совокупность образцов или каждый образец в одном опыте в среде моно- или полиинфекции имеет автоматически поддерживаемый широкий диапазон влажности. Достигается это по-разному, поэтому метод имеет ряд модификаций. Опишем две из них.

Баночный метод был применен автором совместно с Е. И. Мейер для исследования разрушающей способности различных видов грибов синева при продолжительности их воздействия до 3 лет. По 100 сырых образцов  $15 \times 15 \times 28$  мм, изготовленных из свежей заболони сосны и пригодных для испытания на сопротивление сжатию вдоль волокон, закладывались в высокие трехлитровые банки и заражались суспензией спор того или иного вида гриба. Затем банки закрывались ватными пробками и ставились в термостабильную комнату. В результате стекания конденсата, образующегося на стенках банок, на их дне скапливалась вода. В этих условиях верхние образцы просыхали, нижние увлажнялись, а находящиеся на середине высоты банки сохраняли примерно свою исходную влажность. Вследствие различной влажности образцов развитие гриба на них происходило по-разному. Этим методом было установлено, что грибы синева по требованию к влажности и по разрушающей способности неодинаковы.

Экссикаторный метод был применен автором совместно с И. Г. Крапивиной и Т. Г. Поромовой при исследовании затухания защищающей способности растворов препарата ГР48, исполь-

зубых для антисептирования пиломатериалов без синхронного пополнения ванн раствором. На дно эксикаторов насыпался увлажненный песок слоем толщиной 50 мм. В песок вертикально устанавливалось по 20 свежих образцов размером  $4 \times 15 \times 150$  мм, изготовленных из заболони сосны и смоченных раствором антисептика различной степени отработанности. Образцы орошались суспензией спор грибов, наиболее часто встречающихся на пиломатериалах, и эксикатор закрывался. В результате контакта одного конца образца с сырым песком по длине образца устанавливалась различная влажность. Грибы развивались в тех зонах образцов, где влажность соответствовала их требованиям и тем лучше, чем больше был отработан раствор антисептика. Этим методом было, хотя и косвенно, установлено, что древесина по-разному сорбирует основные компоненты препарата ГР48, в результате чего их содержание в растворе в процессе работы непостоянно.

### **Методы испытаний антисептиков для защиты древесины в службе**

**Экспресс-методы.** К методам, которые позволяют получить результаты в короткие сроки, исследователи прибегали всегда. Они были неопределимы, когда исследовалась на чисто эмпирической основе токсичность большого количества химических веществ. После появления полигонных испытаний интерес к этим методам не пропал, так как нередко от испытаний такого рода можно переходить сразу к испытаниям на моделях.

Поскольку многие из экспресс-методов известны, а некоторые рассмотрены выше (см. с. 82), опишем только метод земля — бумажные блоки, применяющийся в Сенежской лаборатории.

Метод земля — бумажные блоки заключается в выдерживании пропитанных антисептиками отрезков (блоков) фильтровальной бумаги в чашках Петри на нестерильной земле, взятой из верхнего слоя почвы смешанного леса и увлажненной до пастообразного состояния. Испытания по этому методу позволяют определять защищающую способность антисептиков против комплекса почвенных целлюлозоразрушителей, представленных в основном сумчатыми и несовершенными грибами. Как показали исследования Сенежской лаборатории, многие из этих грибов участвуют в расконсервировании и первичном разрушении древесины, пропитанной антисептиками [97].

Для испытаний из фильтровальной бумаги, пропитанной несколькими концентрациями каждого антисептика, вырезают по 15 блоков размером  $20 \times 10$  мм для каждой концентрации. Блоки

раскладывают в чашки радиально по 5 шт. В качестве контроля используют непоританные блоки, помещаемые в отдельные чашки. Поражение блоков учитывают по площади, охваченной грибами.

В качестве примера приведем данные одного из исследований, выполненных И. Г. Крапивиной, для определения влияния растворителя НР-1\* на защищающую способность антраценового масла (АМ). Установлено (табл. 8), что наиболее резкое снижение защищающей способности смеси начинается после добавления к антраценовому маслу более 50 % НР-1. Позже это было подтверждено и другими исследованиями на древесине.

8. **Изменение эффективности смеси НР-1 с АМ в зависимости от соотношения компонентов**

Пропиточный состав	Площадь поражения блоков, %	Пропиточный состав	Площадь поражения блоков, %
АМ	0	50% НР-1 + 50% АМ	5
10% НР-1 + 90% АМ	0	70% НР-1 + 30% АМ	49
30% НР-1 + 70% АМ	0	НР-1	87
40% НР-1 + 60% АМ	1	Контроль	100

**Классические методы испытаний.** За последние 50 лет было предложено много методов определения токсичности химических веществ. Среди них — испытания в чашках Петри на искусственных питательных средах при введении в них определенных количеств антисептика, в основном при визуальной оценке результатов, а также в банках на образцах из пропитанной древесины, укладываемых на агар или землю с учетом потери массы образцами под влиянием действия гриба. Эти методы были и краткими (до 2 недель), и длительными (до 4 мес). В значительной мере варьировали питательные среды, приемы ограждения образцов от вымывания антисептика и способы учета и обработки результатов. Наибольшее применение нашли так называемые весовые методы, в которых главное сводится к учету потери массы образцами под воздействием стандартного штамма гриба. Из этих методов наиболее широко известны два, отличающихся в основном подстилающим субстратом (агар, земля). Первый метод, который можно считать немецко-английским, широко распространен в Европе, а второй — русско-американский применяют в СССР, странах

\* Нефтяной растворитель. Выпускается по ТУ 382015 — 72.



Американского континента и в Австралии. Эти методы можно назвать классическими.

**Стандартный метод.** Вопрос о стандартных методах испытаний антисептиков в нашей стране был поставлен В. В. Миллером, разработавшим еще в 30-х годах агаровый метод со стеклянным мостом [242]. Метод позже был модифицирован П. И. Рыкачевым, отказавшимся от определения предельных доз и предложившим пользоваться кривой действия, определяя по ней пороговые поглощения антисептиков, снижающие интенсивность разрушения древесины в 2; 10 или 20 раз, т. е. соответственно  $R_{50}$ ,  $R_{90}$ ,  $R_{95}$  [281, 283]. В ходе разработки стандартного метода испытаний также выявилась целесообразность замены агаровой среды лесной почвой. В такой модификации был утвержден в 1965 г. разработанный в Сенежской лаборатории первый в СССР стандарт на методы испытаний токсичности антисептиков, который в 1971 г. был уточнен [145].

При работе по этому методу в качестве сосудов применяют стеклянные банки с винтовыми крышками, в качестве питательной среды — лесную землю и в качестве стандартного гриба — *S. cerebella*. Образцами служат торцовые пластинки из заболони сосны размером  $20 \times 20 \times 5$  мм. Они пропитываются под вакуумом в специальном приборе, предложенном П. И. Рыкачевым (рис. 3). Испытывается одновременно несколько поглощений антисептика, длительность испытаний 2 мес. Результаты оцениваются по кривой действия. Объективным показателем активности разрушителя при испытаниях по данному методу является потеря массы древесины в контроле, которая должна достигать примерно 60%. Метод разумно сочетает лучшие элементы отечественных и зарубежных методов, хотя и не устраняет всех их недостатков. Пороговые поглощения ( $R_{95}$ ) некоторых антисептиков, полученные при испытаниях по стандартному методу, приведены выше (см. табл. 4).

Стандартный метод необходим для сравнительных оценок антисептиков. Однако он не является лучшим для всех исследований. Он может оказаться и недостаточно эффективным для выявления некоторых особенностей препаратов. В частности, при определении функциональных свойств антисептиков испытания иногда лучше вести на виде гриба, являющемся наиболее типичным разрушителем в тех условиях, в которых предполагается использовать антисептик.

Следует учитывать, что применяемая иногда математическая обработка результатов токсикологических исследований является лишь инструментом для оценки надежности выводов. Значение ее тем выше, чем правильнее ведется процесс исследования и осмысленнее воспринимаются его результаты [286].

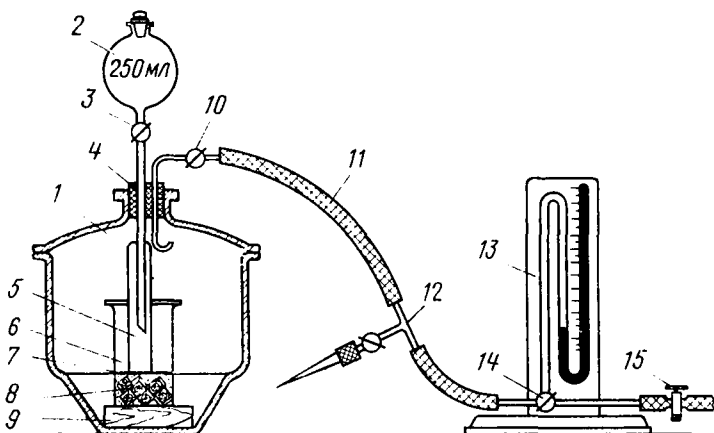


Рис. 3. Схема прибора для пропитки образцов:

1 — вакуум-эксикатор; 2 — капельная воронка с краном; 3 — кран для слива растворов и впуска воздуха; 4 — резиновая пробка; 5 — трубка-противоразбрызгиватель; 6 — стакан химический с носиком; 7 — противоспальная сетка; 8 — образцы; 9 — подставка; 10 — кран подачи атмосферного давления и вакуума; 11 — шланг вакуумный; 12 — тройник с краном и капилляром для регулирования глубины вакуума; 13 — вакуумметр; 14 — кран выключения вакуумметра; 15 — кран на линии к вакуум-наосу

**Другие лабораторные методы.** Значительная продолжительность испытаний антисептиков часто рассматривается как существенный недостаток методов. Такая постановка вопроса вряд ли может считаться правильной, поскольку при ней не учитывают влияние длительности испытаний на показатели токсичности. Тем не менее время от времени все же предлагаются методы испытаний с меньшей продолжительностью.

Вероятностный метод. П. И. Рыкачевым [284] было установлено, что защищенность отдельных образцов древесины распределена по закону, близкому к логарифмически нормальному, и это позволяет построить схему испытаний антисептиков с использованием вероятностных оценок, т. е. определять защищенность древесины по вероятности защиты, выражая последнюю как процент нацело защищенных образцов в каждой из их групп, пропитанных различными концентрациями антисептика. Это исследование показало, что при подобных испытаниях можно использовать не только интенсивностную, но и вероятностную кривую действия, для анализа которой и определения по ней пороговых поглощений ( $R_{50}$ — $R_{95}$ ) пригоден метод пробитов [368].

Положения, установленные П. И. Рыкачевым, развиты и дополнены Д. А. Беленковым [16, 17]. Так возник вероятностный метод Рыкачева — Беленкова, который, возможно, может быть полезным при первичном отборе антисептиков, предназначенных против плесеней и синевы. О полезности его для других случаев пока сказать ничего нельзя, так как кроме авторов его почти никто не применял.

**Изотопный метод.** Стремление сократить длительность испытаний и устранить недостатки известных методов привели Ф. Ф. Мазур [229, 230] к разработке метода с использованием радиоактивных изотопов. В основном наиболее пригодными оказались изотопы фосфора ( $P^{32}$ ) и серы ( $S^{35}$ ). Первый наиболее предпочтителен при активности 0,3—0,6 мкКи и второй при 6—12 мкКи в 1 мл. Используются образцы толщиной 3 мм поперечной выпилки. Радиоактивность мицелия (при прочих равных условиях), проникшего в древесину, пропорциональна его количеству. Определяется она по скорости счета (количеству импульсов в минуту).

Метод требует специального оборудования и в то же время для обычных испытаний не дает данных, отличающихся уменьшенной погрешностью или особым практическим значением. Он позволяет учитывать накопление массы мицелия в древесине, которое скорее характеризует рост, чем разрушительную деятельность гриба.

**Респирометрический метод.** Наиболее новыми являются предложения использовать в испытаниях антисептиков респирометрию [305, 364], т. е. изменения в потреблении кислорода, либо в выделении углекислоты культурой, контактирующей с древесиной, в которой содержится то или иное количество антисептика. Этот метод позволяет сократить длительность испытаний до 1 мес и менее и дает результаты, близкие к получаемым по весовому методу. Метод, однако, пока слабо изучен.

**Методы определения устойчивости защитных средств к вымыванию.** Прежде всего уточним некоторые дополнительные термины. Вымывание защитного средства из материала — процесс, часто наблюдаемый в службе древесины при соответствующих условиях. Защитное средство в этом случае «уходит» из древесины или только за счет диффузии в окружающую среду, или за счет диффузии и смыва. Вымываемость же защитного средства — его свойство, определяемое растворимостью и способностью к диффузии. Помимо указанных факторов вымывание и вымываемость защитного средства зависят также от температуры и емкости воспринимающей среды и других условий.

Как уже указывалось, вымывание защитного средства — одно из явлений, благодаря которому наиболее часто происходит рас-

консервирование древесины. На практике оно в зависимости от условий сильно варьирует как по силе, так и по характеру. По нашей классификации (см. табл. 3) различается вымывание слабое, умеренное трех степеней и сильное. При этом учитываются особенности условий протекания процесса: контактирование защищенной древесины с периодически увлажняемым материалом, образование конденсата на ее поверхности, воздействие атмосферных осадков, почвенной влаги, теплой и холодной воды и т. д. Таким образом, вымывание и вымываемость защитных средств — весьма важные процессы и свойства, характеризующие условия службы и защитные средства.

Поскольку скорость и характер вымывания в зависимости от условий службы различны, методы их изучения и оценки не могут быть одинаковыми. Однако такие методы пока не разработаны. Во всех странах антисептики оцениваются в основном методами полигонных испытаний, в которых факторы расконсервирования рассматриваются в комплексе. Имеется, однако, и лабораторный метод испытаний вымываемости безотносительно к условиям службы древесины. Такой метод следует считать условным, или эталонным, дающим возможность в постоянных условиях сравнивать данное свойство различных средств.

Два варианта такого метода разработаны в Сенежской лаборатории [146]. Для обоих изготовление образцов и их пропитка производятся так же, как и для испытания токсичности антисептиков (см. с. 91). После кондиционирования в комнатных условиях пропитанные образцы заливают 150 мл дистиллированной воды и оставляют в сосуде с этой водой на сутки, после чего воду сливают и заменяют новой. Последующую смену воды производят через 5, 10 и 20 сут. После 30 суток воду сливают, образцы кондиционируют. Далее варианты отличаются друг от друга: степень вымывания измеряется по-разному.

Прямой (химический) метод измерения заключается в определении количества антисептика или отдельных его компонентов, оставшихся в древесине после вымывания. Для этого вторично кондиционированные образцы измельчают, взвешивают с точностью до  $\pm 0,0002$  г и подвергают количественному химическому анализу. Остаток антисептика в древесине определяют по какому-либо одному элементу, например по фтору, хрому, меди, бору и т. д. Устойчивость защитного средства к вымыванию характеризуют процентом остатка защитного средства от поглощения и рассчитывают для однокомпонентных средств по формуле

$$W = x10^4/GR,$$

а для многокомпонентных средств по формуле

$$W = x10^8/GRq,$$

где  $x$  — количество антисептика или его компонента, оставшееся в древесине после вымывания и найденное анализом, г;  $G$  — навеска древесины, взятая на анализ, г;  $R$  — поглощение антисептика, % к массе воздушносухой древесины;  $q$  — содержание данного компонента в антисептике, %.

Косвенный (микологический) метод измерения заключается в сравнении условной защищенности образцов, подвергавшихся и не подвергавшихся вымыванию. Условная защищенность определяется как остаточная защищенность стандартным методом (см. с. 91), но образцов берется вдвое больше и из них половина подвергается вымыванию. Образцы, подвергавшиеся и не подвергавшиеся вымыванию, испытываются в разных сосудах. По данным испытания строят совмещенный график (в две кривых) в координатах поглощение — потеря массы. На графике параллельно горизонтальной оси на уровне, соответствующем потере 5% массы древесины, проводят линию и из точки пересечения ее с кривыми опускают перпендикуляры на горизонтальную шкалу для отыскания соответственных величин поглощений. Потерю защищенности пропитанной древесины вычисляют по формуле (%)

$$U = \frac{R_{\text{в}} - R_{\text{б. в}}}{R_{\text{б. в}}} \cdot 100,$$

где  $R_{\text{в}}$  — поглощение защитного средства, обеспечивающее уровень потери массы 5% для древесины, подвергавшейся вымыванию;  $R_{\text{б. в}}$  — поглощение защитного средства, обеспечивающее уровень потери массы 5% для древесины, не подвергавшейся вымыванию.

### Испытание защищающей способности антисептиков

**Метод открытого грунта в ящиках с землей.** Автором совместно с И. Г. Крапивиной [83] для оценки биостойкости древесины и защищающей способности антисептиков в условиях контакта с землей предложен метод испытания их в ящиках с землей. Используются ящики  $30 \times 40 \times 10$  см с крышками, земля смешанного состава, например лесная суглинистая, торфянистая и песчаная в соотношении 2 : 1 : 1 или только лесная из верхнего горизонта. Образцы  $12 \times 12 \times 27$  мм или  $20 \times 20 \times 5$  мм. В обоих случаях земля смачивается до влажности 36%, которая в результате специального исследования [87] найдена оптимальной для гниения древесины. В каждый ящик укладывается по 50 образцов на глубину 1 см (рис. 4). Для стабилизации влажности земли все ящики дополнительно плотно укрываются полиэтиленовой пленкой. Биостойкость материала или защищающая способность антисептиков

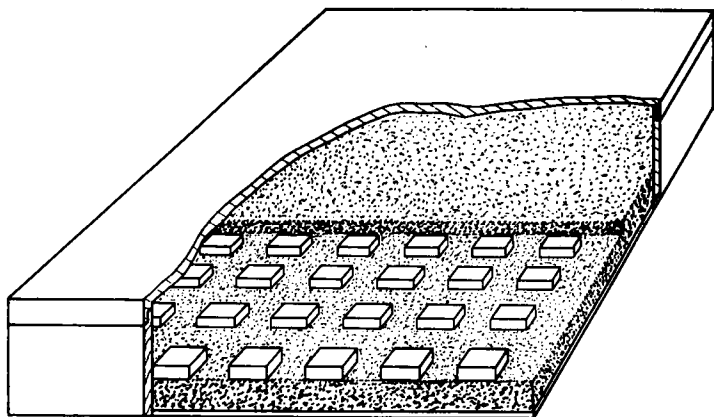


Рис. 4. Ящик с землей и схема расположения образцов для лабораторного испытания защищающей способности антисептиков по методу открытого грунта

определяется по потере массы образцами. Для получения надежных результатов в каждом варианте опыта должно быть не менее 15 образцов, непосредственно перед опытом землю нужно тщательно перемешивать, строго следить за ее влажностью, хранить все ящики следует в одинаковых условиях. Необходимо также применять определенные предосторожности в отношении локального заражения образцов активными дереворазрушителями. Опыт можно заканчивать, когда выявятся искомые зависимости или потеря массы в контроле достигнет 50 %.

Одним из вариантов метода, применяющегося в Сенежской лаборатории, предусматривается для повышения равномерности разрушения образцов одной группы подкладка под них инокулятов (кубики  $5 \times 5 \times 5$  мм), зараженных грибом *S. sclerotiorum*, хорошо развивающимся в земле.

По методу открытого грунта был проведен ряд исследований, которыми установлено стимулирующее влияние грибов синевы на развитие дереворазрушителей [83], выявлены различия в природной стойкости древесины различных видов тополей [352], определена защищающая способность антисептиков [245]. В качестве примера приведем результаты одного из неопубликованных исследований, проведенного автором совместно с Б. И. Телятниковой и касающегося определения защищающей способности хромсодержащих препаратов.

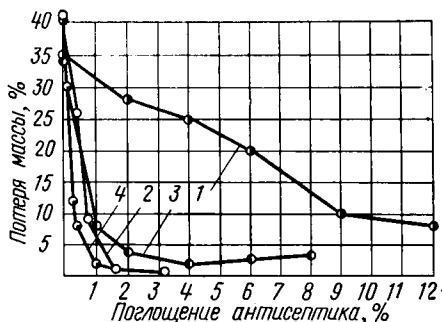
Испытания были проведены на образцах  $20 \times 20 \times 5$  мм в земле из верхнего слоя лесной почвы с подкладными инокулятами. Ис-

пытавались четыре препарата с различными чистыми поглощениями (рис. 5). Как видим, наиболее эффективным против комплекса почвенных грибов оказался МХМ-235. Поглощение для  $R_{95}$  для этого препарата составило 0,72%. Несколько меньшей была эффективность ФХМ-7751 ( $R_{95}=1,44\%$ ) и наименее эффективным оказался препарат ХХЦ-14 ( $R_{95}>12\%$ ).

**Контейнерный метод.** Этот метод является вариантом метода скользящей влажности (см. с. 87). Рассмотрим две его модификации.

Рис. 5. Кривые действия хромсодержащих антисептиков при испытаниях по методу открытого грунта:

1 — ХХЦ-14;                    2 — ХМХЦ-217;  
3 — ФХМ-7751;                4 — МХМ-235



По первой из них на полигоне вырывают ямы, в которые помещают мешки из полиэтиленовой пленки, наполненные мокрой витой стружкой, консервированной нелетучим и невымываемым антисептиком. На яму устанавливают контейнер, в дне которого имеются отверстие и шибер, а в крышке конденсирующая шторка из стекла, металла или полиэтиленовой пленки. Образцы вытянутой формы, например  $20 \times 40 \times 200$  мм, крепят на решетке над мешком в вертикальном положении таким образом, что верхние их концы касаются конденсирующей шторки. В результате образцы с верхнего конца постепенно увлажняются (рис. 6). При помощи шибера можно регулировать подачу теплого и сырого воздуха к конденсирующей шторке и таким образом изменять режимы и степень увлажнения древесины, включая интенсивное периодическое увлажнение со стоком образующегося конденсата. Возможен и обогрев контейнеров. С применением этого метода было установлено, что в образцах уже через несколько месяцев устанавливается различная влажность, в соответствии с чем распределяются по образцу различные виды дереворазрушителей. В одном из опытов было установлено, что если в зоне оптимальной влажности контрольных образцов поражение по площади достигло 100%, то в той же зоне образцов, пропитанных препаратом

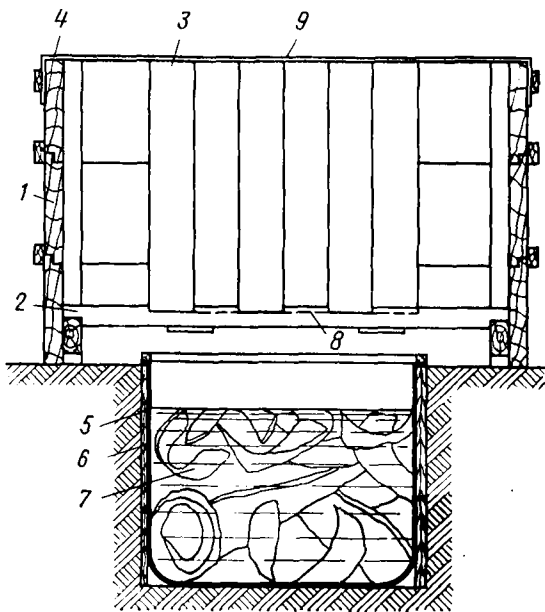


Рис. 6. Схема устройства для испытания антисептиков по контейнерному методу скользящей влажности; вариант «ящик над ямой в почве»: 1 — контейнер для образцов; 2 — подставка-решетка для образцов; 3 — образец; 4 — защитная полиэтиленовая пленка; 5 — опалубка ямы; 6 — мешок для стружки; 7 — стружка; 8 — шибер; 9 — конденсирующая шторка

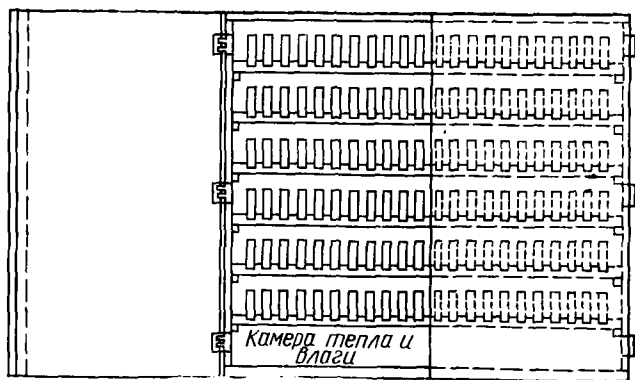


Рис. 7. Шкаф с образцами в контейнере для испытаний антисептиков по методу скользящей влажности. Одна дверка теплой стенки открыта

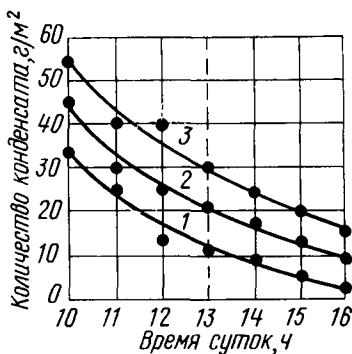


ББ-32П с поглощением всего около  $5 \text{ кг/м}^3$ , были только единичные очаги. Одновременно если в сухой и слегка влажной зонах контрольных образцов площадь поражения составляла 5—10%, то на пропитанных указанным антисептиком образцах в аналогичных зонах никаких признаков поражения не было.

По второй модификации этого метода применяется контейнер в виде узкого вагона с регулируемым подогревом. Одна его стенка делается из тонкого листового же-

Рис. 8. Ход конденсатообразования в различные часы дня на холодной стенке шкафов испытательного контейнера:

1 — слабая конденсация; 2 — умеренная; 3 — сильная



леза — конденсирующая стенка, а на противоположной — деревянной подвешивается смоченное полотнище — увлажнитель. У конденсирующей стенки устанавливаются плоские шкафы с полками, на которых размещаются торцами к стенке образцы (рис. 7). Дверки шкафов при закрывании прижимают образцы торцами к конденсирующей стенке. Таким образом, образцы увлажняются по длине, как и в первом варианте, с одного торца, в результате чего в древесине возникает перепад влажности. Различная степень конденсации на металлических стенках создается подачей в зону образцов соответствующего количества тепла и влаги из расположенных в нижней части шкафов камер. Заражение образцов может быть естественным и искусственным.

В связи с особым значением метода для оценки антисептиков, применяемых в строительных конструкциях, сообщим результаты одного из опытов, проведенного автором совместно с А. И. Устиновой. Путем поддержания перепадов температуры металлической стенки и омывающего ее воздуха при определенном его влагосодержании было получено три степени конденсации влаги на стенке. Количество конденсирующейся влаги ежедневно измерялось в течение 90 суток. Дневной ход конденсатообразования приведен на рис. 8. Как видим, при данной системе регулировки состояния воздушной среды утром (в 10 ч) конденсата было больше.

чем к 16 ч. В среднем для трех уровней конденсации получено в час примерно 10, 20 и 30 г/м<sup>2</sup> влаги. Это соответственно обеспечивало три ступени увлажнения образцов.

Был поставлен опыт для выявления характера развития грибных поражений на защищенной и незащищенной древесине различных пород в условиях различной влажности без искусственного заражения. Результаты первого года опыта (табл. 9) показывают, что метод хорошо дифференцирует скорость развития грибов. При данной градации количества конденсата грибы во всех случаях развивались быстрее при III степени конденсации (30 г/м<sup>2</sup>/ч). Больше их количество было на березе, но развивались они и на заболони сосны. При сильном развитии на контрольной древесине они слабо были представлены на древесине, обработанной антисептиками, и тем слабее, чем выше поглощение. Отсутствие развития грибов на древесине, обработанной НМС-1090, объясняется его гидрофобными свойствами и более высокими поглощениями.

9. Поражение образцов деревоокрашивающими грибами в первый год исследования по контейнерному варианту метода скользящей влажности

Защитное средство	Поглощение, кг/м <sup>3</sup>	Поражение по площади образца, %, при конденсации, г/м <sup>2</sup> /ч					
		слабой (10)		умеренной (20)		сильной (30)	
		Сосна	Береза	Сосна	Береза	Сосна	Береза
ПЗС-890	0,8 *	0	0,3	1,2	9,1	1,5	12,6
ПЗС-1779	1,5	0	0	1,0	2,2	1,3	4,6
ПЗС-2174	2,0	0	0	0	0	0	1,2
НМС-1090	3 **	0	0	0	0	0	1,3
То же	4	0	0	0	0	0	0
»	6	0	0	0	0	0	0
Контроль		1,0	7,0	4,0	23,1	9,2	48,0

\* Считаю на чистый ПХФ.

\*\* Считаю на НМ.

**Камера ускоренных испытаний.** Камера ускоренных испытаний построена по проекту автора в 1960 г. Она представляет собой двухэтажное здание. Нижний этаж — каменный, полупогружен в землю, без окон с двумя (южной и северной) застекленными галереями, а верхний — деревянный, застекленный с боков и со стороны крыши (рис. 9). В центральном (основном) отделении

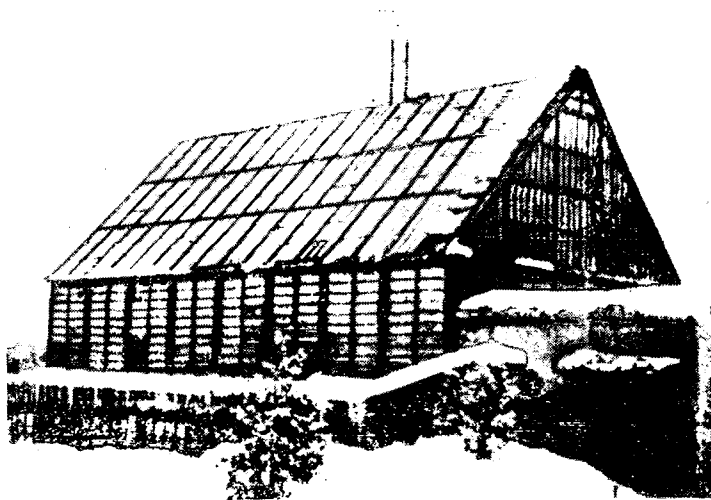


Рис. 9. Камера ускоренных испытаний с теплоулавливающими стенами и кровлей

(8×12 м) нижнего этажа камеры имеются металлические стеллажи, на которых располагаются 72 дощатых ящика размером 1,0×1,0×0,2 м, пропитанных препаратом ХМ-11 с общим поглощением 15 кг/м<sup>3</sup>. На центральных стеллажах ящики покрыты легкими прозрачными крышками, а на боковых — открыты и освещаются софитами с лампами накаливания. Для каждого опыта ящики заполняются соответствующими грунтами или монолитами из верхнего слоя лесной или луговой почвы. В камере поддерживается температура 20—22°С и относительная влажность воздуха 70—80%. Верхний этаж камеры (8×12 м) представляет собой специальное сооружение, выполненное из теплоулавливающих щитов, изготовленных в виде тройных рам по схеме: стекло — воздух — стекло — воздух — металл [104]. Южная и северная галереи нижнего этажа выполнены в виде пристроек к основному зданию, поэтому имеют внутреннюю каменную и наружную застекленную стены. В южной галерее наружная стена теплоулавливающая, выполнена по типу стен верхнего этажа, а в северной галерее — конденсирующая, состоит из шкафов с металлическими наружными и деревянными внутренними стенками и полками для образцов. В южной галерее вдоль внутренней стены, а в северной — вдоль наружной расположены контейнеры с землей (рис. 10).

Образцы натуральной или консервированной древесины различной формы и размера устанавливают в контейнеры с землей

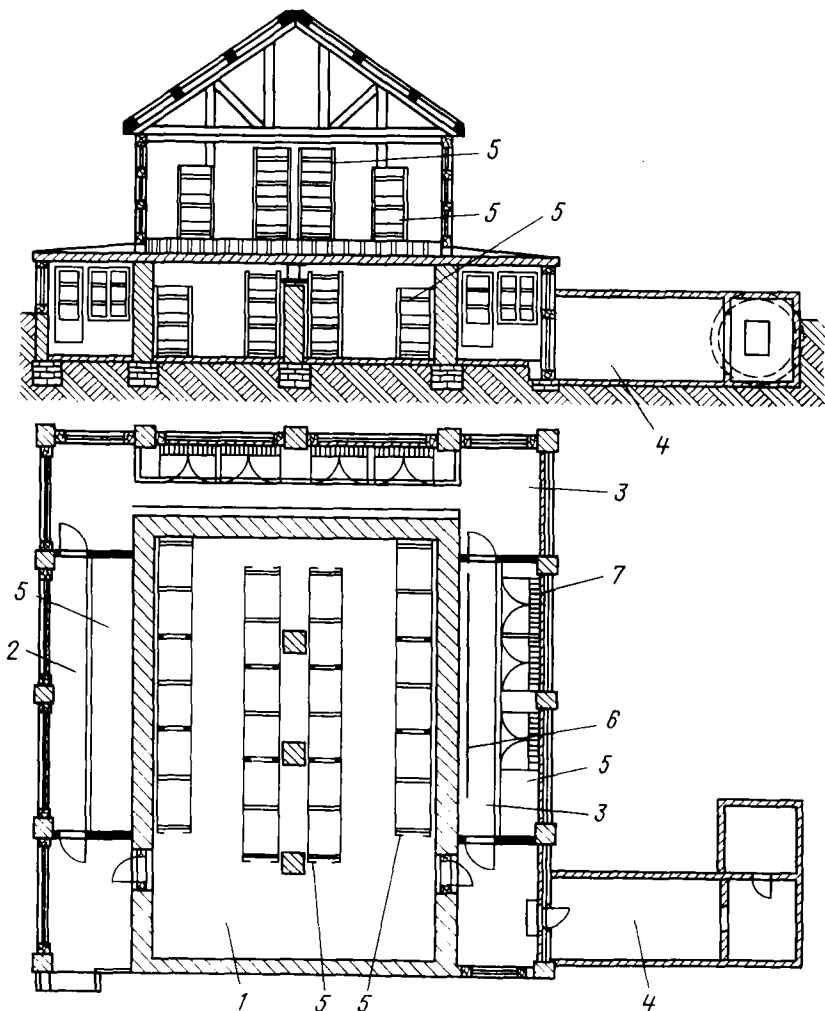


Рис. 10. Разрез камеры ускоренных испытаний и план ее нижнего этажа:  
 1 — центральный зал; 2 — южная галерея; 3 — северная галерея; 4 — модель деревоземляного сооружения; 5 — ящики или контейнеры с землей или почвенными монолитами; 6 — увлажняющий экран; 7 — шкаф с конденсирующими стенками

или монолитами на разную глубину. Влажность грунта в контейнерах поддерживают на постоянном уровне, благоприятном для гниения древесины и содействующем жизни почвы.

Камера ускоренных испытаний позволяет проводить исследования в условиях близких к условиям службы древесины. Это достигается регулированием параметров среды и видового состава разрушителей. Задавая необходимые условия в камере, можно легче изучать закономерности разрушения материала и выявлять факторы, влияющие на процесс разрушения. Здесь возникает и возможность обоснованно сопоставлять результаты исследований, даже если они получены в последовательно поставленных опытах, что труднее делать при полигонных испытаниях вследствие годовых колебаний погоды.

В камере проведено большое количество исследований. При разработке рецептуры препаратов ПХФ определено влияние растворителя на защищающую способность антисептика. При этом установлено, что наибольшую защищенность древесины обеспечивают растворы ПХФ в нефтепродуктах, содержащих слабоиспаряющиеся фракции, в частности отгоняющиеся в интервале 260—320° С.

Сокращение сроков испытаний с помощью камеры может быть иллюстрировано следующим примером. При разработке средств и способов защиты водостойкой фанеры автором совместно с И. Г. Крапивиной и М. В. Александровой поставлены параллельно опыты в камере и на открытом участке полигона с учетом результатов по шкале индексов (см. табл. 12). Результаты сопоставления данных показывают, что в камере опыт может проходить в 3—7 раз быстрее (рис. 11, а). В камере непропитанные образцы полностью были разрушены через иолгода, а на полигоне — через 3 года (рис. 11, б). Площадь гнили на поверхности образцов, пропитанных ХМ-11 с поглощением 10 кг/м<sup>3</sup>, достигла 20% в камере менее чем за 1 год, а на полигоне — за 6,5 лет.

Остановимся также на результатах исследований в камере стойкости древесины африканских пород (Гвинея) и защищающей способности по отношению к ним нафтената меди (НМ), проведенных автором совместно с Л. В. Рымной. Исследование выполнено на образцах 10×10×130 мм. Плотность древесины определялась волюметром. Часть образцов при влажности 10% была пропитана под давлением раствором НМ в компаунде: осветительный керосин — петролатум в соотношении 3:1. Образцы были поставлены в грунт (под подстилочный слой подмосковного смешанного леса с добавкой 5 кг почвы из аналогичного горизонта района Нзеркаре Гвинеи) закрытого контейнера южной галереи камеры (рис. 10) на глубину половины высоты образца.

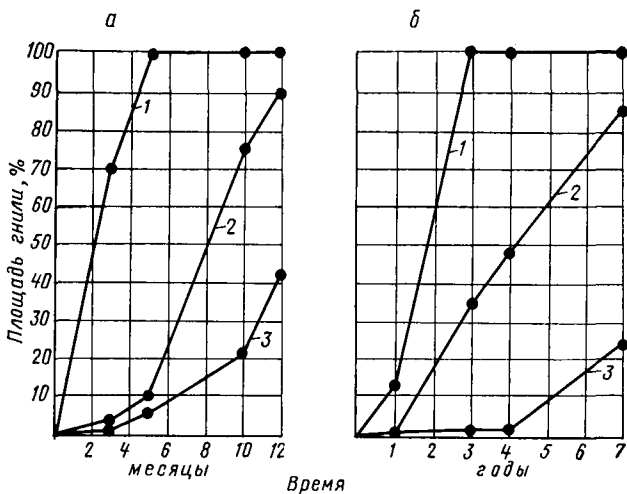


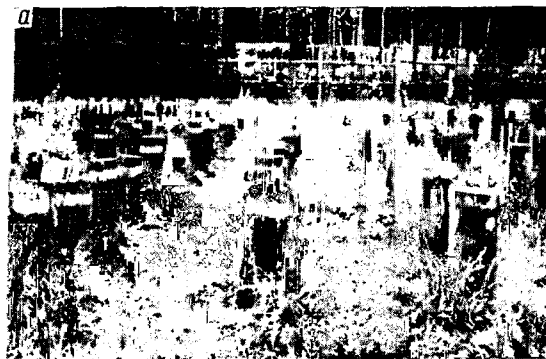
Рис. 11. Разрушение подземной части образцов фанеры ФСФ при испытаниях биостойкости:

а — в камере; б — на открытом участке полигона; 1 — образцы непροпитанные; 2 — пропитанные ПХФН с поглощением 5 кг/м<sup>3</sup>; 3 — пропитанные препаратом ХМ-11 с поглощением 10 кг/м<sup>3</sup>

Влажность грунта поддерживалась на уровне 36%. Температура воздуха в галерее в солнечные дни летнего периода имела суточный ход: днем 40°С, ночью 20°С при плавных переходах, а в другое время 20±5°С. Относительная влажность воздуха в контейнере была 95±3%. Учеты проведены с применением шкалы индексов разрушения по ГОСТ 18610—73 для малых образцов (см. табл. 12). Результаты пятилетних наблюдений приведены в табл. 10, в которой породы расположены по возрастанию плотности древесины.

Исследование показало, что стойкость древесин гвинейских пород различается очень сильно. Такие древесины, как копо<sup>1</sup>, капоке, абудикро (з), ниангон (з) к пятому году на линии грунта полностью сгнили. Как видим, это все заболонь или древесина безъядровых пород. Образцы из заболони сосны к этому времени имели состояние, соответствующее индексу 24. Обращает на себя внимание, что копо и капоке имеют меньшую плотность, чем сосна, а абудикро (з) и ниангон (з) — большую. До индекса 7—17 и 20, т. е. ниже индекса заболони сосны, разрушились соответственно акажу, ироко и ияла. Эти древесины имеют более высокую

<sup>1</sup> В данном случае приводятся лишь местные названия пород.



Образцы и модели, испытанные на полигоне Сенежской лаборатории:

*а* — образцы разных пород (*d* — 100, *l* — 800 мм); *б* — опоры натуральных сечений; *в* — модели строительных врубок; *г* — фанерные трубы



Образцы и модели, испытанные на полигоне Сенежской лаборатории:

*д, е* — модели конденсирующих конструкций; *ж* — модели стен старых построек; *з* — специальная модель



## 10. Состояние древесины гвинейских пород натуральных и пропитанных НМ

Древесина: заболонь (з), ядро (я)	Плотность в мо- мент пропитки, г/см <sup>3</sup>	Среднее общее поглощение, кг/м <sup>3</sup>	Индекс состоя- ния	Древесина: заболонь (з), ядро (я)	Плотность в мо- мент пропитки, г/см <sup>3</sup>	Среднее общее поглощение, кг/м <sup>3</sup>	Индекс состоя- ния	Древесина: заболонь (з), ядро (я)	Плотность в мо- мент пропитки, г/см <sup>3</sup>	Среднее общее поглощение, кг/м <sup>3</sup>	Индекс состоя- ния
Копо	0,28	$\frac{0}{0,59}$	$\frac{0}{60}$	Ироко (з)	0,55	$\frac{0}{0,55}$	$\frac{17}{80}$	Буадор (я)	0,65	$\frac{0}{0,83}$	$\frac{90}{95}$
Самбо	0,32	$\frac{0}{0,64}$	$\frac{57}{89}$	Ияла	0,56	$\frac{0}{1,14}$	$\frac{20}{90}$	Кполо (з)	0,68	$\frac{0}{0,68}$	$\frac{80}{86}$
Сосна (з)	0,37	$\frac{0}{0,70}$	$\frac{24}{75}$	Буадор (з)	0,57	$\frac{0}{1,36}$	$\frac{80}{97}$	Тали (я)	0,74	$\frac{0}{0,72}$	$\frac{90}{93}$
Капоке	0,38	$\frac{0}{0,97}$	$\frac{0}{90}$	Тие (я)	0,58	$\frac{0}{0,59}$	$\frac{90}{90}$	По (з)	0,75	$\frac{0}{1,30}$	$\frac{90}{90}$
Акажу (я)	0,45	$\frac{0}{0,60}$	$\frac{7}{70}$	Тие (з)	0,59	$\frac{0}{0,79}$	$\frac{62}{77}$	Тали (з)	0,78	$\frac{0}{0,68}$	$\frac{90}{91}$
Абудикро (з)	0,50	$\frac{0}{0,44}$	$\frac{0}{70}$	Кполо (я)	0,62	$\frac{0}{0,96}$	$\frac{80}{91}$	Ами (з)	0,80	$\frac{0}{0,60}$	$\frac{72}{90}$
Ниангон (я)	0,51	$\frac{0}{0,76}$	$\frac{82}{90}$	Дабема (з)	0,63	$\frac{0}{1,36}$	$\frac{83}{95}$	Азобе (з)	0,86	$\frac{0}{0,62}$	$\frac{90}{93}$
Ниангон (з)	0,52	$\frac{0}{0,27}$	$\frac{0}{80}$	Дабема (я)	0,65	$\frac{0}{0,87}$	$\frac{90}{97}$	Азобе (я)	0,89	$\frac{0}{0,54}$	$\frac{90}{95}$

Примечание. 0 — без пропитки. Поглощение НМ указано по меди.

плотность, чем сосна. Большинство других древесин, наоборот, показало очень высокую стойкость. Среди них илангон (я) — индекс 82; тне, дабема, буадор (я) — 90; тали, азобе (з, я) — 90; буадор (з), кполо (я) — 80; дабема (з) — 83. Все эти древесины значительно плотнее сосны и среди них много заболони. Высокую стойкость показали некоторые древесины и с низкой плотностью. Например, при плотности  $0,32 \text{ г/см}^3$  древесина самбо имела индекс 57.

Лишь попутно и кратко коснемся пропиточных свойств испытанных пород. Пропитка для каждой породы проводилась после определения пропиточной емкости материала и назначения соответствующей концентрации раствора антисептика. Несмотря на это, все же не было достигнуто равных поглощений, и они в основном колебались от  $0,27$  до  $1,36 \text{ кг/м}^3$ . К легкопропитываемым древесинам (поглощение  $>0,9 \text{ кг/м}^3$ ) можно отнести капоке, пйла, буадор (з), кполо (я), дабема (з), по (з). Как видим, здесь и древесины безъядровых пород, а также ядра и заболони отдельных пород. Труднопропитываемыми древесинами (общее поглощение  $0,27—0,50 \text{ кг/м}^3$ ) оказались заболони абудикро и илангона. Остальные древесины заняли среднее положение.

Результаты наблюдений по разрушению пропитанных образцов оказались следующими. Некоторые древесины со слабой стойкостью в естественном состоянии, например копо, акажу (я), абудикро (з), как и заболонь сосны, даже при защите с общим поглощением  $0,55—0,72 \text{ кг/м}^3$  показали недостаточную стойкость (индекс  $60—70$ ). Средняя по стойкости группа пород хорошо демонстрирует ранее обнаруженное [87] правило сложения натуральной и приобретенной защищенности. Высокая стойкость натуральных древесин с невысокой плотностью — самбо и илангона (я) указывает на присутствие в них сильных природных токсичных компонентов.

Данное исследование показало, что большинство древесин гвинейских пород обладает высокой стойкостью и во многих случаях может быть использовано без консервирования. Малостойкие древесины и особенно с малой плотностью должны консервироваться с тем большим поглощением, чем меньше их стойкость в натуральном состоянии. Исключение представляет древесина самбо, которая несмотря на низкую плотность достаточно хорошо природно защищена, поэтому во многих случаях может использоваться без дополнительной защиты.

## Определение корродирующего действия защитных средств

Усиление коррозии металлов характерно для многих химических соединений. Железные резервуары и коммуникации пропиточных установок могут разрушиться от коррозии в течение 1 года. Конструкции из пропитанной антисептиками или антипиренами древесины с креплением на гвоздях также быстро могут терять несущую способность. Частично вследствие высокой корродирующей способности перестали применять хлорид ртути, хлорид цинка, сульфат аммония, динитрофенол, кремнефторид аммония и др.

В настоящее время принято определять корродирующую способность всех вновь рекомендуемых защитных средств, но общепризнанного метода пока еще не предложено. В связи с этим работы ведутся разными методами, что не позволяет сравнивать соответствующие свойства защитных средств. Сепежская лаборатория применяет следующие методы определения корродирующего действия растворов защитных средств и пропитанной древесины.

**Растворы.** Используются пластинки из стали № 3 размером  $35 \times 75 \times 1$  мм. Поверхность их очищается мелкозернистой наждачной бумагой, протирается последовательно спиртом и эфиром. Затем пластинки взвешиваются с точностью до 0,01 г и подвешенные по три на капроновой нити погружаются в испытываемый раствор, налитый в стакан емкостью 100 мл. Каждый вариант опыта ставят в двух повторностях. Температура растворов в продолжение всего опыта поддерживается в пределах  $20 \pm 2^\circ \text{C}$ . Уровень раствора и его концентрация стабилизируются путем долива воды. Продолжительность опыта 30 сут. По истечении этого времени пластинки извлекаются из растворов, промываются в проточной воде и с их поверхности осторожно снимается рыхлый налет, после чего они вновь промываются проточной водой, ополаскиваются дистиллированной, а затем спиртом и эфиром. Очищенные таким образом пластинки взвешиваются.

По разности масс пластинок до и после опыта определяется коэффициент коррозии  $K$  и процент коррозии  $L$ . Расчет производится по формулам ( $\text{г}/\text{м}^2$ , сутки):

$$K = \frac{m_1 - m_2}{S\tau},$$

где  $m_1$  — начальная масса пластинки, г;  $m_2$  — масса пластинки после окончания опыта, г;  $S$  — площадь пластинки,  $\text{м}^2$ ;  $\tau$  — продолжительность опыта, сутки.

$$L = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100.$$

**Пропитанная древесина.** Используются пластинки из стали № 3 размером  $15 \times 30 \times 50$  мм и обычные гвозди  $d=3$  мм,  $l=50$  мм. Поверхность пластинок и гвоздей обрабатывается таким же образом, как при исследовании действия растворов. Образцы древесины размером  $15 \times 30 \times 50$  мм, выпиленные из заболони сосны и кондиционированные до влажности 8—10 %, пропитываются 3%-ными растворами испытываемых защитных средств и выдерживаются в комнате в течение 30 дней. Затем каждая пластинка помещается между двумя образцами древесины, которые плотно стягиваются капроновой нитью. Гвозди вбиваются заподлицо по 4 в торец каждого образца. Полученные таким образом комбинированные образцы помещаются во влажную камеру, где и выдерживаются при  $t=25^\circ\text{C}$  в течение 30 дней.

По истечении этого времени гвозди извлекаются из образцов и вместе с пластинками на 10—15 мин помещаются в 5%-ный раствор лимонной кислоты. Далее они обрабатываются так же, как и при исследовании действия растворов, и взвешиваются. В качестве контроля служат гвозди и пластинки, контактирующие с непропитанной древесиной. По приведенным выше формулам рассчитывают коэффициент и процент коррозии.

#### 11. Корродирующие свойства некоторых защитных средств

Защитное средство	Концентрация раствора, %	Коэффициент коррозии $K$ , г/м <sup>2</sup> сутки	Процент коррозии
Вода дистиллированная (контроль)	—	0,51	0,284
ПББ-211	6	0,11	0,084
ХМ-11	8	1,1	0,442
ХМФ-433	8	0,64	0,327
ХМК-221	5	3,68	2,662
ХМББ-3324	5	1,63	1,270

Примечание. Растворы ХМ-11, ХМФ-433, ХМК-221, ХМББ-3324 подкислялись до рН 4 уксусной кислотой.

В качестве примера приведем результаты исследований корродирующей способности растворов некоторых новых антисептиков, проведенных Б. И. Телятниковой и Л. В. Рыминой (табл. 11). Более подробная характеристика этих препаратов приводится на с. 129—134.

Как показало это исследование, все испытанные растворы и даже дистиллированная вода обладают способностью корродиро-

вать металлы. В условиях данного опыта все испытанные антисептики по возрастанию коэффициента коррозии составляют следующий ряд: ПББ-211, ХМФ-433, ХМ-11, ХМББ-3324, ХМК-221.

### Полигонные испытания

Методы полигонных испытаний в настоящее время находят всеобщее признание. Они позволяют устанавливать стойкость древесины в условиях, близких к условиям ее службы. В СССР полигонные испытания начаты позже, чем в других странах, но уже получили достаточный размах и приносят ценные результаты.

Обычно практика полигонных испытаний включает установку пропитанных образцов разных размеров в открытый грунт и периодический учет их состояния до выхода из строя. Поскольку на результаты испытаний влияют климатические факторы, полигоны располагаются в разных частях страны. Наибольшее развитие получило испытание с визуальной шкалой оценки результатов. Контакт с землей обычно избирается в связи с тем, что он более других условий отражает практику применения древесины с относительно короткими сроками службы, а мелкие и крупные образцы применяются соответственно для получения быстрой, хотя и менее надежной, и медленной, но более надежной информации. Визуальная шкала оценки результатов, кажущаяся на первый взгляд архаичной, на деле оказалась весьма эффективной.

История возникновения и развития полигонных испытаний за рубежом и в нашей стране описана нами ранее [87], поэтому остановимся лишь на главных положениях эволюции этого метода и его особенностях, представленных в отечественных модификациях.

Полигонные испытания, начатые Сенежской лабораторией в 1956 г., уже достигли больших масштабов (рис. 12 и вкладка). Создана географическая сеть полигонов. Помимо образцов разных сечений испытываются столбы натуральной величины и модели разнообразных конструкций. Результаты учитываются различными методами [136, 150] в зависимости от характера и назначения опыта. В качестве примера приведем шкалу индексов (табл. 12), разработанную Сенежской лабораторией и применяемую на всех полигонах СССР для учета состояния образцов.

Испытания проводятся в разных условиях (и при моделировании их) на образцах различных размеров — от карандаша до натурального столба. В связи с большим диапазоном климатических условий страны испытания по методике Сенежской лаборатории ведутся в семи пунктах: Сенеж Московской области, Архангельск, Баку, Красноярск, Рига, Ленинград, Киев. Благодаря

этому возникла возможность получения данных для районирования СССР по нормам расхода антисептиков.

За 20 лет существования полигона Сенежской лаборатории проведено большое количество исследований, давших ценные результаты [116]. С 1956 г. на образцах  $15 \times 15 \times 220$  мм исследуется сравнительная эффективность 19 отечественных и зарубежных антисептиков. Данные, полученные за 17 лет, по стандартизованным в СССР антисептикам при чистом поглощении  $20 \text{ кг/м}^3$  (КМ-200  $\text{кг/м}^3$ ) приведены на рис. 13. Они подтверждают прогнозы в отношении эффективности испытанных антисептиков, сделанные на основании учета состояния древесины на восьмой год исследований [87].

Как видим, наиболее эффективными антисептиками для защиты древесины в условиях контакта с землей являются КМ, ХМ-11 и препарат типа ПМ. Образцы, пропитанные ПХФН, после



Рис. 12. Общий вид полигона Сенежской лаборатории консервирования древесины

восьмого года начали разрушаться быстрее. Еще слабее был ХМХЦ-217. Антисептики КФН и ХХЦ-14 оказались малоэффективными. Устойчивость образцов, пропитанных ФН, мало отличалась от устойчивости контрольных.

Частичные результаты исследований скорости разрушения консервированной древесины в зависимости от климата на двух полигонах приведены в табл. 13. Как видим, средний индекс состояния образцов на южном полигоне значительно ниже, чем на центральном. Так, образцы, пропитанные МХМ-235 с поглощением  $1,7 \text{ кг/м}^3$  на центральном полигоне, через 12 лет имели индекс 54, а на южном — 20, пропитанные ФХМ-7751 с тем же чистым поглощением на южном полигоне уже вышли из строя, а на центральном еще имели индекс 23.

Наблюдение за уязвимостью строительных конструкций из консервированной и неконсервированной древесины, стоящих открыто, проводится на моделях из соснового бруса толщиной 120 мм (рис. 14). Приведем данные по антисептику ХМ-11 (табл. 14). Модели, пропитанные данным препаратом с общим поглощением  $9,5 \text{ кг/м}^3$ , через 14 лет практически не имели признаков загнивания. Непропитанные модели к этому времени уже

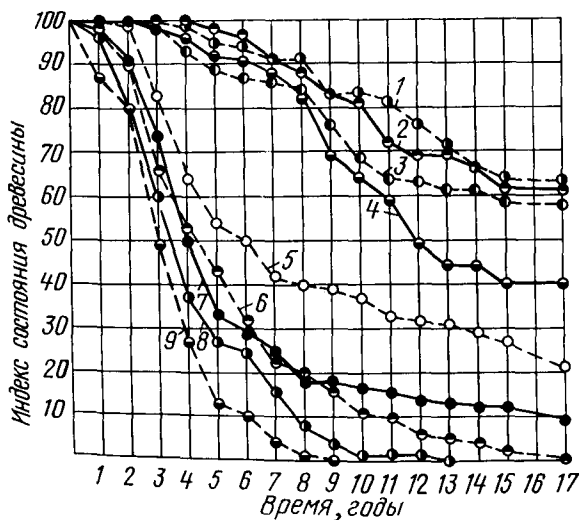


Рис. 13. Изменение состояния образцов на полигоне в течение 17 лет, пропитанных:

- 1 — ПХФМ; 2 — КМ; 3 — ХМ-11; 4 — ПХФН; 5 — ХМХЦ-217; 6 — КФН; 7 — ХХЦ-14; 8 — ФН; 9 — контроль

## 12. Шкала индексов для оценки состояния образцов при полигонных испытаниях

Наименование образцов	Визуальный индекс состояния древесины и фанеры				
	100	90	70	40	0
Средняя глубина гнили, мм					
Квадратные образцы древесины:					Образец утратил прочность и сломался в результате полного охвата гнилью всего сечения
малые, 6×6×220	0	Не более 1	Более 1, но менее 3	3	
средние, 15×15×220	0	Не более 2	Более 2, но менее 7,5	7,5	
большие, 40×40×500	0	Не более 2	Более 2, но менее 5	5 и более 5	
Круглые образцы древесины $D = 100 - 150$ мм, $l = 800$ мм	0	Не более 5	Более 5, но менее 15	15 и более 15	
Пораженные гнилью поверхности, %					
Образцы фанеры 3×120×300 мм	0	Не более 10	Более 10, но не более 30	Более 30, но не более 60	Более 60

Примечание. В случае локальных поражений с охватом гнилью до 30% периметра образца индекс ниже 90 повышается на одну ступень по сравнению с назначаемым по глубине гнили.

## 13. Состояние образцов (15×15×220 мм) через 12 лет испытаний на центральном (Сенеж) и южном (Баку) полигонах

Антисептик	Чистое поглощение, кг/м <sup>3</sup>	Индекс состояния древесины на полигонах	
		центральном	южном
Меднохромомышьяковый препарат МХМ-235*	1,7	54	20
	6,7	72	37
Фторохромомышьяковый препарат ФХМ-7751*	1,7	23	0
	7,1	47	30
	30,0	88	86
Препарат типа НММ**	1,1**	98	88
» » ПМ***	5,8	95	90

\* Составы препаратов см. на с. 142.

\*\* Поглощение указано по меди; растворитель — соляровое масло.

\*\*\* Растворитель — соляровое масло.



частично потеряли несущую способность из-за разрушения подземной части. В наземной части непропитанных моделей также началось разрушение, особенно в вертикальных шиповых соединениях, не защищенных от затекания воды.

Значение полигонных испытаний не исчерпывается возможностью относительной оценки антисептиков. Подобные испытания позволяют устанавливать и рациональные нормы их расхода в зависимости от объектов и условий службы, а также сроки службы консервированной древесины. Если даже принять, что современные нормы расхода сухих антисептиков изменяются лишь от 1 до 15 кг/м<sup>3</sup> и при этом вполне возможны ошибки (0,5—3 кг), устранение этих ошибок уже при достигнутых масштабах консервирования ведет к экономии 10—15 тыс. т антисептиков в год, что соответствует производительности крупного химического завода или к еще большей экономии в связи с устранением потерь в результате сокращения плановых сроков службы древесины.

**О методах натуральных испытаний антисептиков против термитов.** Значение защиты древесины в СССР от термитов за последнее время возросло в связи с поставкой промышленной продукции в развивающиеся страны с тропическим климатом [143]. Вместе с тем соответствующие исследования в СССР связаны с трудностями из-за того, что термиты, встречающиеся в Туркмении и на Украине,

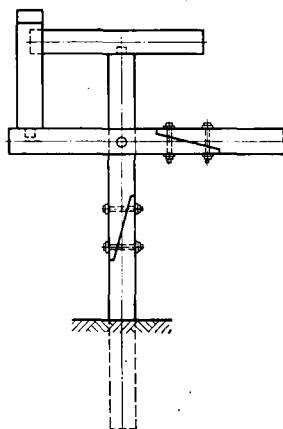


Рис. 14. Комплексная модель строительных узлов для испытаний на полигоне

14. Индексы состояния элементов моделей строительных узлов, пропитанных ХМ-11 с общим поглощением 9,5 кг/м<sup>3</sup>, после 14 лет испытаний

Антисептик	Надземные части			Подземная часть
	Усовой двойной зуб	Шип — гнездо	Горизонтальный брус	
ХМ-11	100	100	100	98
Контроль	88	79	86	55

не так активны, как обитающие в странах с влажным тропическим климатом.

Поскольку способы защиты древесины от термитов в некоторых странах разработаны детально [82], необходимо прежде всего умело использовать этот опыт. Так, незачем определять защищающую способность уже изученных за рубежом средств, помещая образцы в термитники, расположенные, например, в степи под Ашхабадом на год или два независимо от того, на защиту каких объектов, в каких условиях и на какой срок предполагается распространить результаты опыта [253, 279]. Образцы иногда закладывают без учета численности и активности разрушителей. Рядом с защищенными образцами располагают и контрольные, а результаты наблюдений выражают лишь в относительных показателях.

Поскольку защита древесины представляет собой экономическую проблему, следует и в случае защиты древесины от термитов соблюдать соответствие между степенью защищенности объекта и вероятностью его разрушения [95]. Для этого, однако, нужна экологическая классификация условий службы древесины, которой пока нет. Исследования на образцах, помещаемых в термитник, не являются для всех случаев правильными. Например, при определении защищающих норм расхода антисептиков для деталей машин они мало пригодны.

Следует учитывать, что прожорливость и всеядность термитов, о чем часто говорят практики в нетермитных районах, условны. Эти впечатления возникли при некритической оценке разрушений, наблюдаемых в тропических районах при большой численности и тесном поселении колоний. На самом деле, как свидетельствуют многие литературные данные и наблюдения автора, в Африке, Южном Китае и Туркмении термитам, как и многим другим организмам, свойственно избирательное отношение к пище, особенно ярко выраженное при достаточном ее количестве и разнообразии. Они мирятся с другой, обычно нежелательной для них пищей лишь в случае, если лучшей нет. Эти положения важны при оценке деятельности термитов и в степных субтропиках, где их активность ограничена во времени, определяется малой численностью, расходом времени на обеспечение себя водой [94].

У термитов в порядке проявления инстинкта работы есть некоторая склонность разрушать попавшиеся на пути (мешающие) объекты, не затрачивая много времени на отыскивание путей обхода, но вместе с тем они способны и отказываться от разрушения в случае каких-либо неблагоприятных свойств материала, например повышенной твердости, полированности, состава. Если мате-

риал служит пищей, то он, естественно, должен удовлетворять и условиям пищеварения, включая требования простейших кишечно-

Сведения о разрушении пластмасс, свинцовых оболочек кабелей, оргстекла и т. п. следует воспринимать осторожно. Это, как мы только что отмечали, совсем другое разрушение. Например, несмотря на гибель многих членов колонии из-за отравления, термиты могут разрушать перегородку из слабо консервированной древесины, если она отделяет их от источника пищи или воды. В этом случае разрушение, однако, имеет очень небольшие объемы.

Иногда, столкнувшись с пассивностью термитов, исследователи помещают в зону их действия образцы с приманками, например скрепляя защищенные и незащищенные материалы. Однако более предпочтительной кажется закладка образцов одновременно в несколько термитников и помещение контрольных образцов лишь в некоторые из них.

В связи с большой изменчивостью активности колоний, а также окружающих условий относительная оценка защищающей способности того или иного средства не может считаться удовлетворительной. Например, в практике микологических испытаний относительная (безмасштабная) оценка почти не применяется. Обычно оценка считается надежной, если степень разрушения в контроле достигла определенного уровня.

**Методы и результаты исследований зависимости скорости разрушения древесины при контакте с землей от климатических условий. Зональные коэффициенты.** Как уже указывалось, разрушение древесины в службе зависит от благоприятствования разрушителям тепловлажностных условий среды и продолжительности этого благоприятствования в году. Условия среды определяют скорость разрушения в момент их действия, а продолжительность благоприятных условий в году — годовую скорость.

В постоянных тепловлажностных условиях, например в условиях отапливаемых построек, скорость разрушения для каждого типа объекта относительно постоянна, а в переменных зависит от характера изменений условий. Например, в атмосферных и почвенных условиях она изменяется не только от типа объекта, но и от климатических факторов. В связи с этим при разбивке объектов по уязвимости для биоразрушителей на классы службы важно было бы учитывать не только тип объекта, но и влияние климатического (зонального) фактора, которое может быть выражено интегральным зональным коэффициентом. Однако пока, как показано в табл. 3 (см. гл. III), продолжительность периода активного разрушения разделена нами лишь на

два отрезка с точностью до 6 мес. Это сделано временно в связи с тем, что проблема, касающаяся рациональных соотношений параметров защищенности и условий службы, недостаточно разработана и сами зональные коэффициенты нуждаются в дополнительном изучении.

Учитывая изложенное, автор совместно с И. Г. Крапивиной [137] предложил метод определения зональных коэффициентов гниения древесины в открытой почве. Сущность метода заключается в ежегодной установке в грунт на полигоне в разных климатических зонах на разных почвах партий пезащищенных образцов древесины и ежегодном учете состояния этих образцов. Методом предусматривается проведение исследований с применением сосновых квадратных образцов ( $15 \times 15 \times 220$  и  $40 \times 40 \times 50$  мм) и круглых  $D=100$ ,  $l=800$  мм. Повторные серии закладываются ежегодно в течение 10 лет, что обеспечивает получение надежных данных по средней скорости разрушения. Ниже рассматривается методика и результаты опыта, поставленного на малых образцах, поскольку этот опыт наиболее близок к завершению.

**Методы и результаты определения зональных коэффициентов на малых образцах ( $15 \times 15 \times 220$  мм).** Опыт проводится на специальных площадках с тремя типами насыпных грунтов (дерново-подзолистом, глинистом и песчаном) при трех их значениях влажности, которые обеспечиваются размещением площадок на различном уровне по отношению к поверхности земли (рис. 15 и 16). Площадки подготавливаются следующим образом. Выкапывается 9 ям с размерами по дну  $96 \times 80$  см, из них по 3 ямы глубиной 10, 30 и 50 см. На дно каждой ямы насыпается слой глины толщиной 10 см, затем суглинка толщиной 5 см. На образовавшийся таким образом стандартный земляной поддон насыпается опытный грунт толщиной 15 см. Таким образом, на трех площадках опытный грунт располагается на уровне окружающей земли, на трех заглубляется на 20 см ниже уровня и на трех возвышается над уровнем земли на 20 см. Площадки ограждаются досками и в каждую из них ставится по 20 образцов на глубину, равную половине их длины. В районах сухого климата (южный полигон) образцы увеличенной длины устанавливаются на глубину 170 мм. Новые образцы ежегодно устанавливаются в августе, а старые осматриваются в сентябре. Состояние образцов оценивается по методике полигонных испытаний (см. табл. 12). Влажность древесины контролируется датчиками, представляющими собой вертикально погруженные в землю рейки размером  $15 \times 15 \times 110$  мм из заболони сосны, пропитанные препаратом ХМ-11. Для районов сухого климата длина датчиков увеличи-

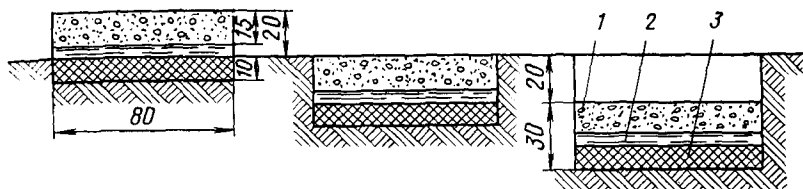


Рис. 15. Схема площадок для исследования зональных коэффициентов:

1 — активный слой (глина, песок, дерновая земля); 2 — буфер из суглинистого подзола; 3 — водонепроницаемая глиняная подушка

вается. Датчики взвешиваются в воздушносухом состоянии перед постановкой их в землю и затем через каждые 30 дней. По полученным результатам вычисляется влажность древесины. В качестве критерия для сравнения скорости разрушения древесины принято время, за которое образцы разрушаются до состояния, соответствующего индексу 50 [87].

Для изучения зональных коэффициентов рядом институтов в плане координации работ с Сенежской лабораторией ведутся многолетние исследования на зональных полигонах (см. с. 109). Результаты учета состояния образцов с полигонов поступают в Сенежскую лабораторию, где они обрабатываются, в резуль-



Рис. 16. Исследование зональных коэффициентов. Общий вид опытных площадок

тате чего строятся графики в координатах: индекс состояния — время в годах [137]. Опыт еще не закончен. Однако вследствие важности вопроса рассмотрим хотя бы кратко результаты учетов состояния древесины, полученные за 8 лет по всем полигонам, кроме северо-западного (Ленинград) и юго-западного (Киев), на которых исследования начаты позже.

**15. Продолжительность разрушения древесины до индекса 50 при испытаниях на Центральном и зональных полигонах**

Полигон	Площадка	Продолжительность разрушения, мес. на грунтах		
		дерново-подзолистом	глинистом	песчаном
Южный	Сухая	28	40	58
Западный		25	22	75
Центральный		26	24	66
Северный		27	31	85
Восточный		>120	>75	>120
Южный	Средняя по влажности	19	35	36
Западный		22	24	76
Центральный		22	27	63
Северный		32	42	>120
Восточный		>120	>120	>120
Южный	Влажная	21	28	45
Западный		24	24	75
Центральный		27	45	120
Северный		75	>115	>120
Восточный		>120	>120	>120

Сопоставление результатов (табл. 15) показывает, что, как правило, наиболее быстро разрушается древесина на южном полигоне (Баку) и наиболее медленно — на восточном (Красноярск). Так, до индекса 50 образцы на средних по влажности дерново-подзолистых грунтах южного полигона разрушились за 19 мес, а в условиях северного полигона — за 32 мес. На восточном полигоне (оказавшемся очень сухим) образцы могут достигнуть указанного состояния примерно за 10 лет.

В пределах полигона скорость разрушения существенно зависит от типа грунта. На всех полигонах древесина быстрее разрушается на дерново-подзолистом грунте и медленнее — на пес-

чаном. На глинистом грунте на всех полигонах получены неустойчивые результаты. Например, на центральном полигоне на площадках с умеренной влажностью состояние образцов достигало индекса 50 на дерново-подзолистом грунте за 1 год 10 мес, а на песчаном — за 5 лет 3 мес. На глинистых площадках в одних случаях образцы стояли без признаков разрушения много лет, а в других — выбывали из строя за 1—2 года.

Различия в скорости разрушения образцов, как показали результаты микологических исследований, в значительной степени зависят и от наличия в грунтах грибной инфекции. Например, высокая и относительно постоянная скорость разрушения образцов на площадках с дерново-подзолистым грунтом определяется стабильным наличием в нем зачатков дереворазрушителей. Низкая скорость разрушения образцов на песчаных грунтах (песок глубинный, привозной) вызывается тем, что в данном случае действуют неспециализированные виды грибов, инфицирование грунта которыми происходит быстрее. Нерегулярность процесса разрушения образцов на глинистых площадках связана с колебаниями инфицированности данного грунта.

В пределах одного грунта различия в скорости разрушения зависят от тепловлажностного режима, определяемого положением площади относительно уровня земли. Эти различия, однако, все же меньше, чем при рассмотренных выше факторах. Характерно, что на южном полигоне относительно высокие скорости разрушения наблюдались на заглубленных, более влажных пло-

**16. Ряды продолжительности разрушения образцов на полигонах по климатическим зонам при одинаковой степени благоприятствования процессу**

Полигон	Продолжительность разрушения до индекса 50, мес. в условиях			
	благоприятных		неблагоприятных	
	на грунтах			
	дерново-подзолистом	песчаном	дерново-подзолистом	песчаном
Южный	19	36	28	58
Западный	22	75	25	—
Центральный	22	63	27	120
Северный	27	>120	75	>120
Восточный	>120	>120	>120	>120

площадках, а на северном — на высоких и сухих, более прогреваемых площадках.

В связи с тем, что на однотипных площадках разных полигонов складываются неодинаковые условия благоприятствования процессу разрушения, анализ результатов опыта можно провести и путем сопоставления данных, полученных на разных полигонах при одинаковой степени благоприятствования процессу. Тогда, расположив полигоны по возрастанию времени разрушения образцов до индекса 50 для благоприятных и неблагоприятных условий разрушения, т. е. для наибольших и наименьших скоростей процесса, получим ряды, представленные в табл. 16.

Если по данным этой таблицы определить кратность времени для разрушения древесины до индекса 50 на различных полигонах по отношению ко времени для аналогичного разрушения древесины на центральном полигоне, получим зональные коэффициенты скорости разрушения (табл. 17).

**17. Зональные коэффициенты скорости разрушения древесины на различных полигонах**

Полигон	Зональные коэффициенты скорости разрушения в условиях			
	благоприятных		неблагоприятных	
	на грунтах			
	дерново-подзолистом	песчаном	дерново-подзолистом	песчаном
Южный	0,9	0,6	1	0,5
Западный	1	1,2	0,9	—
Центральный	1	1	1	1
Северный	1,2	>1,9	2,8	>1
Восточный	>5,5	>1,9	>4,4	>1

**НЕДОСТАТКИ СОВРЕМЕННЫХ ЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ И ИЗЫСКАНИЕ НОВЫХ**

В настоящее время применяется много защитных средств, большинство из которых остаются перспективными. К ним относятся и невымываемые водорастворимые препараты [187], и органикорастворимые препараты на основе пентахлорфенола [84, 108, 109] и гексахлорана, и ряд других антисептиков, например фториды, хлорид цинка, соединения бора и пр. [187, 236, 345].



Несмотря на это, продолжают изыскания новых препаратов. Вызвано это повышением требований к их эффективности. Например, при разнообразии имеющихся водорастворимых защитных средств среди них пока нет невымываемых и легко проникающих или способных одновременно эффективно защищать материал от биоразрушения и возгорания. Растворы всех наиболее известных органикорастворимых препаратов легко воспламеняются и в той или иной степени повышают горючесть материала. **Некоторые соображения по выбору компонентов антисептиков.** Эмпирический подход к выбору химических соединений для использования их в качестве антисептиков никогда не давал хороших результатов. Однако попытки найти теоретические пути отбора таких веществ также еще не увенчались успехом. Тем не менее последний путь все более и более привлекает внимание исследователей [77].

Иногда [287] химические вещества, которые можно использовать в качестве антисептиков для древесины, по характеру воздействия на грибную клетку делят на две группы: внутриклеточные яды, блокирующие определенные ферменты, и яды, блокирующие обязательные для деструкции ферменты экзотеллюлярные процессы. Такое деление, однако, следует воспринимать как некоторую схему, указывающую на возможность различного механизма отравления клеток. Из этого же вытекает и решающее значение среды, в которой происходит контакт яда с клеткой, например ее кислотность, наличие в ней поверхностно-активных веществ и пр. Экспериментально установленный эффект синергизма двух разнотипных по механизму действия ядов также указывает на многообразие типов отравления живой клетки. Остается в силе и положение автора [77] о повышенной токсичности веществ, предположительно слабо участвовавших в эволюции организмов, против которых они будут направлены.

Некоторые достаточно токсичные вещества в целом все же не могут быть самыми благоприятными в качестве защитных средств для древесины. Например, соединения меди и хрома, а также бура (десятиводный тетраборат натрия) и кальцинированная сода усиливают тление древесины. Использование некоторых соединений ограничивает их повышенная летучесть, неоптимальная растворимость, легкая вымываемость из древесины, гигроскопичность, несовместимость с другими компонентами, способность гидролизовать древесину.

Сенежская лаборатория на протяжении многих лет ведет поиск эффективных защитных средств широкого спектра действия, в том числе биоогнезащитных.

**Построение многокомпонентных защитных средств.** Было разра-

ботано несколько таких защитных средств, нашедших практическое применение. Подробно они рассматриваются ниже. Здесь же затронем кратко лишь основные принципы их построения.

Прежде всего следует отметить, что роль компонентов защитных средств заключается в усилении каких-либо их свойств или в расширении спектра их действия. В связи с этим одни соединения вводятся в препараты как компоненты направленного действия, расширяющие функции препарата в целом, включая, например, защиту от возгорания, увлажнения и даже упрочнения материала, а также как компоненты, усиливающие действие друг друга (эффект совместного действия), другие — для образования в древесине новых токсичных и устойчивых соединений и третьи — лишь для улучшения технологических свойств препарата (повышение растворимости и проникаемости) или эксплуатационных свойств (снижение высаливания, устранение неблагоприятной окраски).

Опираясь на различную стойкость комплексов биоразрушителей к токсическим воздействиям различного типа и отдельных их видов к одному отравляющему веществу, следует в качестве одного из главных критериев изыскания антисептических препаратов использовать направленность пвидового действия компонентов препарата. Таким образом можно скорее найти вещества, эффективные против вредных организмов, неопасные для человека. **Изыскание препаратов для защиты пиломатериалов от синевы и плесени при атмосферной сушке.** Если не считать народных рецептов, родоначальницей антисептиков для защиты сырых пиломатериалов от синевы и плесени является кальцинированная сода. Широкое применение в виде 7—8%-ных водных растворов она получила в 20-х годах в США при обработке пиломатериалов хвойных пород. В те же годы для обработки пиломатериалов лиственных пород была использована и бура [371].

В 20-х и начале 30-х годов усиленно искали более эффективные водорастворимые вещества, испытывались сотни соединений, но ничего более эффективного найдено не было. Лучше других оказались: хлорид ртути, хлорид цинка и фторид натрия, но по отношению к грибам синевы и плесени они даже уступали соде и буре. Лишь в 1928—1932 гг. Медиссонская лаборатория (США) испытала этилртутные и хлорфенольные соединения, а соответствующие фирмы начали выпускать специальные препараты лигназаны и доусайды Р и II. Этилртутные и хлорфенольные препараты имели преимущество перед содой и бурой, но они все же были признаны недостаточно удовлетворительными. В 1935 г. в США был предложен препарат доусайд G, содержащий ПХФН, и некоторые другие препараты семейства доусайд. В это же время

в СССР П. И. Рыкачев при содействии Н. Н. Мельникова подробно изучил этилртутные, фенольные и хлорфенольные соединения. В результате были предложены препараты ноксид Р-37 (натровый фенолят оксидифенила) и пентацид Р-38 (ПХФН).

Этилртутные препараты, содержащие главным образом этилмеркурхлорид (лигназан-I) и этилмеркурфосфат (лигназан-II), исследовались в ВИАМе и были рекомендованы для защиты всех пород в виде растворов, содержащих 0,01—0,02 % основного начала. Эти препараты хорошо диффундируют в материал, весьма эффективны против большинства грибов синевы, но слабо действуют на некоторые плесневые грибы и в малых концентрациях при невысокой скорости сушки древесины даже стимулируют их развитие. Они не образуют нерастворимых соединений на поверхности древесины, летучи, малостойки против вымывания и в то же время опасны для человека.

Препараты, содержащие хлорфенольные соединения, — доусайд Р (хлорортооксидифенолят натрия + тетрахлорфенолят натрия), доусайд Н (тетрахлорфенолят натрия), доусайд G, сантобрайт и пентацид Р-38 рекомендованы в концентрации около 1 % главным образом для хвойных пород. Исключение составил доусайд Н, который применялся в США для лиственных пород. Эти препараты в одинаковой степени эффективны против грибов синевы и плесени. В отличие от этилртутных они слабо диффундируют, но зато менее летучи и более стойки против вымывания. Защищая поверхность, они, однако, при малейшем запоздании с обработкой не препятствуют подслонному развитию поражения. Для рабочих, занятых обработкой, эти препараты не совсем безвредны, так как при недостаточном соблюдении правил техники безопасности могут вызвать раздражение слизистых оболочек и кожи.

В США в 1941—1945 гг. в связи с дефицитом ртутных и хлорфенольных соединений основные препараты — лигназаны и доусайды расходовали лишь для укрепления растворов соды и буры и при этом получали удовлетворительные результаты. Это привело к появлению таких препаратов, как нокстейн (ПХФН + сода + бура) и перматоксы — 1S и 10S (ПХФН + бура) [77].

В Сенежской лаборатории исследования антисептиков для пиломатериалов начались в 1947 г., когда она находилась в Химках. В основу этих работ были положены определенные теоретические предпосылки. В частности, исходя из различной стойкости к ядам грибов одного экологического комплекса был предложен метод построения антисептических препаратов с компонентами направленного действия [77]. Для этого считалось необходимым испытывать возможные компоненты препаратов против

отдельных видов грибов, слагающих тот или иной экологический комплекс. Такие испытания были названы по виду обыви (см. с. 82).

Исследование по данному методу заключается в испытании различных соединений против различных видов грибов по отдельности. Из испытанных соединений отбираются наиболее эффективные против отдельных групп видов грибов. Для использования в качестве компонентов препарата, определения между ними рационального соотношения и выявления эффекта совместного действия они дополнительно испытываются парными или большими комбинациями против тех же видов или против комплекса грибов в целом. Как правило, в препаратах с компонентами, подобранными таким образом, общая концентрация наиболее опасных для человека соединений снижается за счет введения в состав более безопасных компонентов или за счет эффекта совместного действия компонентов. Одновременно эффективность такого типа антисептиков и отношение ее к концентрации (что мы называем потенциалом препарата) будет максимальной. Поскольку грибы обладают высокой приспособляемостью к токсическим веществам, наличие в препарате нескольких разнотипно действующих начал затрудняет возможность такого приспособления.

Изыскание препарата с компонентами направленного действия было проведено автором совместно с П. И. Рыкачевым. В условиях смешанной инфекции были исследованы по методу штабелков в контейнере (см. с. 86) отдельные вещества, например сода и бура, ранее неудачно применявшиеся для антисептирования пиломатериалов, и такие антисептики, как ПХФН и этилмеркурофосфат, считающиеся недостаточно удовлетворительными, а отчасти вредными для человека. Испытывались и смеси из этих четырех веществ. В качестве контрольных были использованы лучшие американские препараты нокстейн и перматокс [76, 77]. Опишем предварительно часть опыта, касающуюся испытаний отдельных веществ, и рассмотрим для примененных концентраций (табл. 18) только остаточную флору.

На планках, обработанных содой, еще развивалось значительное количество грибов, но среди них наиболее часто встречался лишь *S. lobulata*, образуя на древесине из-за конидиальных спороношений черный, сажистый налет. Вместе с тем многие виды грибов, развивающиеся на контрольной древесине, в этом случае совсем отсутствовали. Следовательно, развитие *S. lobulata* здесь было вызвано не только его слабой чувствительностью к соде или даже стимуляцией, но и снижением конкуренции со стороны антагонистов. Подслоная синева наблюдалась даже на значительной глубине.

18. Концентрация веществ, испытанных для построения препаратов с компонентами направленного действия

Компоненты антисептиков, испытанные по отдельности	Содержание в растворе химически чистого соединения, %		
Кальцинированная сода	6,48	7,20	8,00
Бура	3,00	3,60	4,32
Пентахлорфенолят натрия	0,39	0,72	1,44
Этилмеркурфосфат	0,020	0,036	0,045

На планках, обработанных бурой, лидером остаточной флоры был *Trichosporium heteromorphum* Nannf. Если на древесине, обработанной содой, грибы рода *Fusarium* встречались мало, то здесь они присутствовали часто. Подслоиная синевя, наоборот, практически не встречалась.

На древесине, обработанной ПХФН, степень защищенности была значительно выше, чем на древесине, обработанной содой или бурой, но остаточная флора все же была. Доминирующее место занимал *Leptographium Lundbergii* Lag. et Mell. и частично некоторые виды рода *Fusarium*. Подслоиная синевя встречалась, но на очень небольшой глубине.

Древесина, обработанная этилмеркурфосфатом, оказалась частично пораженной комплексом грибов, среди которого преобладала голубая плесень, вызываемая грибом *Penicillium meleagri-pum* Biourge. Подслоиной синевы не было.

Исследование эффективности смесей рассмотренных выше веществ показало, что остаточная флора при их применении во всех случаях обедняется. На рис. 17 приведены конечные результаты учета остаточной флоры при увеличении количества компонентов. На нем отчетливо видно, как повышается эффективность препарата с введением в него дополнительных компонентов. С учетом результатов этих исследований была построена гамма многокомпонентных препаратов, составы которых подвижны и определялись условиями и задачами применения. Они представляли собой смесь ПХФН с бурой или содой в присутствии небольшого количества этилмеркурфосфата (ЭМФ) или без него. Один из оригинальных составов (ПХФН+сода+ЭМФ) был наиболее эффективен, поэтому именно он нашел наибольшее применение на практике и стал известен как препарат ГР48 [139]\*.

\* За это исследование авторам в 1950 г. была присуждена премия Академии наук СССР.

Контроль	Сода	Сода+бура	Сода + бура + пентахлор- фенолят натрия	Сода + бура + пента- хлорфенолят натрия + этилмеркур- фосфат
<i>Cladospizium heterozozium</i>				
<i>Atzezia humicola</i>				
<i>A. tenuis</i>				
<i>Tichospizium heterozozium</i>				
<i>Pullularia pullulans</i>				
<i>Phialophora fastigiata</i>				
<i>Aposphaeria pinea</i>				
<i>Hormiscium antiquum</i>				
<i>Ophiostoma piceae</i>				
<i>O. comata</i>				
<i>Leptographium Lundbergii</i>				
<i>Penicillium commune</i>				
<i>P. melanocephalum</i>				
<i>P. nigrum</i>				
<i>P. violaceum</i>				
<i>P. ammoniophilum</i>				
<i>P. brevicaulis u. glabra</i>				
<i>P. divergens</i>				
<i>P. luteum</i>				
<i>Verticillium glaucum</i>				
<i>V. candelabrum</i>				
<i>Stachybotrys sobulata</i>				
<i>Sarcinella heterozozia</i>				
<i>Didymostictia capitata</i>				
<i>Isaria calva</i>				
<i>Epicoccium purpurascens</i>				
<i>Acrostalagmus alba</i>				
<i>Tuberularia sp.</i>				
<i>Fusarium N1</i>				
<i>Fusarium N3</i>				
<i>F. coeruleum</i>				
<i>F. rose</i>				
<i>Fusarium N6</i>				
<i>Fusarium N7</i>				
<i>Fusarium N8</i>				
<i>Fusarium N9</i>				
<i>Fusarium N10</i>				
<i>Fusarium N11</i>				
<i>Peniophora gigantea</i>				
<i>Corticium leae</i>				
Итерильный базидиомицет				
<i>Peziza sp.</i>				
<i>Chaetomium sp.</i>				
<i>Buzgaa anamata</i>				

Рис. 17. Изменение остаточной флоры при увеличении числа компонентов препарата. Густота штриховки пропорциональна эффективности действия антисептика на тот или иной вид гриба

**Реконструкция некоторых препаратов путем изменения соотношения компонентов или их замены.** Многие известные препараты, нашедшие широкое применение, иногда можно улучшить, уточнив их рецептуру. Это возможно в тех случаях, когда последняя была предложена как примерная или на основе использования временно несбалансированных продуктов. Усовершенствование оправдано и когда появляется необходимость повышения безопасности препарата или возможность увеличения его эффективности на основе новых закономерностей.

В нашей практике было несколько случаев успешного пересмотра рецептуры известных препаратов. Рассмотрим два из них. Один случай касается состава известного антисептика селькур, предложенного в Англии еще в прошлом веке и известного в СССР как кислый хромат меди, препарат ХМ-5 или ХМ-11, а другой — омедненного хромированного хлорида цинка (ХМХЦ), применяемого в США и СССР.

**Препарат ХМ-32.** Считается, что соотношение в препарате ХМ-11 бихромата натрия и сульфата меди 1 : 1 стехиометрически не оправдано. Экспериментально проверить это долго не удавалось, хотя сами по себе такие «круглые» соотношения казались лишь примерными, особенно при условии, что химически активные компоненты древесины, необходимые для обеспечения эффективности антисептика, представлены в разных породах не в одинаковом количестве. И действительно, исследованиями, проведенными в Сенежской лаборатории, установлено, что соотношение компонентов 1 : 1 не является оптимальным. При нем в древесине фиксируется не более 80 % введенного количества меди. Как уже указывалось, фиксация компонентов препарата ХМ-11 в древесине заключается в осаждении на ее волокнах кислого хромата меди. Для этого в древесине должна быть создана щелочная среда. Подщелочение среды происходит в результате восстановительно-окислительной реакции, протекающей между бихроматом и фенольными группами лигнина. Следовательно, бихромат натрия или калия, содержащийся в препарате, лишь частично расходуется на образование кислого хромата меди. По-видимому, при соотношении компонентов препарата 1 : 1 некоторое количество сульфата меди в древесине остается незафиксированным из-за недостатка бихромата.

Эксперименты, проведенные в лаборатории, показали, что наиболее устойчивой к вымыванию является модификация препарата, в которой содержится 3 части бихромата щелочного металла и 2 части сульфата меди [122]. В результате возникла модификация препарата ХМ-32. В древесине, пропитанной этой модификацией, фиксируется 90 % и более введенной меди.

Препарат ХМХЦ. В состав данного препарата по рецептуре США входят хлориды меди (7%), цинка (73%) и бихромат натрия (20%). В связи с тем, что в СССР технический хлорид меди не производится, он был заменен сульфатом меди. Проведенные испытания защищающей и корродирующей способности обоих препаратов показали, что они как антисептики идентичны по своим свойствам.

В результате проведенных исследований предложен препарат ХМХЦ [142] следующего состава (%): сульфат меди 7—10; хлорид цинка 70—73; бихромат натрия 20—23. В данном случае бихромат натрия и сульфат меди могут участвовать при различном их соотношении, примерно от 3:1 до 2:1. Бихромат натрия здесь играет ту же роль, что и в препаратах ХМ-11 и ХМ-32, но стехиометрически рассчитывается не только на сульфат меди, но и на хлорид цинка. Поэтому по аналогии препарат целесообразно именовать не МХХЦ, а ХМХЦ.

Дальнейшее развитие группировки хром-медь. Другие группировки. Значение антисептика селькур не ограничено только его широким применением. Принцип, положенный в основу его рецептуры, оказал заметное влияние на развитие отечественных защитных средств с участием бихромата. Как уже указывалось, феномен селькура проявился в весьма эффективной для консервирования древесины способности шестивалентного хрома при контакте с лигнином восстанавливаться, подщелачивать среду и вызывать осаждение на волокнах труднорастворимого и токсичного хромата меди. Теперь это важное явление широко используется при построении и других, более сложных препаратов, но соотношение бихромата и сульфата меди в зависимости от задач и наличия других компонентов меняется. Иногда присутствие меди в препарате понижают и из-за ее способности усиливать тление древесины.

Таким образом, бихромат щелочного металла и сульфат меди находят и, по-видимому, будут находить применение в защитных препаратах как связанная пара компонентов с расчетным соотношением между ними, а также между данной парой и другими компонентами. Для привлечения внимания к этой паре назовем ее группировкой ХМ (хром-медь).

Установлено, что антисептическая эффективность группировки ХМ при определенном соотношении компонентов может быть усилена добавлением других соединений. Особенно эффективно добавление к ней солей фтора. Как известно, при соотношении компонентов группировки 1:1 та часть хрома, которая переходит в трехвалентную форму, теряется для защиты. В случае введения в состав, например фтористого натрия, эта часть пере-



ходит в актив, так как с участием трехвалентного хрома в древесине образуется другой токсичный и относительно устойчивый компонент — хромкриолит.

Вместе с тем группировка ХМ и при любом соотношении компонентов не является обязательной во всех случаях. Ее медный компонент подвержен не только частичной, но и полной замене. Например, известны препараты типа ФХМ (фтор-хром-мышьяк) или типа ЦХМ, один из которых известен как Болиден БИС (цинк-хром-мышьяк). Таким образом, хромовый компонент является более ведущим и постоянным, способным образовывать, например с цинком, фтором и мышьяком, свои эффективные группировки также с подвижным соотношением компонентов. Назовем эти группировки ХЦ (хром-цинк), ХФ (хром-фтор) и ХМ (хром-мышьяк).

Изложенные представления о группировках наиболее часто используемых компонентов упрощают построение, оценку и классификацию защитных средств, частично облегчают понимание механизма их действия и изложение материалов исследований.

**Разработка препаратов расширенного спектра действия.** С конца 60-х годов в Сенежской лаборатории применяется более широкое толкование ранее изложенного [77] принципа построения препаратов с компонентами направленного действия. Этот принцип был распространен и на препараты, призванные защищать материал не только от грибов одного тесного комплекса, но и от биоразрушителей, развивающихся в различных экологических условиях, но объединенных одним общим местом службы материала. Основанием для этого и для организации содействующих исследований послужило установление факта неодинаковой эффективности имеющихся антисептиков против различных видов грибов, развивающихся в одной конструкции.

Например, в постройках различного типа на одной конструкции можно встретить гниль типа Soft rot, вызываемую комплексами микромицетов, гниль от нескольких видов домовых грибов и разрушение насекомыми. Общий экологический фон такой конструкции (пола, крыши, стены) может быть одинаковым, хотя условия на ее отдельных участках или даже на одном участке, но на различной глубине иногда настолько различны, что допускают развитие разных групп биоразрушителей, обладающих неодинаковой стойкостью к тем или иным токсическим веществам.

К сожалению, пока нет таких средств, которые могли бы защитить материал от всех видов разрушения. Например, препарат ХМ-11, эффективный против гнили Soft rot, слабо защищает древесину от точильщиков и при дозировке, достаточной против ми-

кромцетов, не защищает от *S. cerebella*. Его растворы относительно слабо проникают в древесину, поэтому защита оказывается малоэффективной и в тех случаях, когда пропитка под давлением производиться не может, как например при ремонтных работах без разборки конструкций. При таких условиях для получения комплексной защиты необходимо применять двойную пропитку различными средствами, что весьма неудобно. Так возникла необходимость изыскания препаратов расширенного спектра действия.

Из исследований, проведенных в таком направлении в Сенежской лаборатории, опишем те, которые касаются использования в качестве основы для новых препаратов описанной выше группировки ХМ, а в качестве дополнительных компонентов — соединений фтора. Было предложено три таких препарата. Первый препарат ХМА имеет следующий состав (% по массе): 10—25 биохромата натрия, 10—25 сульфата меди и 50—80 КФА. Во второй препарат ХМФ входят (% по массе): 40—50 бихромата натрия, 20—30 сульфата меди и 20—30 фторида натрия [318]. В данном случае группировка ХМ участвует при соотношении компонентов от 5 : 2 до 4 : 3. Третий препарат ХМК содержит 40—48 бихромата натрия, 40—48 сульфата меди и 4—20 КФН [132]. В этих препаратах в качестве трудновываемого и высокоэффективного компонента, направленного против умеренной гнили, используется проверенная ранее группировка ХМ, а в качестве компонента, направленного против домовых грибов, — КФА, ФН и КФН.

Использование КФН, несмотря на его пониженную растворимость (0,65% при  $t=20^{\circ}\text{C}$ ), считается возможным. Как показали исследования, этой растворимости в ряде случаев вполне достаточно. Например, при чистых поглощениях раствора ХМК сухой древесиной около  $500\text{ л/м}^3$  в древесину в качестве компонента направленного действия вводится  $3\text{ кг/м}^3$  кремнефторида натрия. Вместе с тем пониженная растворимость КФН содействует его сохранению в пропитанной зоне до возникновения новообразований, а также более длительному сохранению в древесине незафиксировавшегося по тем или иным причинам остатка.

Некоторое опережение проникновения фтора, характерное для этих препаратов и наблюдающееся не только при пропитке, но и при диффузионном перераспределении, несколько уменьшает количество эффективных токсических новообразований, возникающих за счет взаимодействия соединений хрома и фтора, но вместе с тем повышает глубину пропитки и обеспечивает стерилизацию и защиту наиболее глубоких слоев, что важно при консервировании старых построек.

Скользкие соотношения компонентов данных препаратов дают возможность применять различные их варианты в зависимости от того, против какого типа разрушения желательнее усилить действие препарата. Например, по препарату ХМФ для условий, когда наиболее вероятно разрушение от домовых грибов, предпочтительнее применить модификацию препарата с соотношением компонентов 4 : 3 : 3 (ХМФ-433), а когда большая опасность ожидается от развития почвенных грибов или грибов комплекса *Soft rot*, следует использовать модификацию с большим содержанием хрома, например с соотношением компонентов 5 : 3 : 2. Так же следует выбирать и соответствующие модификации препарата ХМК. Для условий первого типа целесообразно применять ХМК-221, а для условий второго типа — ХМК-661. Для обоих препаратов в соответствующих условиях возможно применение и промежуточных составов. Препарат ХМА пока менее изучен, но все же можно указать одну из наиболее эффективных его модификаций с соотношением компонентов 3 : 2 : 5.

Для новых защитных средств считалось необходимым проверить их токсичность по отношению к домовым грибам и особенно к *S. cerebella*, поскольку эффективность группировки ХМ-11 против грибов умеренной гнили сомнений не вызывает. Результаты испытаний [145], проведенных Л. В. Рыминой под руководством автора, приведены ниже:

Марка препарата	ХМК-441	ХМФ-532	ХМ-11
Пороговое поглощение $R_{95}$ , %	1,9	2	>15

Испытания показали, что данные препараты обладают практически равной токсичностью против гриба *S. cerebella*, по примерно в 7 раз большей, чем препарат ХМ-11.

**Разработка комплексных (биоогнезащитных) препаратов.** Когда защита направлена против биоразрушения и других факторов, отрицательно влияющих на древесину (возгорание, увлажнение, разбухание), или когда предусматривается биозащита и улучшение свойств древесины (повышение прочности, желательное изменение цвета), применяются препараты, которые мы называем комплексными. Если в препаратах для защиты от биоразрушения и возгорания преобладает первая функция, они называются биоогнезащитными, а если вторая — огнебиозащитными. Могут встретиться и другие построения. Тогда в основу названий препаратов также закладываются их главные функции. Чем шире планируется защитный комплекс препарата, тем труднее создать препарат. Поэтому препарат с широким защитным комплексом пока нет. К тому же большая широта комплекса не всегда необходима.

Наибольшее внимание привлекают препараты, защищающие от биоразрушения и возгорания с различным соотношением эффективности в этих направлениях защиты. И, действительно, например, деревянные дома, мосты, эстакады, зрелищные предприятия, больницы, ясли, многие сельскохозяйственные постройки, а также объекты музеев под открытым небом, памятники истории и культуры нуждаются в том и другом типе защиты.

Вместе с тем значение комплексных препаратов не должно переоцениваться. Нужны препараты чисто антисептические и чисто антипиренные. Для защиты от биоразрушения в трудных условиях службы требуются обычно общие поглощения антисептиков, не превышающие  $20 \text{ кг/м}^3$ , а для высокой защиты от возгорания — общие поглощения антипиренов не менее  $40\text{—}60 \text{ кг/м}^3$ . Но при поглощении  $60 \text{ кг/м}^3$  и многие антисептики обеспечивают заметную защиту от возгорания. Они для этого, однако, не применяются, потому что такая защита обошлась бы дорого. В связи с этим комплексные препараты почти так же, как и антипирены, должны быть дешевыми. Важно и то, что там, где больше вероятность гниения, обычно меньше вероятность возгорания и наоборот. Например, детали полов нижних этажей, сваи, трубы, шпалы, некоторые береговые сооружения и многие другие элементы, соприкасающиеся с землей или водой и не имеющие значительных верхних строений, сильно гниют, но слабо возгораются, а детали чердаков, межэтажных перекрытий, закрытых павильонов, складов весьма уязвимы для огня и достаточно устойчивы к гниению.

При построении биоогнезащитных препаратов, естественно, необходимо соблюдать целый ряд требований, изложенных выше для хромомеднофтористых препаратов. В частности, следует предусматривать хорошую проникающую способность хотя бы одного из компонентов, который в этом случае мог бы защищать глубокие слои.

При разработке рецептуры комплексных препаратов в первую очередь мы исходили также из возможности использования в качестве антисептических компонентов группировки ХМ (см. выше) и ПХФН. В качестве антипиренного компонента в основном была избрана смесь борных соединений, названная по мотивам, аналогичным изложенным выше (см. с. 128), группировкой ББ.

Особенности группировки ББ не менее интересны, чем группировки ХМ. Она также очень подвижна. При изменении соотношения между бурой и борной кислотой меняются растворимость смеси и свойства раствора. При соотношении  $1,54:1$  в растворе

образуется высокорастворимый пентаборат, а растворимость смеси при  $20^{\circ}\text{C}$  — 30%. При уменьшении количества буры в смеси в растворе могут образовываться другие бораты, в частности с более высокими антипиренными свойствами. Таким образом, группировка ББ в зависимости от требований может использоваться при различном и в каждом случае определенном соотношении компонентов, определяемом их растворимостью и задачами защиты.

Важной чертой борных соединений в комбинации с группировкой ХМ или ПХФН является их более высокая, чем у последних, капиллярная и диффузионная проникающая способность. Опережая фиксирующиеся компоненты, они проникают в глубокие слои и оказываются там достаточно устойчивыми против вымывания вследствие значительной глубины залегания.

В результате исследований предложены такие препараты, как ПББ с составом (% по массе): 10 — 50 ПХФН, 25 — 45 буры и 25—45 борной кислоты [138], ПБС с составом 8—40 ПХФН, 30—45 борной кислоты и 30—46 кальцинированной соды и ХМББ с составом 10—25 бихромата натрия, 10—25 сульфата меди, 25—40 буры и 25—40 борной кислоты [130]. Как показали более поздние исследования, в препаратах типа ХМББ соотношение компонентов целесообразнее применять и в более широком диапазоне, например (% по массе): 4 — 25 бихромата, 4—25 сульфата меди, 0—24 буры и 20—75 борной кислоты при введении в раствор 0,2—1% ледяной уксусной кислоты. Это позволяет использовать более разнообразные группировки ХМ и ББ и более широкий диапазон соотношений между ними.

В препаратах ПББ и ПБС в качестве трудновымываемого, хотя и слабо проникающего компонента, создающего относительно тонкую, но надежную защитную оболочку, используется ПХФН, а в препарате ХМББ аналогичную функцию выполняет группировка ХМ. В качестве глубоко проникающего компонента во всех препаратах используются борные соединения. По препарату ПББ в тех случаях, если желательно получить большую защиту от биоразрушения, следует применять модификацию препарата с соотношением компонентов 2:1:1 (ПББ-211); если ожидается большая опасность от возгорания — модификацию препарата ПББ-155, а когда необходимо предусмотреть достаточно надежную защиту от обоих видов разрушения — модификацию ПББ-255. Аналогичным образом выбираются модификации препаратов ПБС и ХМББ. Для препарата ПБС могут применяться следующие модификации: ПБС-211, ПБС-155, ПБС-255, а для препарата ХМББ — модификации ХМББ-3324, ХМББ-1128, ХМББ-3239.

Таким образом, особенностью биоогнезащитных препаратов является подвижность соотношения компонентов в силу изменчивости условий службы и в связи с этим требований к уровню защиты от гниения и возгорания.

Результаты исследований токсичности комплексных препаратов типа ПББ и ПБС [145], проведенных Л. В. Рыминой под руководством автора, представлены в табл. 19. Для сравнения исследовалась токсичность компонентов препаратов в отдельности. Установлено, что группировка ББ-11 более токсична, чем ПХФН. При их смешении токсичность растет с увеличением в смеси доли группировки ББ-11. Если бура в этой группировке заменяется кальцинированной содой, токсичность смеси снижается. Поэтому по токсичности препарат ПББ превосходит препарат ПБС. Преимущество последнего заключается в его меньшей стоимости.

19. Показатели токсичности некоторых модификаций комплексных препаратов типа ПББ и ПБС

Защитное средство	Пороговое поглощение $R_{50}$ , %	Защитное средство	Пороговое поглощение $R_{50}$ , %
ПББ-155	0,29	ПБС-255	1,60
ПББ-255	0,28	ПБС-211	3,00
ПББ-211	0,50	ПХФН	0,56
ПБС-155	1,10	ББ-11	0,18

Антипиренные свойства этих препаратов исследованы П. А. Максименко под руководством автора. Найдено, что они достаточно высоки и в основном определяются содержанием в препаратах соединений бора (см. гл. VII).

Определенный интерес при построении комплексных и антипиренных препаратов представляют еще два соединения: сульфат аммония и диаммонийфосфат. Они встречаются пока преимущественно в различных антипиренных препаратах, но в еще более разнообразных соотношениях, чем в соответствующих препаратах компоненты группировок ББ и ХМ. Вследствие явной аналогии с рассуждениями, изложенными выше по отношению к компонентам группировок ББ и ХМ, назовем часто используемые совместно сульфат аммония и диаммонийфосфат группировкой СД. Эту группировку для комплексных препаратов следует считать весьма перспективной, хотя пока она не нашла

в них применения, если не считать препарата МС-1:1 или его аналогов, которые дополнительно включают небольшое количество ФП. Далее о группировке СД см. в гл. VII.

**Исследования в области изыскания органикорастворимых анти-септиков на основе ПХФ и НМ.** Нерастворимые в воде химические вещества, введенные в древесину, мало токсичны для дереворазрушающих грибов. К таким веществам в известной степени относится и ПХФ. Чтобы лучше использовать антисептические свойства ПХФ, его надо растворить в такой жидкости, которая бы достаточно хорошо проникала в древесину, не испарялась из нее или испарялась не полностью и таким образом поддерживала антисептик в древесине в растворенном состоянии, способным проникать в живые клетки гриба или насекомого. Еще лучше, когда подобный растворитель может быть использован и как токсический компонент препарата. На растворители распространяются все требования, предъявляемые к компонентам препарата. В частности, желательно, чтобы он не повышал возгораемости пропитанного материала, был не вредным, доступным и дешевым.

Не одно десятилетие препараты на основе ПХФ были в центре внимания американских и западноевропейских исследователей. Много сделано для подбора растворителей [370] и изучения их влияния на защищающую способность ПХФ [365, 366, 367]. Однако использование результатов этих работ в наших условиях встретило трудности вследствие отличий американских и ближневосточных нефтей и других органических продуктов, а также технологии их разгонки и получения от советских.

В последние 20 лет проблема использования ПХФ для защиты древесины являлась предметом исследований и в Сенежской лаборатории. Были проведены работы по исследованию самого ПХФ [84] и по подбору растворителей для него [87, 107, 114]. Автором совместно с И. Г. Крапивиной исследовались десятки нефтепродуктов. Изучалась проникаемость препаратов, их защищающая способность против грибов и другие свойства.

С самого начала исследований выяснилось, что многие масла, например зеленое, каменноугольное и сланцевое пропиточные, а также растительные, хорошо растворяют ПХФ, гидрофобны, некоторые сами токсичны, но большинство из них дороги, все они пожароопасны, вязки, плохо проникают в древесину. Поэтому использование масел как монорастворителей целесообразно лишь в тех случаях, когда требуются препараты с максимальной защищающей способностью, предназначенные для защиты древесины в самых тяжелых условиях службы [108]. Назовем их препаратами класса ПМ, т. е. ПХФ — масло.

Однако в качестве растворителей в препаратах для средних и особенно легких условий службы древесины можно применять и продукты другого типа, в частности более легкие, даже не обладающие заметной токсичностью, и улстучивающиеся полностью или частично из древесины, что выгодно для понижения возгораемости пропитанного материала. Но такие продукты обычно слабо растворяют ПХФ, не предотвращают его высаливания и огнеопасны в момент применения. Уже довольно давно [370] установлено, что для преодоления многих недостатков маслянистых и летучих нефтепродуктов следует использовать их смеси.

В результате специальных работ автора и И. Г. Крапивиной [123, 124] уточнены правила построения препаратов ПХФ с применением смешанных растворителей (компаундов) с компонентами направленного действия. Эти правила касались в основном легкопроникающих препаратов, но было выявлено, что применение двухкомпонентных растворителей иногда эффективно и для препаратов типа ПМ. Для получения быстро проникающих препаратов наиболее эффективными компаундами из нефтепродуктов являются такие, в которых один компонент, назовем его носителем или компонентом Н, обладает максимальной растворяющей способностью и не испаряется из древесины, а другой, назовем его проникателем или компонентом П, наоборот, летуч и улучшает проникаемость ПХФ. Чем выше способность компонента Н растворять ПХФ, тем в меньшем количестве можно вводить его в препарат, тем древесина в последующем будет легче окрашиваться и склеиваться и труднее возгораться. Растворяющая способность компонента Н влияет также на высаливание ПХФ: чем она выше, тем меньше проявляется этот недостаток.

Соотношения между компонентами Н и П в компаунде подвижны и в каждом случае рассчитываются [149] в зависимости от требований к растворяющей способности и проникаемости компаунда (см. с. 156). Если компонент Н содержит и некоторую испаряющуюся часть, а компонент П, наоборот, некоторую устойчивую, это должно учитываться при расчете.

На основе комплексных растворителей может создаваться большая группа препаратов класса ПЛ (ПХФ — масло — летучий продукт), предназначенных для защиты древесины в относительно легких условиях службы [109]. Аналогичные препараты могут создаваться и с использованием монорастворителей, т. е. однокомпонентных растворителей комплексного действия.

Растворители ПХФ или их компоненты для препаратов класса ПЛ должны удовлетворять требованиям, указанным в табл. 20. Кинематическая вязкость растворителя определяет



проницаемость препаратов. Для препаратов класса ПЛ она ограничивается 1,5—2,5 сСт при 20°С. Температура вспышки в закрытом тигле определяет пожароопасность препаратов. Допускается температура вспышки не ниже 30°С, но предпочтительнее препараты с температурой вспышки 35—40°С. Фракционный состав является показателем соотношения испаряющейся и остающейся в древесине частей растворителя. ПХФ в остающихся в древесине фракциях, перегоняющихся от 270 до 320°С, более эффективен по защищающей способности.

## 20. Требования, предъявляемые к растворителям ПХФ

Наименование показателей	Компонент компаундов		Компаунд
	носитель	проникатель	
Кинематическая вязкость при 20°С, сСт, не более	—	1,2	1,5
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не менее	—	—	30
Температура начала перегонки, °С, не более	—	150	170
Фракционный состав, %:			
содержание фракций, отгоняющихся от 270 до 320°С	От 15 до 30	—	От 15 до 30
содержание фракций, перегоняющихся выше 320°С, не более	10	—	10
Растворимость ПХФ во фракциях, выкипающих выше 270°С, %, не менее	20	—	20

К сожалению, в результате поиска растворителей среди нефтепродуктов и продуктов разгонки каменноугольных и сланцевых смол пока не найдено продуктов для создания негорючих препаратов. Нет пока и приемлемых компонентов-носителей, растворяющих более 20% ПХФ и благоприятствующих склеиванию и отделке древесины, а также дающих возможность выпускать готовые концентраты: пентахлорфенол — носитель.

В 1971 г. проведены работы по созданию пожаробезопасного препарата ПХФ. Пожаробезопасность достигалась введением в препарат негорючего проникателя, представляющего собой смесь хлорпроизводных этана и этилена. Этот проникатель имеет следующий состав (% по массе): 13 трихлорэтилена, 54 перхлорэтилена, 23 тетрахлорэтана, 7 пентахлорэтана и 3 гексахлорэтана. Он хорошо проникает в древесину и полностью испаря-

ется из нее. При определении температуры вспышки в закрытом тигле было установлено, что его пары даже при температуре 145—150°С гасят пламя. Он хорошо смешивается с нефтепродуктами и с растворами ПХФ в них. Указанный проникатель, названный нами ВГ, был использован для построения негорючего препарата ПЗВ, в котором в качестве компонента Н используется зеленое масло [121].

Специальными исследованиями показано, что при добавлении 1—2% парафинистых продуктов типа петролатума к различным препаратам класса ПЛ последние приобретают водоотталкивающие свойства, усиливающие защитный эффект в условиях переменного увлажнения [103]. Для придания способности окрашивать древесину в пропиточные составы могут вводиться соответствующие жирорастворимые красители, а также кузбасслак и другие вещества.

Большое разнообразие растворителей нефтяного и другого происхождения, различающихся по вязкости, летучести, температуре вспышки и токсичности, а также совместимости препаратов ПХФ с красителями, позволило Сенежской лаборатории создать на базе этого антисептика широкую гамму препаратов классов ПМ и ПЛ, различающихся по технологическим, эксплуатационным, защитным и окрашивающим свойствам.

В качестве маслянистого монорастворителя для препаратов класса ПМ использованы масла: зеленое, веретенное, поглотительное, каменноугольное, а также специальное, летнее и зимнее дизельные топлива и растворитель НР (см. с. 155). В качестве носителя для легких препаратов с комплексным растворителем использовались зеленое масло, каменноугольное масло, тяжелый газойль каталитического крекинга, растворитель НР, олифа оксоль и другие продукты, растворяющие 18—20% ПХФ. Технический и осветительный керосин использовался для легких препаратов как монорастворитель. Проникателями для легких препаратов были избраны: уайт-спирит, топливо Т-1 для реактивных двигателей и другие продукты, испаряющиеся в атмосферных условиях. Для придания препаратам водоотталкивающих свойств использован петролатум<sup>1</sup>, а для придания окрашивающих — органические жирорастворимые красители: темно-красный Ж, коричневый, зеленый, синий и фиолетовый антрахиноновые и каменноугольный лак [149].

В связи с тем, что препаратов на основе ПХФ много и они разнообразны, длительное время было трудно дать им условные обозначения, позволяющие специалисту сразу определять их со-

<sup>1</sup> Нефтяной высоковязкий продукт, выпускаемый по ГОСТ 4096 — 62.

став. Этого не было сделано и при стандартизации препаратов. Тем не менее позже условные обозначения основных препаратов, в значительной степени отвечающих необходимым требованиям, были все же предложены (дополнительно см. с. 70). Водоотталкивающие или окрашивающие добавки в основное обозначение не включены, поскольку могут вводиться в различные модификации препаратов сверх их основных составов. В проектах или инструкциях они могут включаться в условное обозначение. Например, ПЗС-1384-В2 обозначает, что данный препарат водоотталкивающий и содержит 2% петролатума или другого гидрофобизатора как добавку к основному составу препарата. Рецептура главнейших препаратов рассматривается ниже (см. с. 154).

Токсичность и защищающая способность препаратов на основе ПХФ изучены подробно в СССР [87] и за рубежом [367]. Поэтому приведем результаты лишь одного небольшого сравнительного исследования, касающегося комплексной характеристики двух препаратов, в которых в качестве проницателей использованы негорючий продукт ВГ и уайт-спирит. Как видим (табл. 21), препарат ПЗВ, меньшая пожароопасность которого вследствие наличия в растворителе компонента ВГ очевидна, по пропиточным свойствам и защищающей способности равноценен препарату ПЗС.

## 21. Результаты испытаний препаратов ПЗВ и ПЗС

Препараты	Температура вспышки в закрытом тигле, °С	Время выдержки в растворе, мин	Глубина пропитки, мм		Высаливание	Площадь разрушения пропитанной бумаги, %*	
			вдоль волокон	поперек волокон		через 30 суток	через 120 суток
ПЗВ-2570	>145	3	42—50	2—3	Нет	0	6
		60	58—71	5—8			
ПЗС-2570	40	3	40—50	2—3	»	0	10
		60	60—70	5—8			

\* Непропитанная бумага к тридцатому дню была разрушена на 100%.

В Сенежской лаборатории исследовались также препараты на основе НМ и нафтенатов других металлов и для них проведен поиск растворителей. НМ — медная соль нафтенных кислот — старый отечественный антисептик [338] длительное время не применялся в СССР, хотя за рубежом получил достаточно широкое распространение. По данным Сенежской лаборатории,

НМ, неограниченно растворяясь в нефтепродуктах, не требует носителя и даже при летучих растворителях устойчив в древесине. Добавка к растворам НМ в летучих растворителях неиспаряющихся продуктов с вязкостью примерно не более 5 сСт при 20°С повышает равномерность распределения НМ в пропитанной зоне. Однако в целом для подбора растворителей с расчетом получения легкопроникающих препаратов НМ по сравнению с ПХФ является более сложным продуктом. Его вязкость и ограниченное содержание в нем меди обычно не позволяют получать быстропроникающих растворов. Тем не менее удалось все же предложить несколько препаратов НМ (см. с. 157).

**Мышьяксодержащие антисептические препараты и построение отечественных модификаций.** Проблема мышьяксодержащих антисептиков на протяжении последних 25 лет претерпевает изменения, но в целом остается актуальной. Желание использовать неликвидные мышьяксодержащие отходы соответствующих производств и неуверенность в возможности безопасного применения защитных средств на их основе длительное время колеблют чаши весов сторонников многотоннажного производства антисептиков этого типа. Автор ранее [82, 85] подробно рассмотрел данную проблему. Сравнительно недавно она была еще раз обсуждена [113]. Здесь мы остановимся лишь на основных принципиальных положениях, касающихся перспектив производства таких антисептиков, и на главных результатах исследований, проведенных в этом направлении Сенежской лабораторией.

Не касаясь истории возникновения и усовершенствования мышьяксодержащих препаратов, отметим, что они до сих пор широко применяются за рубежом, особенно в Швеции, Финляндии, ГДР, Индии, Австралии и других странах. Причина этого заключается не только в желании использовать не нужные для других целей отходы цветной металлургии, но и в положительных специфических особенностях препаратов этого типа, в их устойчивости в древесине и способности защищать ее против всех биологических агентов, включая точильщиков и термитов. Вопросы безопасности для человека, возникающие при использовании мышьяксодержащих препаратов, эффективно решаются в этих странах за счет применения лишь определенных, наиболее безопасных рецептур и соблюдения правил техники безопасности. Во всяком случае, неблагоприятных последствий на производствах, применяющих указанные антисептики, не наблюдается. В СССР также уже в течение не одного десятка лет используются ввозимые из ГДР мышьяксодержащие препараты Доналит УА и Доналит УАЛЛ.

Вопрос об использовании мышьяксодержащих отходов для построения невымываемых антисептиков в СССР был поднят Сенежской лабораторией в 1958 г. [84, 86]. Тогда же начаты соответствующие исследования. На основании изучения мировой рецептуры мышьяксодержащие антисептики были условно разделены на два типа: бессолевые и солевые [86]. Первые, например Болиден К-33, содержат гидраты окислов металлов, растворенные в кислотах, а вторые — арсенаты, хроматы и бихроматы, фториды щелочных металлов, сульфаты и хлориды тяжелых металлов. Широкоизвестными представителями второй группы препаратов являются Доналит УА и Аску А. Преимущество бессолевых препаратов заключается в их большей безопасности вследствие отсутствия в них балластных солей, образующих высолы на поверхности пропитанной древесины. В Сенежской лаборатории проведены исследования по изысканию препаратов обоих типов [89, 313, 314, 330, 331].

Было выявлено, что на предприятиях цветной металлургии мышьяк имеется в виде щелочного раствора трехзамещенного арсената натрия, а на золотодобывающих предприятиях — в виде белого мышьяка (трехоксида). Соединения мышьяка частично перерабатываются в кальциевую соль для борьбы с вредителями сельского хозяйства. Белый мышьяк, кроме того, немного используется в стекольной промышленности. В рафинированном виде он идет также на экспорт. Однако большая часть мышьяксодержащих отходов все же остается неиспользованной и могла бы перерабатываться в компоненты для антисептиков, например двузамещенный арсенат натрия и ортомышьяковую кислоту. Последняя, как это было показано работами ВНИИХСЗР, может быть переведена в семиводный двузамещенный арсенат натрия. Одновременно установлено, что на предприятиях цветной металлургии имеются и отходы, содержащие соединения меди и цинка, например медные и меднохлорные кеки, в количестве, достаточном для производства антисептиков.

Проведены и соответствующие исследования рецептуры и форм возможных препаратов [105]. Были использованы известные и новые методы исследований с применением полумикроанализа, спектроскопии и микологические. В результате исследований получено несколько эффективных модификаций меднохроммышьяковых (МХМ) и фторохроммышьяковых (ФХМ) препаратов. Эффективность и безопасность этих препаратов объясняется тем, что их компоненты, взаимодействуя с древесиной и между собой, образуют труднорастворимые соединения.

Наиболее эффективными из новых защитных средств были признаны препарат МХМ-334 [110], содержащий смесь гидратов

окислов меди и цинка, хромовый ангидрид и ортомышьяковую кислоту в соотношении 3:3:4, и препарат ФХМ-7751, содержащий бихромат натрия, фторид натрия, двузамещенный арсенат натрия и динитрофенол в соотношении 7:7:5:1 [98, 315]. Оба препарата предназначены для глубокой пропитки древесины, которая должна служить в тяжелых условиях, например при контакте с грунтом или водой. Ожидаемый срок службы древесины, пропитанной препаратом МХМ-234, несколько больше, чем древесины, пропитанной препаратом ФХМ-7751. Особенностью отечественных мышьяксодержащих препаратов является их повышенная безопасность вследствие введения в них на основе стехиометрического расчета страхового запаса веществ, способных в любых условиях связывать мышьяк с образованием трудно-растворимых соединений.

В настоящее время и в нашей стране может быть организовано производство описанных мышьяксодержащих препаратов в объеме до 5000 т в год. Если цена их не будет превышать 300—400 руб/т, они найдут применение в консервировании древесины.

#### **ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ**

Разнообразие применяемых защитных средств определено разнообразием условий службы древесины, задачами защиты, наличием химических ресурсов и требованиями техники безопасности и экономики. Ниже рассматривается комплекс защитных средств, рекомендуемых для применения и охватывающих все основные случаи защиты. Их классификация представлена в табл. 22.

Эти средства наиболее эффективны из всех известных, доступны и в таком наборе удовлетворяют требованиям защиты во всех возможных условиях службы древесины. Все они проверены на практике и многие уже стандартизованы. Применяют их в основном в виде водных и органических растворов с концентрацией 1—40% в зависимости от растворимости, технологии пропитки, плотности пропитываемого материала и заданного уровня его защищенности.

#### **Водорастворимые антисептические и комплексные защитные средства**

Эта группа защитных средств наиболее многочисленна. Она включает 30 защитных средств. Из них 14 антисептиков, среди которых 4 фтористых, 1 хлорфенольный, 8 базирующихся на

## 22. Классификация защитных средств

### Средства, защищающие

от биоразрушения (антисептики)			от биоразрушения и возгорания (комплексные препараты)		
Основные типы соединений	Вымываемость из древесины	Марка	Основные типы соединений	Вымываемость из древесины	Марка
<b>I. Водорастворимые</b>					
Соли фтора	Легковымываемые	КФА, ФН, ФН-П, КФН	Соединения бора	Легковымываемые	ББ-11, ББ-11П, ББ-32, ББ-32П
Хлорфенольное соединение	Трудновымываемое	ПХФН	Соединения бора и фосфора	Легковымываемые	ББД
Соли хрома и меди	Невымываемые	ХМ-11, ХМ-32	Соли хрома и цинка	Трудновымываемые	ХХЦ-14
Соли хрома, меди и фтора	То же	ХМФ-221, ХМФ-433, ХМФ-532, ХМК-221, ХМК-661, ХМК-441	Соли меди, хрома и цинка	>	ХМХЦ-217
Хлорфенольное и этилртутное соединение и соль угольной кислоты	Вымываемые	ГР48	Хлорфенольное соединение и соединения бора	>	ПББ-211, ПББ-155, ПББ-255
			Хлорфенольное соединение бора и соли угольной кислоты	>	ПБС-211, ПБС-155, ПБС-255
			Соединения хрома, меди и бора	>	ХМББ-3324, ХМББ-3239, ХМББ-1128
<b>II. Органикорастворимые и масла</b>					
Хлорфенольное соединение и нефтепродукты	Невымываемое	ПЗС* ПЗП*	Соединения бора + хлорфенольное соединение и нефтепродукты***	Трудновымываемые	ББ-11+ПЗС-890
Нафтенат меди и нефтепродукт	То же	НМС**	То же	>	>
Сланцевое масло	Трудновымываемое	СМ	>	>	>
Каменноугольное пропиточное масло	Невымываемое	КМ	>	>	>

\* И др., см. табл. 24, 25.

\*\* И др., см. табл. 26.

\*\*\* В данном случае имеется в виду последовательная пропитка.

группировке ХМ, 1 хлорфенольноэтилртутный, и 16 биоогнезащитных препаратов, куда входят чисто борные и комбинированные: борофосфорные, хромоцинковые, меднохромоцинковые, борохлорфенольные, борохромомедные защитные средства. Все препараты этой группы, кроме некоторых модификаций препарата ГР48, рецептурные, т. е. готовятся на месте применения. **Фтористые легковымываемые и вымываемые антисептики.** Являются традиционными в СССР. Ниже приведены четыре их разновидности.

Антисептик КФА — кремнефторид аммония  $[(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6]$  предложен Уральским филиалом АН СССР. Растворимость при  $20^\circ\text{C}$  19%. Сильно корродирует черные металлы.

Антисептик ФН — фторид натрия ( $\text{NaF}$ ). Растворимость при  $20^\circ\text{C}$  3,5%. Черные металлы корродирует слабо.

Антисептическая паста ФН-П имеет следующий состав (%): ФН 37; каолина 8,4; каменноугольного лака Б 19,3; воды 35,3. Загрязняет поверхность древесины, делая ее мало пригодной для склеивания и окраски. Усиливает коррозию черных металлов.

Антисептик КФН — кремнефторид натрия ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ). Растворимость при  $20^\circ\text{C}$  0,65%. Черные металлы корродирует слабо.

Антисептики КФА, ФН, КФН представляют собой химические соединения (технические продукты), производящиеся в больших количествах не только для консервирования древесины. Это белые микрокристаллические технические порошки с сероватым или желтоватым оттенком. Указанные антисептики хорошо проникают в древесину, примерно в равной степени высокотоксичны, обладают незначительными антипиренными свойствами. При отсутствии вымывания их защищающая способность в случае равных поглощений и одной глубины пропитки практически одинакова, хотя концентрация КФА в древесине при больших сроках службы снижается за счет некоторой летучести этого соединения. Способы введения их в древесину, вымываемость, а также защищающая способность в условиях вымывания зависят от их растворимости, которая сильно колеблется. КФН вследствие слабой растворимости трудно ввести в большом количестве в материал, но он медленнее и вымывается из него. КФА, наоборот, легко ввести, но он легко и вымывается. ФН в этом отношении занимает промежуточное место. По данным многолетних полигонных опытов, проводимых Сенежской лабораторией, КФН, введенный в древесину под давлением, при равном поглощении обеспечивает такую же защищенность, как и препарат ХХЦ (см. с. 87). При консервировании сырой древе-



сины с использованием диффузии из описываемых препаратов наиболее эффективен КФА.

Фтористые соли за последнее время стали более дефицитными, но применяются еще достаточно широко для деталей тары, элементов внутренних конструкций, деталей автофургонов, рудничного леса и др. ФН и КФА вследствие их большей вымываемости следует применять в условиях, где они будут достаточно устойчивы, например в I—IV классах условий службы (см. табл. 3) с поглощением в 1,2—1,5 раза большим, чем для КФН. Фтористые соли используются и в качестве компонентов препаратов расширенного спектра действия.

**Хлорфенольные трудновываемые антисептики.** Представлены пентахлорфенолятом натрия (ПХФН), исследованным и предложенным к применению в СССР Сенежской лабораторией. Это натриевая соль пентахлорфенола ( $C_6Cl_5ONa \cdot H_2O$ ) — кристаллический или комковатый продукт серо-сиреневого цвета, выпускаемый Чапаевским заводом химических удобрений в основном для защиты древесины. Растворимость при 20°С 20%. Достаточно токсичен против всех биоразрушителей. Антипирепные свойства едва заметны. Придает древесине быстро проходящий фенольный запах. При попадании на кожу может вызвать ее раздражение. Корродирует медь, латунь, но не черные металлы. Пропитанная им древесина слегка темнеет, но может быть склеена и окрашена. При пропитке древесины сорбируется в ее поверхностных слоях. Глубина и равномерность пропитки, однако, несколько повышаются в результате предварительной пропарки древесины или добавления к пропиточному раствору соды, буры и некоторых других веществ. Диффундирует в древесину слабо. Под действием углекислоты воздуха переходит в пентахлорфенол, поэтому спустя некоторое время после пропитки становится невымываемым. Несмотря на некоторые недостатки, антисептик является одним из лучших защитных средств и находит широкое применение во всех странах.

Области применения ПХФН разнообразны. Он эффективен для поверхностной защиты пиломатериалов от синевы и плесени при их атмосферной сушке или транспортировке в сыром виде, обеспечивает хорошую защиту древесины в конструкциях, когда достаточна неглубокая пропитка (сухие детали машин и строительства) или когда проникновение облегчено, например при пропитке старых деревянных конструкций. Может успешно применяться и для поверхностной обработки новых собранных конструкций, в том числе пространственных клееных и фанерных, а также для защиты древесных плит, картона, кожи, ткани и клеев.

**Хромомедные и хромомеднофтористые невымываемые антисептические препараты.** Препараты этого типа представляют собой защитные средства на основе группировки ХМ. Растворимость их при 20° С находится в пределах 7—12%. Они незначительно корродируют черные металлы, окрашивают древесину в зеленоватый цвет различной интенсивности в зависимости от содержания их в пропитанном слое и условий фиксации, не препятствуют ее склеиванию, при чистом поглощении больше 25—30 кг/м<sup>3</sup> несколько понижают за счет гидролиза целлюлозы сопротивление древесины ударным нагрузкам, повышают температуру возгорания древесины, заметно защищают ее от пламенного горения, но усиливают способность тлеть, диффундируют слабо; при нагревании растворов в присутствии древесины до температуры выше 60° С образуют осадки, невымываемыми становятся после некоторой выдержки и сушки пропитанной древесины.

Препарат ХМ-11 — наиболее популярный из этой группы антисептик. Его компоненты — бихромат натрия ( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) и сульфат меди ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) хорошо известны. В препарат они вводятся в соотношении 1:1\*. Устойчивость раствора обеспечена подкислением до pH 4—4,2 среды путем введения 0,05% уксусной или лимонной кислоты или добавления в препарат вместо части бихромата соответствующего количества (1,68%) хромового ангидрида. Препарат наиболее эффективен для защиты древесины, предназначенной к службе в земле или при контакте с водой, но не обеспечивает столь же хороших результатов в условиях развития некоторых домашних грибов. Препарат ХМ-11 рекомендуется для защиты древесины, контактирующей с грунтом и водой, например свай, столбов, оросителей градирен, а также для других условий, исключая сильное развитие домашних грибов.

Препарат ХМ-32 содержит те же компоненты, что и ХМ-11, но в соотношении 3:2. Правила и области его применения в основном те же, что и ХМ-11, но он менее изучен. Есть некоторое основание считать, что его предпочтительнее применять в тех случаях, когда имеется недостаток сульфата меди или необходимо снизить способность пропитанной древесины к тлению. Возможно использование группировки ХМ-32 в хромомеднофтористых и хромомедноборных препаратах, рассматриваемых ниже.

---

\* Здесь и в других случаях содержание компонентов защитных средств указывается из расчета на чистый продукт. При получении рабочих растворов из товарных продуктов следует вносить соответствующие поправки.

Препараты типа ХМК относятся к новой серии препаратов, построенных на основе группировки ХМ и КФН. Стабильность растворов поддерживается так же, как и препарата ХМ-11, т. е. добавлением к ним уксусной кислоты. Рекомендуются к применению в постройках, в том числе и в условиях возможного развития домовых грибов, три модификации препарата: ХМК-221 (растворимость 3,2%), ХМК-661 (растворимость 8,5%) и ХМК-441 (растворимость 5,8%). Выбор модификаций определяется с учетом характера службы конструкции и возможного соотношения участия в разрушении домовых и других грибов. Препарат ХМК-211 с максимальным участием КФН предпочтительнее применять для элементов внутренних конструкций, деталей кузовов автофургонов, рудничного леса и др., препарат ХМК-441 — для верхних строений открытых сооружений, а препарат ХМК-661 — для деталей деревоземляных сооружений, а также настилов мостов, деталей животноводческих построек, деталей, частично утопленных в грунт.

Особенностью препаратов типа ХМК является их высокая и универсальная токсичность к дереворазрушителям, повышенная по сравнению с фторсодержащими аналогами устойчивость в древесине и значительно меньшая стоимость. Препарат особенно эффективен при защите древесины с повышенной пропиточной емкостью, в том числе старой, частично загнившей.

Препараты типа ХМФ относятся также к новым препаратам с участием группировки ХМ. По сравнению с препаратом типа ХМК они содержат более высокорастворимую соль фтора — фторид натрия, которая поэтому входит в их состав в большем количестве. Могут применяться в виде 8—10%-ных растворов несколько модификаций препаратов, особенно ХМФ-433, ХМФ-532 и ХМФ-221. Стабильность растворов поддерживается так же, как и в случае ХМ-11 и ХМК, введением уксусной кислоты. Это же достигается включением в состав препарата 4% хромового ангидрида взамен такого же количества бихромата. Препараты этого типа можно применять в тех же условиях, что и типа ХМК при тех же или в 1,2—1,5 раза более высоких параметрах защищенности. Препараты с большим участием ФН более подходят для условий возможного развития домовых грибов и меньшего вымывания. Препарат ХМФ-221 рекомендуется и для защиты деталей опор с повышенной влажностью путем пропитки по способу ЗСПВ (зональная сушка — пропитка — выдержка на перераспределение).

Препараты типа ГР48. Представляют собой порошкообразные смеси компонентов направленного действия. Растворимость их в воде при 20°С 15%, щелочность раствора около рН 9—12.

Препараты практически не окрашивают древесину. Они имеют несколько модификаций (табл. 23).

Этилмеркурфосфат в препарате может быть заменен растворимой формой этилмеркурхлорида (с содержанием не менее 12% основного начала), который вводится в двойном количестве по сравнению с этилмеркурфосфатом. Растворимую форму этилмеркурхлорида получают обработкой его солянокислым этилендиаминном. В случае планируемого срока хранения препарата более года содержание едкого натра (гидроокиси натрия) должно быть увеличено до 1%.

### 23. Состав (% по массе) препаратов типа ГР48

Модификации препарата	Пентахлорфенолят натрия одноводный	Оксидифенолят натрия трехводный	Этилмеркурфосфат	Натрий едкий	Масло трансформаторное*	Сода кальцинированная	Бура десятиводная	Смесь соды и буры в отношении 1:1
ГР48-23Ф	—	40	0,25	0,5	2	Остаток до 100%	—	—
ГР48-23П	40	—	0,25	0,5	2	То же	—	—
ГР48-11П	50	—	—	0,25	2	—	—	Остаток до 100%
ГР48-32Б	60	—	—	0,5	2	—	Остаток до 100%	—
ГР48-32С	60	—	—	0,5	2	Остаток до 100%	—	—

\* Эмульсия в 40%-ном растворе едкого натра.

Препараты типа ГР48 рекомендуются для антисептической обработки пиломатериалов с целью защиты их на период атмосферной сушки от поражения грибами синевы и плесени [80].

Препараты ГР48-23Ф и ГР48-23П уже получили широкое применение и показали себя как высокоэффективные антисептики. Их преимущество перед препаратами без этилмеркурфосфата заключается в получении высоких результатов защиты и при некотором (до 12 ч) разрыве между распиловкой и обработкой, а также в снижении раздражающего действия на носоглотку и дыхательные пути рабочих за счет меньшего содержания в препарате ПХФН. Однако этилмеркурфосфат может рассматриваться и как вредный компонент, поэтому иногда следует отдавать предпочте-

ние препаратам без его участия. Преимущество последних и особенно ГР48-32С заключается и в возможности использовать не готовую, а рецептурную их форму. В этом случае препараты становятся значительно дешевле благодаря доставке компонентов на заводы по отдельности и смешиванию их перед использованием. Трансформаторное масло в этом случае в состав не входит. Препараты с бурой менее перспективны из-за ее дефицитности. Если едкий натр не будет участвовать в рецептурных препаратах, следует опасаться некоторых осложнений с растворимостью ПХФН.

**Борные и борофосфорные комплексные (биоогнезащитные) легковымываемые препараты.** Препараты этого типа содержат только группировку ББ с различным соотношением компонентов или дополнительно к ней фосфорное соединение.

Борные препараты имеют четыре модификации: ББ-11, ББ-11П, ББ-32 и ББ-32П. Препараты ББ-11 и ББ-32 содержат буру ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) и борную кислоту ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) соответственно в соотношениях 1:1 и 3:2, а препараты ББ-11П и ББ-32П отличаются от них тем, что 1—2% борной кислоты, входящей в их состав, замещены ПХФН. Растворимость препаратов составляет: для ББ-11 и ББ-11П при 20°С — 20%, при 60°С — 45%; для ББ-32 и ББ-32П при 20°С — 30%, при 60°С — 47%. Препараты и их растворы не имеют цвета и запаха или имеют незначительный запах, хорошо проникают по капиллярам в сухую и диффузионно в сырую древесину. Пропитанная ими древесина приобретает также достаточно высокие антипиренные свойства, может склеиваться и окрашиваться. Препараты и пропитанная ими древесина безопасны для человека и теплокровных животных.

Борные препараты рекомендуются для защиты деталей тары на 8—10 лет и для комплексной защиты внутренних строительных конструкций. Препараты ББ-11 и ББ-11П, имея меньшее, чем препараты ББ-32 и ББ-32П, количество буры, обладают лучшими антипиренными свойствами и в меньшей степени вызывают гидролиз древесины даже при высоких поглощениях. Они предпочтительнее для пропитки сухих деталей и конструкций, в том числе старых, когда ставится задача комплексной защиты. Препараты ББ-32 и ББ-32П обладают повышенной растворимостью, поэтому даже при пропитке сырой древесины способами, рассчитанными на диффузионное проникновение, позволяют получать достаточно высокие общие поглощения. Введение ПХФН делает их способными обеспечивать защиту материала и от плесневения, что важно при защите древесины в сырых замкнутых конструкциях, хотя при этом временно

появляется некоторый запах. Последнее затрудняет применение этих препаратов для обработки шпона или дощечки для пищевой тары.

**Борофосфорные препараты типа ББД** содержат буру, борную кислоту и диаммонийфосфат  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ . Соотношение компонентов выбирается в зависимости от условий и задач. Чаще применяется соотношение 1:1:2 (препарат ББД-112). Растворимость препарата при 20° С более 40%. Он может использоваться для защиты древесины, предназначенной к службе примерно в тех же условиях, что и обработанная борными препаратами, обеспечивая лучшую защиту от возгорания, но несколько повышая гигроскопичность древесины.

**Хромцинковые и хромомедноцинковые комплексные (биоогнезащитные) трудновываемые препараты.** Защитные средства такого типа появились в результате поиска путей снижения недостатков когда-то широко распространенного и теперь уже не применяемого хлорида цинка.

Препарат ХХЦ-14 содержит бихромат натрия и хлорид цинка в соотношении 1:4. Слегка окрашивает древесину в желто-зеленый цвет, не придавая ей запаха, корродирует черные металлы, но в меньшей степени, чем хлорид цинка; пропитанная им древесина хуже склеивается и окрашивается, чем непропитанная. При чистом поглощении более 25 кг/м<sup>3</sup> снижает прочность древесины. По сравнению с хлоридом цинка имеет повышенную защищающую способность из-за образования в древесине трудновываемого хромата цинка.

Препарат ХХЦ-14 рекомендуется применять для защиты тары под оборудование, элементов внутренних конструкций, деталей кузовов автофургонов и рудничного леса.

Препарат ХМХЦ-217 содержит бихромат натрия, сульфат меди и хлорид цинка в соотношении 2:1:7 (см. с. 128). Здесь в отличие от препарата ХХЦ часть хлорида цинка заменена сульфатом меди и, таким образом, образована группировка ХМ. В связи с этим этот препарат по сравнению с препаратом ХХЦ обладает большей защищающей способностью. По свойствам и областям применения аналогичен препарату ХХЦ, но нормы его расхода меньше примерно на 20%.

**Хлорофенолборные и хромомедноборные комплексные (биоогнезащитные) трудновываемые препараты.** К этим препаратам относятся защитные средства типа ПББ, построенные на основе ПХФН и группировки ББ-11, типа ПБС, содержащие ПХФН, борную кислоту и кальцинированную соду, типа ХМББ, основанные на группировках ХМ и ББ. Препараты не окрашивают или слабо окрашивают древесину, пропитанный ими материал склеи-

вается и окрашивается, растворы и пропитанная древесина не корродируют или слабо корродируют черные металлы.

Препараты типа ПББ имеют несколько модификаций, из которых в первую очередь рекомендуются следующие три: ПББ-155, ПББ-255, ПББ-211. Растворимость препаратов 8,5—10%. Они не окрашивают древесины, менее вредны и пахнут слабее, чем чистый ПХФН. Пропитанная ими древесина может быть склеена и окрашена. Слегка корродируют медь и латунь. Черные металлы не корродируют. Рекомендуются для пропитки деталей открытых сооружений, служащих в условиях без контакта с землей и сильного вымывания и нуждающихся в комплексной защите. Модификация препарата выбирается в зависимости от того, какое направление защиты предпочтительнее. В условиях вероятности биоразрушения и при повышенной опасности возгорания целесообразнее применять препарат ПББ-155; с увеличением опасности биоразрушения и при наличии некоторой опасности от возгорания — препарат ПББ-255, если вероятность возгорания невелика, а биоразрушение является основной опасностью, — препарат ПББ-211.

Препараты типа ПБС рекомендуются в трех модификациях: ПБС-155, ПБС-255 и ПБС-211. Растворимость препаратов при 20°С (%): ПБС-211 — 10, ПБС-255 — 7 и ПБС-155 — 8. Сода, входящая в препараты типа ПБС, более дешевый и доступный продукт, способный заменить буру в качестве алтипиренного компонента, но она более, чем бура, способна гидролизовать древесину и менее токсична. Препараты типа ПБС по технологическим и эксплуатационным свойствам, а также областям применения аналогичны препаратам типа ПББ. Эти препараты, однако, обладают несколько меньшей по сравнению с препаратами типа ПББ проникающей способностью и слабее диффундируют в древесину, поэтому они менее эффективны, когда требуется стерилизация глубоких слоев материала, лежащих за пределами зоны первичной пропитки.

Препараты типа ХМББ рекомендуются в следующих модификациях: ХМББ-3324, ХМББ-3239 и ХМББ-1128. В соответствующих условиях могут быть эффективными препараты и с другими соотношениями компонентов. Для растворения препаратов и поддержания стабильности растворов необходимо добавление к ним ледяной уксусной кислоты в количестве 0,2—1% в зависимости от соотношения компонентов и концентрации растворов (рис. 18). Растворимость препаратов, в зависимости от соотношений компонентов, при 20°С составляет 7—11%. По цвету, способности окрашиваться и склеиваться древесина, пропитанная препаратами типа ХМББ, идентична древесине,

пропитанной другими препаратами на основе группировки ХМ. Рекомендуются для защиты деталей строительства, в том числе и животноводческих построек. При выборе модификации следует учитывать, что чем больше ожидаемое вымывание, тем опаснее уменьшать долю группировки ХМ, но чем вероятность вымывания меньше и чем менее желательна зеленоватая окраска, тем в большей степени можно уменьшать содержание этой группировки. Увеличение в препарате доли буры требует большого

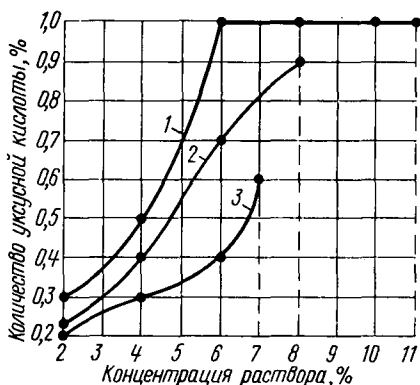


Рис. 18. Количество уксусной кислоты, необходимое для получения растворов различных модификаций препарата ХМББ в зависимости от их концентрации:

1 — ХМББ-3324; 2 — ХМББ-3257; 3 — ХМББ-1128

расхода уксусной кислоты и ведет к повышению тления пропитанной древесины.

Модификации препаратов ПББ, ПБС и ХМББ с указанным выше соотношением компонентов приводятся как наиболее рациональные для большинства случаев применения. Однако наряду с ними могут использоваться препараты с промежуточными соотношениями компонентов.

Препараты типа ПББ, ПБС и ХМББ в пропитанной древесине образуют двойную защитную оболочку. Соединения группировки ББ проникают на глубину 10—50 мм, группировки ХМ — на глубину 5—25 мм, а ПХФН — на глубину 2—10 мм. Наиболее глубоко проникающие соединения бора остаются водорастворимыми, однако их вымывание сдерживается устойчивыми соединениями группировки ХМ, а также ПХФН. В результате защищенность пропитанной зоны оказывается стабильной во времени по всей толщине.



## Органикорастворимые антисептические и комплексные (антисептические, гидрофобизирующие и окрашивающие) препараты

К этому типу относится значительное количество препаратов на основе ПХФ и НМ. Применение препаратов данного типа в отдельных случаях пока еще ограничено высокой стоимостью растворителей и их пожароопасностью. Но тем не менее они уже вошли в практику консервирования древесины. Преимущество этих препаратов состоит в том, что древесина при пропитке ими не меняет объема. В связи с этим ими можно пропитывать плотно собранные конструкции. Указанные препараты могут готовиться централизованно или на месте использования.

**Препараты на основе ПХФ.** Это одни из распространенных во всех странах и эффективных антисептических и комплексных средств [149]. Технический ПХФ представляет собой сиренево-серое мелкокристаллическое или комковатое нелетучее, но слегка пылящее вещество (МРТУ 6-01-257—68). Препараты на его основе обладают достаточно высокой токсичностью ко всем биологическим разрушителям древесины.

Препараты ПХФ делятся на два класса: класс ПЛ с использованием в качестве растворителей относительно легких и ПМ с использованием относительно тяжелых нефтяных и других продуктов.

Препараты класса ПЛ имеют вязкость не более 2 сСт при 20° С, температуру вспышки в закрытом тигле не ниже 30° С, начальную температуру кипения около 150—180° С и конечную около 320° С и обычно содержат от 15 до 30% фракций, выкипающих в интервале 270—310° С. Максимальной защищающей способностью обладают модификации с токсичным для деструкторов носителем, например с зеленым или каменноугольным маслом. Содержание компонентов в препаратах может изменяться в зависимости от заданного поглощения ПХФ и его растворимости в компоненте Н (табл. 24).

Препараты класса ПЛ хорошо проникают в древесину и предназначены в основном для скоростной пропитки деталей строительства, машин или тары. После некоторой специальной обработки поверхности пропитанную ими древесину можно склеивать и окрашивать. Препараты также пригодны для глубокой пропитки соответствующими способами отдельных конструкций старых деревянных построек без разборки [99, 109, 117, 118].

Из препаратов класса ПЛ наиболее широкое применение на практике нашел пока препарат ПЗС-890 [103]. Он представляет собой 2%-ный раствор ПХФ в компаунде зеленого масла и

24. Рецептура препаратов ПХФ класса ПЛ с комплексными растворителями

Препарат	Компоненты растворителя	Соотношение компонентов растворителя при содержании ПХФ, % по массе				
		2	3	4	5	6
ПЗС	Зеленое масло	8	13	17	21	25
	Уайт-спирит	90	84	79	74	69
ПЗТ	Зеленое масло	8	13	17	21	25
	Топливо Т-1	90	84	79	74	69
ПКС	Каменноугольное масло	7	11	14	18	22
	Уайт-спирит	91	86	82	77	72
ПКТ	Каменноугольное масло	7	11	14	18	22
	Топливо Т-1	91	86	82	77	72
ПОС	Олифа оксоль	11	16	22	28	32
	Уайт-спирит	87	81	74	67	62
ПНРС	Нефтяной растворитель НР-1	17	25	33	—	—
	Уайт-спирит	81	72	63	—	—
ПНРТ	Нефтяной растворитель НР-1	17	25	33	—	—
	Топливо Т-1	81	72	63	—	—
ПЗВ	Зеленое масло	8	13	17	21	25
	Растворитель ВГ	90	84	79	74	69

уайт-спирита. Оба компонента растворителя представляют собой фракции нефти, отгоняющиеся в разных интервалах температур. Относительно дефицитным является зеленое масло.

Для придания водоотталкивающих и окрашивающих свойств в препараты класса ПЛ дополнительно вводятся соответствующие компоненты.

Препараты класса ПМ довольно различны по вязкости. Однако наиболее вязкие из них, за исключением ПЗП, все же не застывают даже при комнатной температуре, а менее вязкие при  $t=18-20^{\circ}\text{C}$  имеют вязкость не более 3,5 сСт. Содержание ПХФ в препаратах может колебаться от 1 до 6% и определяется так же, как и для препаратов класса ПЛ заданным поглощением самого ПХФ. Соотношение компонентов растворителя в тех редких случаях, когда применяют компаунды, в отличие от препаратов класса ПЛ, как правило, не зависит от количества вводимого в них пентахлорфенола.

Препараты класса ПМ предназначены для пропитки древесины под давлением, например шпал, опор, свай и деталей со-

оружений, служащих на открытом воздухе [108, 128]. Их преимущество перед каменноугольным и антраценовым маслами заключается в светлой окраске древесины, большей безопасности пропиточных процессов и контакта человека с пропитанной древесиной, а также в возможности с их помощью получать более строго дифференцированные сроки службы древесины. Рецептuru препаратов класса ПМ при наиболее типичном содержании в них ПХФ (2—6%) приведена в табл. 25.

## 25. Рецептuru препаратов класса ПМ

Препарат	Компоненты, кроме ПХФ	Состав препарата при содержании ПХФ, % по массе				
		2	3	4	5	6
ПСД	Специальное дизельное топливо	98	97	96	95	—
ПЗД	Зимнее дизельное топливо	98	97	—	—	—
ПЛД	Летнее дизельное топливо	98	97	—	—	—
ПЗ	Зеленое масло	98	97	96	95	94
ПНР	Нефтяной растворитель НР-1	98	97	96	95	94
ППМ	Нефтяное поглотительное масло	98	97	96	95	—
ПВ	Веретенное масло	98	97	—	—	—
ПКНР	Каменноугольное масло	—	30	—	—	—
	Нефтяной растворитель НР-1	—	67	—	—	—
ПЗП	Зеленое масло	8	13	17	21	25
	Петролатум	90	84	79	74	69

Из препаратов класса ПМ наиболее широкое применение нашел препарат ПЗП-890. Он отличается от препарата ПЗС-890 тем, что вместо уайт-спирита содержит петролатум [103, 124]. Препарат ПЗП-890 при повышенном содержании петролатума по консистенции представляет собой мастику и в этом случае рекомендуется для защиты от биоразрушения рубероида, достигаемой нанесением состава на поверхность материала в подогретом виде.

Содержание ПХФ в препаратах зависит от заданного поглощения антисептика и пропиточных свойств древесины. Наиболее часто для пропитки применяются препараты, содержащие от 3 до 4% ПХФ. В препаратах класса ПЛ на основе компаундированных растворителей в зависимости от содержания ПХФ и его растворимости в компоненте Н изменяется также и содержание последнего.

Содержание ПХФ в препаратах

$$C_{\text{п}} = \frac{R_{\text{п}}}{R_{\text{р}}} \cdot 100,$$

где  $R_{\text{п}}$  — заданное поглощение ПХФ в древесине,  $\text{кг/м}^3$ ;  $R_{\text{р}}$  — количество растворителя, поглощаемого древесиной при пропитке,  $\text{кг/м}^3$ .

Содержание Н в препарате

$$q_{\text{Н}} = 1,2 \left( \frac{100}{C_{\text{Н}}} - 1 \right) C_{\text{п}},$$

где  $C_{\text{Н}}$  — предельная концентрация (%) пентахлорфенола в компоненте Н, при  $20^\circ\text{C}$  составляющая для зеленого масла — 22; каменноугольного масла — 27; нефтяного растворителя НР — 12; олифы оксоль — 18; 1,2 — страховой коэффициент (для гарантии поддержания ПХФ в растворенном состоянии во времени и особенно при падении температуры ниже  $20^\circ\text{C}$ ).

Остальную часть препарата составляет компонент П. Водосталкивающие и окрашивающие компоненты вводятся дополнительно к основному составу в соответствующих количествах в подогретый носитель.

Навеску пентахлорфенола для приготовления необходимого количества препарата требуемой концентрации рассчитывают по формуле (кг):

$$Q = \frac{GC_{\text{п}}}{g},$$

где  $G$  — количество препарата, кг;  $C_{\text{п}}$  — концентрация ПХФ, %;  $g$  — содержание ПХФ в техническом продукте, %.

Навески компонентов растворителя (кг)

$$Q = \frac{Gq}{100},$$

где  $G$  — требуемое количество препарата, кг;  $q$  — содержание данного компонента в препарате, %.

Препараты готовят в закрытых емкостях с подогревом до температуры по крайней мере на  $10^\circ\text{C}$  ниже температуры вспышки растворителя при перемешивании около 40 мин. Температура наружных стенок емкостей, используемых для приготовления растворов, не должна превышать  $40^\circ\text{C}$ . Приготавливая препараты на основе компаундированных растворителей, ПХФ растворяют в компоненте Н, а затем в раствор вводят другие компоненты.

**Препараты на основе НМ.** Эти препараты по защищающей способности и некоторым свойствам пропитанной древесины являются аналогами препаратов ПХФ, но во многом имеют отличительные признаки. НМ выпускается Московским нефтемаслозаводом по ГОСТ 9549—60. По внешнему виду представляет собой достаточно твердую зеленую пасту. Содержание меди в нафтенате должно быть не менее 9%.

Препараты НМ труднее проникают в древесину, чем препараты ПХФ. Пропитанная ими древесина хуже склеивается и окрашивается, чем непропитанная или пропитанная препаратами ПХФ. Их консервирующие свойства, как и свойства препаратов ПХФ, зависят и от растворителя. Они почти универсально токсичны и невымываемы. Препараты НМ имеют и некоторые преимущества перед препаратами ПХФ, например менее вредны для человека, не обладают резким запахом и не пылят. Одновременно с консервированием они частично гидрофобизируют древесину и окрашивают ее в ярко-зеленый цвет, светостойкость которого зависит от растворителя. Указанные свойства препаратов НМ выдвинули их в особый тип защитных средств.

Препараты НМ изучены слабее, чем ПХФ. Однако по структуре построения те и другие идентичны. Препараты НМ также разделяются на два класса: НМЛ — легкопроникающие, с участием относительно легких растворителей и НММ — относительно тяжелых маслянистых растворителей. Наиболее широкое применение находят препараты, указанные в табл. 26.

## 26. Рецептура главнейших препаратов НМ

Препарат	Растворитель	Содержание растворителя, %, при концентрации НМ по меди, %		
		0,5	1	1,5
НМС	Уайт-спирит	94,5	88,8	83,3
НМЗС	То же	89,5	83,8	78,3
	Зеленое масло	5,0	5,0	5,0
НМНР	Нефтяной растворитель НР-1	94,5	88,8	83,3
НМЗД	Дизельное топливо зимнее	94,5	88,8	83,3

Токсичность препаратов НМ определяется в основном содержанием в них меди, по которой рассчитывают концентрацию рабочих растворов. Чаще всего используют 1%-ные по меди растворы.

Приведем и несколько рецептов наиболее доступных препаратов для трех тонов окраски (содержание НМ указано по меди): окрашивающие в зеленый цвет — 2% НМ в 20% олифы + 80% уайт-спирита или 2% НМ в 20% олифы + 80% осветительного керосина; окрашивающие в желто-коричневые тона — 2% НМ в осветительном керосине, или 2% НМ в 20% зеленого масла + 80% уайт-спирита, или 2% НМ в уайт-спирите; окрашивающие в коричнево-буроватые тона — 2% НМ в 20% каменноугольного масла + 80% уайт-спирита, или 2% НМ в дизельном летнем топливе, или 1,5% НМ в НР-1. Препараты, окрашивающие древесину в зеленый цвет, если в качестве компонентов растворителя в них использованы нефтепродукты, относительно слабо устойчивы против солнечной радиации, поэтому рекомендуются в основном для интерьеров. Однако светостойкость окраски может быть повышена благодаря применению соответствующих закрепителей.

Препараты НМ находят применение в тех же условиях службы, что и ПХФ. При выборе их для конкретных условий следует учитывать их особенности, рассмотренные выше.

Каменноугольные и сланцевые масла — широко известные антисептики, способные в чистом виде достаточно хорошо консервировать древесину для тяжелых условий службы. Во всех странах, где имеются каменные угли и сланцы, эти препараты широко применяются. В СССР их используют заводы, пропитывающие шпалы и опоры линий электропередач. В основном применяются масла: каменноугольное пропиточное, антраценовое, полукоксовое каменноугольное и сланцевое. Из них масла каменноугольного происхождения заслуживают предпочтения. Каменноугольное пропиточное масло — фракция каменноугольной смолы, получающейся при высокотемпературном (800—1000°С) коксовании каменного угля. Антраценовое масло, или антрацен технический каменноугольный, — продукт кристаллизации антраценовой фракции каменноугольной смолы. Полукоксовое каменноугольное масло получается при низкотемпературном (450—500°С) коксовании угля. По защищающей способности каменноугольные масла равноценны, но по другим свойствам каждое из них имеет особенности. Например, полукоксовое масло содержит большое количество фракций, отгоняющихся в диапазоне 275—320°С, поэтому его вязкость выше (9,6 сСт при 80°С по сравнению с 3,5 сСт каменноугольного пропиточного и антраценового). Полукоксовое масло применяется часто с разбавлением сольвент-нафтой или зеленым маслом.

Масла сланцевого происхождения как консервирующие средства уступают каменноугольным маслам [354] и применяются

в связи с недостатком последних. Они представляют собой определенные фракции сланцевых смол, получаемых при термической переработке горючих сланцев. Для пропитки древесины применяется сланцевое масло по ГОСТ 10395—75. Вязкость его такая же, как и полукоксового масла, а токсичность ниже. В связи с этим при разбавлении сланцевого масла необходимо добавлять к нему антисептические компоненты, например 1—3% пентахлорфенола. Области применения СМ те же, что и КМ.

Пропиточные масла типа КМ и СМ не понижают прочности древесины, не корродируют металлы, но повышают горючесть древесины и делают ее поверхность темной и грязной, мало пригодной к склеиванию и окраске. Имеются данные о канцерогенности каменноугольных масел [208]. Благодаря высоким защитным свойствам для некоторых тяжелых условий службы они пока остаются незаменимыми.

## СПОСОБЫ ЗАЩИТНОЙ ОБРАБОТКИ И ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ

Самостоятельной проблемы способов защиты древесины не существует. Проблема способов — это отражение недостатков защитных средств. Если бы удалось создать средства, быстро проникающие в любую древесину, все способы крайне бы упростились. Эта задача, однако, не решена, несмотря на то, что защитные средства совершенствуются более 100 лет и их появилось уже большое количество. Правда, резко улучшились устойчивость и защищающая способность водорастворимых антисептиков, но в отношении проникаемости пропиточных жидкостей в материал существенных сдвигов нет, и больших перемен здесь ожидать трудно. Наоборот, непрерывные попытки совершенствования известных и отыскания новых антисептиков и антипиренов в расчете на улучшение их проникающей способности мало к чему привели. На практике стали использовать и еще более труднопроникающие антисептики, такие как ПХФН. Поэтому технологи должны не только надеяться на то, что специалисты по защитным средствам предложат быстропроникающие препараты, но и сами совершенствовать способы пропитки уже существующими защитными средствами.

### ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СПОСОБАМ ЗАЩИТЫ

В данном случае имеется аналогия с требованиями к защитным средствам. Прежде всего необходимо, чтобы способ был эффективным и соответствовал задачам защиты древесины, эксплуатируемой в тех или иных условиях, обладал заданной производительностью, был доступным и безопасным.

Эффективность любого способа должна оцениваться с нескольких позиций. Поскольку защитных средств много и они различны по свойствам, а каждое из них в определенных условиях имеет преимущества перед другими, эффективность спо-



способов может оцениваться лишь с учетом особенностей защитных средств. В связи с этим среди применяющихся способов, как правило, нет плохих или хороших. Каждый из них относительно удовлетворителен на своем месте. Иногда считается, что есть аналоги, т. е. способы, могущие применяться на равных правах в одинаковых условиях и, следовательно, взаимозаменяемые. Однако при более внимательном подходе оказывается, что один из способов доступнее, другой требует более высокой квалификации оператора, третий безопаснее и т. д.

Эффективность способа не может оцениваться безотносительно к задачам (условия и срок службы, глубина пропитки и т. д.). Например, способ прогрев — холодная ванна не эффективен для пиленых сортиментов, предназначенных к службе в тяжелых условиях на срок продолжительностью 40—50 лет, но может оказаться приемлемым для более легких условий или для тех же условий, но при сроке службы 20—25 лет. Нельзя говорить, что способ погружения не эффективен для пропитки столбов, поскольку он для этих целей и не предназначен. Таким образом, правильнее сравнивать между собой способы, рекомендуемые для аналогичных условий и сроков службы.

Эффективность способа не может определяться и только конечными результатами. При оценке способа должен рассматриваться и оцениваться сам процесс. Главным условием суммарной эффективности способа является не только возможность с его помощью получить необходимую степень защиты, но и его рациональность в тех или иных условиях. Например, пропитка под давлением выше атмосферного, как правило, нерациональна, когда достаточна небольшая глубина, например 5 мм по ЛПЗ.

Однако при сравнении эффективности нескольких способов, предназначенных для одной цели, положение меняется. Здесь сразу можно выявить лучшие и худшие способы. Аналогичное положение возникает, когда в практику вводится более эффективный по всем основным показателям способ. В этом случае он может быстро вытеснить применявшийся ранее. Так, можно ожидать, что в ближайшее время способ прогрев — холодная ванна будет заменен в домостроении способом пропитки вакуум — атмосферное давление. Однако возникают затруднения, если новый метод имеет лишь относительные преимущества перед старым. Например, по производительности он лучше, а по качеству получаемой продукции хуже или наоборот. В этом случае оценка способа становится сложной.

Производительность способа косвенно влияет на его эффективность, но должна рассматриваться отдельно. Например, по способности обеспечивать глубокую пропитку способы

вымачивания и пропитки в автоклавах одинаковы, но для пропитки сосновых бревен на глубину 30 мм способом вымачивания требуется 30 дней и более, а в автоклавах — несколько часов. Однако оба способа продолжают применяться, и каждый из них выбирается в зависимости от объемов пропитки. Для пропитки материала в объеме, исчисляемом в тысячах кубометров, строят заводы, а для пропитки нескольких десятков бревен применяют их длительную выдержку в ваннах. Запланированная на ближайшее время замена способа пропитки деталей стандартных домов вызвана главным образом тем, что новый способ вакуум — атмосферное давление обладает большей производительностью.

Таким образом, при оценке способа по производительности следует исходить и из масштабов производства. При этом нельзя не учитывать, что объемы пропитки часто невелики и стремление к высокой производительности оборудования может повлечь за собой неоправданное его усложнение и повышение капитальных затрат. Если для больших объемов производства желательны скоростные и автоматизированные процессы пропитки, то для очень малых достаточно и ручных обработок.

Доступность способа пропитки более широкое понятие, чем, например, доступность защитного средства. Как мы уже отмечали, под доступностью защитного средства в основном понимается его недефицитность, невысокая стоимость и возможность легкой доставки продукта с завода-изготовителя к месту использования. В понятие о доступности способа помимо недефицитности оборудования входит еще и величина капитальных вложений, металлоемкость оборудования, а также сложность строительно-монтажных работ, эксплуатации механизмов и энергоемкость процесса.

Например, относительно слабое применение пропитки в автоклавах в значительной степени объясняется их дефицитностью. Применение токов высокой частоты для предпропиточной сушки сдерживается высоким расходом относительно дорогой электроэнергии. Автоматизированные скоростные установки по пропитке деталей органикорастворимыми антисептиками в СССР пока также не применяются из-за сложности их проектирования, монтажа, эксплуатации. При усовершенствовании пропиточного оборудования, способов пропитки и особенно при разработке новых способов не следует отрывать от реальных возможностей.

Безопасность — одно из решающих звеньев в оценке приемлемости для производства способов обработки или пропитки. Поскольку безопасность способа определяется в основном свойствами защитного средства, сравнение различных способов по их безопасности должно проводиться для каждого защитного

средства отдельно. Как правило, и в этом случае способы не одинаковы по безопасности, и это определяется в основном степенью и характером контакта человека с защитным средством (пыль, пары, касание) на различных стадиях процесса.

Главным условием оценки способа по его безопасности является эффективность применения доступной оградительной техники и индивидуальной защиты. При этом нельзя исходить из явлений, могущих возникать лишь на отсталых производствах. Например, применение препаратов пентахлорфенола на многих пропиточных заводах сдерживается не столько из-за его предполагаемой вредности, сколько в связи с несовершенством оградительной техники на этих заводах и недостаточностью культуры производства.

### **О МЕХАНИЗМЕ ПРОНИКНОВЕНИЯ ПРОПИТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ В МАТЕРИАЛ**

Выше указывалось, что рабочие растворы защитных средств представляют собой жидкости, различающиеся по вязкости и поверхностной активности. В древесину при каждом из способов обработки или пропитки они проникают под действием различных сил, главным образом под влиянием капиллярного всасывания и избыточного давления. Многие защитные средства способны диффундировать в сырую древесину. При использовании некоторых антисептиков наблюдается частичная сорбция соли древесиной и, как следствие, опережающее продвижение растворителя. При пропитке любым способом действует сложный механизм проникновения защитного средства в материал. В связи с этим нет такого способа пропитки, при котором механизм проникновения и распределения защитного средства в древесине был бы определен одним каким-то технологическим воздействием. Этот механизм всегда будет зависеть также от свойств защитного средства и материала.

При пропитке сухой древесины способом выдержки в ванне с пропиточной жидкостью наблюдается как капиллярное всасывание, так и частичное проникновение ее под действием гидростатического давления. Благодаря этому при высоких пакетах и относительно небольшой длительности выдержки возникает заметная разница в глубине пропитки древесины в нижней и верхней частях пакета. Как в ванне, так и после извлечения материала из нее часто происходит диффузия антисептика в непро-

питанную сырую зону или зону опережающего проникновения растворителя.

При участии всех или большинства указанных факторов происходит проникновение защитных средств и в случае почти всех других способов пропитки. При нанесении антисептика на поверхность сухой древесины опрыскивателем или кистью наблюдается еще и вдавливание раствора под ударным действием струи или при втирании кистью. При каждом способе пропитки соотношение между определяющими проникновение факторами — капиллярным всасыванием, диффузией и внешним давлением — меняется в зависимости от свойств материала, пропиточной жидкости и в решающей степени от основного технологического воздействия. Технологией любого способа пропитки предусматриваются количественная сторона действия различных факторов пропитки и меры, содействующие лучшему действию тех или иных факторов.

Из сказанного следует, что нельзя делить способы пропитки на капиллярные, диффузионные и автоклавные, как это часто делается. В действительности почти при любом способе пропитки проявляют себя капиллярная, диффузионная и гидравлическая слагающие процесса проникновения в материал защитного средства. Несмотря на то, что какая-либо из них доминирует, процесс пропитки по ней называть не следует, поскольку это будет мешать научной классификации способов, правильному их пониманию и творческому применению.

### **О СООТНОШЕНИИ КАПИЛЛЯРНОГО И ДИФФУЗИОННОГО ПРОНИКНОВЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПРОПИТКЕ ДРЕВЕСИНЫ РАЗЛИЧНОЙ ВЛАЖНОСТИ**

Соотношение капиллярного и диффузионного проникновений защитных средств является важным показателем для выбора варианта пропитки некондиционированной древесины. Оно зависит от многих факторов, в первую очередь от плотности и влажности материала, растворимости защитного средства, величины и времени действия давления, температуры среды и длительности послепропиточной выдержки.

Рассмотрим в общем виде схему любой такой пропитки некондиционированной древесины водорастворимыми антисептиками. Поглощение

$$R = R_{y. n} + R_k + R_d,$$

где  $R_{у.п}$  — доля поглощения, достигаемая за счет удержания антисептика только поверхностью материала;  $R_k$  — доля поглощения, достигаемая за счет капиллярного проникновения;  $R_d$  — то же за счет диффузионного проникновения в период основной фазы пропитки.

### Глубина проникновения

$$h = h_{к.д} + h_d,$$

где  $h_{к.д}$  — глубина, получаемая за счет капиллярного и диффузионного проникновения непосредственно при пропитке;

$h_d$  — приращение глубины за счет последующей диффузии антисептика.

Конечно, соотношение между  $R_{у.п}$ ,  $R_k$  и  $R_d$ , а также между  $h_{к.д}$  и  $h_d$  может сильно изменяться в зависимости от свойств материала, пропиточной жидкости и способа пропитки.  $R_{у.п}$  зависит в основном от шероховатости поверхности;  $R_d$  существенна только при длительном контакте влажной древесины с раствором хорошо диффундирующего антисептика типа ББ-32 или КФА. То же относится и к части  $h_{к.д}$ , которая достигается в основной период пропитки.

Значение влажности древесины как фактора, определяющего соотношение капиллярного и диффузионного проникновений, не остается постоянным и зависит от плотности материала. Рассмотрим случаи пропитки древесины для двух ступеней влажности: более 70 и от 50 до 70 %.

**Древесина высокой влажности (>70 %).** Механизм пропитки такого материала наиболее сложен. При всех способах пропитки капиллярное проникновение, особенно для плотной древесины, в этом случае весьма ограничено и уменьшается с повышением влажности. При контакте с пропиточным составом древесина может лишь удержать некоторое его количество своей поверхностью, а защитное средство может диффундировать в материал на некоторую глубину, зависящую от его способности к диффузии, температуры среды и продолжительности контакта. Захваченное таким образом количество защитного средства и глубина его проникновения образуют начальную (исходную) защитную зону.

Удержание защитного средства поверхностью погруженного материала может быть увеличено за счет повышения концентрации раствора, его вязкости и увеличения самой поверхности материала. Повышение вязкости раствора возможно путем внесения в него взвешенных инертных частиц, а увеличение поверхности материала — за счет насечки и наколов. Пиленые материалы удерживают больше пропиточной жидкости, чем строганные.

Если пропитанную древесину затем быстро высушить, начальная зона пропитки практически будет и конечной, но если древесину оставить на некоторое время в сыром состоянии, защитное средство будет продолжать диффундировать в глубь материала, а его чистое поглощение при сохранении общего па- дать. Таким образом, диффузионное проникновение в период выдержки идет за счет поглощения, достигнутого в основном цикле пропитки, поэтому увеличение толщины защитной оболочки при выдержке материала называется диффузионным перераспределением. Для достижения заданного удельного содержания соли в конечной защитной оболочке необходимо предусмотреть соответствующий резерв поглощения в первый этап пропитки. Если концентрация раствора выше, чем это нужно для защиты материала при обычной пропитке, диффузионное приращение глубины пропитки не приведет к снижению содержания антисептика в защитной оболочке ниже заданной нормы и поэтому защищенность объекта пропитки повысится. Так образуется конечная (расширенная) защитная зона. Отношение глубины конечной зоны к глубине начальной составляет коэффициент диффузионного приращения глубины пропитки. Этот коэффициент должен учитываться при расчете заданного поглощения соли и концентрации пропиточного раствора.

Рассмотрим пример пропитки с выдержкой пропитанного материала без сушки. Задано конечное чистое поглощение  $15 \text{ кг/м}^3$  при глубине 10 мм. Вначале материал пропитывается на глубину 5 мм с чистым поглощением  $30 \text{ кг/м}^3$ . При выдержке глубина пропитки возрастает до 10 мм, а чистое поглощение соответственно снижается почти до  $15 \text{ кг/м}^3$ .

Глубину диффузионного приращения толщины защитной оболочки можно регулировать температурой среды и продолжительностью выдержки. В связи с этим условия послепропиточной выдержки так же, как и условия нахождения древесины в пропиточной ванне, являются важными элементами технологии пропитки.

**Древесина средней влажности (50—70%).** В данном случае при пропитке будет наблюдаться существенное капиллярное и диффузионное проникновение, а после пропитки и некоторое дополнительное диффузионное перераспределение. Соотношение между ними будет изменяться в зависимости от антисептика и влажности материала. При влажности 50% и при пропитке растворами слабодиффундирующих антисептиков, например ХМ-11, будет преобладать капиллярное проникновение, а при влажности 70% и при пропитке растворами КФА или препара-

тов типа ББ — диффузионное проникновение. От влажности материала и свойств антисептика будет зависеть и скорость диффузионного перераспределения.

При длительной послепропиточной выдержке без сушки материала, пропитанного высокорастворимым антисептиком, можно получить значительную глубину пропитки и в древесине с влажностью 50%. Именно таким образом можно удовлетворительно защищать сырую ядровую или спелую древесину. Необходимо иметь в виду, что перераспределение в ней фтор- и борсодержащих антисептиков в некоторых условиях продолжается и при ее эксплуатации.

В связи с изложенным для консервирования сырой древесины с расчетом на последующее диффузионное перераспределение антисептика могут быть рекомендованы только высокорастворимые и легкодиффундирующие антисептики, например, ББ-11, ББ-32 и КФА. Фторид натрия из-за малой растворимости не для всех условий службы может обеспечить необходимые параметры защищенности материала, а такие антисептики, как ХМ-11 и особенно ПХФН, совсем не рекомендуются для этих случаев.

#### **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ И РАЗРАБОТКА НОВЫХ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ**

Разработка новых способов химической защиты весьма затруднительна, поскольку нет существенных успехов в изыскании более эффективных защитных средств, особенно способных к повышенной проникаемости в материал. Тем не менее исследования по совершенствованию способов и изысканию новых ведутся. Ниже кратко описываются исходные данные и результаты исследований по усовершенствованию и изысканию способов обработки и пропитки древесины, проводимые в Сенежской лаборатории.

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ПРОПИТКИ МНОГОКРАТНЫМ НАНЕСЕНИЕМ БЕЗ ПРОСУШКИ В ИНТЕРВАЛАХ**

Способы химической защиты древесины путем нанесения соответствующей жидкости на поверхность материала являются наиболее старыми. Поскольку они не обеспечивают значительной глубины пропитки, то по крайней мере на протяжении столетия стремились уменьшить этот недостаток. Сколько-нибудь значительные результаты не были достигнуты, и в качестве итога еще

очень давно утвердилось правило двукратного нанесения защитной жидкости на материал кистью или опрыскивателем с обязательным интервалом для просушки после первого нанесения [72, 324, 345]. Это правило сохраняло свое значение в течение десятков лет. Лишь в последнее время появилось сообщение А. Я. Калниньша [184] о целесообразности сокращения интервалов между обработками для повышения глубины пропитки, но длительность интервалов между обработками опять-таки измерялась часами.

Автор также длительное время с недоверием относился к классической технологии обработки материала с большими интервалами, поскольку она преподносилась, как правило, безотносительно к антисептику, особенно к его растворимости и задачам защиты. Можно было лишь думать, что такая технология могла войти в практику при условии, что на какую-либо глубину пропитки уже не рассчитывали и при наличии антисептиков низкой растворимости предпочитали создавать на поверхности материала повышенное их содержание. Многократное нанесение антисептика с интервалами для просушки оправдывало себя и в случае применения слабо испаряющихся жидкостей типа креозота. В этом случае после каждого нанесения действительно полезен некоторый интервал, но не для сушки, а для продвижения антисептика в глубь материала. Когда же появились высокорастворимые в воде и летучих органических растворителях антисептики, то при их использовании не учли, что правило просушивания материала между обработками уже не подходит и даже вредно. На практике дошли до того, что многократное нанесение растворов с интервалами для просушки стали применять и для обработки пористой, например частично разрушенной, древесины высокорастворимыми антисептиками, используя рабочие растворы с концентрацией лишь 3% [169].

Автором совместно с Л. В. Рыминой был поставлен опыт с многократным нанесением пропиточных жидкостей на поверхность сухой древесины различного состояния без просушки между нанесениями с расчетом использовать этот способ для защиты музейных объектов. Были использованы отрезки бревен. Нанесение производилось 3 раза в день в течение 20 или 30 дней (табл. 27).

Как видим, и при таком большом числе нанесений без просушки между ними глубина проникновения защитного средства в 1,5—3 раза больше, чем с просушкой. Особенно значительна разница для менее плотной, например частично разрушенной, древесины и для относительно медленно проникающих водорастворимых антисептиков. Было также установлено, что при двух



27.

Глубина проникновения защитных средств в сухую древесину заболони сосны различного состояния при многократном нанесении без просушки и с просушкой материала в интервалах между нанесениями

Защитное средство	Варианты обработки	Средняя глубина проникновения защитного средства, мм	Защитное средство	Варианты обработки	Средняя глубина проникновения защитного средства, мм
I. Новая древесина. 90 нанесений			ПХФН	С просушкой	0,5 **
ПББ-211	Без просушки	3,0—5 *		Без просушки	3,0
II. Здоровая древесина, бывшая в службе. 60 нанесений			III. Древесина, бывшая в службе, с синевой и ковровой гнилью. 60 нанесений		
ПЗС-890	С просушкой	13	ПЗС-890	С просушкой	57 **
	Без просушки	21		Без просушки	70
ХМ-11	С просушкой	43 **	ХМ-11	С просушкой	3
	Без просушки	60		Без просушки	5
ББ-32	С просушкой	1	ББ-32	С просушкой	10
	Без просушки	2		Без просушки	30
ББ-32	С просушкой	3	ПХФН	С просушкой	3 **
	Без просушки	11		Без просушки	6

\* Первая цифра — проникновение ПХФН, а вторая — борных соединений.

\*\* Проникновение растворителя больше этой величины в среднем на 25%.

нанесениях глубина пропитки с просушкой не превышает 0,5 мм, тогда как при пропитке без просушки она равна 1 мм. Экспериментальные работы показали, что наносить можно и чаще, чем в опыте. Если имеются большие поверхности, работы можно не прекращать, возвращаясь к одному месту по мере впитывания жидкости. В других случаях во избежание потерь раствора на стекание нужно делать перерывы, в течение которых материал следует за щ и щ а т ь от просыхания.

Таким образом, многократная обработка с просушиванием и без просушивания материала между обработками, включая непрерывную обработку, представляет собой два различных способа. Способ с просушиванием материала между обработками дает незначительную глубину пропитки и в обычном варианте с двукратным нанесением относится к способам, обеспечивающим лишь антисептирование материала. Способ без просушива-

ния материала между обработками, или непрерывной обработкой, дает значительное увеличение глубины пропитки, особенно на легкопропитываемой древесине, что ставит его в ряд способов, применяемых уже в консервировании.

### Исследование панельного способа пропитки

Строительно-ремонтная практика давно нуждается в способе глубокой пропитки собранных конструкций. Очень часто при строительстве объектов конструкции, требующие химической защиты, не получают ее или она производится способами, не обеспечивающими древесине необходимую долговечность. Еще более остро стоит вопрос о защите старых деревянных построек, частично загнивших, но еще могущих быть использованными в случае эффективно проведенного ремонта. Уникальные памятники деревянного зодчества, истории и культуры, разборка которых невозможна, вообще обречены на гибель из-за отсутствия способов их глубокой пропитки.

В настоящее время при строительстве новых и ремонте старых построек из всех имеющихся способов применяется преимущественно лишь обработка поверхности собранных конструкций растворами антисептиков или пастами. При этом достигается лишь незначительная глубина проникновения защитного средства. Другие способы более глубокой пропитки конструкций сводятся к введению пасты, порошка или пропиточной жидкости в насверленные в древесине отверстия или к введению жидкости в материал через накальвающие иглы под давлением. В этих случаях даже при большом количестве инъекций не достигается необходимой равномерности пропитки. Кроме того, оба способа весьма трудоемки и связаны с неизбежным повреждением материала.

В 1968 г. перед Сенежской лабораторией был поставлен вопрос об изыскании эффективных способов глубокой пропитки древесины встроенных конструкций без их разборки, в первую очередь старых ценных построек. Исходные данные для положительного решения вопроса были весьма незначительными. Подобных исследований никто не проводил, и даже в литературе этот вопрос не затрагивался. Наша задача, однако, была несколько облегчена наблюдениями автора, произведенными ранее в природе, при проведении опытов по дождеванию круглого леса [78], а также при обследовании в период дождей старых построек, подлежащих химической защите. Эти наблюдения показали, что в определенных условиях древесина, особенно загнившая, может быть пропитана без давления.

Специальные опыты, проведенные в лаборатории, подтвердили возможность глубокой пропитки без ванн и автоклавов древесины, особенно прошедшей несколько циклов увлажнения — сушки или пораженной грибами. Даже древесина, слегка затронутая грибами (синева, начальная стадия ковровой гнили), может быть глубоко пропитана без давления. Ускорение процесса проникновения жидкости в здоровую древесину, длительное время находившуюся под воздействием атмосферных осадков, объясняется проницаемостью капилляров, разрушенностью части их перегородок и элементов пор. При поиске неповреждающих способов глубокой пропитки конструкций без разборки было установлено, что такая пропитка может быть выполнена непрерывным обливанием (опрыскиванием) конструкций или любым другим способом, позволяющим поддерживать постоянный контакт жидкости с поверхностью древесины. Оставалось решить, как технологически эффективно и длительно наносить пропиточную жидкость на поверхность древесины. Разработка способа, удовлетворяющего таким условиям, проведена автором совместно с И. Г. Крапивиной и Л. В. Рыминой в 1969—1970 гг. [115].

Непрерывное опрыскивание оказалось менее удачным из-за трудности его регулировки и потерь раствора на стекание и испарение. После некоторых экспериментов появилось несколько более надежных вариантов глубокой пропитки построек дозированных вливанием (подачей) пропиточной жидкости под непроницаемую оболочку (панель), плотно наложенную на конструкцию. В этом случае раствор непрерывно подается из резервуара к поверхности древесины через специальный питатель и панель, а избыток его собирается для повторного использования. Такой способ пропитки был назван панельным. Позже после успешного применения он был стандартизован [157].

Технология пропитки, которая сложилась в итоге исследований [112] и практической отработки, описана на с. 198. Здесь же остановимся кратко лишь на основных исследованиях, проведенных автором и Л. В. Рыминой, установивших закономерности пропитки, характерные для данного способа, а также на результатах первого практического применения этого способа.

Исследования пока коснулись в основном пропитки старой древесины хвойных пород и лишь частично затронули новую древесину. Опыты ставились в больших масштабах на образцах и моделях как в лаборатории, так и на полигонах. Для опытов было закуплено в районах Заонежья несколько деревянных рубленых крестьянских домов примерно 100-летнего срока службы.

Древесина, еще пригодная к службе, была разделена по степени разрушения на пять следующих типов: I — многочисленные мелкие трещины, по заболони слабая синева; II — многочисленные мелкие и средние (ширина 3—5 мм) трещины, по заболони синева и ковровая гниль первой стадии; III — многочисленные мелкие и средние трещины, по заболони ковровая гниль второй стадии с очагами бурой; IV — многочисленные средние трещины, по заболони ковровая гниль третьей стадии и бурая; V — многочисленные средние и единичные крупные трещины (ширина 6—12 мм), местами обрушения поверхности, по заболони бурая гниль, заходящая в ядро.

Исследования проводились на отрезках (длиной 300 мм) старых сосновых бревен (рис. 19) и на моделях двухрядных дощатых крыш размером 0,5×0,5 м из старых кровельных досок. Торцы отрезков изолировали влагостойкой замазкой. На образцы и модели накладывалась пропиточная панель, состоящая из одного-двух слоев фильтровальной бумаги, прилегающих к древесине, и одного покрывающего их слоя полиэтиленовой пленки. В качестве емкостей для растворов использовались стеклянные банки. Раствор на образцы подавался питателем, состоящим из двух слоев хлопчатобумажной ткани и одного слоя фильтровальной бумаги. Расход<sup>1</sup> раствора определяли ежедневно по разности его количества, залитого в верхнюю емкость и слитого из нижней. По окончании пропитки образцы и модели распиливали и измеряли глубину проникновения антисептиков.

Динамику расхода разнотипных растворов при пропитке древесины стеновых бревен иллюстрирует рис. 20. Как видим, расход раствора при данной и одинаковой герметизации панели зависит от защитного средства и для всех средств растет с увеличением степени разрушенности материала и продолжительности пропитки. Для органикорастворимого препарата ПЗС-890, в зависимости от типа древесины, он достигает к десятому дню пропитки 400—560 л/м<sup>3</sup>, а для водорастворимых препаратов ББ-11 и ХМ-11 соответственно 220—380 и 120—380 л/м<sup>3</sup>. Чем ниже проникаемость антисептика, тем больше диапазон его расхода в зависимости от состояния древесины.

Было установлено, что поглощение раствора для органикорастворимых антисептиков типа ПЗС-890 составляет 0,4—0,5 от расхода, а для водорастворимых 0,6—0,7. Так как разность между поглощением раствора и его расходом зависит в основном от потери лишь растворителя, поглощение защищающего вещества

<sup>1</sup> Под расходом в данном случае понимается поглощение и некоторые неизбежные при данном способе пропитки потери растворителя на испарение.

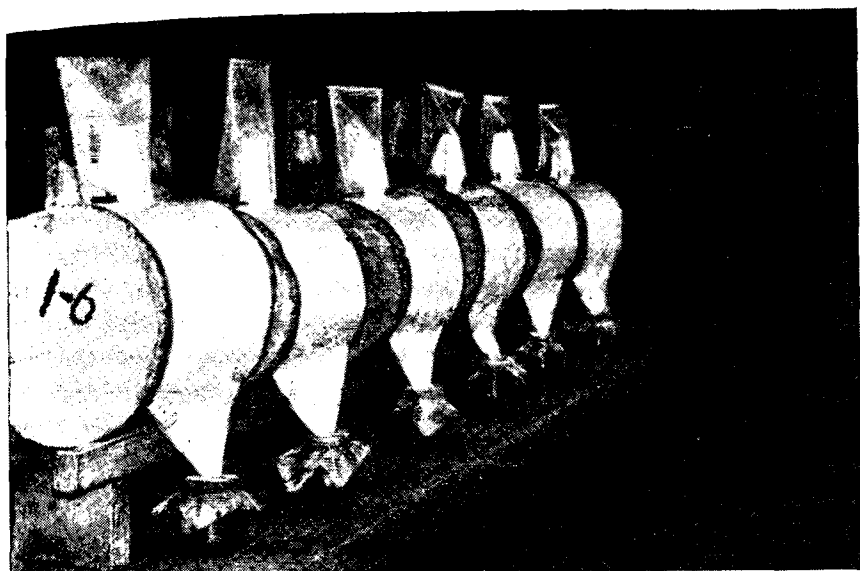


Рис. 19. Общий вид опыта исследования панельной пропитки на отрезках бревен

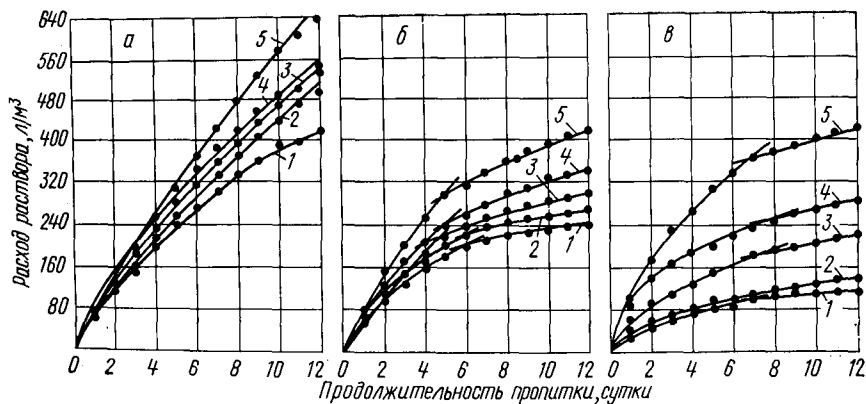


Рис. 20. Расход растворов защитных средств при панельной пропитке стеновых бревен:

а — ПЗС-890; б — ББ-32; в — ХМ-11; цифрами обозначены типы древесины (см. с. 173)

соответствует расходу раствора. Несмотря на это, чистое поглощение раствора и при данном способе пропитки является важным технологическим показателем, поскольку по нему и заданной глубине пропитки на основании установленного ранее соотношения чистого поглощения и глубины для определенного типа древесины можно корректировать предполагаемую продолжительность пропитки.

Значения глубины проникновения защитных средств, полученные в рассматриваемом опыте, указаны в табл. 28. За 12—25 суток для различных растворов и древесин получена глубина проникновения защитных средств от 10 до 53 мм. Среднесуточное проникновение (скорость пропитки) за период опыта оказалось наиболее высоким для ПЗС-890 (2,1—2,6 мм в сутки) и для ББ-11 (1,8—2,2 мм в сутки), а наименьшим для ХМ-11 (0,9—1,1 мм в сутки). Принимая во внимание еще достаточно высокое приращение поглощения в конце опыта (см. рис. 20), можно считать, что при данном способе защиты легко пропитываемой древесины можно получить проникновение антисептика на любую необходимую глубину.

Было установлено, что наблюдается пропитка на значительную глубину и за пределами контура панели. Например, при установке панели на одну сторону бревна зона пропитки, в зависимости от особенностей раствора, расширяется на 10—50%, и за пределами контура панели глубина проникновения защитного средства достигает 40% глубины под панелью. Значительное растекание растворов за границы панелей является важным фактором для данного способа пропитки, поскольку позволяет пропитывать и те микроучастки конструкций, по отношению к которым трудно добиться прилегания панели или на которые она не может быть установлена.

Динамику пропитки моделей из старых кровельных досок одного типа растворами различных защитных средств иллюстрирует рис. 21. Как видим, расход растворов во времени примерно такой же, как и при пропитке стеновой древесины. Глубина же проникновения защитных средств в этом случае зависит и от положения досок (табл. 29). Наибольшая глубина пропитки обеспечивается для верхней стороны досок верхнего ряда. Здесь она, в зависимости от особенностей защитного средства, за 14 суток достигает в среднем 3—40 мм. Значительно меньше она для верхней стороны досок нижнего ряда (1—20 мм) и еще меньше для нижней стороны досок верхнего ряда (1—10 мм). Средняя скорость проникновения по верхней стороне досок верхнего ряда, в зависимости от защитного средства и состояния древесины, колеблется в пределах 0,2—2,8 мм в сутки.

28.

## Глубина бокового проникновения защитных средств при панельной пропитке отрезков бревен

Защитное средство	Продолжительность пропитки, сутки	Тип древесины по состоянию	Средняя ширина на заболони, мм	Средняя глубина проникновения в зоне, мм		Пропитка не охваченной панелью части объема по окружности, %	Скорость пропитки, мм в сутки
				контакта с панелью	за пределами панели		
ПЗС-890	12	I	42	25	—	—	2,1
		II	44	26	—	—	2,2
		III	46	26	—	—	2,2
		IV	45	29	—	—	2,4
		V	48	32	—	—	2,6
ББ-11	12	I	22	30	—	—	1,8
		II	23	33	—	—	1,9
		III	24	34	—	—	2,0
		IV	26	35	—	—	2,1
		V	29	36	—	—	2,2
ХМ-11	12	I	34	10	—	—	0,9
		II	38	10	—	—	0,9
		III	44	11	—	—	0,9
		IV	45	13	—	—	1,1
		V	45	13	—	—	1,1
ФН	25	I	35	40	—	—	1,6
		II	37	40	26	30	1,6
		III	43	48	18	50	1,9
		IV	64	53	33	60	2,1
ПББ-211	23	I	46	34	8	8	1,5
		II	35	34	7	20	1,5
		III	39	44	12	22	1,9
		IV	62	51	25	38	2,2
ХМК-221	23	I	46	32	—	—	1,4
		III	40	40	4	13	1,7
		IV	37	48	13	43	2,1

Примечание. При пропитке первыми тремя защитными средствами глубина проникновения за пределами панели не учитывалась.

Исследованиями также установлено, что скорость панельной пропитки любых конструкций зависит от температуры окружающего воздуха и ориентации пропиточной панели по отношению к сторонам света [288] и возрастает с увеличением температуры древесины. В связи с этим скорость пропитки выше при использовании темных панелей и особенно на южной стороне построек.

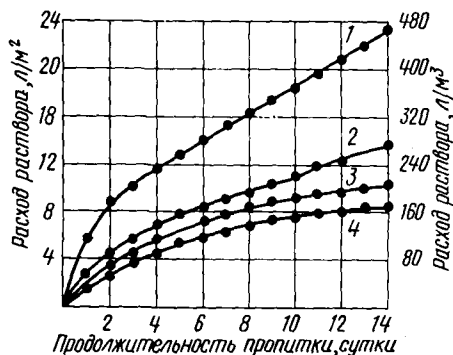


Рис. 21. Расход растворов при пропитке моделей из старых досок в зависимости от времени пропитки:

1 — ПЭС-890; 2 — ББ-11;  
3 — ПХФН; 4 — ХМ-11

## 29. Глубина проникновения защитных средств при панельном способе пропитки моделей старых дощатых крыш

Защитное средство	Средняя глубина проникновения, мм			Средняя скорость проникновения защитного средства (по верхней стороне верхнего ряда), мм в сутки
	по пласти доски (первая цифра — по верхней, вторая — по нижней)		по кромке (месту стыка досок верхнего ряда)	
	верхнего ряда	нижнего ряда		
ПЭС-890	40—10	20—8	15	2,8
ББ-11	10—5	8—3	7	0,7
ПХФН	3—0	2—0	1	0,2
ХМ-11	5—1	2—0	2	0,4
ПББ-211	12—5	7—2	6	0,8
ПБС-433	11—6	8—2	6	0,8

## Исследование способов глубокой пропитки деталей в подставной (подвесной) ванне

Способы глубокой безавтоклавной пропитки деталей в условиях строительства и ремонта продолжали интересовать Сенежскую лабораторию и после разработки панельного способа. Было вы-



сказано положение, что не только детали могут укладываться в ванну для пропитки, но и сама ванна может подставляться или подвешиваться под встроенную деталь или совмещаться с деталью и устанавливаться в конструкцию, оставаясь, когда это допустимо по архитектурным соображениям, в ней на весь период эксплуатации. Этот способ отличается и от способа бандажной пропитки, поскольку в данном случае используется не паста, а раствор, количество которого в процессе пропитки может дополняться, что дает возможность достигать высокого уровня защиты.

Автором совместно с Л. В. Рыминой исследованы несколько вариантов такой пропитки деталей строительства и ремонта с применением защитных средств разного типа.

Пропитка столбиков под половые лаги. Отрезки сосновых бревен ( $d=200$  мм и  $l=300$  мм) были завернуты в полиэтиленовую пленку и установлены вертикально на площадку (рис. 22). В отверстие между связанными концами пленки заливались растворы различных защитных средств. В первые дни пропиточная жидкость заливалась 2 раза в сутки, а по мере снижения скорости поглощения — 1 раз. Пропитка продолжалась 26 дней. Как видно из табл. 30, при данной герметизации ванн достигнут расход раствора 434—582 л/м<sup>3</sup>. Если даже учитывать частичную повышенную пропитку с торца и потери растворителя на испарение, которые в этом случае оцениваются в 10%, общее поглощение для всех защитных средств следует считать высоким. Было установлено, что к моменту окончания опыта суточное поглощение еще продолжало оставаться значительным. Это указывает на возможность получения в аналогичных условиях сквозной пропитки.

30. Расход растворов защитных средств при пропитке столбиков под половые лаги по методу подставной ванны

Защитное средство	Расход раствора, л/м <sup>3</sup>	ащитное средство	Расход раствора, л/м <sup>3</sup>
ПББ-211	465	ХМББ-3324	487
ХМҚ-221	498	ФН	434
ХМ-11	480	ПЗС-890	582

Пропитка отрезков (образцов) загнивших нижних венцов построек. Образцы в горизонтальном положении плотно обертывали полиэтиленовой пленкой таким образом, чтобы они оказывались

и



б



Рис. 22. Пропитка деталей фундамента дома способом подставной ванны:  
а — заблаговременная пропитка столбиков под половые лаги; б — модель  
пропитки опор под постройку по ходу строительства

как бы лежащими в ванне, соответствующей их размерам. Незакрытой оставалась лишь небольшая верхняя часть образца. Обернутые пленкой образцы укладывали в канавки глубиной 10 см. Полиэтиленовую пленку крепили в верхней части образца планками на гвоздях. Через воронку в ванну в течение 26 суток подливали раствор. Далее образцы оставались в ванне с остатками раствора в течение 2 мес, после чего были распилены для определения глубины пропитки.

Опыт показал (табл. 31), что пропитка горизонтально расположенных бревен по способу подставной ванны обеспечивает высокие параметры защиты. Все образцы, в том числе и еловые, в зоне ванны пропитались на глубину 40—75 мм, а выше ее на глубину 15—30 мм водорастворимыми защитными средствами

**31.** Расход растворов и глубина проникновения защитных средств при пропитке горизонтально лежащих отрезков бревен по способу подставной ванны

Характеристика древесины	Защитное средство	Расход раствора, л/м <sup>3</sup>	Охват по окружности, %		Глубина проникновения, мм		
			бортами ванны	пропиткой	растворителя	защитного средства в зоне	
						ванны	выше ванны
Ель. Многочисленные трещины средней величины. Бурая гниль, поражение жуками	ПЗС-890	320	60	100	71	70	40
Сосна. Мелкие трещины. Ковровая гниль с очагами бурой, поражение жуками	ПЗС-890	743	50	100	77	75	70
Сосна. Мелкие трещины. Слабая ковровая гниль с большим очагом бурой, поражение жуками	ПББ-211	418	50	100	70	40	30
Сосна. Мелкие и средней величины трещины. Ковровая гниль с участками белой, поражение жуками	ХМҚ-221	315	60	65	67	65	20
Сосна. Мелкие и средней величины трещины. Ковровая гниль с очагами бурой, поражение жуками	ХМББ-3324	582	50	85	57	45	15

и на глубину 40—70 мм препаратом ПЗС-890. Общий расход пропиточной жидкости при ориентировочных потерях растворителя на испарение 20% колебался в пределах 315—743 л/м<sup>3</sup>. Колебания в соотношении расхода раствора и глубины пропитки определялись различиями в ширине заболони. С аналогичными результатами были пропитаны в подвесных ваннах отрезки баков подвального перекрытия, загнившие с нижней стороны.

### Исследование инъекционного способа пропитки

Инъекционные способы пропитки не имеют широкого применения, но все же иногда их используют для защиты столбов, несущих деталей в старых строениях, а также некоторых музей-

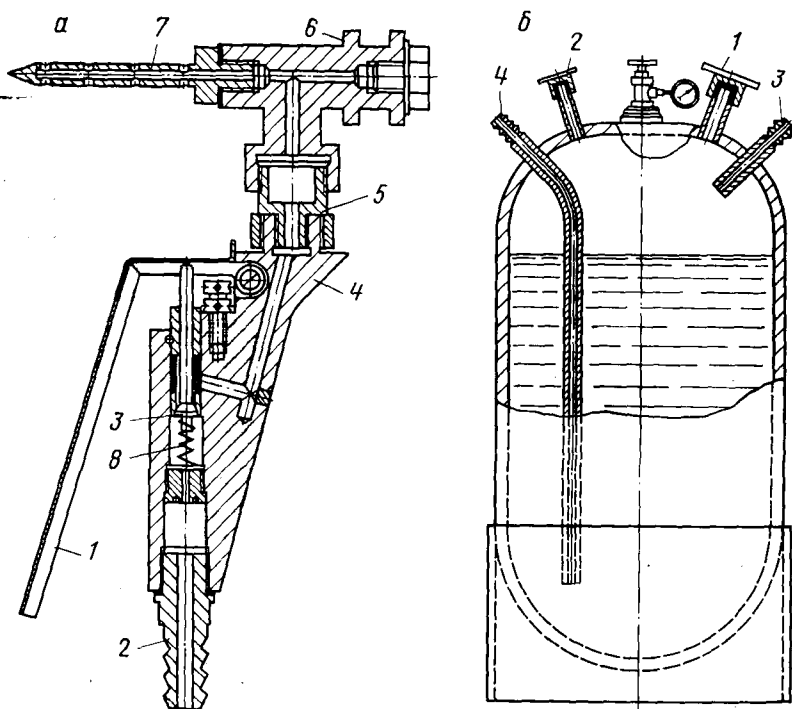


Рис. 23. Приспособление для пропитки древесины инъекционным способом: а — пистолет для инъекций: 1 — ручка; 2 — штуцер; 3 — клапан; 4 — корпус; 5 — переходный штуцер; 6 — наконечник; 7 — сменная игла; 8 — пружина; б — баллон для пропиточной жидкости; штуцера для: 1 — заливки антисептика; 2 — спуска воздуха; 3 — подачи сжатого воздуха; 4 — подачи антисептика в пистолет

ных объектов [62]. Раствор вводят в древесину с помощью шприца или специального приспособления в виде полый иглы. С целью выявления пригодности этого способа для пропитки ремонтируемых объектов нами совместно с Л. В. Рыминой проведен небольшой опыт. Пропитку осуществляли с помощью специального приспособления, разработанного Украинским научно-исследовательским институтом механической обработки древесины и имеющего полую плоскую иглу с рядом отверстий на широких сторо-

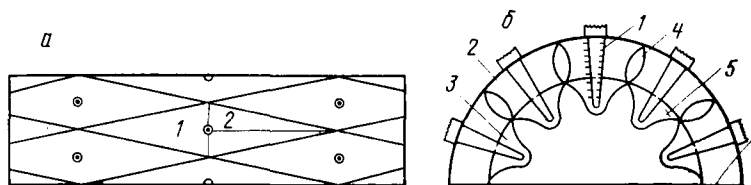


Рис. 24. Схема инъекционной пропитки:

*a* — расположение мест введения пропиточной иглы: 1 — поперечный шаг накола, соответствующий ширине зоны тангентального проникновения антисептика от одного накола; 2 — продольный шаг накола, соответствующий половине длины зоны проникновения антисептика вдоль волокон от одного накола; *b* — распределение антисептика на поперечном разрезе бревна: 1 — игла с отверстиями; 2 — зона сплошной пропитки; 3 — зона частичной пропитки; 4 — зона перекрытия соседних участков пропитки; 5 — граница между ЛПЗ и ТПЗ

нах (рис. 23, *a*). Пропиточный раствор подавался в иглу и далее в древесину из баллона (рис. 23, *б*) под давлением 0,1 и 0,3 МПа в течение 5 мин. Иглу вводили в древесину таким образом, чтобы ее отверстия были направлены поперек волокон. Схемы расположения мест и глубина введения иглы выбраны с расчетом получения сплошной пропитки по ЛПЗ и частичной пропитки по ТПЗ (рис. 24).

Цель опыта заключалась в определении размеров зон пропитки поперек и вдоль волокон для здоровой и загнившей сухой древесины. Пропитку проводили на образцах сосновых бревен. Гниль на части образцов была еще достаточно плотной. Сразу после пропитки образцы распиливали так, чтобы плоскость распила проходила через отверстия от иглы, и измеряли тангентальную и радиальную глубину пропитки по заболони и ядру.

Как видим (табл. 32), зона пропитки довольно значительна. Даже по ядру пропитка в тангентальном направлении достигает 10 мм, а по заболони в радиальном направлении во всех случаях

получена сквозная пропитка. При повышении давления от 0,1 до 0,3 МПа\* глубина пропитки увеличивается. Заметна и зависимость глубины пропитки от состояния древесины: загнившая древесина пропиталась лучше.

### 32. Глубина проникновения раствора в заболонь и ядро при инъекционном способе пропитки древесины сосны

Древесина	Давление, МПа	Глубина проникновения, мм			
		в заболонь		в ядро	
		радиальная	тангентальная	радиальная	тангентальная
Здоровая	0,1	Сквозная	25	40	2—3
	0,3	То же	22—40	46	6—10
Загнившая	0,1	»	60	48	2—6

### Исследование способа пропитки погружением — выдержка для диффузии (ПВД)

Длительное время оставалась недостаточно ясной эффективность пропитки сырой древесины путем нанесения концентрированного раствора защитного средства на поверхность материала и выдержки его некоторое время в достаточно теплых условиях для заглубления защитного средства за счет диффузии [102]. Этот способ исследован автором совместно с А. И. Устиновой в двух вариантах: с использованием холодного и горячего растворов на образцах из заболони сплавных бревен сосны размером 40×40×70 мм при начальной влажности древесины 126%. Торцы образцов изолировались. Пропитка производилась растворами антисептиков: ББ-32 (30%); ФН (3%); ХМ-11 (10%) и ПХФН (5%) при температуре 20° и 90°С; длительности пребывания образцов в растворе 5, 15, 30, 60, 120 мин и продолжительности последующей выдержки 0,1; 1; 3; 6; 24 ч.

Результаты, полученные для варианта с холодным раствором, приведены на рис. 25. Как видим, глубина проникновения зависит от антисептика и растет с увеличением длительности пребывания материала в растворе и продолжительности выдержки его на диффузию. При погружении древесины в 30%-ный раствор ББ-32 на 120 мин и последующей выдержке в течение 6 ч уже достигается глубина пропитки около 5 мм. При таких

\* Здесь и далее давление и вакуум выражены в системе СИ; 1 атм = 0,1 МПа.

же условиях для ФН, ХМ-11 и ПХФН глубина пропитки соответственно 4,3; 1,9; 0,4 мм.

Результаты, полученные для варианта с горячим раствором (рис. 26) показывают, что общие закономерности здесь те же, что и при погружении в холодный раствор, но скорость пропитки значительно выше. Зависимость глубины пропитки от длительности выдержки древесины в горячем растворе выражена также сильнее. Так, при погружении древесины в горячий раствор ББ-32 только на 15 мин и последующей выдержке материала в течение 6 ч уже достигается глубина пропитки 14 мм. При этом условии для ФН глубина пропитки составляла только 1,8 мм. Однако при увеличении времени пребывания в растворе до 60 мин она возросла и для ФН до 10 мм. Другие испытанные антисептики по пропиточным свойствам занимают промежуточное положение. Во всех случаях увеличение длительности выдержки материала в ванне с горячим раствором резко повышает скорость диффузии антисептиков. Исследования также показали, что скорость диффузии соли в радиальном направлении больше, чем в тангентальном, для варианта с холодным раствором примерно на 50, а с горячим — на 30 %.

Таким образом, описываемым способом, выбирая тот или иной вариант, а также режим и антисептик, можно получать в приемлемое для производства время пропитку на глубину 5—15 мм.

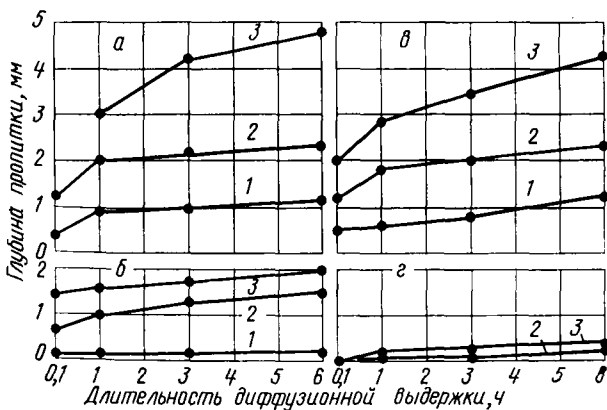


Рис. 25. Зависимость глубины проникновения (пропитки) водорастворимых антисептиков в заболонь славяной сосны от продолжительности выдержки на диффузию при пропитке по способу погружение в холодный раствор — выдержка на диффузию:

а — ББ-32; б — ХМ-11; в — ФН; г — ПХФН; длительность пребывания древесины в ванне, мин: 1—5; 2—60; 3—120

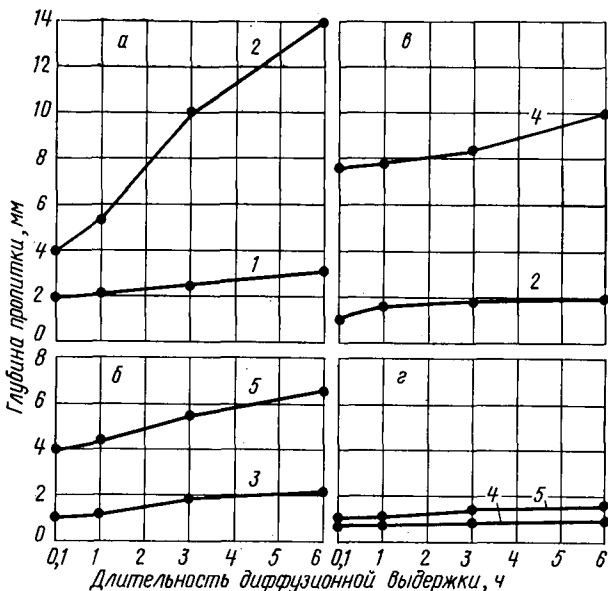


Рис. 26. Зависимость глубины проникновения водорастворимых антисептиков в заболонь сплавной сосны от продолжительности выдержки на диффузию при пропитке по способу погружение в горячий раствор — выдержка на диффузию:

а — ВВ-32; б — ХМ-11; в — ФН; г — ПХФН; длительность пребывания древесины в ванне, мин: 1—5; 2—15; 3—30; 4—60; 5—120

### Исследование способа пропитки прогрев — холодная ванна (ПРХВ)

Уже на ранних этапах применения этого способа возникло несколько вариантов (см. с. 211), отличающихся друг от друга тем, что прогрев и охлаждение производится либо в одной ванне без смены раствора при постепенном его остывании, либо со сменой раствора, либо в двух ваннах с переносом материала из одной, горячей, ванны в другую, холодную [345]. Прогрев в свою очередь может осуществляться водой, той же жидкостью, которой производится пропитка, а также паром и нагретым воздухом. Нагревание при сушке в камере также может использоваться для последующей пропитки в холодной ванне.

В 30-е годы текущего столетия при ограниченности капитальных вложений способ стал применяться достаточно широко. Были использованы самые простые его модификации. Например,



применены деревянные ванны для пропитки круглого леса и брусьев для строительства мостов [270]. В это время способ был оценен положительно. Позже, в конце 40-х годов и в 50-х годах, он был выдвинут даже в качестве основного способа пропитки деталей домов заводского производства. С учетом возросших требований к технике безопасности, механизации работ и улучшению общих условий труда, а также с появившимися послевоенный период дополнительными возможностями использования подъемно-транспортного оборудования было построено несколько десятков механизированных цехов с годовой производительностью 20—40 тыс. м<sup>3</sup>. Однако при этом не было учтено, что в таком виде по удельным капитальным вложениям ванновые установки не будут дешевле автоклавных, а по себестоимости и качеству продукции этот способ будет уступать способам пропитки в автоклавах.

Несмотря на появившиеся сомнения в перспективности этого способа, он еще некоторое время продолжал считаться актуальным. Делались новые попытки изыскания путей повышения глубины пропитки по этому способу и общей интенсификации процесса. Некоторые исследования под руководством автора были проведены и в Сенежской лаборатории П. И. Рыкачевым, Ю. В. Протопоповым, Б. И. Телятниковой и Б. Н. Уголевым. Результаты этих исследований представляют интерес в связи с тем, что единой точки зрения о перспективах применения этого способа еще не получено.

Исследованиями П. И. Рыкачева в 1948 г. установлено, что глубина пропитки по данному способу с использованием для прогрева смешанного раствора фторидов натрия и аммония зависит от влажности древесины. Наибольшая глубина пропитки сосновой заболони достигается при ее влажности от 22 до 32%. При влажности 12—18% или 35—40% она в равной мере заметно снижается. В связи с этим сделаны выводы о том, что при пропитке деталей антисептиками, способными к диффузии, когда заданное общее поглощение соли может быть обеспечено соответствующим повышением концентрации раствора, предпропиточная влажность может находиться в пределах 20—40%. Некоторое снижение глубины пропитки в основном процессе при влажности материала выше 32% будет компенсировано заглублением антисептика за счет диффузии после извлечения материала из ванны. Это правило, однако, не распространяется на пропитку антисептиками низкой растворимости, например КФН, поскольку с повышением влажности материала снижается его пропиточная емкость для раствора. Было также показано, что пропитка по данному способу сырой древесины (влажность более 80%) также

противопоказана, так как в холодной ванне и после нее снижается скорость диффузии антисептика.

Совместно с П. И. Рыкачевым в 1949 г. нами исследована и пропитка деталей, прогреваемых не горячим раствором антисептика, а паром с давлением 0,17 МПа ( $t=115^{\circ}\text{C}$ ). Пропитке подвергались заболонные детали толщиной 20 мм. Опыт показал, что при их прогреве паром в течение 30 мин и пропитке холодным раствором ( $20^{\circ}\text{C}$ ) в течение часа достигается сквозное проникновение антисептика. Этим опытом было показано, что высокотемпературный прогрев паром имеет преимущества перед прогревом раствором по влиянию на глубину и скорость пропитки.

Исследования Ю. В. Протопопова [273] были направлены на определение: сравнительной эффективности пропитки в холодной и горячей ваннах по отдельности и общей пропитки последовательно в горячей и холодной ваннах; влияния влажности древесины на длительность ее прогрева до температуры раствора и на величину конечного поглощения раствора; зависимости между длительностью выдержки в холодной и горячей ваннах при последовательном их использовании и поглощением раствора; роли принудительной горизонтальной циркуляции раствора.

Исследование проводилось на образцах из заболони сосны размером  $20 \times 20 \times 200$  мм с защищенными торцами. Использовались ванны с электрообогревом и весовым устройством для непрерывного измерения поглощения. Температура внутри образцов измерялась термометрами. Температура растворов в горячей и холодной ваннах поддерживалась соответственно на уровне  $94-95$  и  $19-21^{\circ}\text{C}$ . Каждый опыт повторялся 6—8 раз.

На рис. 27 показана динамика общих поглощений холодного и горячего растворов по отдельности и горячего и холодного вместе при последовательной пропитке. При пропитке в течение 35 мин поглощение холодного раствора не превышало  $15 \text{ кг/м}^3$ , горячего —  $60 \text{ кг/м}^3$ , а горячего и холодного последовательно (при выдержке 15—20 мин) достигло  $120 \text{ кг/м}^3$ . Установлено, что скорость прогрева и охлаждения древесины с увеличением ее влажности несколько повышается, а поглощение резко снижается.

Данным исследованием также показано, что повышение степени эвакуирования воздуха из полостей клеток отстает от темпа повышения внутренней температуры древесины. Однако эффективность дополнительной выдержки в горячей ванне сверх времени, необходимого для прогрева всей толщи древесины до температуры пропиточной жидкости (теплоносителя), является сравнительно небольшой.

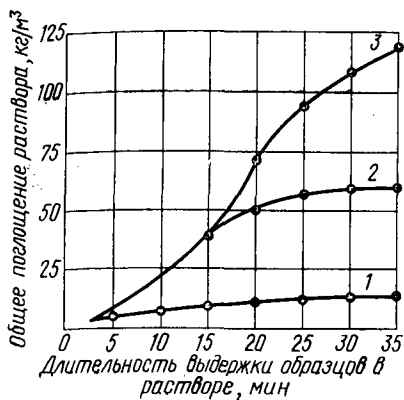


Рис. 27. Общее поглощение раствора ФН в ваннах:

1 — холодной; 2 — горячей; 3 — горячей и холодной

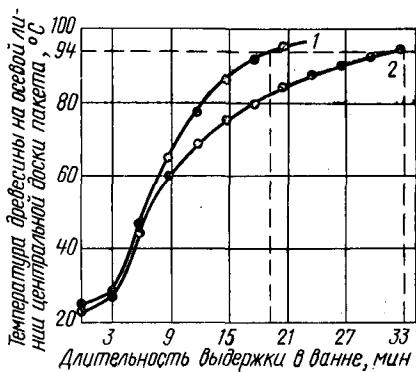


Рис. 28. Температура древесины при прогревании пакета в горячей ванне:

1 — с горизонтальной циркуляцией раствора; 2 — без нее

Было также выявлено, что достаточно плотные пакеты, какие обычно применяются на практике, имеют большое гидродинамическое сопротивление, в результате чего при конвекционных потоках жидкость, окружающая материал, прогревается и охлаждается неравномерно, особенно отстает в прогреве и охлаждении середина пакета. Ю. В. Протопоповым была исследована предложенная нами схема ванны с горизонтальной циркуляцией жидкости. Результаты представлены на рис. 28. Как видим, при горизонтальной циркуляции скорость прогрева центра пакета повышается примерно на 30%, то же наблюдается и при его охлаждении. Таким образом, благодаря применению устройств для горизонтальной циркуляции растворов можно сократить сроки их прогрева и охлаждения и за счет этого повысить производительность установки.

Другими исследованиями, проведенными в Сенезской лаборатории, было установлено, что глубина пропитки при одной и той же степени эвакуации воздуха повышается с уменьшением плотности и увеличением толщины материала. Она зависит также от свойств пропиточной жидкости. Для хвойных пиломатериалов трудно достигнуть глубины более 5 мм по заболони и 2 мм по ядру, а для бревен, особенно при пропитке маслами при нагреве их свыше 100° С, глубина пропитки может быть значительно больше.

Исследования Б. И. Телятниковой и автора были посвящены изучению поведения растворов водорастворимых невымываемых антисептиков при нагреве [119, 316]. Опыты ставились на образцах из заболони сосны размером  $15 \times 15 \times 15$  мм с влажностью 20%. Испытывался 3%-ный раствор фторхроммышьяксодержащего препарата ФХМ-7751. Продолжительность прогрева в горячей ванне 2 ч при температуре раствора 60—70 и 90°С.

Проведенные опыты показали, что при контакте горячих растворов препарата ФХМ-7751 с древесиной из них выпадают в осадок соли трехвалентного хрома, в частности арсенат хрома и хромкриолит. В результате раствор обедняется токсическими компонентами и пропитка им делается мало эффективной.

Совместно с Б. Н. Уголевым в 1956 г. нами была построена экспериментальная установка горяче-холодных ванн, могущая работать по всем возможным схемам. Установка имела ванны с герметическими крышками и устройствами для циркуляции раствора.

За счет горизонтальной циркуляции раствора производительность установки заметно повысилась, но глубина пропитки при всех вариантах технологии возросла незначительно. Расходы на строительство установки в удельном выражении (на кубометр продукции) оказались близкими к затратам на строительство цехов с автоклавной пропиткой.

Таким образом, достаточно разносторонние исследования способа ПРХВ показали, что меры, принимаемые для увеличения глубины пропитки сверх обычно достигаемой, ведут к значительному увеличению расходов, не пропорциональному получаемым результатам. С 1965 г. Сенежская лаборатория прекратила исследования этого способа.

### **Исследование способа пропитки вакуум — атмосферное давление — вакуум (ВАДВ)**

Пропитка древесины под атмосферным давлением после выдержки под вакуумом была известна давно. При лабораторных исследованиях так пропитываются образцы древесины. Практики также замечали, что при пропитке в автоклаве по способу вакуум — давление — вакуум пропиточная жидкость проникает в древесину на некоторую глубину сразу после подачи ее в автоклав и снятия вакуума, т. е. до начала периода давления. Однако, несмотря на это, в промышленности такой способ пропитки древесины длительное время не применялся.

Одной из причин недооценки данного способа были неправильные представления о том, что глубина пропитки 3—5 мм не

обеспечивает надежной защиты материала. Иногда и до сих пор считается, что если условия службы легкие, достаточна защита лишь поверхности материала, а если тяжелые, необходима значительная глубина пропитки, достигаемая лишь в автоклавах с применением высокого давления.

За рубежом фирмы, производящие консервированные детали, из-за конкуренции друг с другом не старались изменять эти представления, искать точного соответствия условий защиты условиям службы и, где можно, снижать глубину пропитки. Это стало особенно невыгодно, когда появилось много заводов, оборудованных автоклавами. Применяющаяся во многих странах пропитка по способу горяче-холодной ванны (теперь ПРХВ) считалась приемлемой лишь для небольших производств. В большинстве стран не видели целесообразности строить вакуумные установки, исходя и из того, что они не универсальны. В связи с этим, если горяче-холодные ванны и заменялись на более индустриальное оборудование, то предпочтение отдавалось тяжелым автоклавам, в которых пропитка могла проводиться под давлением до 1,4 МПа. До 30-х годов в СССР были только автоклавные установки, в которых пропитывались лишь шпалы и столбы. Когда встал вопрос о пропитке деталей строительства, то, учитывая дефицитность автоклавного оборудования, сочли возможным применить облегченные способы пропитки и остановились на горяче-холодных ваннах.

В последнее десятилетие появилось много дополнительных данных, которые позволили Сенежской лаборатории провести исследования по применению вакуумной пропитки в условиях производства. Решающим моментом явилась предложенная автором классификация условий службы (см. табл. 3) и обоснованное и достаточно дифференцированное распределение в зависимости от этих условий уровней защищенности, согласно которому деление степени защиты только на две группы (обработку поверхности и глубокую пропитку) оказалось неприемлемым. По предложенной классификации в соответствии с имеющимся разнообразием условий службы потребовалась пропитка древесины на различную, в том числе небольшую, глубину. При этом выявились и большие объемы пропитки, когда глубина проникновения защитного средства может не превышать 5 мм. В связи с этим потребовалась разработка схемы облегченной установки, но более производительной, чем применяемая по способу ПРХВ, и могущей удовлетворить современные требования производства по культуре и технике безопасности. Исследования под руководством автора были проведены в период 1965—1975 гг. В. А. Сухановым и А. И. Устиновой [120, 323, 325]. Способ

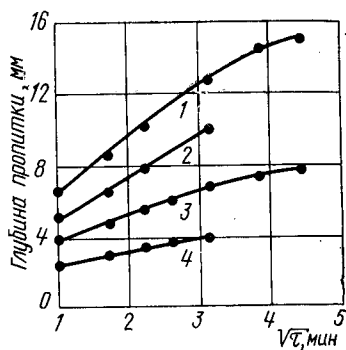
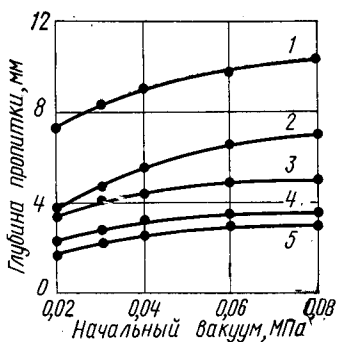


Рис. 29. Зависимость глубины проникновения препарата ПЗС-1283 в древесину при пропитке по способу ВАДВ от начального вакуума при продолжительности пропитки 5 мин:

1, 3 — заболони сосны сплавной доставки соответственно в радиальном и тангентальном направлениях; 2, 5 — заболони сосны сухопутной доставки также в радиальном и тангентальном направлениях; 4 — березы сплавной доставки

Рис. 30. Зависимость глубины проникновения препарата ПЗС-1283 в древесину при пропитке по способу ВАДВ от времени выдержки в растворе после вакуума (0,06 МПа):

1, 3 — заболони сосны сплавной доставки соответственно в радиальном и тангентальном направлениях; 2, 4 — заболони сосны сухопутной доставки также в радиальном и тангентальном направлениях

получил название ВАДВ (вакуум — атмосферное давление — вакуум).

В связи с рассмотренной выше эволюцией взглядов на данный способ выдвигание его в число основных не является неожиданностью. Кроме того, способ в основном с использованием органических растворов антисептиков применяется и в других странах. В Сенежской лаборатории он получил разработку и для пропитки водорастворимыми антисептиками. Сущность его и схемы установок рассматриваются ниже (см. с. 213). Здесь же приведем лишь результаты некоторых исследований режимов пропитки.

Так, В. А. Сухановым установлено, что глубина проникновения препарата ПЗС-1283 при постоянной продолжительности пропитки 5 мин существенно зависит от глубины начального вакуума. При изменении вакуума от 0,02 до 0,08 МПа она соответственно возрастает от 2 до 10 мм (рис. 29). Глубина проникновения зависит также от длительности выдержки древесины в рас-

творе после снятия вакуума. При постоянной глубине вакуума 0,06 МПа и изменении продолжительности пропитки от 1 до 20 мин глубина проникновения антисептика, в зависимости от типа древесины, изменяется от 3 до 15 мм (рис. 30). В этом опыте заболонь сосны сплавной доставки пропитывалась более чем в 1,5 раза лучше, чем заболонь сосны сухопутной доставки, а сплавная береза с признаками побурения пропитывалась хуже заболони сосны.

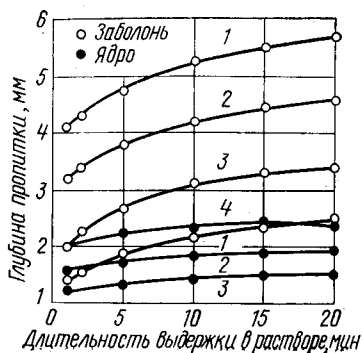


Рис. 31. Зависимость глубины проникновения раствора ФН в древесину сосны сухопутной доставки и камерной сушки при пропитке по способу ВАДВ от длительности выдержки в растворе при атмосферном давлении и глубины начального вакуума, МПа:

1 — 0,09; 2 — 0,08; 3 — 0,07; 4 — 0,06

Исследования А. И. Устиновой (рис. 31) показали, что глубина проникновения ФН в заболонь сосны сухопутной доставки и камерной сушки в зависимости от времени выдержки в рас-

### 33. Глубина проникновения ФН в заболонь и ядро сосны при пропитке досок способами ВАДВ и ПРХВ

ВАДВ						ПРХВ				
Начальное вакуумирование		Время выдержки в растворе при атмосферном давлении, мин	Конечное вакуумирование		Глубина проникновения, мм		Время выдержки в ванне с t 90° С, мин	Время выдержки в ванне с t 20° С, мин	Глубина проникновения, мм	
Глубина вакуума, МПа	Время вакуумирования, мин		Глубина вакуума, МПа	Время вакуумирования, мин	по заболони	по ядру			по заболони	по ядру
0,075	10	10	0,085	10	4,3	1,4	15	15	2,8	1,0
0,085	10	10	0,085	10	4,3	1,5	30	30	4,5	2,0
0,095	10	10	0,085	10	5,0	2,0	45	45	4,5	2,8

творе при атмосферном давлении и глубины начального вакуума колеблется от 1,5 до 6 мм, а ядра — от 1 до 2,5 мм. Данным же исследованием было установлено, что древесина заболони сосны и березы сухопутной доставки и атмосферной сушки пропитывается на глубину до 10 мм, древесина осины на 3—4 мм, а ели на 1—2 мм.

Для сравнения эффективности способов ВАДВ и ПРХВ А. И. Устиновой на отрезках досок сечением 22×100 мм был проведен опыт, в результате которого установлено, что при одной и той же глубине пропитки (4—5 мм) первый способ в 1,5—4 раза производительнее второго (табл. 33).

### **СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ И ПРОПИТКИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ ШИРОКОГО ПРИМЕНЕНИЯ**

Предложено большое количество способов защиты древесины химическими средствами. Однако не все они одинаково эффективны. Многие из них хотя и описываются в литературе, уже утратили свое значение, так как на смену им пришли более совершенные способы.

Рассматривать и оценивать способы пропитки при их разнообразии удобнее после их хотя бы примерной и условной классификации, поскольку логически строгой классификации пока нет и считается, что ее трудно создать. Формальное же применение классификационных признаков, отвечающих фактической сущности процессов, например глубине пропитке, свойствам пропиточных жидкостей, механизму проникновения (капиллярное, диффузионное), состоянию материала (влажность, плотность), не дает необходимых результатов.

Необходимо также предварительно уточнить и некоторые термины, например: обработка и пропитка, антисептирование и консервирование. По-видимому, их следует связать попарно на логической основе, тогда процессу антисептирования будет соответствовать лишь термин обработка поверхности, а процессу консервирования — пропитка материала. В отношении границ глубины проникновения защитного средства, достигаемой при обработке-антисептировании и пропитке-консервировании, необходимой определенности также пока нет. Следует условно принять, что обработка предусматривает защиту лишь поверхностного слоя материала, когда антисептик распространяется на глубину, не превышающую 1 мм. Достигается это способами нанесения жидкости на поверхность, применяемыми в малярном деле. При пропитке же достигается любая глубина проникновения за-



щитного средства и для этого применяются способы, требующие специального оборудования.

Если в качестве ведущего фактора классификации способов принять глубину пропитки, придется учитывать, что она зависит не только от способа, но и от защитного средства, режима пропитки, особенностей материала и, в частности, от его влажности. Одним и тем же способом в зависимости от этих факторов можно получить различную глубину. Влажность материала и его емкость для пропиточной жидкости сами потребуют предварительных классификаций, причем более полные из них будут затруднительными для практики. Кроме того, есть сложные способы, например автоклавно-диффузионный, неудачное название которого отражает несостоятельность тех классификаций, в которых способы классифицируются то по оборудованию, то по механизму проникновения защитного средства. Именно трудностями создания строгой классификации объясняется то, что авторы признанных крупных руководств [236, 345] не дают ее.

Тем не менее даже условная классификация была бы полезна. Желательно, чтобы в ней была отражена рациональная сгруппированность способов, отвечающая разнообразию потребностей практики. Важно также, чтобы классификация отражала и взаимозаменяемость (аналогичность) способов. На основании опыта Сенежской лаборатории мы считаем, что такую классификацию легче всего создать, положив в основу технологические признаки. Именно такая классификация лучше других может выявить связь между сущностью способов и их назначением и таким образом облегчить их творческое осмысливание и применение.

#### классификация основных способов

1. Обработка поверхности деталей и конструкций и облегченные способы пропитки конструкций.

1.1. Нанесение на поверхность (антисептирование) опрыскивателем, кистью или погружением (Нп).

1.2. Пропитка (консервирование) конструкций без разборки.

1.2.1. Вливание в отверстия.

1.2.2. Вмывание из увлажняемых блоков.

1.2.3. Многократное или непрерывное нанесение на поверхность без просушки.

1.2.4. Выдержка под пропиточной панелью (панельная пропитка).

1.2.5. Выдержка в подставной (подвесной) ванне.

1.2.6. Инъекция под давлением.

2. Пропитка деталей и заготовок.

2.1. Упрощенные способы пропитки.

- 2.1.1. Выдержка в ванне (вымачивание — В).
- 2.1.2. Нанесение на поверхность сырой древесины — диффузионная выдержка (диффузионная пропитка).
- 2.1.3. Под атмосферным давлением в холодной ванне после прогрева (прогрев — холодная ванна — ПРХВ).
- 2.1.4. Под атмосферным давлением после выдержки под вакуумом (вакуум — атмосферное давление — вакуум — ВАДВ).
- 2.2. Способы пропитки под давлением выше атмосферного (классические способы автоклавной пропитки).
  - 2.2.1. Вакуум — давление — вакуум (ВДВ).
  - 2.2.2. Давление — вакуум (ДВ).
  - 2.2.3. Давление воздушное — давление жидкостное — вакуум (ДДВ).
- 2.3. Спаренные процессы сушки и пропитки в автоклаве.
  - 2.3.1. Сушка в пропиточном масле — пропитка.
  - 2.3.2. Зональная сушка — пропитка — выдержка на перераспределение.

### Способ обработки поверхности (антисептирование)

К этому способу относятся три модификации, предусматривающие нанесение защитной жидкости на поверхность материала: опрыскивателем, кистью и погружением [144].

При опрыскивании и обработке кистью пропиточная жидкость наносится на поверхность относительно сухого материала один или несколько раз с интервалами для частичного или полного просушивания. В основном такие способы используются для защиты конструкций и реже для защиты деталей. Но в последнем случае они также применяются, например при обработке пиломатериалов или прирезных деталей на конвейерных установках.

Погружение требует емкостей с размерами, соответствующими размерам деталей и общим объемам обработки. При больших масштабах производства процесс легко механизуется. Используются конвейеры с принудительным погружением или с падением сортиментов или деталей в раствор, а также ванны с погружением в них пакетов древесины автопогрузчиками, тельферами или другими соответствующими механизмами [100].

Защита древесины всеми модификациями способа обработки поверхности достигается созданием у нее тонкого защитного слоя или лишь образованием абиотической среды на ее поверхности. Диапазон удержания защитных средств поверхностью материала колеблется в зависимости от вязкости и поверхностной активности пропиточных жидкостей и плотности, влажности и шероховатости поверхности древесины. В зависимости от этого обычно 1 м<sup>2</sup> удерживает от 150 до 300 г пропиточной жидкости, которая

остаётся на поверхности или проникает в здоровую древесину на глубину до 1 мм.

Уровень защиты, достигаемый с применением всех модификаций рассматриваемого способа, естественно, сравнительно невысок, чем определяются и области его применения. Способ рекомендуется для защиты конструкций, поражение которых возможно лишь под влиянием гигроскопического или даже конденсационного увлажнения, но без стока; для защиты тары, включая и ту, которая отправляется в тропические страны, но рассчитана на хранение без воздействия атмосферных осадков и без контакта с грунтом, или для защиты сырых пиломатериалов от синевы и плесени на период атмосферной сушки [100, 106]. Модификация способа и защитные средства выбираются с учетом особенностей объекта защиты, наличия оборудования и возможностей организации работ.

### Способы пропитки конструкций

Надежных и приемлемых способов глубокой пропитки новых собранных конструкций или ремонтируемых без разборки до сих пор почти не было. Ниже описывается пять проверенных на практике и доступных способов, разработанных Сенежской лабораторией в основном для защиты ремонтируемых построек, имеющих старую, обычно более пористую и иногда слегка загнившую древесину. Они менее эффективны, но все же пригодны и для защиты конструкций из новой древесины. Эти способы не являются взаимозаменяемыми. Дополняя друг друга, они представляют собой рациональный комплекс, в котором каждый способ занимает свое место.

**Вливание в отверстия.** Гнили часто развиваются в труднодоступных местах, например в зонах щелей, стыков, врубок. Данный способ позволяет производить локальное консервирование этих зон, а в случае сплошной обработки конструкции другим способом, дающим наибольшую глубину, повышать уровень защиты в наиболее уязвимых местах. По этому способу пропиточную жидкость вливают или впрыскивают через наконечник баллонного шланга или обычной медицинской грушей в уже имеющиеся отверстия, в которые проникает вода, или во вновь просверленные.

При введении таким образом водорастворимых антисептиков атмосферная влага, попадая в эти отверстия, растворяет защитное средство, частично увеличивая глубину его проникновения, а частично и вымывая. Поэтому в данном случае следует использовать концентрированные растворы антисептиков: для

низкорастворимых насыщенные, а для высокорастворимых не менее 10%-ных. Если нет противопоказаний, предпочтительнее применение органикорастворимых антисептиков. В этом случае дополнительного повышения глубины проникновения после пропитки ожидать не следует, но первичное проникновение будет больше.

Достижимый при этом способе пропитки уровень защиты можно регулировать, изменяя концентрацию раствора и количество повторностей инъекций. Впитывание раствора при его введении в слегка загнившие отверстия, например в активные трещины, происходит быстрее, чем при введении в новые отверстия. Уровень защиты зон врубок и зон, загнивающих в местах сквозных отверстий, можно несколько повысить, вводя в них тампоны, удерживающие пропиточную жидкость.

В отдельных случаях вместо концентрированных растворов в отверстия можно вводить антисептики в сухом виде или в виде паст. Последнее, однако, целесообразно лишь в том случае, когда таким образом можно ввести большее количество антисептика и когда имеется уверенность в том, что он проникнет глубже, чем этого можно достигнуть при введении концентрированного раствора.

Механизм проникновения пропиточной жидкости в древесину при пропуске ее через сквозные отверстия (отверстия болтов, гвоздей, стыки деталей) тот же, что при обработке поверхности материала опрыскивателем или кистью, но глубина проникновения здесь обычно больше вследствие замедленного испарения жидкости, а при тонких щелях — и более высокого удельного удержания. В случае несквозных отверстий механизм пропитки такой же, как и в ванне.

Способ локальной защиты вливанием концентрированных растворов в щели и отверстия или его модификации, предусматривающие всыпание соответствующих порошков или введение пасты, рекомендуется применять как в виде самостоятельной меры, так и в комплексе со способами сплошной обработки или пропитки, главным образом с панельным способом. Более эффективен он для средних и тяжелых условий службы массивных конструкций V—XVI и особенно IX—X и XII—XV классов. К последним, как было показано выше (см. табл. 3), относятся новые и старые частично загнившие конструкции, служащие в условиях умеренного (II и III степени) вымывания антисептика атмосферными осадками и конденсатом при замедленной и низкой скорости просыхания. В таких условиях служат, например, детали мостов, эстакад, открытых настилов, а также тесовые и лемеховые кровли; горизонтальные элементы чердаков

с вероятностью протечек или надува снега; перила и одинарные полы открытых галерей и крылец; участки рубленых стен ниже зоны, защищенной свесами кровли.

Способ был успешно применен при защите объектов музея «Кижы» перед панельной пропиткой всех конструкций для усиления защиты наиболее уязвимых мест. Пропиточные жидкости вводились в активные трещины и чаши углов стеновых бревен, а также между стыками досок и под лемешины кровель. Способ может применяться и как профилактическая мера при возведении новых построек. В этих случаях защитное средство вводится в отверстия, которые служат местом попадания атмосферной влаги, могущей вызвать появление гнили.

**Вымывание из увлажняемых антисептических блоков.** Это особый способ доремонтного подавления локальных очагов гнили, возникших от протечек [134]. Сущность его заключается в том, что пути проникновения воды в конструкцию блокируются любым растворимым в воде антисептиком, упакованным в мешочки из ткани или просто насыпанным на поверхность конструкции. Вода, попадая в зону защитного блока, растворяет антисептик и в дальнейшем в конструкцию попадает уже останавливающий процесс гниения раствор. Поскольку последний проникает в конструкцию теми же путями, что и вода, способствующая загниванию, то автоматически происходит консервирование именно загнившей зоны. Если она хорошо пропитается, а протечки будут устранены и конструкция просохнет, процесс гниения приостановится и при последующем ремонте не потребуются смены деталей.

Эффективность пропитки по данному способу зависит от правильности выбора мест размещения блоков, их массы и своевременной замены их по мере расхода. Способ рекомендуется для специальных случаев местной защиты. Чаще это бывают горизонтальные детали, загнивающие под влиянием атмосферного увлажнения или протечек преимущественно с верхней стороны. К таким деталям относятся массивные горизонтальные элементы мостов, эстакад, а также потолочные балки, чердачные накаты, верхние венцы срубов, мауэрлаты. Способ весьма доступен, поэтому незаменим для защиты соответствующих конструкций в частных домах. Следует учитывать, что при защите открытых сооружений могут наблюдаться повышенные потери антисептика за счет быстрого стока его раствора. При новом строительстве защитные блоки могут быть эффективно применены для вертикальных врубок, в которые может попадать вода, например для гнезд стоек, пазов в балках, концов балок, заделываемых в каменные стены.

Для узких деталей и конструкций (балки, перила) блоки следует делать шириной 10 см и толщиной 5 см. На просматриваемых конструкциях они не должны мешать архитектурному восприятию объекта, а на наружных, кроме того, их следует крепить для предохранения от разрушения ветром.

**Многократное или непрерывное нанесение на поверхность без просушки.** Выше был описан способ обработки древесины многократным нанесением раствора с интервалами для просушивания. Нижеописываемый способ относится уже к способам не обработки, а пропитки и сводится к нанесению пропиточной жидкости на поверхность древесины без сушки в интервалах между нанесением (см. с. 167). Возможно непрерывное длительное, но умеренное нанесение жидкости на материал в соответствии со скоростью ее впитывания или со сбором и дальнейшим использованием стекающего остатка. Такая технология направлена на стимуляцию проникновения раствора в глубь материала в расчете на то, что необходимое поглощение защитного средства будет обеспечено за счет применения раствора соответствующей концентрации.

Способ рекомендуется применять в тех случаях, когда требуется увеличить глубину пропитки по сравнению с той, которая достигается двукратным нанесением с сушкой в интервалах. В частности, при обычной одноразовой обработке всей конструкции опрыскивателем или кистью способ многократного нанесения без просушки в интервалах следует применять для мест, нуждающихся в повышенной защите. Способ рекомендуется также для конструкций, для которых другие способы, например панельный, применять неудобно.

Лучшие результаты описываемый способ дает при пропитке легкопроницаемой древесины, в том числе частично загнившей, легкопроницаемыми растворами высокорастворимых защитных средств. При соблюдении технологии и в зависимости от свойств материала, защитного средства и продолжительности обработки этим способом можно получить глубину проникновения защитного средства от 2 до 10 мм.

**Выдержка под пропиточной панелью (панельная пропитка).** Технология способа сводится к следующему. Деталь, конструкция или все сооружение плотно покрывается непроницаемой оболочкой, общей или расчлененной по участкам на отдельные панели.

Панель (рис. 32) может состоять из одной оболочки (полиэтиленовая пленка, целлофан и пр.), называемой аэрозащитой, из оболочки и выравнивателя (бязь, фильтровальная бумага и пр.) или из оболочки, выравнивателя и огнезащитного барьера,

представляющего собой слой фильтровальной бумаги, смоченной огнезащитным составом, накладываемый поверх аэрозакщиты в случае пропитки объекта опасными в пожарном отношении антисептиками. Панель крепится к конструкции планками и герметизируется по стыкам оболочки клеем или клеевой лентой.

Выше панели устанавливается резервуар питания, по размерам и форме соответствующий очертаниям пропитываемой конструкции [126]. Резервуар может быть изготовлен в виде лотка из досок и выстлан полиэтиленовой пленкой. При пропитке небольших деталей в качестве резервуара питания могут использоваться обычные ведра. Резервуар имеет устройство для

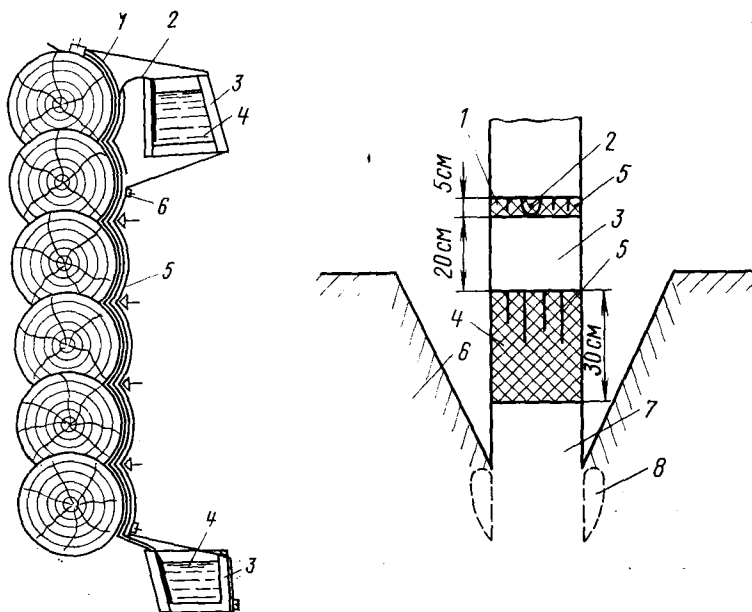


Рис. 32. Схема панельного устройства для пропитки бревенчатых стен:  
1 — выравниватель (внутренний слой панели); 2 — питатель; 3 — резервуары; 4 — пропиточная жидкость; 5 — аэрозакщита (наружный слой панели); 6 — планка крепления

Рис. 33. Схема панельного устройства для пропитки столбов, установленных в грунт:  
1 — герметический пояс; 2 — отверстие для заливки антисептика и защитный клапан; 3 — резервуарная часть; 4 — уплотнение; 5 — тампонируемые трещины; 6 — конус выборки земли; 7 — зона сопутствующей пропитки; 8 — зона стерилизации земли

дозированного питания панели в виде регулируемой по ширине щели, системы перфораций или ленты из материала, обеспечивающего необходимый капиллярный подъем из лотка и фильтрацию пропиточной жидкости на панель. Наиболее удобной на практике оказалась лента, состоящая из нескольких слоев (2—10) фильтровальной бумаги, армированных одним слоем бязи. Производительность питателя (количество слоев бумаги) рассчитывается с учетом высоты панели. Непосредственно под панелью устанавливается резервуар сбора остатка пропиточной жидкости. Панель соединяется с ним нижней частью. На небольших объектах панель и питатель могут быть цельнокроенными.

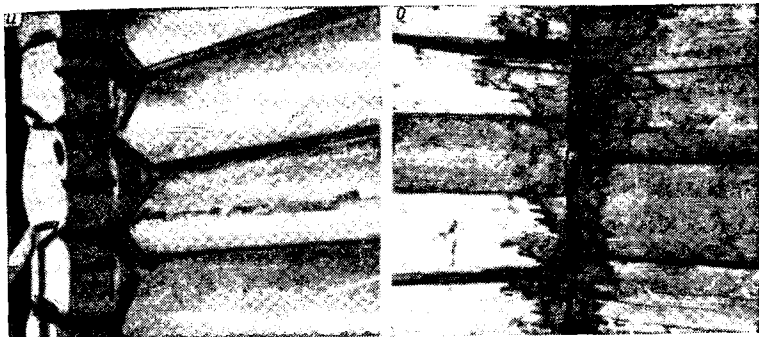
При заливке в верхний резервуар раствор поступает через питающую ленту на панель, в результате чего древесина пропитывается. Скорость подачи раствора на панель устанавливается с таким расчетом, чтобы сток был минимальным. Раствор из резервуара сбора в большинстве случаев может снова подаваться в резервуар питания. Количество поглощенного древесинной раствором определяется по разности его расхода и потерь в основном на испарение, а расход — по разности налитого в резервуар питания и слитого в приемник раствора. Поглощение соли рассчитывается по расходу раствора и его исходной концентрации.

При пропитке столбов может применяться панель без резервуаров, по упрощенной схеме (рис. 33). В этом случае на объект в зоне вероятного разрушения ставится панель с обмоткой шпагатом или проволокой. Пропиточная жидкость заливается через отверстие под клапаном непосредственно за панель с расчетом, что остаток будет поступать в грунт ниже панели и стерилизовать его. Чем больше высота панели и чем плотнее она обмотана, тем меньше пропиточной жидкости стекает в грунт. Для дополнительного снижения количества стекающей в грунт пропиточной жидкости в нижней части пропитываемой зоны следует плотно тампонировать трещины мокрой фильтровальной бумагой или глубоко шпаклевать их петролатумом.

Для пропитки горизонтальных плоских конструкций типа полов применяется опилочная панель. В этом случае аэрозащита ставится обычная, а в качестве выравнивателя вместо фильтровальной бумаги используются дважды просеянные для освобождения от пыли и стружки древесные опилки, которые периодически смачиваются пропиточной жидкостью.

Панельный способ позволяет глубоко пропитывать сложные конструкции (рис. 34), а отдельные их участки защищать различными антисептиками и на различную глубину в зависимости от состояния древесины. Способ позволяет проводить пропитку





**Рис. 34.** Пропиточная панель на угловом участке сруба:

*а* — общий вид со стороны панели; *б* — проникновение пропиточной жидкости внутрь конструкции при пропитке с наружной стороны

и последовательно различными, например не совмещающимися в одном растворе, компонентами или одним горючим, а другим антипиренным составом, не меняя панели и не делая разрыва во времени между использованием различных составов.

За 10—30 сут, в зависимости от проникаемости пропиточной жидкости, проницаемости материала и температуры среды, можно получить глубину пропитки от 10 до 70 мм и более. В случае консервирования загнивших элементов способ позволяет пропитывать их на всю глубину загнивания и дополнительно на страховую (2—3 мм) зону возможного залегания живых гифов грибов во внешне здоровой древесине.

Пропитку во избежание разрушения ослабленных участков при замерзании следует проводить в период устойчивых положительных температур. В случае, если цикл пропитки не будет закончен к концу сезона, его можно перенести на весну, но в этом случае его следует заканчивать за 2 недели до устойчивых холодов. Панели для предотвращения разрушения ветром и снегом на зиму следует защищать толем. После окончания пропитки панель рекомендуется не снимать еще некоторое время, особенно при использовании препаратов, содержащих компоненты, способные к диффузии. При выдержке древесины под панелью глубина пропитки повышается, а высаливание защитного средства снижается.

Способ рекомендуется в основном для защиты старых построек, частично разрушенных под воздействием атмосферных

явлений и биологических агентов и требующих глубокой пропитки древесины (рис. 35). Но он может применяться и для только что собранных конструкций из здоровой древесины. Однако пропитка таких конструкций идет медленнее и требует больше времени. Наиболее эффективны для панельной пропитки быстропроникающие препараты типа ББ, ПББ, ПБС, а также препараты на основе группировки ХМ и ПХФ. В тех

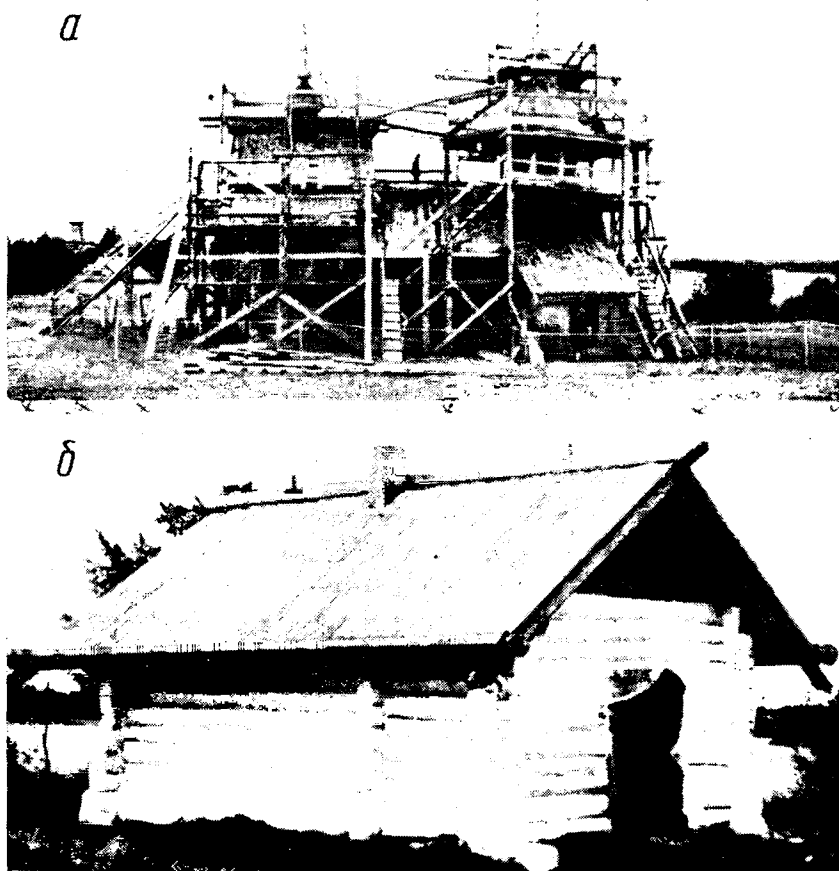


Рис. 35. Объекты историко-этнографического музея «Кижь» Карельской АССР во время пропитки панельным способом:  
а — часовня из д. Леликозеро, XVIII в.; б — баня, XIX в.

случаях, когда не требуется глубокой пропитки, возможно применение ПХФН.

**Выдержка в подставной (подвесной) ванне.** Подобные ванны стали возможны с появлением таких материалов, как полиэтиленовая пленка, обеспечивающая необходимое прилегание стенок ванны к конструкции и способная удерживать пропиточную жидкость. К возможным объектам такой пропитки относятся контактирующие с грунтом части опор электролиний и связи, заборных и дорожных столбов, а также фундаментные столбы под дома, столбики под половые лаги, нижние венцы ряжей мостов и срубов домов, нижние обвязки построек, половые, потолочные, эстакадные и мостовые балки и другие детали, могущие загнить или уже загнившие с нижней стороны. На вертикальные элементы, под которые невозможно подвести ванну, а также на наклонные элементы типа стропил способ не распространяется, так как лучшие результаты дает панельная пропитка.

Самой простой подставной ванной является чехол (мешок) для комлевой части столба, надеваемый при постановке его в землю (рис. 36). В этом случае погружаемую в землю часть столба ставят в достаточно прочный полиэтиленовый мешок или специальный чехол. Столб закапывают и в чехол заливают в несколько приемов (по мере впитывания) расчетное количество пропиточной жидкости. Несколько выше края чехла ставят круговой клапан (юбку), предохраняющий чехол от попадания воды.

Отдельную небольшую деталь до постановки в конструкцию или временно изъятую из нее полностью плотно завертывают в пленку таким образом, чтобы в образовавшийся мешок могла заливаться пропиточная жидкость (см. с. 178). В отдельных случаях такие детали также могут ставиться в службу вместе с ваннами.

Ванну описываемого типа для встроенных деталей ставить сложнее, но также вполне возможно и эффективно. В этом случае, например для пропитки нижнего венца или балки, опирающихся на грунт, полиэтиленовую пленку подводят под деталь с таким расчетом, чтобы она охватывала несколько более половины периметра ее сечения. Для этого из-под детали выбирается слой земли, который после подведения пленки ставится на место. Пленка выше земли крепится планками. Концы ванны приклеиваются к детали, после чего она несколько раз заполняется расчетным количеством пропиточной жидкости. Эффективность такой пропитки определяется степенью герметизации торцовых концов ванны. Особенно трудно избежать потерь пропиточной жидкости через трещины, если ванна подводится лишь под

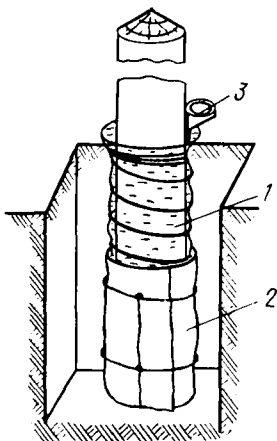


Рис. 36. Схема пропитки столба по способу подставной ванны:

1 — ванна — полиэтиленовый мешок, поджатый к столбу шпагатом; 2 — ограждающий колпак из рубероида; 3 — воронка для заливки пропиточной жидкости

Рис. 37. Пропитка деталей старой безвозвездной дощатой кровли («пятки куриц») ценного объекта в подвесных ваннах (модель на полигоне)

часть элемента. В связи с этим в зоне клеевого шва трещины следует глубоко тампонировать при использовании водорастворимых антисептиков промасленной, а органикорастворимых — смоченной водой фильтровальной бумагой или другим подходящим материалом. Если это не удастся, нужно оторвать по концам ванны небольшие приямки и поставить в них банки для сбора вытекающей пропиточной жидкости. В последнем случае, однако, пропитка будет ближе к панельной.

При пропитке способом подставной ванны следует применять легкопроникающие защитные средства, выбирая их с учетом возможного поражения материала. Там, где допустим слабый и проходящий со временем запах, наиболее эффективными будут препараты на основе ПХФ, при контакте с землей, кроме того, препарат ХМ-11, а в случае опасности рецидива развития домовых грибов — препараты ХМК-221, ХМФ-221, ХМББ-1128.

Результаты проведенных опытов указывают на то, что пропитка по способу подставной ванны в условиях строительных и ремонтных площадок, а также на трассах электролиний и линий связи позволяет без специального оборудования получать защи-

ценность деталей, обеспечивающую срок службы до 50 лет, т. е. такую же, как пропитка в автоклавах.

Ванну для пропитки балок и других элементов, не опирающихся на грунт, называемую подвесной, ставят таким же образом, как и подставную. Однако прилегание ванны к пропитываемым деталям в данном случае обеспечивается не подсыпкой, а более тщательной обмоткой детали шпагатом (рис. 37). В этом случае можно применять и препараты типа ПББ, а если протечки будут устранены, то и такие вымываемые антисептики, как ФН, КФА, КФН.

Способ подставной (подвесной) ванны весьма доступен, поэтому так же, как и способ вымывания из блоков, может применяться и в личных хозяйствах.

**Инъекция под давлением** (инъекционная пропитка). Этот способ отличается от способа вливания в отверстия тем, что пропиточная жидкость вводится в материал под давлением 0,1—0,3 МПа специальной иглой, вдавливаемой (вбиваемой) в места, требующие защиты. Оборудование, состоящее из баллона, подсоединенного к компрессору, или ресиверу, шланга и пропиточного устройства, было описано выше (см. рис. 23).

Преимущество способа — возможность глубокой пропитки древесины без разборки конструкции. Недостаток — низкая производительность и повреждение материала. Технология способа еще недостаточно отработана, но все же установлено, что продолжительность периода давления имеет большее значение, чем его уровень. Для получения сплошной пропитки рекомендуется для каждой пропиточной жидкости и типа древесины делать пробу с целью определения максимального расстояния между местами ввода иглы.

Способ рекомендуется для глубокой пропитки зон, трудно доступных для других способов, и отдельных загнивших участков конструкции. Для сухой древесины возможно применение различных антисептиков, выбираемых в соответствии с условиями службы, а для сырой лучше применять хорошо диффундирующие защитные средства, такие, как ФН, КФА, а также препараты типа ББ, ПББ, ХМББ.

### **Упрощенные способы пропитки деталей и заготовок**

**Выдержка в ванне (вымачивание).** Это широко описанный в литературе и стандартизованный способ пропитки древесины [51]. Применяют его на предприятиях и строительствах, не обеспеченных пропиточными установками, а также для пропитки

небольших партий древесины. Детали укладывают в специальные ванны или устанавливают в бочки и другие емкости, в частности мелкие детали в полиэтиленовые мешки [133], и заливают полностью или (при вертикальном положении) частично пропиточной жидкостью без подогрева. Время выдержки измеряется часами или сутками в зависимости от задач, особенностей материала и пропиточной жидкости.

Обычная ванна отличается от описанной выше подставной тем, что в нее опускается комплект деталей, тогда как подставная ванна ставится под какую-либо одну уже встроенную деталь. Поэтому эти два способа защиты, несмотря на аналогичность физической сущности процесса, рассматриваются в различных разделах.

При пропитке сухой древесины можно получить высокое поглощение защитного средства в соответствии с концентрацией раствора, плотностью и проницаемостью материала. Глубина пропитки в этом случае зависит от длительности выдержки, а ее прирост в зависимости от свойств материала и пропиточной жидкости в среднем составляет 0,2—5 мм в сутки.

Если нет времени на предпропиточную сушку материала, но имеется достаточное количество ванн, можно хорошо пропитать и сырую древесину. Пропитка сырой древесины путем длительной выдержки в ваннах может быть особенно успешной, когда ее в сухом состоянии пропитать трудно, например ядровой древесины сосны, древесины ели и других труднопропитываемых пород. Поскольку пропитка сырой древесины в ванне с раствором идет в значительной степени за счет диффузии, для повышения скорости пропитки следует применять горячие растворы (см. с. 182).

Для пропитки сухой древесины наиболее пригодны следующие защитные средства: антисептические — препарат ХМ-11, модификации препаратов ХМФ, ХМК, ХМА, а также КФА и препараты пентахлорфенола; антипиренные — препараты на основе группировки СД и комплексные — типа ПББ, ПБС, ХМББ. Для пропитки сырой древесины следует применять только водорастворимые защитные средства и из них в первую очередь такие высокорстворимые, как КФА, а также препараты, включающие группировки ББ и СД.

Уровень защиты, достигаемый при пропитке древесины по этому способу, имеет самую широкую амплитуду и зависит от продолжительности выдержки материала в пропиточной жидкости. При выдержке в ванне сухой здоровой древесины в течение 20—30 суток обычно можно получить такую же защиту, как и при пропитке под давлением. Кратковременная выдержка (24 ч)

в зависимости от защитного средства и свойств древесины может обеспечить пропитку лишь на глубину 0,5—10 мм. Старая, загнившая древесина за это время может быть пропитана на всю толщину поврежденной зоны. Сырая древесина той же плотности, при той же концентрации раствора и при тех же сроках выдержки пропитывается как в ванне, так и после за счет диффузии защитного средства, однако при соответственно меньшем содержании соли в пропитанной зоне. Сохранение того же чистого поглощения возможно лишь за счет увеличения концентрации раствора, что, однако, часто ограничено растворимостью антисептика.

Несмотря на то, что описываемый способ считается самым доступным, его применение иногда сдерживается отсутствием емкостей. Особенно часто это встречается на строительстве и при ремонте объектов. В связи с этим рассмотрим наиболее доступные случаи организации такой пропитки [133].

Сварная горизонтальная ванна из железных толстостенных бочек (рис. 38, а). Бочки разрезаются по диаметру вдоль, у некоторых из них обрезаются днища и все полученные детали свариваются в ванну необходимой длины. Для устойчивости ванны к ее торцам со стороны дна привариваются отрезки уголка.

Пропиточная батарея из вертикально погруженных в землю бочек (рис. 38, б). Бочки устанавливаются в траншею в том количестве, в каком это необходимо. Дно траншеи освобождается от твердых включений, смачивается, выравнивается и уплотняется. Это обеспечивает устойчивость днищ бочек и защиту их от разрушения торцами пропитываемых деталей. Для повышения срока службы железные бочки следует с паружной стороны обмазать битумом или кузбаслаком. Такая пропиточная батарея устраивается в тех случаях, когда необходимо пропитать мелкие детали или только концы деталей, например заборных столбов или коротких свай.

Пропиточная батарея из полиэтиленовых мешков (рис. 38, в). Применяется для мелких деталей. Используют полиэтиленовые мешки необходимой прочности. Детали устанавливают в мешок и обматывают по мешку мягкой проволокой с таким расчетом, чтобы закрепить и армировать мешок и свести свободное пространство в нем, заливаемое раствором, к минимуму. Длинные детали, у которых пропитываются лишь концы, должны иметь соответствующую опору для вершин. Для защиты днищ полиэтиленовых мешков от механических повреждений в них укладывают пластины из прочного материала.

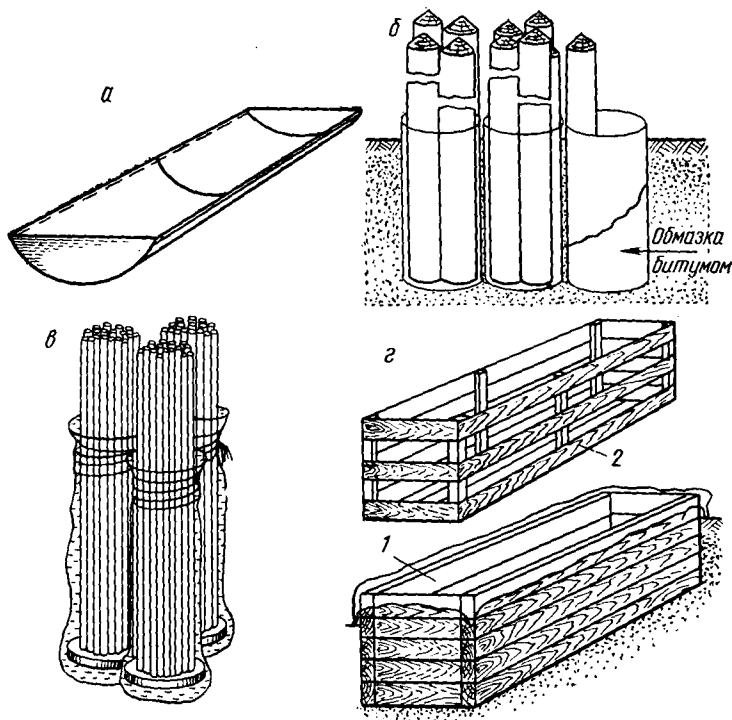


Рис. 38. Упрощенное оборудование для пропитки древесины:

*а* — сварная ванна из бочек; *б* — батарея из погруженных в землю бочек; *в* — батарея из полиэтиленовых мешков; *г* — деревянная ванна с полиэтиленовой пленкой: 1 — ванна с пленкой; 2 — вкладыш, защищающий пленку от механического разрушения

Деревянная ванна, выстланная полиэтиленовой пленкой (рис. 38, *г*). В некоторых условиях доступной является лишь деревянная ванна. Однако такую ванну нелегко сделать герметичной. Выходом из положения может быть ванна, изготовленная из бруса и выстланная толстой полиэтиленовой пленкой. В данном случае следует использовать широкую пленку, а если ее ширина недостаточна, необходимо сварить две-три полосы пленки местным нагревом или склеить их. Для удлинения срока службы пленки следует защитить ее от механических повреждений, установив в ванну поверх полиэтилена вторую, более легкую ванну, например собранную из щитов с планками,



обращенными внутрь емкости, которые могут служить и направляющими при загрузке и выгрузке материала.

**Нанесение на поверхность сырой древесины — диффузионная выдержка.** Способ применяется в основном для консервирования древесины влажностью более 70%. Он имеет несколько модификаций, различающихся деталями. Все модификации способа основаны на использовании диффузии защитных средств в толщу материала и в связи с ограниченностью удержания пропиточной жидкости его поверхностью способны в большинстве случаев обеспечивать относительно невысокие уровни защиты [147]. Положительной чертой этих способов является возможность глубокой защиты труднопропитываемых типов древесины, например ядра сосны, заболони и спелой древесины ели. Глубина проникновения защитных средств при данных способах защиты зависит от плотности и строения древесины и, таким образом, от породы. В большинстве случаев можно достигнуть большей ее величины, чем при других способах. Преимуществом способа является и то, что он не требует предпропиточной сушки древесины и может применяться для свежесрубленной и сплавной древесины. Это особенно важно для всех случаев, когда древесину после пропитки можно ставить в службу без специальной сушки.

В общем виде все модификации способа сводятся к контакту защитного средства (раствор, паста) с поверхностью сырой древесины в условиях, благоприятствующих его диффузии в глубокие слои. В отдельных случаях антисептик наносится на поверхность сухой древесины в расчете на проявление его пропиточных и защитных свойств при увлажнении материала. Главное во всех случаях заключается в том, чтобы количество защитного средства, контактирующего с поверхностью материала, было достаточным для тех условий службы, для которых осуществляется защита, и защитное средство проникло в материал. Модификации способа возникли в связи с возможностью использования защитных средств различной растворимости и формы, а также с желанием ускорить или совсем устранить время выдержки, необходимой для диффузии защитного средства в материал.

**Погружение — выдержка для диффузии** (см. с. 182). Эта модификация является самой молодой. Ее применение связано с появлением высокорастворимых и легкодиффундирующих антисептиков. Способ заключается в том, что сырая древесина погружается в концентрированный раствор и укладывается вне ванны на выдержку для диффузии антисептика в глубь материала. Несмотря на то, что диффузия защитного средства начинается с момента контакта древесины с раствором, длитель-

ного пребывания материала в ванне не требуется, поскольку пропитка проходит и после извлечения его из ванны. Для ускорения диффузии пакеты после погружения целесообразно укрывать от просыхания, а в холодное время располагать в теплом помещении. После достижения необходимой глубины пропитки древесина может быть подвергнута любому виду сушки.

Для защитных средств, имеющих высокую растворимость, и для материалов с хорошим удержанием, не предназначенных для службы в тяжелых условиях, можно получить необходимую степень защиты, применяя выдержки материала в ванне, исчисляемые в минутах, а в отдельных случаях ограничиваясь окунанием или опрыскиванием материала концентрированным раствором. Если древесину после пропитки предполагается сушить в камерах, выгодно применять вместо выдержки удлиненную пропарку, обеспечивающую быструю диффузию антисептика [101]. Удержание защитного средства поверхностью материала можно повысить, вводя в раствор наполнитель, способный находиться в нем во взвешенном состоянии.

Данный способ рекомендуется применять для защиты древесины III—IV и V классов службы (см. табл. 3), используя такие препараты, как КФА и ББ-32. В этом случае при погружении в подогретый раствор на время, исчисляемое в минутах, древесина в зависимости от характера поверхности удерживает его от 0,16 до 0,4 кг/м<sup>2</sup>, что при концентрации 30% составляет в пересчете на доски 40×110 мм 5,6—8,4 кг/м<sup>3</sup> соли. За время послеванной выдержки без сушки продолжительностью, в зависимости от сечения и температуры, 10—40 сут достигается глубокая пропитка.

Обмазка — выдержка для диффузии является, наоборот, одной из старых модификаций способа. Она появилась при необходимости повышения удержания недостаточно растворимых антисептиков поверхностью материала [186]. Сначала на основе фторида натрия, а затем и на основе других, даже малорастворимых или слабодиффундирующих антисептиков было предложено много рецептов паст, содержащих, кроме антисептика, клеящее вещество и наполнитель. Такие пасты можно наносить на поверхность защищаемого материала кистью или шпателем, а также при помощи соответствующих механизмов. После нанесения пасты древесина так же, как и после погружения в ванну, укладывается на диффузионное перераспределение защитного средства или ставится непосредственно в условия службы без вымывания. Недостатком данного способа защиты древесины является загрязнение материала, вследствие чего он имеет неприятный вид и не может окрашиваться.

Наиболее широкую разработку способ получил в Германии в 30-е годы. В этот период он применялся и в СССР. В настоящее время используется в основном лишь трестом «Союзантисептик» для деталей строительства при различной их влажности. Применяют в основном пасту типа ФН-П (см. с. 144).

**Обмазка — гидроизоляция.** Эта модификация способа применяется в условиях, когда древесину после обмазки защитной пастой необходимо ставить в условия службы, где возможно вымывание защитного средства [263]. В этих условиях на подсохший слой пасты накладывается слой гидроизоляции, например расплавленного битума, или же свежее обмазанная пастой деталь плотно обматывается лентой какого-либо гидроизоляционного материала. Данный способ под названием бандажного, или способа суперобмазок, нашел применение для защиты элементов, предназначенных к службе в контакте с землей, в частности при допитке столбов. Дальнейшее усовершенствование способа в некоторых странах привело к заводскому производству специальных ленточно-рулонных двухслойных материалов, содержащих антисептик, наложенный на гидроизоляционную ленту, пригодную для обмотки защищаемой древесины.

Недостаток двух последних модификаций способа заключается в том, что свойственные им процессы обработки трудно поддаются механизации и мало способствуют эффективному применению правил техники безопасности.

**Прогрев — холодная ванна (ПРХВ).** Механизм пропитки по данному способу следующий. При нагреве в древесине размягчаются смолистые и некоторые другие вещества, а также возникает избыточное давление, в результате чего паровоздушная смесь частично вытесняется из материала. При охлаждении в древесине, наоборот, в основном за счет конденсации пара возникает разрежение, и раствор за счет разности давлений всасывается в материал.

За рубежом в свое время этот способ получил значительное распространение при сезонной пропитке столбов креозотом, но по более простому варианту — с остыванием раствора. Днем пропиточную жидкость с погруженной в нее древесиной нагревали, а ночью она остывала. С таким суточным циклом пропитки работали в теплый сезон фермеры, готовя себе с малыми затратами энергии и рабочего времени детали мостов, столбы линий связи и ограждений. При повышенных объемах пропитки работы велись более интенсивно, и древесина перегружалась из горячей ванны в холодную при помощи элементарных подъемных устройств. Но ванны продолжали ставить лишь под навесами. Из-за больших затрат на механизацию работ, а также на строительство закрытых помещений для круглогодичной работы, особенно в странах

средних широт, данный способ уступил место автоклавным установкам. В СССР этот способ пока еще применяется на домостроительных комбинатах для консервирования деталей стандартных домов, почему и заслуживает рассмотрения.

Пропитка по данному способу водорастворимыми защитными средствами производится следующим образом. Ванну с уложенным в нее с зазорами (на прокладках) и закрепленным материалом заполняют раствором температурой 90—95°С. Материал, в зависимости от его толщины и желаемой глубины пропитки, выдерживают в нагретом растворе от 30 мин до нескольких часов, пока он не прогреется до температуры раствора на необходимую глубину. После этого горячий раствор тем или иным способом заменяют холодным ( $t=20-40^{\circ}\text{C}$ ), и снова материал выдерживают в нем такое же или большее время, пока он не остынет также на соответствующую глубину [160]. Наибольшую глубину пропитки по заболони, 5—10 мм и более, можно получить для толстых сосновых сортиментов. Для досок она обычно не превышает 5 мм по заболони и 2 мм по ядру. Продолжительность прогрева и охлаждения необходимо устанавливать опытным путем почти для каждого конкретного случая. При пропитке маслянистыми антисептиками температуры горячей и холодной ванн, учитывая температуры вспышки и вязкость пропиточных жидкостей, а также требования, предъявляемые к качеству древесины, повышают обычно лишь на 20—30°С по сравнению с рекомендованными для водных растворов.

При выборе оптимальной продолжительности прогрева следует учитывать, что он необходим для удаления паровоздушной смеси из древесины и может в зависимости от заданной глубины пропитки распространяться на все сечение сортимента или на его определенную по глубине периферическую зону. Чем больше глубина прогрева, тем при равных прочих условиях больше эвакуируется воздуха, возникает меньшее сопротивление движению пропиточной жидкости и глубже получается пропитка. Таким образом, для каждой задаваемой глубины пропитки необходимо выбирать соответствующую глубину прогрева. При заданной глубине пропитка должна назначаться в зависимости от проницаемости и воздухоудержания древесины и проницаемости пропиточной жидкости. Продолжительность прогрева на единицу глубины сортимента находится в зависимости от теплопроводности материала; она больше для сухой и неплотной древесины. К сожалению, слабо изучены воздухоотдача при прогреве и проницаемость пропиточными жидкостями отечественных пород при том или ином достигнутом разрежении в материале при его охлаждении.

Продолжительность периода охлаждения также должна быть определена по возможности точно, так как именно в это время в основном и протекает процесс пропитки. Охлаждение так же, как и прогрев, должно охватывать всю толщину сортимента или его определенную зону в зависимости от заданной глубины пропитки. Чем больше глубина охлаждения, тем больше поглощение и проникновение антисептика. Глубины прогрева и охлаждения должны быть увязаны между собой. В производственных условиях, если удастся поддерживать стабильную температуру ванн, регулирование глубины пропитки для каждой группы сортиментов можно осуществлять по длительности периода охлаждения. Для этого, однако, вследствие большого количества переменных факторов, оказывающих влияние на ход пропитки, следует на каждом предприятии провести опытные пропитки и периодически все же прибегать к контролю глубины по пробам, взятым из материала.

Пропитывать детали по способу ПРХВ рекомендуется преимущественно водорастворимыми защитными средствами. В случае использования препаратов, в которые входят соединения хрома, прогревать древесину во избежание разрушения антисептика следует паром, нагретым воздухом, ТВЧ, но не пропиточным раствором.

Области применения пропитки по способу ПРХВ значительны. Они так же, как защитные средства, рекомендуемые для этого способа, указаны ниже при рассмотрении более перспективного способа пропитки ВАДВ, который обеспечивает такое же проникновение защитного средства, но является более производительным и безопасным.

**Вакуум — атмосферное давление — вакуум (ВАДВ).** Способ для отечественных условий является новым (см. с. 188) [153]. Он предлагается взамен способа ПРХВ. Процесс осуществляется следующим образом: после загрузки древесины в пропиточной емкости (цилиндре или герметически закрытой ванне) создают вакуум 0,075—0,09 МПа на 10—15 мин. Затем в емкость, не прерывая вакуумирования, подают пропиточную жидкость, после чего снимают вакуум, и древесину выдерживают в растворе 5—30 мин. За счет перепада давлений жидкость проникает в древесину. После периода пропитки в емкости создают осушающий вакуум глубиной 0,08 МПа и выдерживают древесину под ним в течение 10—15 мин. Для водорастворимых антисептиков глубина пропитки при этом способе по здоровой заболони достигает 5, а для органикорастворимых — 10 и более мм. При этом глубина проникновения в здоровое ядро составляет 1—2 мм. Частично загнившая древесина получает сквозную пропитку. При равных параметрах

защищенности производительность пропитки данным способом в несколько раз выше, чем при пропитке по способу ПРХВ. Цикл пропитки, включая загрузку и выгрузку, составляет около 1 ч. Схема установки приведена на рис. 39.

Вариант компактной установки типа ванны для пропитки небольших объемов древесины представлен на рис. 40. Ее конструкция позволяет также осуществлять пропитку при небольших (0,2—0,3 МПа) давлениях, развиваемых жидкостным насосом. Промышленная установка аналогичного типа является более доступной для изготовления и монтажа силами предприятий, производящих пропитку. Поскольку этим способом пропитывают сухие детали на небольшую глубину, можно, не извлекая их из емкости, осуществлять и подсушку слоя, пропитанного водорастворимыми защитными средствами, или освобождение его от летучей части растворителя при пропитке органикорастворимыми антисептиками. Для этого после осушающего вакуума в пропиточную емкость подают острый пар давлением 0,2—0,3 МПа и прогревают древесину в течение 20—40 мин, после чего создают разрежение 0,08—0,09 МПа на 20—40 мин (см. рис. 39). В результате древесина просыхает до предпропиточной влажности. Сушка занимает значительно больше времени, чем пропитка, но при этом весь цикл пропитки — сушки составляет лишь 2—2,5 ч.

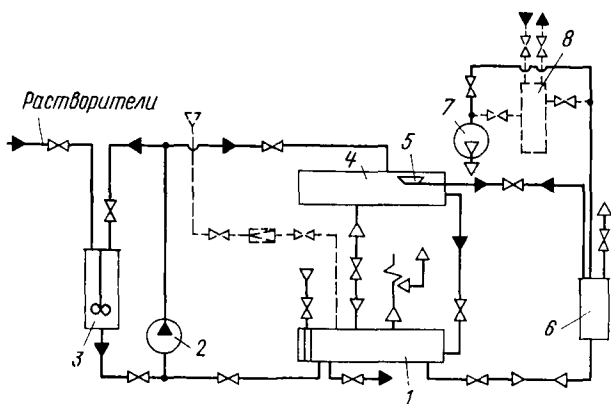
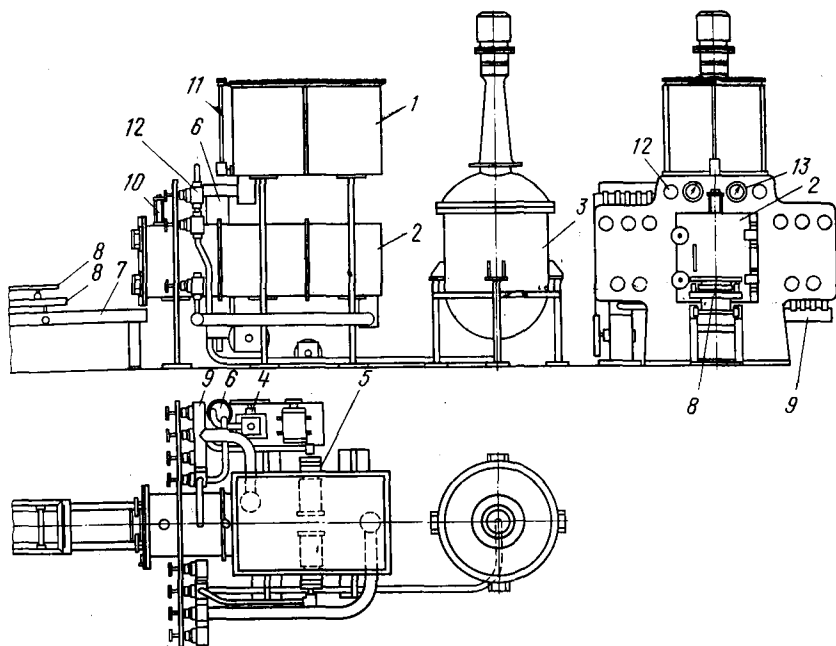


Рис. 39. Технологическая схема установки для скоростной пропитки по способу ВАДВ с вариантом послепропиточной паровакуумной сушки:

1 — камера для пропитки и сушки; 2 — жидкостный насос; 3 — емкость для приготовления пропиточного раствора; 4 — емкость для хранения раствора; 5 — воронка уровня; 6 — мерник; 7 — вакуумный насос; 8 — конденсатор



**Рис. 40.** Схема компактной установки ванного типа для пропитки по способу ВАДВ:

1 — маневровый бак; 2 — пропиточная камера; 3 — бак-реактор с мешалкой для приготовления раствора; 4 — вакуумный насос; 5 — жидкостный насос; 6 — ловушка; 7 — эстакада; 8 — верхняя и нижняя тележки; 9 — коллектор; 10 — смотровой стакан; 11 — уровень; 12 — вентили; 13 — вакуумметр

При пропитке по способу ВАДВ можно применять широкий ассортимент водорастворимых и органикорастворимых защитных средств. Способ рекомендуется для пропитки сухой древесины во всех случаях, когда достаточна получаемая при нем глубина. Наиболее эффективным способ будет для защиты деталей машин, тары и домов заводского производства, служащих в условиях I—IX классов службы.

### Способы пропитки деталей с использованием давления выше атмосферного

Пропитку под давлением выше атмосферного производят в автоклавах. Такая пропитка имеет несколько модификаций, относящихся к старым и распространенным способам заводской

(индустриальной) пропитки древесины. Она обеспечивает наиболее глубокое и равномерное проникновение защитного средства, но эффективна и при глубине 7—8 мм, когда требуется средний уровень защищенности. Некоторые недостатки, которые иногда усматривают в этих способах, заключаются в повышенных капитальных вложениях и транспортных издержках, поскольку пропитка в автоклавах обычно приспособлена к большим объемам продукции, поэтому частично производится и вдалеке как от места заготовки, так и от места постановки древесины в службу. Однако эти недостатки компенсирует возможность получения высоких уровней защиты.

Способы пропитки под давлением выше атмосферного предназначены для древесины сухой или подсушенной непосредственно перед пропиткой в том же автоклаве по способу пропарка — вакуум или кипячение под вакуумом в соответствующей пропиточной жидкости (см. с. 218). Для пропитки под давлением обычно рекомендуют подогрев пропиточной жидкости до 60—100° С, хотя для маловязких агентов и легкопропитываемой древесины это необязательно, а в случае пропитки антисептиками, растворенными в летучих органических растворителях, может быть и нежелательным или даже недопустимым.

Наиболее широкое применение во всех странах получили три модификации способа пропитки под давлением. По наиболее распространенной терминологии — это способ полного поглощения, иногда называемый способом Бетелла, когда повышение поглощения достигают предварительным вакуумированием древесины, способ ограниченного поглощения, иногда называемый способом Рюпинга, когда поглощение ограничивают предварительным воздушным давлением, и способ, дающий промежуточные результаты, называемый способом полуограниченного поглощения, или способом Лоури. По терминологии Сенежской лаборатории — это соответственно способы ВДВ (вакуум — давление — вакуум), ДДВ (давление воздушное — давление жидкостное — вакуум) и ДВ (давление — вакуум) [154]. При пропитке этими способами труднопроницаемой или недосушенной древесины может применяться предварительное накалывание сортиментов, и тогда способы называются ВДВ-Н, ДВ-Н, ДДВ-Н. Способы без конечного вакуума неблагоприятны в санитарном отношении. Выбор способа определяется в основном заданным соотношением поглощения и глубины пропитки. Режимы пропитки по этим способам хорошо изучены, поэтому отметим лишь главные их черты.

Способ ВДВ. Пропитка с предварительным вакуумированием позволяет ввести в древесину максимальное количество про-



питочной жидкости на максимальную глубину. Конечное вакуумирование в этом случае применяется при пропитке маслами для снижения начального поглощения, при пропитке препаратами ПХФ для выравнивания концентрации соли в пропитанной зоне и во всех случаях для улучшения санитарного состояния поверхности пропитанного материала. При отсутствии таких задач конечное вакуумирование после пропитки по этому способу можно не применять.

Способ ВДВ лучший и универсальный для пропитки водорастворимыми антисептиками, поскольку поглощение соли в этом случае легко регулировать изменением концентрации пропиточного раствора [152]. Способ является практически единственным для капитальной пропитки антипиренами, когда приходится вводить в древесину  $50-80 \text{ кг/м}^3$  соли (см. гл. VII). Для пропитки маслами этот способ применяется лишь в тех случаях, когда нужно получить очень высокое поглощение.

При пропитке по способу ВДВ обычно применяют следующий режим. В цилиндре с древесиной создают вакуум  $0,07-0,085 \text{ МПа}$  на  $15-60$  мин. Затем в цилиндр под вакуумом вводят пропиточную жидкость, вакуум снимают и создают давление  $0,8-1,4 \text{ МПа}$ , длительность действия которого определяется временем, необходимым для пропитки до отказа или до получения заданного поглощения, при котором, как это должно быть установлено пробной пропиткой или определено соответствующей инструкцией, обеспечиваются нужные глубина проникновения и характер распределения защитного средства. Уровень и продолжительность вакуумирования, а также величина и продолжительность действия давления зависят от большого количества факторов, поэтому в пределах диапазонов, вытекающих из возможностей установленного оборудования или организационных соображений, считаются свободными параметрами технологии, и их устанавливают для каждого случая отдельно.

Способы ДДВ и ДВ. Пропитка с ограничением поглощения позволяет при сохранении достаточно большой глубины пропитки значительно снизить поглощение и, таким образом, получить минимальные удельные показатели в литрах на кубический метр на миллиметр зоны пропитки (отношение  $R_0 : h$  и  $R_1 : h$ , см. с. 256). Это наиболее экономичные и поэтому весьма распространенные способы пропитки древесины высококачественными маслянистыми антисептиками, когда, ограничив расход дорогой пропиточной жидкости, можно достигнуть высокого уровня защищенности материала. Однако для пропитки по способу ДДВ требуется по сравнению со способом ВДВ дополнительное оборудование (воздушный компрессор, маневровый цилиндр и т. д.).

При пропитке по способу ДДВ в загруженном цилиндре создают воздушное давление 0,2—0,5 МПа, которое поддерживают в течение 10—30 мин, в зависимости от свойств материала и заданного поглощения. Затем в цилиндр подают пропиточное масло, после чего давление постепенно или по возможности быстро поднимают до 0,8—1,4 МПа и держат до отказа, если хотят получить максимальную глубину пропитки, или только до заданного поглощения, рассматривая глубину пропитки как сопутствующий параметр. Жидкостное давление должно значительно, например не менее чем в 2 раза, превышать предварительное воздушное, хотя высокие давления считаются рискованными, особенно для древесины с низким пределом прочности на сжатие, а также ослабленной предварительной пропаркой или воздействием биологических агентов. По окончании давления пропиточную жидкость из цилиндра удаляют и древесину вакуумируют в течение 30 мин или более в зависимости от того, насколько хотят понизить поглощение. При вакуумировании можно извлечь до 50% введенной в древесину жидкости. Когда хотят получить наиболее глубокую пропитку при минимальном поглощении, применяют два цикла воздушного и жидкостного давления (модификация 2-ДДВ).

Для получения промежуточных результатов, между достигаемыми способами и ВДВ и ДДВ, отказываются от предварительного воздушного давления и проводят пропитку по промежуточному, но также весьма эффективному для ряда случаев способу ДВ, для которого не требуется маневровый цилиндр. Способ широко распространен на пропиточных заводах СССР для пропитки шпал и столбов маслами [158], но в отдельных случаях его применяют и для пропитки древесины различного назначения водорастворимыми антисептиками.

### Спаренные процессы сушки — пропитки в автоклаве

В связи с общей интенсификацией промышленных производств уже довольно давно деревопропиточные заводы ищут пути сокращения цикла сушки — пропитки. Считается крайне неудовлетворительной его первая часть, заключающаяся в предпропиточном просушивании материала на складах. Особенно длительна эта часть в таких странах северных и средних широт, как Канада, Швеция, Финляндия и лесопромышленная зона СССР. Здесь длительность сушки столбов и шпал достигает почти года. В результате усилий ученых за многие десятки лет выявились три направления ускорения предпропиточной сушки: интенсификация процесса на складах с применением способствующих этому укладок и вентилирования, сушка в специальных камерах и сушка в про-

питочных автоклавах в период, непосредственно предшествующий пропитке. Наибольшее распространение в нескольких модификациях нашел последний способ.

**Американский опыт.** В США в разные годы находили применение различные модификации спаренного процесса сушки—пропитки. Опишем кратко две из них.

**Пропарка — вакуум — пропитка.** По отношению к южной сосне и другим породам в США применяют сушку древесины в пропиточном цилиндре путем ее пропарки в течение нескольких часов (0,24 МПа, 126° С) и последующего вакуумирования продолжительностью больше часа. Это понижает влажность и повышает проницаемость материала и в итоге даже при повышенной влажности дает удовлетворительные результаты пропитки при обычных режимах. Пропарка при более низком давлении пара (0,17 МПа), действующем не более 6 ч, с последующим вакуумированием длительностью до 1 ч также дает неплохие результаты для древесины, пропитываемой хромосодержащими антисептиками.

Для интенсификации процесса и получения более низкой предпропиточной влажности в США пытались применять и более высокие давления пара, например до 0,7 МПа (165° С), и более длительные циклы пропарки и вакуумирования, например до 8 ч и более. Такой способ привел к понижению прочности древесины, особенно дугласовой пихты, в связи с чем от него отказались. Было также установлено, что интенсивность сушки может быть повышена чередованием пропарки и вакуумирования в пределах одного и того же общего времени.

Во всех рассмотренных случаях сушка древесины происходит не при пропарке, а при вакуумировании. Она начинается сразу после снятия давления за счет выхода пара, образовавшегося при нагревании древесины до температуры выше точки кипения воды. Вакуум понижает точку кипения. В результате вскипание свободной влаги продолжается, в древесине возникает избыточное давление и молярный вынос пара возрастает. При шестичасовом вакуумировании 60% влаги испаряется за первый час, а около 80% — за 2 первых часа. С учетом этого вакуумирование проводят не более 2 ч. При сушке по методу пропарка — вакуум из 1 м<sup>3</sup> круглых широкозаболонных лесоматериалов удаётся удалить 80—96 кг воды [345].

Технология пропитки после паровакуумной сушки обычная. Когда пропитка ведется по способу ВДВ, сушильный вакуум используют и как пропиточный, вводя в цилиндр сразу антисептик. Если же пропитка ведется по способу ДДВ, то после сушильного вакуума в цилиндре создают воздушное давление.

Прогрев в пропиточном масле под вакуумом — пропитка. Способ был запатентован Бултоном еще в прошлом веке [345]. В данном случае в автоклав с сырой древесиной подают сушильно-пропиточный агент с температурой 98°С и, поддерживая эту температуру, постепенно повышают вакуум до 0,08 МПа. Вода при таком разрежении закипает уже при температуре 66°С. Примерно такая же температура устанавливается в глубине сортимента, и сушка на глубину до 40 мм по заболони и до 15 мм по ядру идет довольно быстро. Кривая сушки имеет характер параболы с максимумом скорости просыхания периферических слоев сразу после установления вакуума. Количество испарившейся воды зависит от начальной влажности, породы, размера и формы материала и в среднем может достигать 150 кг/м<sup>3</sup> и более, т. е. больших размеров, чем при паровакуумной сушке. По американским техническим условиям процесс сушки, в зависимости от влажности древесины, продолжается от 6 до 12 ч и более. Сократить эти сроки пока не удастся.

Сушка при температуре не выше 100°С является главной отличительной чертой метода. В связи с этим он особенно может быть рекомендован для пропитки древесины, прочность которой заметно падает под действием высоких температур, особенно для сортиментов, снижение прочности которых недопустимо.

Технология пропитки после кипячения в вакууме обычная. Если пропитку предполагают вести по способу ДВ, в цилиндр добавляют пропиточную жидкость и создают давление, а если по способу ДДВ, пропиточную жидкость удаляют из цилиндра, создают в нем воздушное давление и далее следуют режиму. Водорастворимые антисептики для данного способа неприменимы, поскольку вода из раствора испаряется быстрее, чем из древесины.

Некоторый недостаток данного способа заключается в том, что при нем труднее, чем при других способах, в частности при способе пропарка — вакуум — пропитка, ограничивать поглощение, особенно когда желательно просушить и пропитать сортимент на возможно большую глубину. Несмотря на это, способ за рубежом получил широкое применение.

Советский опыт. Сушка древесины в неводных жидкостях интересовала и специалистов СССР. Первая серия исследований в этой области, касающаяся в основном сушки пиломатериалов в петролатуме, была начата в 40-х годах [209]. Она не дала ожидаемых результатов, но привлекла внимание пропитчиков крупных сортиментов. В этом направлении также были начаты исследования. В качестве теплоносителя был взят не креозот, как в США, а снова петролатум, а в качестве пропиточной жидкости — антраценовое масло [334].

Сушка в ванне с петролатумом — пропитка в автоклаве. В начале 60-х годов на Ленинградском мачтопропиточном заводе был построен цех петролатумной сушки в ваннах с последующей обычной пропиткой антраценовым маслом в автоклаве. В настоящее время по этой технологии пропитывает столбы и Барановичский завод. Сушка идет при 120—130° С.

Способ имеет ряд недостатков, из-за которых он не находит дальнейшего распространения. Основным из них является применение высоких температур, отрицательно сказывающихся на механических свойствах древесины. Сушка и пропитка в разных емкостях повышают трудоемкость процесса. Сушка в открытых ваннах ведет к значительным теплопотерям. Процесс затрудняется также высокой температурой застывания петролатума (65—70° С) и его способностью образовывать большое количество пены. В процессе сушки петролатум проникает в поверхностные слои древесины и мешает последующей пропитке ее консервирующей жидкостью. Процесс протекает открыто, пары воды и петролатума поступают в помещение цеха или в атмосферу, что ухудшает условия работы и способствует загрязнению окружающей среды.

Сушка в пропиточном масле под вакуумом или под атмосферным давлением — пропитка. Сенежская лаборатория начала исследования спаренной сушки—пропитки в автоклаве в 1962 г. Тогда опытами П. И. Рыкачева на Волгоградском мачтопропиточном заводе была подтверждена возможность сушки круглых сосновых деталей опор в антраценовом масле под вакуумом при незначительной перестройке оборудования. Было установлено, что основными факторами, определяющими скорость сушки, являются разность температур сушильного агента и кипения воды, полнота конденсации отходящих паров и разрушения образующейся пены.

Для разработки технологии процесса и решения вопросов его аппаратурного оформления в Сенежской лаборатории создана экспериментальная сушильно-пропиточная установка (рис. 41). В составе оборудования установки испытывался специальный пеногаситель, выполненный в виде обогреваемых паром змеевиков с приваренной к ним решеткой. К пеногасителю был подключен конденсатор-холодильник с охлаждающей поверхностью, соединенный через сборник конденсата с вакуум-насосом. Для устранения неравномерности просыхания материала и повышения интенсивности процесса предусмотрена циркуляция сушильного агента. Разработанная директивная технология процесса совмещенной сушки—пропитки под вакуумом деталей опор линий электропередачи была передана Волгоградскому мачтопропиточному

заводу для опытно-промышленной проверки. Режимы процесса разработаны позже совместно Сенежской лабораторией и ЦНИЛД института «Энергожилиндустрпроект». После промышленных испытаний режимы сушки — пропитки деталей опор с влажностью 120—180% антраценовым маслом в варианте с циркуляцией сушильного агента приняли вид, указанный в табл. 34. При отсутствии циркуляции длительность сушки под вакуумом 0,07 МПа увеличивается в 1,25 раза.

Несколько позже ЦНИЛД прорабатывала и другой вариант способа, предусматривающий сушку—пропитку под атмосферным давлением. В настоящее время еще окончательно не выяснены преимущества того или иного из этих способов. Однако в Сенежской лаборатории считается, что больше данных в пользу способа, использующего сушку под вакуумом. При этом учитывается также многолетний американский и канадский опыт. Как известно, метод кипячения сырой древесины в масле при атмосфер-

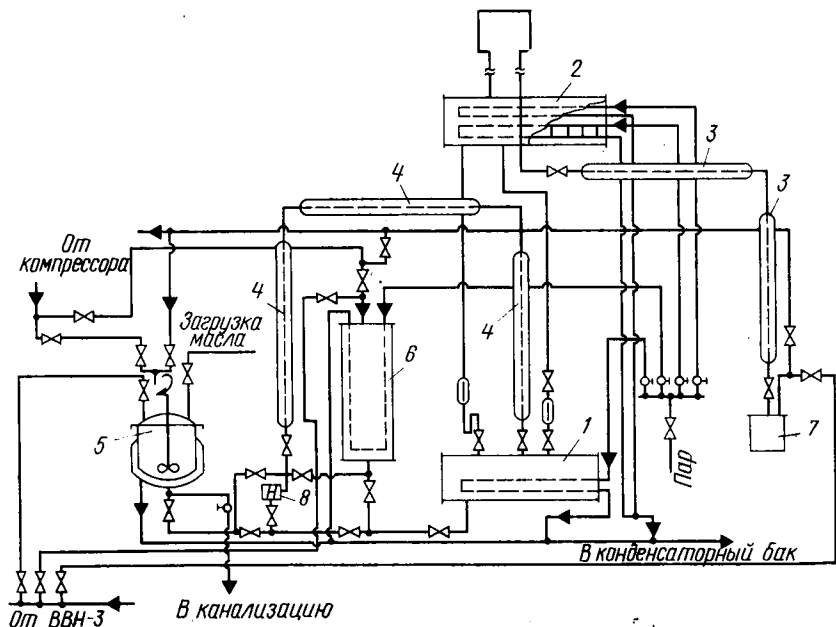


Рис. 41. Схема пропитки по способу сушка в пропиточном масле под вакуумом — пропитка:

- 1 — пропиточный цилиндр; 2 — пеногаситель; 3 — холодильники-конденсаторы; 4 — теплообменники; 5 — реактор; 6 — маневровый цилиндр; 7 — сборник конденсата; 8 — циркуляционный насос

Циклы режима	Длительность, мин, для деталей опор			
	железнодорожной поставки		сплавных	
	с толщиной заболони, мм			
	менее 35 (режим 1)	более 35 (режим 2)	менее 35 (режим 3)	более 35 (режим 4)
Сушка под вакуумом, МПа:				
0,02	90	90	90	90
0,04	60	60	60	60
0,06	570	600	450	570
Пропитка по способу ДДВ:				
давление, МПа:				
воздушное 0,3	10	10	—	10
жидкостное 0,7	35	35	—	20
вакуум заключительный 0,08	20	20	—	20
	785	815	600	770

ном давлении применялся в США в течение нескольких лет, но из-за сильного растрескивания и понижения прочности просушиваемого материала был полностью заменен способом кипячения под вакуумом [345]. Для окончательного решения вопроса необходимо провести по надежной методике сравнительные испытания прочности древесины, например столбов, пропитанных с применением различных способов сушки, а также других показателей, в частности производительности, себестоимости, возможности управления уровнями защиты и т. д.

### Зональная сушка и пропитка — выдержка на перераспределение

Этот метод относительно нов. В Сенежской лаборатории он исследуется лишь в последние годы. Согласно опытам П. И. Рыкачева процесс ведется в три последовательные фазы: паровакуумная подсушка поверхностной зоны материала в обычном пропиточном автоклаве, создающая в ней необходимую емкость для пропиточной жидкости; пропитка в автоклаве древесины несколько глубже подсушенной зоны концентрированным раствором хорошо диффундирующего антисептика; выдержка пропитанной древесины на время диффузии антисептика в толщу древесины.

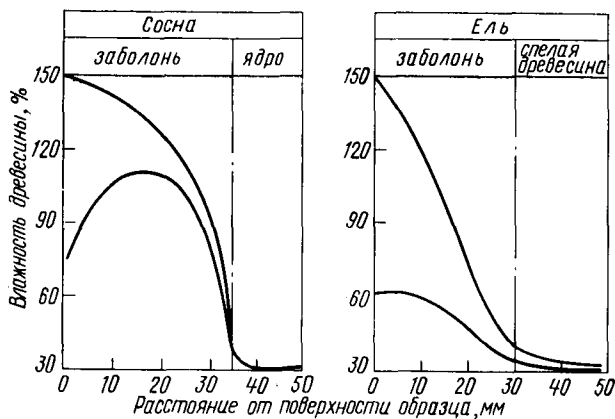


Рис. 42. Схема распределения влажности древесины сосны и ели до и после паровакуумной подсушки при одинаковых режимах пропарки

Исследования Сенежской лаборатории показали, что паровакуумная подсушка материала требует дооборудования автоклава устройством для ввода в него пара, а также конденсатором паров воды с площадью, обеспечивающей конденсацию примерно 70—100 кг пара на кубометр загружаемой древесины при условии, что 60—70% этого количества будет выделено за первые 15—20 мин вакуум-периода. Площадь калорифера автоклава должна быть увеличена по сравнению с обычной примерно на 25—30%.

Было установлено, что пропарку следует вести при давлении пара в автоклаве от 0,1 до 0,2 МПа и при таком же или слегка повышенном давлении пара в калориферах. В среднем достаточно проведение пропарки в течение 90—120 мин. Зимой время пропарки следует увеличивать на 20—25%. Вакуум должен быть не ниже 0,075—0,085 МПа при продолжительности его 35—45 мин.

Эффект паровакуумной подсушки сосны и ели иллюстрирует схема на рис. 42; перепад влажности в подсушенной зоне значительнее у ели, сушка затрагивает даже и спелую древесину, ядро сосны практически не сохнет. В связи с этим для сосны требуются менее жесткие условия пропарки, но большая по сравнению с елью ее длительность.

Ни оборудование, ни технология пропитки не требуют никаких специфических изменений. Следует лишь отметить, что для пропитки по данному методу надо применять наиболее раствори-



мые защитные средства, обладающие высокой способностью к диффузии. Совмещение в одном препарате требований в этих двух направлениях осуществить в полной мере пока не удастся. Наиболее пригодными будут препараты ХМ-Ф, ХМББ, ХМ-К, а также Доналп УАЛЛ.

Оборудование для пропитки в автоклавах подробно описано в ряде капитальных руководств [187, 248, 345], поэтому ниже оно рассматривается очень кратко.

Установки для пропитки под давлением бывают стационарные и передвижные. И те и другие могут быть предназначены для пропитки под высоким давлением (0,8—0,14 МПа), под вакуумом и атмосферным давлением, а также для пропитки—сушки и для сушки—пропитки в одном автоклаве. Во всех случаях основной частью установки является пропиточный цилиндр-автоклав. В нижней части автоклава устанавливается рельсовая колея для закатки вагонеток с материалом, подлежащим пропитке. Диаметр и длина цилиндров зависят от планируемой производительности установок и колеблются соответственно от 0,5 до 2 и от 7 до 50 м.

Установки для пропитки помимо пропиточного автоклава включают мерники, вакуум-насосы, ресиверы, конденсаторы, жидкостные насосы и компрессоры, а в отдельных случаях дополнительно — баки-смесители, резервуары предварительного подогрева пропиточных жидкостей и пеногасители. Установки, на которых предусматривается пропитка по способу ДДВ, дополнительно должны иметь второй цилиндр, работающий под давлением. Установки для пропитки водорастворимыми антисептиками маневрового цилиндра могут не иметь.

Пропиточные установки снабжены и вспомогательным оборудованием, к которому относятся наколочные станки, вагонетки, отстойники или сепараторы, весы и пр. Производительность пропиточных установок определяется емкостью цилиндров и продолжительностью процесса. В СССР наиболее распространенными являются установки производительностью от 50 до 200 тыс. м<sup>3</sup> в год.

## ИСХОДНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

К вопросам проектирования химической защиты мы относим все стороны практического решения проблемы на любой стадии ее проработки, от исследователя до оператора-практика.

В данной главе рассматривается во взаимосвязи и в плане решения практических задач все главное из биологических, химических, физических, организационных и других вопросов консервирования.

Прежде всего отметим, что химическая защита древесины не сводится лишь к технологии самого процесса пропитки или обработки материала, как думают многие. В целом проблема химической защиты больше биологическая, чем техническая, хотя и решается во многом инженерными средствами. По многообразию решений защита древесины в какой-то мере аналогична возделыванию сельскохозяйственных культур.

Несмотря на то, что в настоящее время имеется достаточное количество стандартизованных защитных средств и способов их применения, вопрос, что и как защищать, возникает непрерывно, решается трудно и часто неправильно. В одних случаях не учитывается, что химическая защита древесины связана с большим расходом материалов и труда и поэтому должна проводиться только там, где она необходима (эффективна), в других же, наоборот, не принимается во внимание, что отсутствие защиты или недостаточный ее уровень в условиях вероятности преждевременного разрушения ведет к большим потерям. Нередко применяются не те защитные средства и способы, которые нужны. Плохо обстоит дело и с проектированием химических мер защиты, особенно в строительстве, где конструкционные формы использования древесины очень подвижны и условия службы ее разнообразны. В связи с последним типовых решений химической защиты древесины в строительстве недостаточно и на местах в этом отношении возникает большая свобода действий.

## СВОЙСТВА ПРОПИТАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Пропитка древесины производится для придания ей новых свойств, в частности повышения стойкости против биологического разрушения, возгорания, увлажнения, изменения объема, разрушающего действия кислот, щелочей и других агентов. Поскольку древесина пористый материал с большой пропиточной емкостью, то, подбирая соответствующие жидкости (растворы) и пропитывая ее, можно придавать ей другие желательные свойства. Однако при пропитке древесины для придания заданных свойств нередко придают ей и некоторые неблагоприятные свойства. Они возникают от воздействия как химических средств, так и физических агентов в процессе пропитки или подготовки древесины к пропитке.

Древесина при введении в нее защитных средств в отдельных случаях может иметь пониженную прочность, особенно в отношении сопротивления ударным нагрузкам, хуже окрашиваться и склеиваться, может приобрести повышенную возгораемость и электропроводность, получить способность в большей степени корродировать металлы, иметь худший вид из-за высаливания или вытекания защитного вещества, приобретать неприятный запах, выделять летучие вредные вещества, иметь пониженную гвоздеудерживающую способность, масса ее может увеличиваться в нежелательной степени и т. д. На свойства пропитанной древесины влияют и такие подготовительные операции, как наковка и сушка, а также сам процесс пропитки, например с применением высоких температур и давлений.

Однако следует иметь в виду, что нежелательные свойства, приобретаемые попутно с защищенностью, появляются не всегда и зависят от самой древесины, применяемого защитного средства, его количества, растворителя и способа пропитки. Кроме того, значение этих новых свойств не всегда отрицательно. Некоторые свойства древесины (прочность, окрашиваемость, декоративный вид и др.) в результате ее пропитки в отдельных случаях даже улучшаются. Кроме того, одни и те же свойства, например изменение цвета, жирность поверхности в одних случаях могут оцениваться отрицательно, а в других положительно. Во многих случаях большинство попутно возникающих при пропитке свойств древесины (понижение прочности, ухудшение окрашиваемости, повышение массы и электропроводности и др.) не имеет практического значения.

Некоторое неблагоприятное воздействие на прочность древесины оказывает длительное воздействие температур выше  $100^{\circ}\text{C}$ , а также пропарка, применяемая для предпропиточной сушки.

В связи с этим способы пропитки с нагревом древесины до температуры выше  $100^{\circ}\text{C}$  для сортиментов, прочность которых играет важную роль, например для опор ЛЭП и шпал, следует применять крайне осторожно. Высокие давления ( $0,8\text{--}1,4\text{ МПа}$ ) иногда деформируют мягкую или загнившую древесину, поэтому не рекомендуются для этих случаев. В отношении влияния наколов на прочность древесины определенных мнений не сложилось. Однако считается, что это влияние невелико и что наколотая древесина меньше растрескивается, чем компенсируется отрицательное влияние наколов.

Степень горючести древесины, пропитанной антисептиками, часто считается решающим фактором при их выборе. Тогда предпочтение отдается водорастворимым антисептикам. Многие из них при биозащитных поглощениях ( $5\text{--}20\text{ кг/м}^3$ ) уже оказывают заметное антипиренное действие и лишь некоторые повышают тление древесины (см. с. 291). Ряд органических антисептиков сильно повышает возгораемость древесины лишь в первые годы после ее пропитки, пока не испарились их летучие фракции [345]. Если в результате пропитки ожидается лишь небольшое повышение горючести древесины, то, оценивая этот недостаток, следует учитывать, что и загнившая древесина, которая часто встречается в постройках, в сухом состоянии также имеет повышенную возгораемость.

Способность пропитанной древесины окрашиваться также зависит от защитного средства. Древесина, пропитанная маслянистыми антисептиками, окрашивается труднее, а пропитанная водорастворимыми — легче и в некоторых случаях (препарат ХМ-11) даже лучше, чем непропитанная.

Склеивание древесины, пропитанной антисептиками и антипиренами, вполне возможно, хотя требует подбора совместимых пар защитного средства и клея. Пропитка может производиться как после склеивания, так и до него [171, 175]. В последнем случае важна подготовка древесины к склеиванию, в частности ее строгание и специальная обработка поверхности, а также условия выдержки деталей после склеивания. Особой разницы в склеивании древесины, пропитанной водорастворимыми и органическими антисептиками, при подборе совместимого с ними клея не наблюдается. В большинстве случаев лучшие результаты дает применение резорцинового клея. Следует, однако, учитывать, что и при соблюдении всех правил прочность клеевых швов пропитанных деталей в среднем будет примерно на  $15\%$  ниже прочности клеевых швов непропитанных деталей.

Цвет пропитанной древесины зависит от свойств и количества вводимого защитного средства. В одних случаях получается

неблагоприятный цвет, а в других, наоборот, вполне приемлемый и настолько, что пропитка или обработка древесины защитным средством освобождает ее от дальнейшего окрашивания.

Корродирующая способность растворов некоторых защитных средств и пропитанной древесины по отношению к черным и цветным металлам может быть существенным недостатком пропитки. Однако это свойство в опасной форме обычно проявляется лишь при службе конструкций во влажных условиях. Кроме того, всегда можно выбрать защитные средства, слабо корродирующие те или иные металлы.

Электропроводность непропитанной древесины, как известно, непостоянна и зависит от породы, температуры и особенно от влажности материала. Электропроводность пропитанной древесины имеет еще большие колебания. Древесина, пропитанная водорастворимыми защитными средствами, чаще имеет повышенную электропроводность, которая тем больше, чем выше содержание соли в древесине. Древесина, пропитанная маслянистыми защитными средствами, наоборот, имеет пониженную электропроводность.

## ПРИМЕНЕНИЕ КОНСЕРВИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В последнее время внимание архитекторов и строителей к древесине возросло. Объясняется это не только тем, что у многих новых материалов обнаружались недостатки, но и дополнительными возможностями защиты древесины от биологических агентов и возгорания, появившимися в последний период. В настоящее время имеется возможность защитить древесину от всех разрушающих воздействий практически в любых условиях на любой необходимый срок.

В мировой практике из консервированной древесины строятся мосты, пирсы, трубы больших диаметров, спортивные сооружения с широкопролетными конструкциями, а в некоторых странах даже церкви, долговечности которых придается особое значение. Консервированная древесина широко применяется и в сельскохозяйственном, школьном, жилищном и промышленном сборном строительстве, а также в машиностроении. Высокая рентабельность и легкость деревянных конструкций привлекают внимание и военных инженеров. Деревянные объекты и конструкции стали появляться даже на выставках.

В СССР в первую очередь нуждаются в химической защите шпалы, опоры ЛЭП и связи, дорожные ограждающие столбы, детали сельскохозяйственных и особенно животноводческих

построек, мостов, береговых сооружений, объектов промышленного, спортивного и курортного строительства, жилых домов, вагонов, судов и машин, заборов, а также рудничный лес долговременной службы, кровельная щепка, некоторое количество фанеры и древесных плит, а также памятники истории и культуры, загнивающие конструкции личных домов граждан.

Общий объем древесины и древесных материалов, подлежащих химической защите, не включая хранения лесоматериалов на складах, достигает порядка 40 млн. м<sup>3</sup>. Конечно, не вся эта древесина должна защищаться одинаково. Большая часть ее в соответствии с условиями службы подлежит лишь обработке, предусматривающей проникновение защитного средства на незначительную глубину, около половины указанного объема должно защищаться только антисептиками, столько же комплексными препаратами и относительно небольшая часть только антипиренами.

### ЗАДАНИЕ НА ХИМИЧЕСКУЮ ЗАЩИТУ

Если даже стандартизация защитных средств и способов их применения будет усовершенствована, останется еще много практических вопросов, которые нужно будет решать проектировщикам и исполнителям работ для того, чтобы достигнуть наилучшего соответствия между ожидаемым характером разрушения древесины и планируемым уровнем ее защищенности. Обсуждение некоторых вопросов из этой области полезно и для усовершенствования уже принятых и ставших обычными правил.

Составитель стандарта, строительных норм и положений, проектировщик и исполнитель прежде всего должны четко представлять себе, от какого разрушения предполагается защищать материал, что содействует или мешает его разрушению, какие вероятность и скорость разрушения ожидаются, на какой срок при этом желательно защитить материал, какие требования предъявляются к защищаемому объекту в целом и отдельным его деталям, допустима ли выборочная (части деталей) защита, какие допустимы удельные или общие денежные расходы.

Чаще всего осуществляется защита от гниения, но иногда необходимо, чтобы она была направлена и против деятельности насекомых, а также против увлажнения, возгорания и других отрицательных факторов.

Одним из главных вопросов, возникающих при проведении эффективной защиты, является расчет и практическое достижение соответствия между условиями службы и мерами защиты. Необ-

ходимо заранее хорошо знать, какие эксплуатационные требования предъявляются к защищаемому объекту (сырость в конструкциях, цвет, запах, вредность для человека или охраняемых животных и растительных организмов). Иногда гниение, происходящее в сырых условиях, стараются затормозить лишь химическими мерами, забывая, что для эксплуатации некоторых объектов, например домов, сырость некоторых конструкций сама по себе и без гнили неблагоприятна.

Поскольку в разных местах постройки или сооружения условия разрушения древесины неодинаковы, для них не нужна и одинаковая степень защиты. Здесь по аналогии с понятием о равнопрочности деталей и конструкций возникает понятие об их равностойкости. В связи с этим, например в домах, можно защищать только часть деталей в соответствии с их уязвимостью для разрушителей. Элементы мостов также должны защищаться неодинаково. У заборных столбов на срок службы 20—25 лет можно защищать только те части, которые будут погружены в грунт. Наклонно и горизонтально установленные детали опор электролиний гниют быстрее, чем вертикальные, поэтому они должны быть защищены более капитально. Таким образом, применение дифференцированной защиты в соответствии с вероятностью и скоростью разрушения отдельных частей объекта даже с учетом возникающих в этом случае организационных осложнений весьма выгодно.

## СРОКИ СЛУЖБЫ ДРЕВЕСИНЫ

Следует различать срок службы древесины стихийный (природный) и плановый. Первый определяется лишь породой древесины и условиями ее службы и от человека не зависит, а второй, кроме того, зависит и от уровня проведенной защиты. В соответствии с этим как стихийные, так и плановые сроки службы древесины сильно колеблются. В неблагоприятных для развития разрушителей условиях и незащищенная древесина всех пород может служить столетиями, а в благоприятных разрушается быстро, но все же с различной скоростью. Например, еловые столбы стоят в земле средней влажности 7—8 лет, а лиственничные в 2—3 раза дольше.

При назначении плановых сроков службы исходят из желательных сроков и из возможностей пропитки древесины. Иногда плановые сроки службы ограничиваются условиями эксплуатации и перспективами реконструкции. Например, срок службы шпал определяется не только гниением, но и их механическим износом;

срок службы крепящего шахтного материала ограничивается кратковременностью службы забоев и трудностью его вторичного использования; срок службы столбов и опор линий электропередачи часто ограничивается перспективами реконструкций этих линий, например связанной с их спрямлением. Срок службы временных построек и сооружений определяется планируемой продолжительностью их эксплуатации.

При определении плановых сроков службы объектов встречаются значительные трудности. Они прежде всего касаются установления желательных сроков и выбора соответствующих этим срокам мер защиты. Часто в результате неумения обосновать и обеспечивать плановый срок службы он приближается к стихийному. При недостаточной защите объект начинает разрушаться преждевременно, поэтому заменяется другим или пропитывается дополнительно. Так, в различных странах возникает допитка столбов. В случае излишней защиты объект к моменту окончания срока эксплуатации, наоборот, остается еще неразрушенным. В США, например, были случаи вторичного использования пропитанных трамвайных шпал и деталей других конструкций.

При назначении планового срока службы следует учитывать, что для всех относительно сложных способов защиты расходы на год службы уменьшаются при пропитке на больший срок. Исключением представляет лишь защита на очень большие сроки, когда требуется тщательное предпропиточное кондиционирование древесины и значительная защита ее труднопропитываемой зоны.

## **ФАКТОРЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ**

При проектировании химической защиты не обязательно вдаваться во все тонкости процесса биологического разрушения построек, но все главные факторы, определяющие его развитие, необходимо знать. В частности, важно во взаимосвязи учитывать влияние на развитие биоразрушителей тепловлажностного режима среды; исходной влажности древесины, которая ставится в конструкцию; инфекции, а также конструкционных и эксплуатационных факторов, свойственных объекту, подлежащему защите. Не менее важно знать, при сочетании каких конструкционных и химических мер защита в каждом случае будет наиболее эффективной.



## Тепловлажностные условия и биологическое разрушение

Отмершая материя, когда она находится в естественных и средних для живой природы условиях, т. е. в наиболее часто представленных, например, если в теплый период года она подвергается суточному, погодному и сезонному нагреву, охлаждению, увлажнению, высыханию, неизбежно разрушается приспособившимися к таким условиям микроорганизмами. Главным условием биологического разрушения отмершей материи является ее влажность, соответствующая требованиям разрушителей. Наиболее благоприятным для развития разрушителей является преобладающий в природе средний диапазон влажности среды и материала, при котором «ни сухо, ни мокро». Такой диапазон влажности при биогенных температурах мы называем гнилостным.

Если гнилостные условия возникают внутри или вокруг деревянного объекта, его разрушение протекает по тем же законам, что и в природе. Когда же объект или его отдельные детали находятся в крайних для природы условиях, т. е. гнилостный режим отсутствует (древесина сухая, защищена от атмосферных осадков, колебания температуры не вызывают на ее поверхности сильной конденсации водяных паров или, наоборот, древесина слишком увлажнена, например погружена в мокрый грунт или воду), они не разрушаются грибами. Однако разрушение такого объекта обязательно начнется, если условия изменятся и станут более близкими к средним природным условиям. Обычно так и происходит, когда сухая древесина периодически увлажняется от протечек, контакта с грунтом, сильной конденсации и частично просыхает. Поражение древесины в службе насекомыми происходит также лишь при определенной, хотя чаще и значительно меньшей, чем это требуется для гниения, влажности материала и нередко следует за разрушением древесины грибами.

Все это, как уже указывалось, действительно при положительных температурах. Для каждой группы разрушителей, однако, оптимальной является своя амплитуда температур. В связи с этим скорость биологического разрушения неотапливаемых построек определяется продолжительностью и особенностями теплого периода года и поэтому зависит от климата района. В отапливаемых постройках некоторые конструкции могут интенсивно разрушаться круглый год. Исходя из температурного фактора и непрерывности или цикличности (сезонности) процесса разрушения, следует по-разному оценивать разрушающую деятельность грибов в теплых и холодных районах, а также в отапливаемых и неотапливаемых постройках. Самые высокие скорости раз-

рушения встречаются в отапливаемых постройках. Только в этих условиях активно развивается такой сильный разрушитель, как домовый гриб *S. lacrymans* (см. с. 49).

В деревянных объектах, не защищенных или слабо защищенных химическими мерами, обычно наблюдается два типа грибных разрушений: хроническое, неустраняемое конструктивными мерами, и аварийное, возникающее при строительных и эксплуатационных ошибках.

Хроническое разрушение имеет место в среде различного (от слабого до сильного) благоприятствования разрушителям и протекает соответственно с различной скоростью. Типичными конструкциями, для которых характерен этот тип разрушения с высокой скоростью, являются столбы, сваи, лежни или нижние венцы срубов, контактирующие с грунтом. По этому же типу, но с меньшей скоростью протекают разрушения тесовых, драночных и лемеховых кровель, а со слабой скоростью — разрушение наружных стен построек, частично защищенных от увлажнения свесами кровли. Отличительной особенностью хронического разрушения является его относительно постоянная для конкретных условий скорость. Хроническое разрушение может быть предупреждено и устранено только химическими мерами.

Аварийное разрушение обычно возникает по вине человека. Скорость разрушения в этом случае также различна и для одного типа конструкции изменяется в зависимости от масштаба аварии. Этот тип разрушения характерен при строительных упущениях, например при слабой гидроизоляции конструкций от грунта, недостаточной вентиляции, малых свесах кровли, неудовлетворительной защите от конденсации и пр., а также при таких эксплуатационных упущениях, как протечки в крыше или обшивке, неисправность водоотводов, нарушение режима вентиляции, слишком густая и близкая к постройкам посадка деревьев и кустарников. Этот тип разрушений встречается и при недостаточной защите конструкций от бытового увлажнения (кухни, санузлы). Он обычно нерегулярен, с изменением условий может затухать и вновь вспыхивать. Скорости разрушения, как правило, высокие. Разрушения такого типа должны предупреждаться в основном конструктивными, а устраняться совместными конструктивными и химическими мерами.

Для разрушений, вызываемых насекомыми, сохраняет свое значение многое из сказанного в отношении гниения, особенно касающееся требований разрушителей к влаге и теплу и, таким образом, к климатическим, микроклиматическим и субмикроклиматическим факторам. Но тем не менее при борьбе с насекомыми следует дополнительно учитывать некоторые их особенности,

в частности их способность развиваться на более сухой, чем грибы, древесине, повышенную устойчивость к некоторым антисептикам, а также более трудную по сравнению с загнившей пропитываемость пораженной ими древесины.

### **Роль сырой древесины в образовании гнилых очагов в постройках**

Какое бы и где бы ни возникло загнивание древесины, прежде всего выясняют, не была ли она там использована в сыром виде. Однако можно подобрать много примеров, когда гниение возникает при использовании сухой древесины, а при использовании сырой не развивается. Здесь нет каких-либо противоречий: сырая древесина является местом развития домовых грибов лишь, когда она не может быть быстро просушена, но такое же положение возникает и в тех случаях, когда сухая древесина увлажняется в процессе строительства или эксплуатации.

Например, применение сырой древесины для полов, особенно нижних этажей, в большинстве случаев ведет к возникновению гнили. В случае применения такой же древесины для перегородок гниение может и не начаться, поскольку возможно просушивание древесины в конструкции, а для чердачных незакрытых элементов опасность загнивания, как правило, по тем же причинам почти исключается.

Недостаток сухой древесины в строительстве еще частое явление. Но дело усугубляется тем, что при поставке сырой древесины производители работ, ограждая себя ссылкой на дефицит материала, не принимают возможных мер для ускорения его просушивания в конструкции или перед защитой антисептиками.

В случае необходимости использования сырой древесины для конструкций, в которых она не может быть быстро просушена, следует применять химическую защиту. Уровень этой защиты должен определяться скоростью просыхания древесины и возможностью ее инфицирования дереворазрушителями. При небольшой задержке в просыхании материала достаточно антисептической обработки поверхности деталей, а в случае сохранения влажности выше точки насыщения волокна на длительное время (более 3—6 мес) необходима пропитка древесины на некоторую глубину.

### **Значение инфекции (зачатков грибов) в разрушении древесины**

По ряду причин в Германии в конце прошлого столетия началось массовое строительство капитальных деревянных домов с теплыми слабо вентилируемыми подпольями. Это привело к сильному

развитию домовых грибов. Несколько позже, но в меньших масштабах такое явление наблюдалось и в помещичьих домах России. Специалисты усматривали различные причины его возникновения. В одних случаях основной причиной считалась слабая вентиляция подполий, и в связи с этим предлагались новые конструкции полов, а в других — инфицированность материала, поступающего на строительство, в связи с чем возрастали требования к технологиям лесозаготовок и сплава.

В 30-е годы в нашей стране возникла аналогичная обстановка и в отношении разрушений домовыми грибами массовых построек. В это время в большом количестве строили деревянные дома и промышленные сооружения упрощенных конструкций: каркасные с засыпкой стен шлаком или опилками, бесчердачные с недостаточной теплоизоляцией кровли. Широко применялась сырая древесина, неправильно ставилась пароизоляция, допускались нарушения в конструкциях полов и т. д. [23, 67]. В результате в разных местах возникали вспышки грибных разрушений, достигавшие в отдельных городах больших размеров.

Отечественные специалисты сделали в основном правильные выводы в отношении отрицательной роли повышенной влажности древесины, сырых засыпок, ошибок в размещении пароизоляции и различных упущений в конструкциях полов, но так же, как и на Западе, несколько преувеличили значение инфекции, в частности инфицированности завозимого из леса на строительство материала. В инструкциях предлагалось сжигать пораженные детали разобранных деревянных конструкций, а в отдельных случаях и целые дома. Вводились строгие меры по заготовке, сплаву, хранению леса на складах, дезинфекции почв на складах [280] и строительствах [8, 198, 362]. Эти правила сохранялись у нас до 50-х годов [24, 46, 71, 196]. До сих пор подчеркивается особое значение стерилизации древесины безотносительно к породе [256, 334], и с этих позиций оцениваются способы сушки и консервирования древесины.

Конечно, если нет зачатков грибов, заражение не произойдет даже если условия будут этому способствовать. Но зачатки грибов есть всюду. Чем их больше, тем и заражение происходит скорее. Более того, опытами, проведенными автором совместно с И. Г. Крапивиной, по изучению скорости гниения на натуральных, естественно инфицированных дерновых и практически стерильных глибинных песчаных и глинистых грунтах, было установлено, что разрушение древесины, в том числе сильными дереворазрушителями типа *S. sclerotiorum*, происходит на всех грунтах, но на дерновом оно начинается на 2—3 года раньше. Изучая поражение пиломатериалов плесневыми грибами при их атмосферной сушке

на складах, автор наблюдал, что поражение сильнее в штабелях, расположенных ближе к свалкам отходов, особенно в периоды, когда ветер дует с их стороны. Но при соблюдении правил укладки в крайних штабелях склада плесени было меньше, поскольку эти штабеля просыхали скорее.

Нашими наблюдениями на острове Кизи было также установлено, что двухсотпятидесятилетняя Преображенская церковь сильно и уже сотни лет заражена грибом *S. cerebella* и другими домовыми грибами. Зачатков грибов кругом очень много, а гниение конструкций идет с различной скоростью. Быстро гниют тесовые крыши, очень медленно бревенчатые и особенно медленно тесовые стены, если они не затенены зеленью. Крыши сгнивают за 10 лет, а такие же тесовые перегородки стоят целыми столетиями. Бревна в зоне пазов все заражены домовыми грибами, но гнили имеют очень небольшое развитие. Подобные наблюдения, проведенные при обследовании многих десятков старых деревянных построек в других местах с различной степенью общей инфицированности среды, указывают на большую зависимость биологического разрушения от тепловлажностных условий, чем от инфекции. Они также подтвердили постоянную скорость гниения в определенном экотипе конструкций (крыша, стена) при различной их инфицированности. Тесовые крыши примерно в течение 10 лет разрушаются домовыми грибами (*Coniophora*, *Poria*) не только в деревнях, где много зачатков этих грибов, но и на пустынных островах, где мало других построек и инфицированность среды незначительна.

Следует учитывать и то, что зачатки домовых грибов появляются на древесине не в лесу и обычно не находятся где-то в толще древесины. Их источником являются обжитые человеком районы. Находясь всюду, в том числе и на древесине, они не развиваются до тех пор, пока условия не окажутся благоприятными для них. Процесс разрушения в условиях, неблагоприятных для разрушителей, может быть настолько медленным, что практически не будет влиять на состояние конструкции.

При обследовании нами деревянных построек было, например, выявлено, что старые зодчие во многих случаях при возведении ответственных сооружений не браковали бревен даже с лесными сердцевинными гнилями типа *Trametes pini* (Thore) Fr. В результате наследования народного опыта они уяснили, что эти гнили в службе не развиваются. Теперь наукой показано, что возбудители многих паразитарных гнилей, развивающиеся на живых деревьях, действительно отмирают со смертью дерева. Имеются особые случаи внутреннего загнивания древесины, но они относятся лишь к некоторым лиственным породам, например к буку, березе

и другим, имеющим ложное ядро [28, 78]. По отношению к этим породам полезна и применяется очень давно стерилизация в виде пропарки древесины.

Изложенное нельзя трактовать как недооценку значения инфекции и стерилизации строительного материала. При любой экологической трактовке вероятности разрушения тех или иных конструкций инфекцию нельзя не учитывать. По современным представлениям в области строительной микологии, в отдельных случаях требуется отводить ей значительную роль [78] и тем большую, чем слабее может быть выражена конструкционная и химическая защита, чем меньше уверенности в надежности ее эффекта.

Более того, должен быть четко сформулирован минимум мер борьбы с концентрацией и близостью расположения очагов инфекции. В частности, необходимо тщательно очищать от щепы пространство, окружающее конструкцию, особенно почву. В подполье и вблизи деревянных элементов, контактирующих с грунтом, нельзя оставлять гниющего мусора. Если в подполье не делается минеральной засыпки или бетонной стяжки, грунт полезно выровнять, утрамбовать и полить раствором антисептика, например пятипроцентным раствором сульфата меди, а где не опасен временный запах — раствором ПББ-211 (10 л/м<sup>2</sup>). Загнившую древесину, полученную при разборке старых домов, нельзя использовать для конструкций, в которых может появиться сырость.

### Условия эксплуатации

Условия службы древесины, влияющие на ее долговечность, определяются особенностями конструкции и ее эксплуатации. Оценка этих условий в отношении влияния на биологическое разрушение должна производиться с учетом их воздействия на тепловлажностный режим постройки.

При рассмотрении данного вопроса объекты по характеру и скорости биологического разрушения прежде всего следует разделить на отапливаемые и неотапливаемые. В первых разрушение протекает более интенсивно и непрерывно и видовой состав разрушителей шире, во вторых древесина разрушается только в теплое время года. При этом условия также важно выделить сооружения, конструкции или детали, неизбежно увлажняемые в процессе эксплуатации. Такое увлажнение характерно для животноводческих построек, цехов с конденсирующимися испарениями, а также для пищевого оборудования, санузлов и некоторых других объектов.

В отдельных случаях уровень защищенности следует назначать с учетом и других эксплуатационных факторов, ускоряющих процесс разрушения. К ним относится механическое разрушение, характерное для шпал, настилов, полов и других деталей. Шпалы, например, не выдерживают больших сроков службы не только потому, что слабо защищены химически, а и вследствие разрушающего действия динамических нагрузок.

### **СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ХИМИЧЕСКИМИ И КОНСТРУКЦИОННЫМИ МЕРАМИ**

Почти любую строительную деталь можно защитить лишь конструкционными мерами без применения химических средств или, наоборот, только с применением химических средств. Однако эффективная защита большинства объектов может быть осуществлена лишь при сочетании конструкционных и химических мер и при оптимальном для каждого условия их соотношении. Отыскивая эти соотношения, следует принимать во внимание требования, предъявляемые к защищаемым конструкциям, в частности к их влажности, безопасности введения в них антисептиков, продолжительности их службы, а также возможности применения обеих мер защиты и экономические соображения.

Как уже отмечалось, при современной технологии строительства и эксплуатации сооружений неодолимые для конструктивных защитных мер процессы гниения древесины возникают лишь при ее контакте с грунтом и водой или при атмосферном увлажнении. Химическая защита деталей и узлов, загнивающих под влиянием конденсационного увлажнения или при контакте с влажными строительными материалами, является в известной степени уже страхово́й или мерой, основанной на учете экономических или организационных соображений. Действительно, во многих случаях указанные виды увлажнения можно устранить, применяя соответствующие конструкции, но чаще всего это обойдется дороже применения дополнительно к более простым и дешевым конструкционным мерам химической защиты. И, наконец, химические средства являются излишними, когда конструкции построены из сухой древесины и им не угрожает увлажнение. Исключения составляют условия, в которых древесина может быть разрушена насекомыми.

## ФАКТОРЫ РАСКОНСЕРВИРОВАНИЯ

Уровень защищенности можно назначить или оценить только при правильном понимании механизма расконсервирования материала в условиях службы. По данным Сенежской лаборатории [87, 88], этот процесс заключается в снижении концентрации защищающего вещества в материале под влиянием разных причин (вымывание, улетучивание), адапционном повышении устойчивости разрушителей, а также в нарушении целостности защитной оболочки материала в результате его растрескивания или механического повреждения. Значение этих трех факторов неодинаково и непостоянно. Оно зависит от условий службы, а также от свойств разрушителей, антисептиков и защищаемых материалов.

Условия службы многообразны, но для рассмотрения некоторых принципиальных сторон вопроса, важных для понимания и проектирования защиты, могут быть сведены к трем типам: почвенная среда; водная среда; воздушная среда (с вымыванием и без него). Для всех условий главнейшими факторами, влияющими на процесс расконсервирования древесины, являются влажность и температура среды и материала. Следует принимать во внимание, что антисептики различны по вымываемости из древесины, летучести и химической активности; разрушители обладают различной скоростью адаптации к антисептикам, а материалы имеют различные плотность и влажность, влияющие на устойчивость в них антисептиков.

Вымывание защитных средств из древесины происходит по-разному. Наиболее сильное вымывание наблюдается при службе древесины в воде и почве. В воде материал насыщается влагой, и антисептик, даже обладающий малой растворимостью, легко диффундирует из него. В почве положение аналогичное, но когда влажность почвы невысока, то и насыщение древесины водой меньше и диффузия антисептика в почву идет медленнее. Следовательно, как в воде, так и в почве скорость вымывания антисептика из древесины зависит от растворимости соединений, которые вводятся или образуются в древесине, а также от скорости их диффузии и во внешнюю среду. Не фиксирующиеся в древесине и быстро диффундирующие антисептики в условиях повышенной влажности недолго задерживаются в материале. Частным случаем вымывания антисептика является его диффузия в другой влажный строительный материал, контактирующий с древесиной. Если древесина увлажняется в результате капиллярного подъема влаги от фундамента, скорость вымывания также определяется степенью этого увлажнения.



Особенностью службы древесины в условиях контакта с верхними и слоями почвы является непрерывность ее взаимодействия с находящимися в почве разрушителями, непрерывное отравление и отмирание которых и определяет биологический вынос защитного средства.

В условиях воздушной среды вымывание защитного средства происходит сравнительно медленно и в соответствии с погодой. Антисептик обычно смывается с древесины лишь дождем или потоками обильного конденсата. Диффузия его из глубоких слоев к поверхности происходит периодически по мере их увлажнения. Если при глубоком намокании древесины, что наблюдается при службе ее в воде или сырой земле, диффузия охватывает сразу все сечение детали, то при периодическом увлажнении, характерном для службы древесины в воздушной среде, диффузионные потери распространяются в большей степени лишь на наружные слои, толщина которых колеблется в зависимости от особенностей увлажнения. Поскольку при службе древесины в воздушной среде степень и характер увлажнения могут быть самыми различными, наблюдается и различная скорость вымывания.

Адаптация разрушителей к защитному средству протекает достаточно быстро только в условиях почвы, где их приспособление начинается уже на подступах к защищенному материалу. В других условиях роль адаптации незначительна.

Нарушение целостности защитной оболочки может произойти очень быстро. Например, влажность древесины, используемой в сухих конструкциях, может стать ниже пропиточной, в результате чего трещины углубятся за пределы зоны пропитки. Обнажение незащищенных слоев может возникнуть и при механической обработке пропитанных деталей перед сборкой. У деталей, защищенных лишь с поверхности, частичное обнажение незащищенных слоев неизбежно происходит и при их транспортировке и при других операциях, связанных с установкой деталей в конструкцию. Значение частичного расконсервирования материала неодинаково для различных условий службы. Чем выше опасность загнивания вообще, тем опаснее и нарушение целостности защитной оболочки. При установлении технологии строительства необходимо предусматривать, чтобы нарушений целостности защитной оболочки было меньше. Однако при промышленных методах строительства иногда выгоднее обеспечивать необходимый срок службы материала не за счет сложных мер по сохранению целостности его защитной оболочки, а за счет повышения ее толщины и концентрации в ней защитного средства.

## СТАТИСТИЧЕСКАЯ ПРИРОДА СТОЙКОСТИ ОБЪЕКТОВ

Защищенность объекта, особенно обеспечиваемая химическими средствами, складывается за счет большого количества факторов, поэтому даже в одних условиях службы и при одном способе защиты значительно колеблется. Например, срок службы столбов, пропитанных по стандарту каменноугольным маслом и поставленных, будто бы, в равные условия, может быть все же различным. Однотипные строительные конструкции, защищенные опрыскиванием раствором одного и того же антисептика, также обычно не имеют строго одинаковой устойчивости против гниения. Все это определяется не строго совпадающими исходными условиями.

Столбы, изготовленные даже из древесины одной породы, имеют различный диаметр и различную ширину заболони, пиломатериалы различаются не только по размерам, но и по форме, а также по соотношению объемов ЛПЗ и ТПЗ; имеются и неизбежные колебания предпропиточной влажности материалов, режима пропитки и самих условий службы даже в пределах одного класса. Складывание только положительно или только отрицательно влияющих на защищенность материала факторов вызывает заметные различия в его устойчивости [87]. Однако в целом совокупность деталей всегда имеет определенный средний уровень защищенности, который и должен задаваться. Можно для тех или иных условий теми или иными средствами и способами защитить древесину на определенный средний срок, но это не исключает того, что один элемент выйдет из строя раньше, а другой позже. Принято считать срок службы совокупности однотипных объектов или деталей по времени выхода из строя 60 % ее элементов. В связи с этим для обеспечения службы системы деталей, например линии электропередачи или свай моста, следует увеличивать срок службы, определенный с учетом указанного условия.

## ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ ЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ

При выборе и оценке антисептика или антипирена иногда прибегают к терминам «удовлетворительный», «неудовлетворительный» или даже «плохой», «хороший» без указаний, в каком отношении дается такая оценка. Наибольшая ошибка получается, когда сравниваются защитные средства разных типов, применяемые для разных условий, или они оцениваются для таких условий, для которых не предназначены.

Например, нельзя считать, что фторид натрия защищает древесину хуже, чем креозот, что кремнефторид натрия плохой антисептик, потому что имеет низкую растворимость, а кремнефторид аммония — потому, что легко вымывается из древесины. Растворимость кремнефторида натрия в некоторых условиях может быть достаточной, а сильная вымываемость кремнефторида аммония иногда неопасна, тогда как его высокие диффузионные свойства, например при консервировании сырой древесины, могут быть с успехом использованы.

Не может считаться решающим недостатком и пониженная токсичность защитного средства. Например, менее токсичное, но более дешевое и достаточно растворимое защитное средство может вводиться в материал в большем количестве, в результате чего будет получена необходимая защищенность материала. Находят применение и вещества с устранимой вредностью, если они имеют какие-либо преимущества, особенно по защищающей способности и проникаемости в материал, а иногда и по другим важным свойствам. Иногда также неправильно оцениваются антисептики на основании их дефицитности. Этот подход оправдан лишь когда дело идет о препаратах массового применения и совсем не подходит к оценке антисептиков, предназначенных для защиты уникальных объектов или небольших партий ответственной продукции. Во всех рассмотренных случаях правильнее говорить не столько о недостатках, сколько об особенностях защитных средств. Последние лишь ограничивают области их применения. Если все защитные средства правильно распределить по показанным для них условиям применения, недостатков у них будет меньше.

Но тем не менее все же имеются случаи, когда не следует отказываться от общих оценок защитных средств. Такие оценки, например, можно применять по отношению к защитным средствам одного типа, предназначенным для применения в одних условиях, т. е. конкурирующим друг с другом. Здесь действительно могут быть и худшие и лучшие, хотя и в этом случае худшие могут применяться, если лучших не хватает. Например, каменноугольное и сланцевое масла — антисептики одного типа, предназначены для защиты древесины в одних и тех же условиях службы (шпалы, сваи, столбы), но сланцевое масло при незначительно меньшей цене слабее защищает древесину, в результате чего для того же уровня защиты его надо вводить в материал на 20% больше. Это делает пропитанную продукцию дороже не только из-за повышенного расхода масла, но и в связи с необходимостью в этих случаях удлинять период пропитки. Значит, одно из этих средств лучше, другое хуже. Однако таких средств, как

каменноугольное и сланцевое масла, среди уже применяющихся защитных средств сравнительно мало.

Несколько по особому должен рассматриваться вопрос об оценке защитных средств при их усовершенствовании или изыскании. Прежде всего в этом случае следует учитывать, что недостатки и положительные свойства применяемых и изыскиваемых защитных средств относительны. Для одних средств, уже применяемых в определенных условиях и считающихся даже лучшими, все же остается желательной более высокая защищающая способность и растворимость, для других — лучшая проникаемость, для третьих — более доступная цена и т. п. Сам по себе поиск новых антисептиков указывает на то, что изыскиваются лучшие на смену худшим.

### ВЫБОР ВАРИАНТА ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

Практики для снижения затрат на защиту часто стремятся упростить этот процесс и нередко недозащищают материал, а исследователи, наоборот, склонны к увеличению капитальности защитных мер, предлагая нередко создавать неоправданные запасы защищенности.

Стандарты на защитные средства и способы защиты лишь в общем виде отвечают на вопрос, что и как защищать, не касаясь деталей. Стандарт на саму защиту уже разработан лабораторией [160а, 187], но задач по усовершенствованию этого документа предвидится еще много. Стандарт направлен в основном на регламентацию уровней защищенности в соответствии с классами и сроками службы конструкций и предоставляет достаточную свободу в выборе средств и способов. Отметим здесь несколько общих правил этого выбора.

Если защитные средства и способы их применения в равных условиях службы материала и при одинаковых денежных затратах обеспечивают одни и те же сроки его службы, то это эквивалентные защитные средства и способы. Там, где необходимо ввести труднопроникающий антисептик на значительную глубину в труднопроницаемую древесину, требуется сложное оборудование и затраты значительного количества энергии. Когда же, наоборот, пропиточные свойства антисептика высокие, материал легко пропитывается и допустим сравнительно невысокий уровень его защищенности, оборудование и технология пропитки или обработки соответственно упрощаются. Для каждого случая обработки или пропитки оптимальным будет определенная пара: антисептик — способ.

Общим условием пропитки древесины является и предварительная механическая обработка последней. Исключение составляет лишь сквозная пропитка, необходимая сравнительно редко и поэтому почти не встречающаяся на практике. Обязательность предпропиточной механической обработки определяется не только желанием получить более надежную и дешевую защиту, но и требованиями техники безопасности, поскольку механическая обработка пропитанной древесины — вредная операция.

При выборе варианта химической защиты следует также учитывать, что все меры защиты новой древесины являются профилактическими, т. е. предохраняющими материал от заражения и разрушения, за исключением тех случаев, когда проводится предпропиточная пропарка или сквозная пропитка антисептиками зараженного леса. Истребительные меры, в том числе пропарка, проводимая специально или попутно с пропиткой, нужны лишь в тех случаях, когда имеется реальная угроза развития внутренней гнили.

#### ПАРАМЕТРЫ ЗАЩИЩЕННОСТИ. ЗАЩИТНАЯ ОБОЛОЧКА

В консервировании очень важно различать следующие понятия: уровень, полнота и параметры защищенности, а также защитная оболочка детали или материала.

Уровень (степень, величина) защищенности сам по себе может быть высокий, средний (умеренный) и низкий и вместе с тем соответствующий и не соответствующий условиям и желательному сроку службы, заниженный и завышенный по отношению к ним. Поскольку не всегда удается достигнуть необходимого уровня защищенности, неизбежно возникают такие понятия, как полнота защиты и относительная защищенность. Полноту защиты материала, детали или конструкции можно выразить в процентах или долях фактического или ожидаемого срока службы от планового. Она может быть больше и меньше 100% или больше и меньше единицы. Относительная защищенность может характеризовать как нормальную защиту (пропитку), обеспечивающую заданный срок службы, так и недостаточную или излишнюю защиту [81]. Например, в настоящее время шпалы нередко пропитываются в среднем с общим поглощением масла  $60 \text{ кг/м}^3$  вместо  $80 \text{ кг/м}^3$  при глубине 20 мм вместо 25 мм и служат 13—15 лет вместо 25. В данном случае относительная защищенность составит  $15 : 25 = 0,6$ . Известны и обратные случаи. В США с общим поглощением креозота  $250 \text{ кг/м}^3$  на срок службы 50 лет были пропитаны на глубину 60—70 мм сваи портовых пирсов.

Прослужив положенное время, они подлежали замене в связи с увеличением высоты судов, но оказались неразрушенными и были использованы для дальнейшей службы на такой же срок в более мелких портах. В этом случае относительная защищенность составила 2.

Параметрами защищенности материала следует считать глубину проникновения защитного средства, которая может выражаться в миллиметрах или процентах от толщины или сечения материала, и общее или чистое поглощение защитного средства. Важным показателем защищенности и особенно эффективности технологии пропитки являются заданные соответствия между глубиной пропитки и общим и чистым поглощением (см. с. 256).

Параметры защищенности и их соотношения нельзя оценивать в отрыве от защитного средства, условий и планируемого срока службы. Различные параметры защищенности, полученные при разных защитных средствах и способах пропитки и в том числе с различными соотношениями глубин пропитки и поглощений, но обеспечивающие одинаковые сроки службы в равных условиях, считаются эквивалентными.

Химическая защита древесины сводится в основном или к сквозной пропитке детали соответствующими защитными средствами, или к созданию ее защитной оболочки. Частными случаями химической защиты древесины являются обработка поверхности деталей и введение защитного средства в отверстия, сделанные в них. В тех случаях, когда защита материала достигается созданием у него защитной оболочки, защищенность его определяется свойствами этой оболочки, а параметры защищенности совпадают с параметрами защитной оболочки: глубине пропитки соответствует толщина оболочки, а чистому поглощению — содержание в ней защитного средства.

При назначении параметров защитной оболочки следует учитывать, что они в некоторой мере взаимозаменяемы и поэтому их соотношение подвижно в зависимости от свойств защитного средства, условий и планируемого срока службы. Нельзя не принимать во внимание, что качество защитной оболочки определяется не только основными ее параметрами, но и распределением в ней защитного средства по ее толщине и в отдельных элементах структуры древесины, например в годовом слое или в стенке клетки. Не менее важна также целостность оболочки, т. е. отсутствие в ней трещин, огрехов пропитки и т. д. При использовании различных защитных средств и способов, рекомендуемых для тех или иных условий, возможно создание для этих условий эквивалентных по защищающей способности оболочек с различными параметрами.

Рассмотрим несколько положений, которые следует учитывать при обосновании параметров защитной оболочки. Создание в древесине целостной защитной оболочки с высоким содержанием в ней стойкого защитного средства устраняет необходимость ее большой толщины. Например, в Чехословакии на заводе «Сублима» механически обработанные и кондиционированные столбы, предназначенные для службы в горных условиях Италии, пропитываются хлоридом ртути только на глубину 5 мм. Ожидаемый срок службы 40 лет. Однако в большинстве других случаев из-за неуверенности в тщательности кондиционирования древесины и из-за возможности ее дополнительного растрескивания в условиях службы обычно всюду повышают глубину пропитки как страховую меру защищенности, доводя толщину оболочки до 25 мм и более. И, действительно, если предпропиточная влажность столбов превышает эксплуатационную и возможно углубление трещин в службе или антисептик не совсем соответствует условиям службы, толщина оболочки должна быть значительной. При невысокой защищающей способности защитного средства или при его недостаточной устойчивости в материале толщина защитной оболочки во всех случаях становится основным параметром, определяющим стойкость материала. При вероятности углубления трещин в тяжелых условиях службы толщина оболочки должна быть больше возможной глубины развития трещин.

Обычно даже для одной детали не удается получить одинаковой толщины оболочки по сечению, в связи с чем могут рассматриваться и различные варианты ее измерения и оценки. Она может измеряться только по ЛПЗ или только по ТПЗ и при этом только в радиальном или только в тангентальном направлении или одновременно во всех указанных случаях. Если воротами входа гнили в непропитанную зону детали являются участки с меньшей толщиной защитной оболочки, как будто бы следует нормировать именно эту толщину. Однако легче измерять ее по ЛПЗ и в радиальном направлении, где она больше и лучше заметна, тем более, что обычно наблюдается и определенная зависимость между глубиной пропитки, достигнутой по ЛПЗ и ТПЗ, а также в радиальном и тангентальном направлениях. Тогда глубина пропитки по ЛПЗ и в радиальном направлении будет основной, а по ТПЗ и в тангентальном направлении — с о п у т с т в у щ е й.

На практике обычно для круглых сортиментов задают и измеряют глубину пропитки только по радиусу, не учитывая проникновения по трещинам, а для пиленых — по ЛПЗ и ТПЗ одновременно. Если оба параметра контролировать по отдельности, то неизбежны осложнения, поскольку обычно трудно достигнуть точ-

ного соблюдения их обоих. Измерение этих двух параметров, однако, было бы безусловно эффективным, если бы в итоге учитывалась средневзвешенная толщина оболочки. Преимущество такого подхода заключается в наибольшей корреляции этого параметра со сроком службы детали.

Преимущество учета средневзвешенной толщины оболочки определяется еще и тем, что в данном случае легче выявляется устойчивость детали в службе, которая помимо показателей качества пропитки определяется и отношением объема пропитанной зоны к объему всей детали. Это отношение можно назвать коэффициентом охвата детали пропиткой. Значение данного коэффициента должно определяться с учетом вероятности разрушения незащищенной зоны и по ее значению для службы детали, особенно в несущих конструкциях. Конечно, коэффициент охвата может характеризовать надежность защиты детали лишь по отношению к одному защитному средству, способу пропитки и одним условиям службы. Например, более глубокая пропитка слабым антисептиком может быть эквивалентна по срокам службы пропитке на меньшую глубину более сильным антисептиком, тогда как коэффициенты охвата в этих случаях будут различны.

Частным случаем консервирования древесины с высоким коэффициентом охвата является диффузионная пропитка сырой древесины. В этом случае относительно легко получаемая большая глубина пропитки устраняет опасность возникающих при сушке трещин и благодаря этому повышает защитную роль оболочки. Однако повышение глубины пропитки при наиболее приемлемых модификациях данного способа, особенно для защитных средств невысокой растворимости, обычно сопровождается понижением концентрации защитного средства в защитной оболочке, что понижает ее эффективность.

### **ОСОБЕННОСТИ ЗАЩИТЫ ОТДЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Наиболее легко защищать круглые детали вследствие того, что они имеют минимальное соотношение поверхности и объема и однородную периферическую зону. В этих случаях, особенно когда заболонь хорошо пропитывается, легко создается и равномерная защитная оболочка. Пиленые детали с выходом ТПЗ на поверхность относятся, наоборот, к труднозащищаемым объектам. Для тяжелых условий службы такие детали со стороны ТПЗ перед пропиткой должны накальваться. Исключение составляют тонкие детали и детали, у которых доля ТПЗ незначительна. Для



защиты листовых материалов (шпон, фанера, плиты) обычно бывает достаточно обработки поверхности.

Однако и в случае пропитки круглых сортиментов, например столбов и деталей мачт электролиний, есть свои особенности. Если это еловые столбы, то в связи с трудной проницаемостью еловой древесины их необходимо предварительно **накалять**. Кроме того, повышенной уязвимостью столбы обладают на линии грунта, здесь же возникают и максимальные нагрузки. Однако местная пропитка затруднительна и приходится, исходя из условий службы опасной зоны, пропитывать весь столб.

Самой трудной является защита шпал. Даже периферические зоны у сосновых шпал обычно содержат значительное количество ГПЗ. Кроме того, гниение их происходит одновременно с механическим разрушением, особенно в участках крепления к ним рельс. В связи с изложенным сосновые шпалы должны **накаляться** по ГПЗ, а еловые и лиственничные — со всех сторон.

Объекты, контактирующие с почвой, как правило, невозможно защитить конструктивными мерами. Поэтому химические меры для них являются **обязательными**. Так как условия развития грибов здесь благоприятны и для каждого типа условий относительно стабильны, то в данном случае соответственно требуется и высокая, строго нормированная защита материала невымываемыми антисептиками. Наиболее сильная защита нужна при контакте древесины с **поверхностными** и слоями почвы **средней** влажности.

Защита конструкций, имеющих контакт с водой, является трудной и разнообразной. Такие конструкции тоже не защищаются конструкционно. При полном погружении древесины в пресную речную или холодную воду северных морей не требуется какой-либо защиты, а при частичном, наоборот, древесина нуждается в капитальной защите от гниения. Древесина, погруженная в относительно теплую морскую воду (Владивосток, Туапсе), дополнительно нуждается в защите от морских древоточцев. Во всех случаях наиболее эффективны невымываемые антисептики типа каменноугольного масла или НМ.

Защита конструкций от **домовых грибов**, наоборот, как правило, требует строгого **сочетания** химических и конструкционных мер. Сырые конструкции в жилых домах, если даже они и не загнили, не считаются оптимальными. Некоторым осложнением для химической защиты деревянных конструкций от домовых грибов является ограничение в выборе защитных средств из-за возможной их опасности для человека и животных или резкого неприятного запаха. Значительным же упрощением в данном случае является отсутствие в большинстве конструкций контакта

древесины с грунтом и, как следствие этого, меньшая скорость потери материалом защищенности за счет более слабой активности среды вымывания, худших условий для биологического выноса защитного средства и меньшей скорости развития адаптационной устойчивости агентов разрушения. В данном случае в зависимости от ожидаемой интенсивности вымывания возможно применение самых различных защитных средств, значительное ограничение глубины пропитки и даже применение обработки лишь поверхности материала. Одним из обязательных приемов защиты отапливаемых построек является сплошная химическая обработка деталей подпольного пространства, а также самого грунта с соблюдением правил вентилирования подполья [127].

Наиболее трудны для защиты животноводческие постройки. Здесь в первую очередь рекомендуется применять невымываемые антисептики и особенно препараты типа НМ. Последние не вредны для животных. Для верхних конструкций, на которых не исключено образование обильного конденсата, могут применяться лишь наиболее устойчивые против вымывания защитные средства.

Достаточно сложно решаются вопросы химической защиты деталей машин, особенно в тех случаях, когда биологическое разрушение сочетается с механическим. Например, кузова автомобилей, предназначенных для перевозок тяжелых грузов в сухих районах, механически разрушаются быстрее, чем от загнивания. И, наоборот, механическое разрушение деталей кузовов навозоразбрасывателей значительно ускоряется под воздействием грибов. В первом случае химическая защита необязательна, а во втором необходима.

Для защиты древесины от гнили типа Soft rot лучше всего применять антисептики на основе группировки ХМ. Для защиты оросителя градирен наиболее подходит препарат ХМ-11, а когда при развитии гнили Soft rot желательнее стерилизовать древесину на большую глубину или когда вероятно развитие и домовых грибов, например в тесовых кровлях, лучшие результаты обеспечивают препараты типа ХМФ и ХМК. Для защиты оросителей градирен можно использовать и антраценовое масло или препараты на основе ПХФ и НМ.

Защита древесины от плесени может быть обеспечена обработкой антисептиком лишь поверхности материала. При выборе антисептика следует учитывать, что в относительно тяжелых условиях некоторые препараты, например ББ-32, а также ХХЦ, ХМХЦ и ХМ-11, слабо защищают древесину от плесени. Лучшими против плесени для защиты пиломатериалов на короткий срок являются антисептики типа ГР48, а также чистый ПХФН в концентрации 0,5—1%, а для более тяжелых условий или для

службы на значительный срок — органические препараты на основе ПХФ класса ПЛ. Для защиты от плесневения лаков и красок следует вводить в них 1—5% ПХФ, в зависимости от степени отрицательного влияния антисептика на технологические и эксплуатационные свойства покрытия. К сожалению, достаточно эффективных препаратов для защиты от плесневения продуктовой тары пока не найдено.

Особое место занимает защита деревянных памятников истории и культуры и других музейных объектов. Отличительные черты этой защиты, осложняющие процесс, заключаются в том, что многие из таких объектов нельзя разбирать, а цвет древесины при пропитке не должен изменяться. Положительная же особенность защиты старых объектов — повышенная проницаемость частично разрушенной древесины, обычно встречающейся в таких постройках. Автоклавная пропитка древесины из старых построек должна применяться осторожно из-за опасности деформации материала. Более приемлема пропитка по способу ВАДВ или непродолжительное (24—48 ч) вымачивание. Однако в этих случаях при пропитке водорастворимыми защитными средствами следует осторожно сушить детали, предохраняя их от деформации. Для глубокой пропитки построек без разборки можно применять лишь некоторые способы, в частности панельный, подставной ванны и инъекционный. Для защиты рассматриваемых объектов следует применять препараты различного типа, например водорастворимые антисептические препараты ХМ-11, ПХФН, препараты расширенного спектра действия типа ХМФ и ХМЖ, комплексные препараты типа ПББ, ПБС, ХМББ, а также органикоставоримый препарат ПЗС, способные при правильном распределении их по экозонам построек и при обеспечении необходимых параметров защищенности защищать уже частично загнившие объекты на срок до 50 лет и более.

Примеры распределения защитных средств и способов пропитки по классам службы древесины с указанием ориентировочных параметров ее защищенности приведены в табл. 35.

Таблица составлена при условии необходимого соответствия между классами службы и параметрами защищенности материала, а также с учетом пропиточных коэффициентов, размеров и формы сортиментов и соотношения в последних ЛПЗ и ТПЗ. Учет и вероятный характер нагрузок на детали, возникающих в определенных конструкциях. При назначении параметров защищенности принималось во внимание, что значение общего поглощения и глубины пропитки для защиты материала в некоторых пределах эквивалентно. Поэтому, учитывая, что для одних защитных средств (ПХФН) легче увеличить поглощение, чем глубину, а для

35. Распределение основных защитных средств и способов пропитки по классам службы древесины

252

Класс службы	Объекты защиты, срок службы	Защитное средство *	Параметры защищенности деталей				Основные способы пропитки
			круглых		пиленых		
			Поглощение общее, кг/м <sup>3</sup>	Средняя глубина пропитки по ЛПЗ, мм	Поглощение общее, кг/м <sup>3</sup> **	Средняя глубина пропитки по ЛПЗ, мм***	
I	Детали тары, 8—10 лет	КФН	—	—	1—1,5	4—6	ВДВ, В
		ПХФН	—	—	1,5—2	1—2	ВАДВ, В
		ББ-11	—	—	2—3	3—4	ВАДВ, ПРХВ, ВДВ, В
II—III	Элементы внутренних конструкций, 25 лет	ХМК-441	—	—	3—4	3—4	ВАДВ, ВДВ, В
		ПЛ	—	—	1—2	2—3	Н <sub>п</sub>
		КФН	—	—	2—2,5	5—7	ВДВ, В
IV—V	Элементы внутренних конструкций, 30—45 лет	ПХФН	—	—	2—4	2—3	ВАДВ, ВДВ, В
		БВ-11	—	—	4—5	4—5	ВАДВ, ПРХВ, ВДВ, В
		ПББ-155	—	—	5—6	5—6; 10—15	ВАДВ, ПРХВ, ВДВ, В
IV—V	Элементы внутренних конструкций, 25 лет То же, 30—45 лет	ПЛ	—	—	1,5—3	2—4	Н <sub>п</sub> , В
		КФН	—	—	2—2,5	6—8	ВДВ, В
		ПХФН	—	—	3—5	3—4	ВДВ
		ББ-11	—	—	6—8	5—6	ВАДВ, ПРХВ, ВДВ, В
		ПББ-155	—	—	6—8; 30—40	6—7; 10—15	ВАДВ, ПРХВ, ВДВ, В
		ХМК-221 ХМББ-1128	—	—	4—6 7—10; 35—45	3—6 5—8; 10—15	ВАДВ, ВДВ, В
ПЛ	—	—	2—4	2—4	Н <sub>п</sub> , В		

\* Вместо препаратов ПББ-155, ПББ-255 и ПББ-211 могут применяться и соответствующие модификации препарата типа ПБС, а вместо препаратов ХМК-221, ХМК-661 и ХМК-441 — соответствующие модификации препарата ХМФ.

\*\* Увеличенные поглощение и глубина пропитки препаратов типа ПББ и ХМББ указаны для случаев повышенной защиты от возгорания.

\*\*\* Глубина пропитки препаратов ПББ, ХМББ, ХМК и их аналогов дается по бору и фтору.

Класс службы	Объекты защиты, срок службы	Защитное средство *	Параметры защищенности деталей				Основные способы пропитки
			круглых		пиленых		
			Поглощение общее, кг/м <sup>3</sup>	Средняя глубина пропитки по ЛПЗ, мм	Поглощение общее, кг/м <sup>3</sup> **	Средняя глубина пропитки по ЛПЗ, мм ***	
VI	Деревянные детали отапливаемых кузовов — фургонов, 8—10 лет	КФН	—	—	2,0—2,5	3—5	ВДВ, В
		ПХФН	—	—	3—3,5	2—3	ВАДВ, ВДВ, В
		ХМК-221	—	—	4—6	5—7	ВАДВ, ВДВ, В
		ПЛ	—	—	2—3	2—3	Н <sub>п</sub> , В
VII—VIII	Элементы внутренних конструкций, 30—45 лет	ПББ-255	—	—	10—12; 30—40	7—8; 10—45	ВАДВ, ПРХВ, ВДВ, В
		ПХФН	—	—	4—6	3—6	ВДВ
		ХМК-441	—	—	5—7	4—7	ВАДВ, ВДВ, В
		ХМББ-1128	—	—	8—12; 35—45	6—10; 10—15	ВАДВ, ВДВ, В
		ПЛ	—	—	3—5	2—5	Н <sub>п</sub> , В
		ПББ-211	—	—	10—14	8—10	ВДВ
IX—X	Верхние строения открытых сооружений, 30—45 лет	ХМББ-3239	—	—	9—14	7—12	ВДВ
		ПМ	3—5	10—15	4—6	6—10	ДДВ, ДВ
		ХМ-11	12—15	10—20	14—16	8—16	ВДВ, ВДВ-Н
		ХМК-441	10—13	10—20	13—15	8—16	ВДВ, ВДВ-Н
		КФН	2—4	8—10	3—4	6—8	ВДВ
XI	Рудничный лес, 8—11 лет	ХХЦ-14	8—10	8—10	10—12	6—8	ВДВ
		ХМ-11	6—8	5—8	8—10	4—6	ВАДВ, ВДВ
		ХМК-221	5—8	5—8	7—9	4—6	ВАДВ, ВДВ
		КФН	2—4	8—10	3—4	6—8	ВДВ

\* Вместо препаратов ПББ-155, ПББ-255 и ПББ-211 могут применяться и соответствующие модификации препарата типа ПБС, а вместо препаратов ХМК-221, ХМК-661 и ХМК-441 — соответствующие модификации препарата ХМФ.

\*\* Увеличенные поглощение и глубина пропитки препаратов типа ПББ и ХМББ указаны для случаев повышенной защиты от возгорания.

\*\* Глубина пропитки препаратов ПББ, ХМББ, ХМК и их аналогов дается по бору и фтору.

Класс службы	Объекты защиты, срок службы	Защитное средство *	Параметры защищенности деталей				Основные способы пропитки
			круглых		пиленых		
			Поглощение общее, кг/м <sup>3</sup>	Средняя глубина пропитки по ЛПС, мм	Поглощение общее, кг/м <sup>3</sup> **	Средняя глубина пропитки по ЛПС, мм***	
XII—XIII	Детали контейнеров, опирающиеся на грунт, 8—10 лет	ХМ-11	—	—	6—8	5—7	ВАДВ, ВДВ, В
	Наружные детали "деревянных кровель, 20—25 лет	ХМББ-3324	—	—	10—16	6—8	ВДВ
		ХМК-661	—	—	10—12	7—8	ВДВ
	Столбы и сваи, 35—50 лет	ХМ-11	13—16	15—20	—	—	ВДВ
		ПМ	5—7	15—20	—	—	ДДВ, ДВ
		КМ	90—140	20—25	—	—	ДДВ, ДВ
Шпалы, переводные брусья, 20—25 лет	ХМ-11	—	—	8—12	15—20	ВДВ, ВДВ-Н	
	ПМ	—	—	5—7	15—20	ДВ, ДВ-Н	
	КМ	—	—	70—120	15—20	ДВ, ДВ-Н	
Лаги, утопленные в грунт, детали животноводческих построек, 35—45 лет	ХМК-661	—	—	12—14	15—20	ВДВ, ВДВ-Н	
	ПМ	—	—	6—8	5—15	ДДВ, ДДВ-Н	
XIV	Оросители градирен, 20 лет	ХМ-11	—	—	20	10	ВДВ
XV—XVI	Конструкции береговых сооружений, судов и наплавных средств, 35—45 лет	ПМ	6—7	20—25	7—9	5—15	ДДВ, ДДВ-Н
		КМ	110—160	20—25	120—190	5—15	ДДВ-Н
XVII—XVIII	То же, 45—50 лет	КМ	140—180	Сквозная	180—230	10—20	ДВ, ДВ-Н

\* Вместо препаратов ПББ-155, ПББ-255 и ПББ-211 могут применяться и соответствующие модификации препарата типа ПБС, а вместо препаратов ХМК-221, ХМК-661 и ХМК-441 — соответствующие модификации препарата ХМФ.

\*\* Увеличенные поглощение и глубина пропитки препаратов типа ПББ и ХМББ указаны для случаев повышенной защиты от возгорания.

\*\*\* Глубина пропитки препаратов ПББ, ХМББ, ХМК и их аналогов дается по бору и фтору.

других (КФН), наоборот, соотношение между общим поглощением и глубиной пропитки в таблице непостоянно. Принималось во внимание также, что соотношение между общим поглощением и глубиной пропитки может выдерживаться для растворов в основном за счет соответствующего изменения их концентрации, а для масел за счет применения различных способов и режимов пропитки. В итоге, как видим, параметры защищенности, указанные в табл. 35, возрастают с увеличением номера класса службы, а общее поглощение для пиленых сортиментов при меньшей глубине пропитки выше, чем для круглых.

Глубина пропитки в таблице указана по ЛПЗ в расчете, что соответствующая (неучитываемая) глубина по ТПЗ будет находиться с ней в каждом случае в определенном и благоприятном для защищенности материала соотношении. Если в пропитываемом материале нет ЛПЗ или зона ЛПЗ тоньше указанной глубины пропитки и сортименты не должны накаливаться, то последняя считается по ТПЗ. В этом случае она должна составлять 20% от указанной глубины по ЛПЗ, но быть не менее 2 мм для I—V классов службы и не менее 5 мм для VI—XVIII классов службы.

Параметры защищенности указаны в таблице в значительных диапазонах, что позволяет осуществлять их выбор с учетом не предусмотренных в таблице особенностей свойств материала и условий службы.

В таблице указаны лишь представители групп защитных средств. При использовании других защитных средств этих же групп следует для определения параметров защищенности пользоваться следующими коэффициентами пересчета: ФН — 1,2 от КФН; КФА — 1,3 от КФН; ХМФ — 1,2—1,5 от ХМК; ПБС — 1,3 от ПББ; НМЛ и НММ соответственно 1,2 и 1,3 от ПЛ и ПМ. Это означает, например, что общее поглощение и глубина пропитки ФН должны в 1,2 раза быть больше указанных в таблице для КФН и т. д.

#### **ВОПРОСЫ РАСЧЕТА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗАЩИЩЕННОСТИ ПРОПИТЫВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ**

Обычно параметры защищенности задаются стандартами, но выполняются неточно. Поэтому трудно обеспечивается и заданное соответствие между параметрами защищенности. Выдерживая общее поглощение, часто не получают необходимой глубины, а при стремлении получить желательную глубину сталкиваются с отклонением от заданного общего поглощения. Дело еще более

осложняется, когда задается общее поглощение не пропиточной жидкости, а соли, особенно многокомпонентных препаратов. Встречающиеся в практике ошибки вызываются главным образом недостаточным учетом размеров и форм деталей, соотношения в них ЛПЗ и ТПЗ, а также других свойств пропитываемых материалов и проникаемости пропиточных жидкостей.

Для рассмотрения данного вопроса введем некоторые уточнения в понятие о пропиточной емкости (с. 62). Если емкость материала для пропиточной жидкости при данной пропитке исчисляется по отношению ко всему объему сортимента, ее по аналогии с общим поглощением жидкости мы называем общей пропиточной емкостью, а если лишь к пропитанной зоне, то по аналогии с чистым поглощением жидкости — чистой пропиточной емкостью. Эти термины и понятия при введении защитных средств в древесину в растворах соответствуют терминам общее и чистое поглощение раствора. Если защищающей способностью обладает и некоторая дозированная часть растворителя, поглощение по ней учитывается отдельно, а когда в защите материала участвует вся пропиточная жидкость или весь растворитель, а также если его компоненты не дозируются, термины общая и чистая пропиточная емкость равнозначны терминам общее и чистое поглощение защитного средства. Эти же рассуждения действительны и для термина рабочая емкость.

Для некоторых расчетов необходимо иметь и представление об удельной общей и чистой пропиточной емкостях (удельном общем и чистом поглощении) или соответствующих пропиточных коэффициентах, представляющих собой отношение общих и чистых пропиточных емкостей или общих и чистых поглощений к глубине пропитки. Таким образом, вводятся понятия о коэффициентах  $K_{e.o} = E_{o,p} : h$ ;  $K_{e.ч} = E_{ч,p} : h$ ;  $K_{п.o} = R_o : h$  и  $K_{п.ч} = R_ч : h$ , где  $E_{o,p}$  и  $E_{ч,p}$  — общая и чистая пропиточные емкости;  $R_o$  и  $R_ч$  — общее и чистое поглощение, а  $h$  — глубина пропитки, или толщина защитной оболочки.

К сожалению, пропиточные коэффициенты пока слабо исследованы. Те из них, которые основаны на чистой пропиточной емкости и чистом поглощении, значительно колеблются в зависимости от плотности материала, вязкости пропиточной жидкости, сорбционной способности ее компонентов, а также от способа пропитки. В связи с этим они действительны при одновременном учете всех этих факторов. Пропиточные же коэффициенты, основанные на общей пропиточной емкости и общем поглощении, помимо факторов, указанных выше, зависят еще и от размера и формы материала и соотношения ЛПЗ и ТПЗ в его зоне, предназначенной для пропитки.



## Расчет поглощения защитных средств, вводимых в растворax

Выбор препарата и назначение дозы его поглощения должны производиться не только исходя из условий службы древесины, но и с учетом ее пропиточной емкости и растворимости препарата.

Зависимость чистого поглощения соли от пропиточной емкости и концентрации рабочего раствора выражается следующим уравнением:

$$R_q = cE_{ч. п}/100,$$

где  $c$  — концентрация пропиточного раствора, %.

По этому уравнению, зная заданное чистое поглощение препарата и чистую пропиточную емкость древесины, легко определить необходимую концентрацию пропиточного раствора и, наоборот, зная предельную концентрацию раствора и чистую пропиточную емкость материала, можно установить максимально возможное чистое поглощение препарата. Для облегчения таких расчетов предлагается график (рис. 43).

**Пример 1.** Сосновая старая конструкция, полузакрытая от атмосферных осадков и частично загнившая от воздействия грибов типа Soft rot и домовых. Способ пропитки панельный. Чистая пропиточная емкость материала  $600 \text{ л/м}^3$ . Если хотим применить препарат ХМК-221, то по графику для указанной чистой пропиточной емкости и растворимости препарата (3,25%) находим, что максимально возможное чистое поглощение составит  $19,5 \text{ кг/м}^3$ . При коэффициенте охвата пропиткой равной 0,5 общее поглощение будет  $9,75 \text{ кг/м}^3$ . В этих пределах планируем необходимые поглощения. Если же они недостаточны, отказываемся от данного препарата.

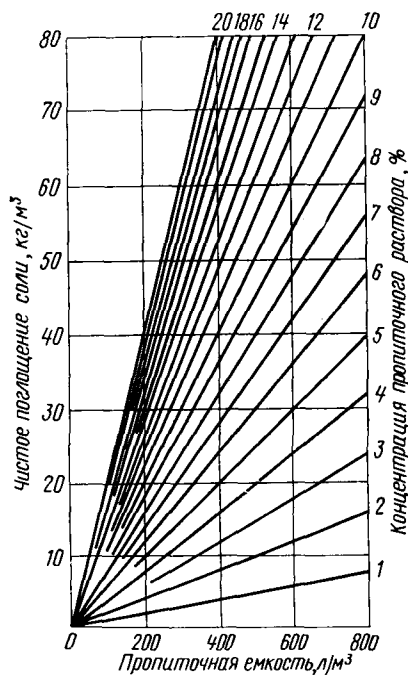


Рис. 43. Зависимость концентрации раствора от пропиточной емкости и чистого поглощения защитного средства

Пример 2. Балки, контактирующие с грунтом. Пропитка в ваннах или автоклавах препаратом ХМК-661. Чистая пропиточная емкость материала  $500 \text{ л/м}^3$ . По графику находим, что при использовании максимальной концентрации препарата (8,5%) и при указанной чистой пропиточной емкости можно получить чистое поглощение соли  $42 \text{ кг/м}^3$  и в том числе  $39 \text{ кг/м}^3$  группировки ХМ. Поскольку чистое поглощение группировки ХМ более  $30 \text{ кг/м}^3$  (поглощение препарата в целом  $32,5 \text{ кг/м}^3$ ) нежелательно, находим по графику максимально допустимую при данной чистой пропиточной емкости материала концентрацию рабочего раствора равную 6,4%. Чистое поглощение  $30 \text{ кг/м}^3$  может оказаться достаточным и для тяжелых условий службы древесины.

Аналогичным образом можно пользоваться данным графиком и для установления концентрации рабочих растворов других защитных средств.

### Расчет общего поглощения пропиточной жидкости и глубины пропитки в зависимости от особенностей детали

Как уже указывалось, для придания деталям заданного уровня защищенности необходимо пропитывать их на определенную глубину с содержанием необходимого количества защитного средства в пропитанной зоне. Для однородных (размер, форма, соотношение ЛПЗ и ТПЗ) деталей и постоянных условий пропитки (защитное средство, способ) это достигается довольно легко. В этом случае для всех деталей партии обеспечивается заданное соотношение между общим поглощением и глубиной пропитки. Но на практике пропитке подлежат различные по размерам и пропитываемости сортаменты, и правила разбивки их на пропиточные партии до сих пор не были установлены.

Задача состоит в том, чтобы, установив общее поглощение и глубину пропитки для какого-то среднего по сечению сортамента, определить, какие близкие к этому среднему сечению сортаменты могли бы включаться в одну пропиточную партию при условии, что общее поглощение и глубина пропитки при одном режиме не будут выходить за пределы допустимых для практики отклонений. Для этого следует определить, как размеры и формы сортаментов, а также соотношение в них ЛПЗ и ТПЗ влияют на параметры защищенности, возникающие при одной пропитке.

Решение этого вопроса состоит в выводе уравнений, связывающих факторы, определяющие пропиточный коэффициент  $K_{п.о.}$  Автором совместно с Н. А. Максименко, П. И. Рыкачевым и Т. С. Ходус установлены зависимости и определена методика рас-

чета общего поглощения пропиточной жидкости и глубины пропитки, а также разделены детали на пропиточные партии.

**Круглые детали.** Зависимость между  $R_0$  и  $R_ч$  при постоянном  $h$  может быть выражена как

$$R_0 = \frac{R_ч v}{V}, \quad (1)$$

где  $v$  — объем пропитанной зоны  $\text{см}^3$ ;  $V$  — объем детали,  $\text{см}^3$ .

Тогда, взяв такие уравнения для любых двух деталей разных размеров и решив их относительно  $R_0$  второй детали, при условии, что  $R_ч$  от размера детали не зависит, получим

$$R_{02} = R_{01} \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{v_2}{v_1}. \quad (2)$$

Подставив в уравнение (2) значения объемов деталей и объемов пропитанных зон (в общем виде  $v = \pi h (2r - h) l$ , где  $r$  — радиус, а  $l$  — длина детали), получим

$$R_{02} = R_{01} \frac{r_1^2}{r_2^2} \cdot \frac{h_2}{h_1} \cdot \frac{2r_2 - h_2}{2r_1 - h_1}. \quad (3)$$

Это уравнение, если принять, что в одном случае постоянна  $h$ , а в другом —  $r$ , примет соответственно более простой вид:

$$R_{02} = R_{01} \frac{r_1^2}{r_2^2} \cdot \frac{2r_2 - h}{2r_1 - h}; \quad (4)$$

$$R_{02} = R_{01} \frac{h_2}{h_1} \cdot \frac{2r - h_2}{2r - h_1}. \quad (5)$$

Эти уравнения уже могут быть использованы для построения необходимых графиков, связывающих  $R_0$ ,  $h$  и диаметр детали  $d$  для разных значений пропиточного коэффициента  $K_{п.о}$ . В качестве примера приводим такой график, построенный с учетом соотношения  $R_0 : h = 100 : 20$  для детали  $r = 9$  см (рис. 44). По графику видно, что при одном значении  $R_0$ , которое обычно задается на практике,  $h$  в зависимости от  $d$  детали сильно колеблется. В такой же степени в зависимости от  $d$  детали изменяется и общее поглощение при постоянном  $h$ . Например, для группы деталей с  $d = 10 - 30$  см  $R_0$  при  $h = 5$  мм будет иметь диапазон 17—47 л/м<sup>3</sup>; при  $h = 10$  мм 33—90 л/м<sup>3</sup>, а при  $h = 25$  мм 76—190 л/м<sup>3</sup>. В связи с этим, если ставится задача получения однородного по уровню защищенности материала, следует назначать средние  $R_0$  по группам деталей с близкими диаметрами.

Если учесть, что на практике допустимое отклонение  $R_0$  от среднего его значения не должно превышать  $\pm 20\%$ , то круглые детали достаточно разбить по диаметру на четыре пропиточные группы: I — 6—8 см, II — 10—14 см; III — 16—24 см; IV — 26—34 см, как это иллюстрирует график (см. рис. 44). По этому графику для заданного  $R_0/h$  можно разбивку круглых деталей производить и на другие пропиточные группы, задаваясь новыми условиями в отношении однородности защиты материала. Для дру-

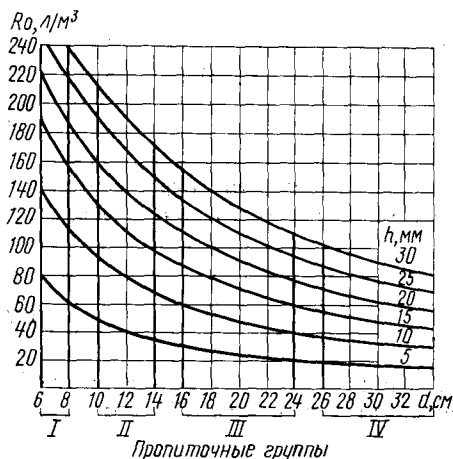


Рис. 44. Зависимость общего поглощения раствора  $R_0$  от диаметра  $d$  круглых деталей при различных значениях глубины пропитки  $h$

гих значений пропиточного коэффициента  $K_{п.о}$  следует проводить дополнительные расчеты.

**Пиленые детали.** В данном случае при постоянном  $h$

$$R_0 = R/Sl, \quad (6)$$

где  $R$  — поглощение пропиточной жидкости, л;  $S$  — площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>;  $l$  — длина детали, м.

Поскольку между  $R_0$  и различными значениями ширины  $a$  и толщины  $b$  детали нет однозначной зависимости, для дальнейших расчетов используем удельное поглощение

$$R_y = R/pl, \quad (7)$$

где  $p$  — периметр поперечного сечения детали, м.

Тогда

$$R_0 = R_y p/S. \quad (8)$$

Для определения  $R_y$  находим зависимость между  $R_y$  и  $R_ч$ , используя уравнение (7) и равенство  $R_ч = R/v$ , где  $v = (p - 4h)hl$ . Тогда, подставляя  $p$  и  $h$  в метрах, получим

$$R_y = \frac{R_ч (p - 4h) h}{p}. \quad (9)$$

Взяв такие уравнения для двух любых однородных деталей (содержащих ЛПЗ или ТПЗ) разных размеров и формы и решив их относительно  $R_y$  второй детали при условии, что чистое поглощение при одинаковой пропиточной емкости материала от его размера и формы не зависит, получим необходимое уравнение для определения  $R_{y2}$ :

$$R_{y2} = R_{y1} \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{(p_2 - 4h_2) h_2}{(p_1 - 4h_1) h_1}. \quad (10)$$

Для смешанных деталей, содержащих одновременно ЛПЗ и ТПЗ, используется то же уравнение, но  $h$  принимается как средневзвешенная величина:

$$h_{с.в} = h_{л} k_{л} + h_{т} (1 - k_{л}), \quad (11)$$

где  $h_{л}$  — глубина пропитки по ЛПЗ, мм;  $h_{т}$  — глубина пропитки по ТПЗ, мм;  $k_{л}$  — содержание ЛПЗ, выраженное в долях от периметра поперечного сечения.

Для оценки зависимости между  $R_y$ ,  $h$  и  $p$  строим график<sup>1</sup>, связывающий эти величины (рис. 45). По этому графику видим, что  $R_y$  мало зависит от  $p$ . При  $h = 5$  мм отклонение от среднего  $R_y$  не превышает  $\pm 6\%$ , а при  $h = 10$  мм  $\pm 8\%$ . Для практических расчетов принимаем  $R_y$  постоянным, не зависящим от  $p$ . При этом условии уравнение (10) может быть упрощено:

$$R_{y2} = R_{y1} \frac{(p - 4h_2) h_2}{(p - 4h_1) h_1}. \quad (12)$$

Зная  $R_y$ , находим по уравнению (8)  $R_0$  и строим основной график<sup>1</sup>, связывающий  $R_0$  и отношение поверхности детали к ее объему ( $p/S$ ) при разных значениях  $h$  для конкретного случая:  $a = 40$  мм,  $b = 120$  мм,  $h_{л} = 10$  мм,  $h_{т} = 2$  мм,  $k_{л} = 0,5$  и  $R_ч = 700$  л/м<sup>3</sup>, когда  $R_0/h = 260 : 6$  и  $R_y = 3,9$  л/м<sup>2</sup> (рис. 46). Этот график хорошо иллюстрирует зависимость  $R_0$  от  $p/S$ . При одном и том же  $R_0$   $h$  сильно колеблется в зависимости от величины  $p/S$ . Например, при среднем  $R_0 = 160$  л/м<sup>3</sup> для деталей с  $p/S = 25$  1/м  $h = 10$  мм, а с  $p/S = 120$  1/м  $h = 2$  мм. При пропитке партии, вклю-

<sup>1</sup> Зависимости  $R_y$  от  $h$ , а также  $R_0$  от  $p/S$  не линейны, но при  $h$  не более 10 мм они хорошо аппроксимируются прямыми.

Рис. 45. Зависимость удельного поглощения раствора  $R_y$  от глубины пропитки  $h$  пиленных деталей при различных значениях периметра их поперечного сечения  $p$

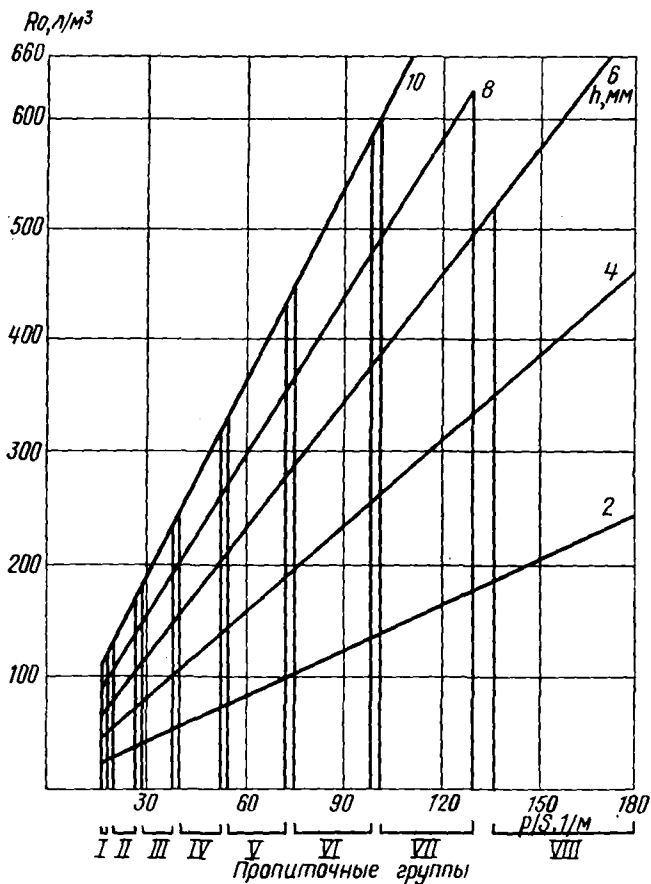
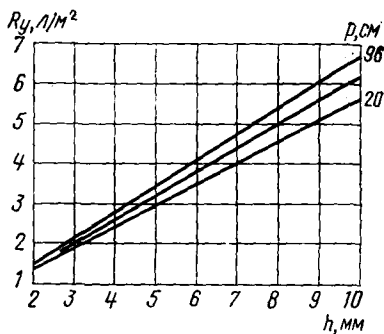


Рис. 46. Зависимость общего поглощения раствора  $R_o$  от отношения периметра поперечного сечения к его площади  $p/S$  для пиленных деталей при разных значениях глубины пропитки  $h$

36.

Зависимость показателя  $p/S$  от размеров поперечного сечения деталей и разбивка деталей на пропиточные партии

Толщина детали, мм	$p/S$ 1/м при ширине детали, мм										Пропиточная группа
	80	90	100	110	130	150	180	200	220	250	
13	179	176	174	172	169	167					I
16	150	147	145	143	140	138	136				II
19	130	128	125	123	121	118	116	115			
22	116	113	111	109	106	104	102	101			
25	105	102	100	98	95	93	91	90	89	88	III
32			82	81	78	76	74	72	72	70	
40			70	68	65	63	61	60	59	58	IV
45					60	58					
50			60	58	55	53	51	50	49	48	V
60			53		49	47	44	43	42	41	
70	54		49			42		39			
75			47		42	40	38	37	36	35	VI
100			40		35	33	31	30	29	28	
130					31	29	26				VII
150						27	24	23			
180							22		20		
200								20		19	VIII
220									18	17	
250										16	

чающей ассортимент деталей с  $p/S$  от 16,7 до 125 1/м при  $h=2$  мм и среднем  $R_o=95$  л/м<sup>3</sup> отклонение от него составляет  $\pm 72$  л/м<sup>3</sup>, а при  $h=8$  мм и среднем  $R_o=340$  л/м<sup>3</sup> — уже  $\pm 250$  л/м<sup>3</sup>.

В связи с этим возникает необходимость и возможность разбивки пиленых деталей по  $p/S$  на пропиточные группы, количество которых так же, как и по круглым деталям, определяется допустимыми отклонениями от среднего уровня защищенности отдельных деталей.

Если принять, что для практических целей можно допустить отклонение  $R_o$  от среднего его значения до  $\pm 15\%$ , то для принятого отношения  $R_o/h$  потребуется разбивка всего сортамента пиленых деталей минимум на восемь пропиточных групп. Это иллюстрируется на графике (см. рис. 46). Как видим в I группу вошли детали с  $p/S=179-136$ ; во II — 130—100; III — 98—74; IV — 72—54; V — 53—39; VI — 38—28; VII — 27—20 и VIII — 19—16.

Для облегчения разбивки деталей на пропиточные группы по их размерам строим совмещенную табл. 36, связывающую  $p/S$ ,  $a$  и  $b$ . Эта таблица иллюстрирует размерный состав пропиточных групп и вскрывает закономерности, определяющие включение деталей в ту или иную пропиточную группу. Для других значений пропиточного коэффициента  $K_{п.о}$  следует проводить аналогичные расчеты.



**ЗАЩИТА ДРЕВЕСИНЫ ОТ ВОЗГОРАНИЯ**

Несмотря на усилия, затрачиваемые во всех странах в области защиты древесины от возгорания, еще остаются нерешенными многие вопросы. Как известно, пока нет хороших антипиренов, а для существующих еще не установлены достаточно надежные критерии оценки эффективности, поэтому нет и норм их расхода применительно к конкретным условиям службы. Отсутствие общепринятых классификаций огневых воздействий на материал и конструкции не позволяет необходимым образом классифицировать известные огнезащитные составы. Здесь имеется определенное отставание от решения аналогичных вопросов в области консервирования древесины. Оно произошло по разным причинам и в том числе вследствие недооценки проблемы огнезащиты древесины. Однако осложнения, возникающие в результате применения железобетона в условиях, где он не оптимален, и успехи в области биозащиты древесины снова привели ученых и практиков к усилению работ по защите ее от возгорания.

В данном случае не ставится задача рассмотрения вопросов огнезащиты столь же подробно, как вопросов защиты от биоразрушения. По теоретическим вопросам процесса горения древесины и механизму огнезащиты уже имеются большие работы [220, 311 и др.]. Рассмотрим лишь отдельные вопросы, менее освещенные другими авторами, в частности касающиеся средств защиты древесины от возгорания и биоразрушения одновременно.

**ОСОБЕННОСТИ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ ОТ ВОЗГОРАНИЯ**

Поскольку защита древесины от возгорания в данном случае рассматривается в книге «Консервирование древесины», то это указывает на наличие существенной общей базы для био- и огнезащиты. Действительно, в обоих случаях древесину защищают химическими веществами с применением одних и тех же способов пропитки и оборудования. Многие вопросы био- и огнезащиты

исследуются и осуществляются на практике одними и теми же специалистами. Во многих случаях в результате одного процесса пропитки решаются обе задачи.

Но есть и существенные различия между этими двумя направлениями защиты. Несмотря на то, что область биозащиты считается более сложной, вопросы огнезащиты как в науке, так и на практике решаются труднее. Как бы ни был сложен процесс биоразрушения, он все же регулярен, его интенсивность предопределяется условиями службы. Мы знаем, что общее поглощение соли  $1-20 \text{ кг/м}^3$ , в зависимости от антисептика и условий службы материала, может надежно защитить его от разрушения на срок до 50 лет. По огнезащите же мы таких расчетов делать не можем. Мы не знаем, как и как будет огневое воздействие (температура, продолжительность), поэтому вынуждены рекомендовать защиту по максимуму, в результате чего и возникают общие поглощения  $40-80 \text{ кг/м}^3$ , которые все же оказываются не всегда достаточными. Наше представление о том, что столб, установленный в землю без биозащиты, прослужит 8 лет и далее обязательно сгниет, а с защитой прослужит 50 лет, создает для нас определенную уверенность в целесообразности биозащиты. Но неопределенность вероятности возникновения пожара создает своеобразный психологический барьер для проведения огнезащиты.

Одна из главных особенностей химической защиты древесины от возгорания состоит в том, что высокоэффективными оказываются лишь большие поглощения антипиренов. Это приводит к утяжелению материала, нередко увеличивает его гигроскопичность и хрупкость, затрудняет склеивание и отделку и отражается на экономике защиты. В связи с необходимостью получения высоких поглощений возникают дополнительные ограничения по использованию слаборастворимых соединений способов пропитки, основанных на диффузии защитного средства в материал.

## ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОГНЕЗАЩИТЫ В СССР

Развитие вопросов огнезащиты древесины в нашей стране прослеживается не более чем за 100 лет. Согласно литературным источникам оно протекало со значительными трудностями, которые на большей части этого отрезка времени определялись недостаточным развитием химической базы. Многие современные специалисты недооценивают отечественное развитие этой отрасли в ранний период и склонны рассматривать его в излишней зависимости от зарубежного опыта.

Отечественная мысль не только в настоящее время, но и в ранний период содержала много оригинального. Такие ученые, как П. Лохтин [223], М. И. Малыгин [235], С. Г. Веденкин [60, 61], Б. Ф. Копытковский [200], К. П. Орлов [249, 250], П. С. Прохоров [274, 275, 276], Д. Н. Лекторский [210, 212], С. И. Таубкин [308], В. М. Хрулев [344], А. А. Леонович, Г. Б. Шалун [220] внесли большой вклад в дело огнезащиты древесины. Следует обратить внимание на научно-рациональный метод мышления в области огнезащиты таких деятелей XIX в., как П. Лохтин, М. Н. Малыгин, В. И. Герценштейн и др. Они удивительно тесно сочетали научные и практические задачи.

К сожалению, несмотря на значительное число русских литературных источников, содержащих интересные материалы, обзор их, особенно в плане эволюции взглядов, до сих пор не сделан. Лишь некоторые русские работы кратко рассматриваются в книгах И. А. Целикова и С. Г. Веденкина [346], а также С. И. Таубкина [308]. В Сенежской лаборатории некоторая также далеко неполная работа в области истории отечественной науки по огнезащите древесины выполнена под руководством автора Н. А. Максименко. Краткое содержание этой работы приводится ниже.

**Пожары в России и возникновение интереса к огнезащите.** Пожары в России были большим бедствием. Горели не только соломенные деревни, но и деревянные города. В 1874—1878 гг. в России ежегодно регистрировалось от 25 до 33 тыс. пожаров [222]. Только в европейской части ежегодно сгорало до 75 тыс. домов на сумму более 30 млн. руб. В среднем каждая деревня на протяжении 30 лет сгорала дотла [235]. Были случаи почти полного выгорания городов с гибелью людей, например Сызрани и Новоиколаевска (теперь Новосибирск).

На протяжении длительного времени с пожарами боролись организационными и конструкционными мерами, создавая в городах и селах пожарные команды, запрещаая пожароопасные конструкции и пр., но к концу XIX в. начались поиски химических мер защиты, в том числе испытание зарубежных, больше всего немецких патентованных препаратов. Повышенный интерес к огнезащите вызвал и встречный поток зарубежных предложений, содержащих иногда сомнительные рецепты. Последнее побуждало отечественных ученых к изысканию своих огнезащитных составов.

**Пионеры огнезащиты.** Одним из зачинателей научного подхода к огнезащите в России следует считать проф. П. Лохтина [222]. Уже тогда им усматривались три направления борьбы с пожарами: профилактика, снижение скорости распространения огня и тушение. П. Лохтин начал систематическое изучение и изыскание

огнезащитных средств [223]. Он испытал 44 вещества и рекомендовал из них два: для внутренних конструкций — сульфат аммония, а для наружных — гидроксид алюминия, получаемую из алюмината натрия осаждением уголекислотой воздуха. Это была первая русская классификация огнезащитных средств по условиям применения.

Нельзя не отметить особую роль в вопросах применения химической огнезащиты Ф. Т. Бабаева. Считалось [235, 346, 357], что приоритет на жидкое стекло принадлежит немцу Фуксу, получившему его в 1823 г. сплавлением песка с содой и применившему для огнезащиты этот сплав в смеси с мелом и другими веществами. Однако в 1884 г. аналогичный состав появился в России под названием состава Бабаева и на него была выдана привилегия. Фукс действительно получил жидкое стекло и предложил огнезащитные составы на его основе, но Ф. Т. Бабаев нашел его независимо. Ф. Т. Бабаев был промышленником-новатором и искал составы для отливки искусственного мрамора. Его рабочие, перемешивая деревянным веслом песок с различными солями, сломали весло и бросили в костер. Дрова догорели, а обломок весла, покрытый белой пористой пленкой, остался целым. Согласно привилегии состав Бабаева содержал (масс. ч): молотый известняк — 6, огнеупорную глину — 4, песок — 15, глауберову соль — 7, поташ (карбонат калия) — 8. Компоненты сплавляются и продукт растворяется в воде. К готовой массе добавляется песок, глина, красители.

Состав Бабаева был применен для огнезащиты деревянных мостов на Сибирской железной дороге. Однако техно-аналитическая лаборатория выявила, что состав Бабаева неатмосферостойкий и довольно тенденциозно развенчала изобретателя, упомянув в «Московских ведомостях» за 1885 г. о приоритете Фукса. Позже, однако, мы увидим, какую большую роль сыграли составы на основе жидкого стекла в развитии огнезащиты в СССР, утвердив тем самым и значение их изобретателей. В соответствии с традициями для независимых открытий в науке определенную группу огнезащитных средств следует именовать составами Фукса-Бабаева.

Одним из первых пропагандистов защиты древесины от возгорания являлся М. И. Малыгин [235]. Он классифицировал все известные огнезащитные составы по механизму защиты, указав, что лучшими являются растворимые силикаты, фосфаты, соли аммония и хлориды. Одним из первых он стремился добиться невымываемой огнезащиты. Для повышения устойчивости антипиренов он предлагал фиксировать их другими соединениями, покрывать масляной краской, горячей смолой с глиной или песком. Им

было предложено много соединений для двойных пропиток, в частности фосфат аммония + фосфат магния или растворимое стекло; ацетат свинца + жидкое стекло; сульфат магния + бура. М. И. Малыхин предложил смесь хлорида аммония с поваренной солью в качестве комплексного препарата. Он также работал и по усовершенствованию состава Бабаева.

К специалистам огнезащитного дела раннего периода в России следует отнести и Н. Н. Лямина [228]. Он первый среди отечественных пропагандистов огнезащиты поднял вопрос о возможности минерализации древесины гипсом за счет двойных пропиток, а также рекомендовал состав, состоящий из буры и сульфатов аммония и алюминия.

Положительную роль в развитии огнезащиты в России сыграл и известный специалист по консервированию древесины В. И. Герценштейн [66]. Именно им для устранения вымывания жидкого стекла, фосфата аммония и других соединений предложена дополнительная обработка древесины серной кислотой или сульфатом алюминия.

### Эволюция огнезащитных средств

Период повышенного внимания к составам на основе жидкого стекла. После рекламы состава Ф. Т. Бабаева и при отсутствии конкурирующих антипиренов огнезащитные составы на основе жидкого стекла привлекли всеобщее внимание. Оно продолжалось и после неудачи их промышленного применения. Работы по устранению недостатков продолжались.

М. И. Малыхин [235], исследуя подобные составы и обратив внимание на то, что основная часть жидкого стекла остается несвязанной, предложил вводить в них растворы солей или кислот, которые, по его мнению, должны отнимать часть натрия и превращать стекло в нерастворимое. Для этого он предложил вводить жидкое стекло в суспензию мела. Для усиления огнезащитной способности он также рекомендовал добавлять в состав огнеупорные вещества, такие как фосфат магния, магнийаммонийфосфат, фосфат цинка, фосфат аммония, натрийаммонийфосфат, фосфат натрия, хлорид цинка, хлорид кальция, соляную кислоту, уксусную кислоту, кремнефтористоводородную кислоту и др. В. И. Герценштейн [66], оценивая возможности использования жидкого стекла, отметил, что его устойчивость под воздействием высокой температуры снижается из-за растрескивания образующейся на материале пленки.

На составы, основанные на жидком стекле, продолжают ссылаться все авторы того времени, рассматривая их вместе с дру-

гими антипиренами. По их оценке работают различные комиссии. Наиболее критично к ним отнесся Н. Н. Лямин. Изучая опыты П. Лохтина, сжигавшего пропитанную различными составами бумагу, он отмечает как отрицательное свойство способность пропитанной жидким стеклом бумаги тлеть. Им так же, как и В. И. Герценштейном, была отмечена плохая устойчивость на конструкции корки состава Бабаева. После заключения техно-аналитической лаборатории и работы Н. Н. Лямина состав Бабаева на длительное время перестает рекомендоваться к применению и как бы забывается до второго рождения, происшедшего уже только в 20-х годах. Таким образом, период 1884—1901 гг. явился периодом подъема и спада внимания к составам на основе жидкого стекла.

**Период некоторого затишья в области работ по огнезащите в первой четверти текущего века.** Относительные неудачи отечественных ученых, а также широкая реклама зарубежных фирм привели к тому, что в самом начале XX в. понижается творческая активность специалистов по огнезащите и сохраняется лишь их некоторое внимание к зарубежным огнезащитным составам.

П. Гросс [161] и И. Константинов [197] приводят длинные списки зарубежных рецептов огнезащитных средств. В частности, они рассматривают и двойные пропитки. Однако широкого применения рекомендованные данными авторами составы и способы пропитки не получили. В это время, считая, что неудачи поиска отечественных препаратов кроются в несовершенстве методов их изыскания и испытания, с пропагандой американских и английских методов испытаний выступает Т. Турчинович [322].

В самом начале XX в. небольшие исследования отечественных препаратов с использованием более надежных методов не дают ощутимых результатов, и поток зарубежных предложений на привилегии продолжается. Например, В. Эвальд [357] приводит 16 привилегий, принятых в России, и среди них только одна отечественная привилегия Бабаева и Гольдберга. Наметившийся таким образом общий спад интереса к огнезащите, наблюдавшийся частично и в других странах, продолжался до конца 20-х годов.

**Защитные средства последнего пятидесятилетия.** Данный период характеризовался появлением обширного списка новых антипиренов, хотя и содержащих в основном ранее известные компоненты. Рассмотрим два основных типа: пропиточные составы (антипирены и комплексные препараты) и огнезащитные покрытия (обмазки и краски).

**Пропиточные составы.** Преобладающими компонентами антипиренных составов и в этот период являются давно известные как антипирены аммонийные и борные соединения. Еще

Гей-Люссак, исследовавший в 1820 г. антипиренные свойства большого количества веществ, обнаружил, что лучшими из них являются фосфат аммония и бура. Как уже указывалось, и П. Лохтин [223], испытывая различные вещества, отобрал из них в качестве лучшего сульфат аммония. Возможно, ему были известны соответствующие опыты, проведенные примерно в это же время в Германии [249]. Одновременно (1893 г.) в США М. Бэчерт запатентовал также смесь сульфата аммония и фосфата аммония в соотношении 7:3. Смесь этих веществ применялась в России для пропитки тканей [361].

Таковыми были исходные данные для рассматриваемого пятидесятилетия. В этот период снова с участием аммонийных солей было предложено большинство огнезащитных составов. И. А. Целиков и С. Г. Веденкин [346] рекомендовали 20%-ные растворы: хлорида аммония и хлорида цинка в соотношении 4:1; хлорида аммония, моноаммонийфосфата и буры (13:4:3); хлорида аммония и фосфата аммония (4:1); хлорида аммония, сульфата магния и буры (13:4:3), а также 25%-ный раствор сульфата аммония и фосфата аммония (4:1) и 24%-ный раствор сульфата аммония и буры (5:1).

Были предложения [200] вести пропитку только одним сульфатом аммония или с небольшим добавлением к нему буры (22:1). М. Хесин [342] рекомендовал состав: сульфат аммония, хлорид аммония, борная кислота, бура и крахмал в соотношении 80:25:30:127:10. Состав, предложенный Н. А. Эрмуш [358], содержит карбонат аммония, буру и сульфат меди. Много предложений возникло по применению смесей буры и борной кислоты. Поражает разнообразие соотношений компонентов этой смеси, названной нами (см. с. 132) группировкой ББ: например, 7:3, 1:1 [299] и 79:21 [311]. Антипирены на основе группировки ББ, однако, широко не применялись из-за высокой цены [322], недоступности соответствующих веществ [210, 212] и пониженной растворимости буры [311]. Широкое применение рассматриваемой смеси в Англии и США [345] в соотношении 3:2 объяснялось доступностью этих веществ, получаемых на основе ископаемых продуктов. В последнее время имелись попытки использования и всевозможных побочных продуктов производства диаммонийфосфата [350]. Однако данные об эффективности различных аммонийных солей были противоречивыми. Если И. А. Целиков и С. Г. Веденкин предпочтение отдавали хлориду аммония, то другие авторы [200, 311, 360] предпочитали диаммонийфосфат.

Наибольшее распространение во всех странах, включая СССР, все же нашла смесь сульфата аммония и диаммонийфосфата, хотя соотношения между ее компонентами снова остаются довольно

изменчивыми. Так, препарат, содержащий сульфат аммония и диаммонийфосфат с небольшой добавкой в качестве антисептика фторида натрия или без нее, рекомендовали многие авторы: Офер В. А. [251], Таубкин С. И. [309, 311], Коперин Ф. И. [199], Калинин А. Я. [184, 187], Шевырев В. Т. [355]. Многие из этих авторов предлагали соотношение компонентов этих антипиренов 1:1\*, Ф. И. Коперин — 2:1, т. е. примерно такое же, как и по патенту США (Бэчерт, 1893), а Д. Н. Лекторский [210] — соотношение от 3:7 до 7:3. Состав, описанный П. С. Прохоровым [274], содержит компоненты: аммофос<sup>1</sup>, сульфат аммония и керосиновый контакт в соотношении 20:5:3.

Таким образом, в течение более 150 лет наука и практика вынужденно считали подобные соединения непревзойденными. Многочисленные исследования во всех странах лишь уточняли выбор и соотношения отдельных аммонийных и борных соединений. Такая хотя и незначительная эволюция антипиренов представляет все же большой интерес. Исследования по усовершенствованию препаратов рассматриваемого типа, по-видимому, даже будут продолжаться. Например, остаются недостаточно обоснованными резкие колебания рекомендуемых соотношений компонентов рассмотренных антипиренов. Эти колебания возникли по разным причинам. Пониженное участие дорогих компонентов (борные и фосфорные соединения) часто отражает лишь экономические соображения. В других случаях то или иное соотношение возникло с учетом условий применения или явилось следствием использования определенного метода испытаний. В некоторых случаях рецептура препаратов данного типа ничем не обоснована. Во всяком случае, исследований, которые позволили бы во взаимосвязи рассматривать состав, поглощение, а также антипиренный эффект и экономику защиты, в необходимом объеме не производилось.

Конечно, помимо аммонийных и борных, хотя и в небольшом количестве, но все же использовались и другие соединения. Например, А. С. Семенов [293] и Б. Ф. Копытковский [200] считали эффективной пропитку древесины квасцами. Длительное время обсуждается [82, 249, 360] использование для огнезащиты хлорида цинка. С. И. Таубкин и М. Н. Колганова [312] предложили использовать поташ и керосиновый контакт (25:3) с последующей защитой поверхности лаком ХС, осуществив таким образом одну из попыток получения огнезащиты в условиях вымывания антипирена.

\* Препараты с соотношением компонентов 1:1 получили в СССР известность как антипирен 13 или препараты МС 1:1 и СД-11.

<sup>1</sup> Аммофос — смесь моноаммонийфосфата и диаммонийфосфата.



Органические препараты до самого последнего времени в СССР почти не разрабатывались, и только в последнее двадцатилетие появились некоторые рецепты. В частности, в качестве антипиренов предложены некоторые производные продукта полимеризации фурфурола [179] и составы, содержащие фенолоспирт, диаммонийфосфат и воду (23:8:69) [4], а также (%) хлоркаучук — 9,6; хлорпарафин 70%-ный — 5,8; хлорпарафин 40%-ный — 4,8; моноаммонийфосфат — 21,4; карбонат кальция — 21,4, ксилол — 37 [243].

Составы для двойных пропиток. Трудности отыскания невымываемых пропиточных составов приводили к неоднократному возвращению к двойным пропиткам. Несмотря на то, что эти пропитки, известные в России еще со времен М. И. Малыгина [235] и В. И. Герценштейна [66] и позже пропагандируемые П. Гроссом [161] и И. Константиновым [197], не находили практического применения, интерес к ним не ослабевал. Назначение двойных пропиток все время остается одним и тем же: последовательная пропитка материала не совмещающимися в одном растворе веществами, способными создавать в древесине нерастворимые антипиренные соединения. Создание в древесине большого количества нерастворимых соединений при двойных пропитках дешевыми продуктами продолжает, как и ранее [197, 228], называться ее минерализацией [346].

Рассматривая, вопрос о двойных пропитках, И. А. Целиков и С. Г. Веденкин [346] отмечают, что возможности здесь достаточно большие. Можно защищать древесину путем двойных пропиток с образованием в ней нерастворимых сульфатов, фосфатов, боратов, карбонатов, силикатов, обладающих антипиренным действием. Эти авторы особенно выделяют двойную пропитку по схеме сульфат аммония — хлорид бария с получением нерастворимого сульфата бария. Ими указывается, что введение второго компонента обычно более затруднено в связи с образованием в поверхностных слоях материала нерастворимой соли.

Наиболее пастойчиво, однако, рекомендовались следующие вещества для последовательных пропиток: 5%-ный раствор серной кислоты и 10%-ный раствор хлорида бария [176]; хлорид магния и фосфат аммония с аммиаком [210]; хлорид кальция и серная кислота [212]; сульфат цинка и бура, хлорид кальция и бура; фосфат магния и сульфат алюминия; магнийаммонийфосфат и борат цинка; хлорид магния и диаммонийфосфат с аммиаком в присутствии углекислоты; силикат натрия и сульфат цинка [251].

Покр ы т и я (обмазки, краски). К настоящему времени предложено очень много составов для покрытий, применяемых в виде паст (обмазок), и препаратов более жидких консистенций (кра-

сок). Согласно классификации и терминологии С. И. Таубкина [311] покрытия делятся на атмосферостойкие и атмосферонестойкие, краски — в зависимости от типа связующего — на силикатные, казеиновые, хлоридные, мочевиноформальдегидные, сульфитноцеллюлозные, на масляной основе, на основе хлорорганических соединений, на основе хлорированных продуктов переработки нефти, и обмазки — на известковые и суперфосфатные. Отдельно, не усложняя данной классификации, поставим с учетом особенностей механизма защиты в сп у ч и в а ю щ и е с я краски.

Из атмосферонестойких красок наибольшее распространение получили силикатные, приготовляемые на основе жидкого стекла. В свое время ряду активных деятелей в области огнезащиты [66, 223, 228, 235], пытающихся улучшить состав Фукса — Бабаева, этого сделать не удалось, и соответствующие огнезащитные краски почти на два десятилетия вышли из сферы активного внимания. Однако начиная с 20-х годов составы на основе жидкого стекла с включением в них специальных компонентов были значительно усовершенствованы, хотя невымываемыми все же не стали. Рецептурное разнообразие их велико, и за рубежом они также составляют до 50% всех огнезащитных средств, предложенных для покрытий. К сожалению, и в данном случае большинство составов возникало на чисто эмпирической основе; некоторые из них мало отличаются друг от друга, есть, по-видимому, и такие, которые содержат бутафорные компоненты, необходимые лишь для получения отличительных признаков. По некоторым не удается установить авторов.

С. Лопатин [221] сообщает о работе Р. Л. Персица на заводе Мосхимоснова по изучению и усовершенствованию силикатных красок. И. А. Целиков и С. Г. Веденкин [346] тщательно изучили рецептуру зарубежных красок, приготовили и испытали большую серию своих красок. Эти авторы показали, что во всех этих красках огнезащиту обеспечивает лишь жидкое стекло. В смеси с земляными красками они дают глянцевые, а с глиной, мелом или гипсом пористые покрытия. Из испытанных красок наиболее эффективными оказались следующие: 1) жидкое стекло (50° Бомэ) — 45\*, тальк — 28, сульфат бария — 12, вода — 15; 2) жидкое стекло — 50, порошкообразный асбест — 12,5, тальк — 12,5, охра — 5, вода — 20. По данным этих авторов, силикатные краски готовились и заводами «Ураласбест», «Асбостром», Ленинградским химическим трестом, теххимическим производством «Изоляция». Согласно временной инструкции по предохранению деревянных конструкций от огня [176] рецепты силикатных красок были

\* В данном случае, как и в других, состав красок указан в процентах.

разработаны и М. И. Хигеровичем в Институте сооружений, и А. А. Брюшковым в Институте прикладной минералогии. По данным М. М. Голдина [70], они разрабатывались и Древстанцией НКПС, Государственным институтом сооружений, а также ЦНИИПС, ЦНИИПО, Южстрой, ЦНИЛ и др.

Согласно И. А. Целикову и С. Г. Веденкину [346] опыт «Асбострома» показал, что стабильность огнезащитных покрытий во времени требует проверки. Например, данными красками были обработаны интерьеры научно-технического комитета НКПС, но уже спустя несколько месяцев краски начали шелушиться и осыпаться.

Рецепты силикатных красок продолжают рекомендоваться до настоящего времени [60, 61, 185, 187, 191, 192, 199, 201, 204, 216, 236, 247, 260, 275, 276, 304, 309, 311, 343, 344, 350, 355]. С. И. Таубкин [309] из силикатных красок рекомендует СК-Л, СК-ХЭМ и особенно первую, содержащую жидкое стекло — 54, литопон — 39, вермикулит — 7.

В начале 60-х годов появились казеиновые и силикато-известково-казеиновые краски К-13 и К-14 Академии коммунального хозяйства [247], а также краски, предложенные Т. Л. Ивановой [173]. Краска К-13 содержит казеиновую эмульсию — 26, гипс — 55, сурик железный — 5, воду — 14, а К-14 — дополнительно асбест. Краска Т. Л. Ивановой [173] содержит кремнефторид аммония — 10—15, диаммонийфосфат — 15—20, каолин — 20—30, казеиновый клей — 1,5—3,5, воду — 35. К атмосферонестойким относятся и хлоридные краски, например ХЛ-К (литопон сухой — 20, окись магния — 25, хлорид кальция — 5, хлорид магния — 42,5, вода — 7,5) [309].

Из мочевиноформальдегидных следует отметить краску МФ-К, содержащую сухую часть (моноаммонийфосфат — 45,8, мочевины — 18,5, формалин — 35,7) и жидкую часть (мочевина — 18, тиомочевина — 6,1, формалин — 75,8) [311]. Известна также краска, содержащая негидратированную тонко расщепленную слюду 18—38; мочевиноформальдегидную смолу 25—35,6; хлорид аммония 0,2—0,4 и воду 40—52.

Распространены краски и на основе сульфитных щелоков [327], например аммофос 1,4—1,45 л с плотностью 1,3—1,33 г/см<sup>3</sup> и 1 кг смеси, содержащей сульфитный щелок, сульфат магния, каменноугольный пек в соотношении 1 : 1 : 1 [275]. Несколько таких красок описывает М. М. Голдин [70]: состав Попова — чистый 70%-ный раствор сульфитного щелока; состав СГ-К древстанции НКПС — сульфитного щелока — 25, жирной глины — 50 и воды — 25; состав Института пути НКПС — сульфитного щелока — 56, асбестовой пыли — 12 и воды — 32.

К атмосфероустойчивым краскам в первую очередь относятся составы на масляной основе [176]. Наиболее распространенной из этой группы является весьма сложная по составу краска МХС (ТУ МХП 1719 — 50), состоящая из основы (перхлорвиниловая смола — 13, сплав К-6 — 5,4, летучая часть — 81,6) и пасты (диоксида титана — 7,5, цинковые белила — 32, окись сурьмы — 7,5, мел — 14,8, тальк — 7,5, хлорпарафин — 14,8, олифа — 15,3, сиккатив — 0,6) [311].

Краски на основе хлорорганических соединений тоже атмосферостойки и наиболее пластичны из всех красок [75, 309, 310]. Приведем состав краски ПВХО (ТУ 6-10-745 — 68): основа — 77,9% (перхлорвиниловая смола — 13,5, летучая часть — 81,1, сплав К-6 — 5,4) и паста — 22,1% (хлорпарафин — 33,3, пигмент — 66,7). Аналогичен состав краски ПХВО-А, содержащей дополнительно лишь асбест.

Значительное распространение получили краски на основе хлорированных продуктов переработки нефти. Известны марки ХЗМ, ХЛ-С, ХЛ-СЖ, ХЛ-А, ХЗМ-СЖ и др. [309, 310]. Приведем состав краски ХЗМ: лак для грунта (продукт ХЗМ-70, уайт-спирит — 30) — 50% и пигмент (сурик железный) — 50%.

В последние годы проявляется интерес к специальным краскам, механизм огнезащиты которых заключается и в том, что они при нагреве вспучиваются, термоизолируя материал [355]. В качестве связующего в этих красках используются: поливинилацетатная эмульсия, поливинилхлоридные и поливинилиденхлоридные латексы, галоидированные и синтетические каучуки, полиизобутилен, сополимер изобутилена со стиролом, полиуретан, аминоальдегидные смолы, смеси кремнийорганической, эпоксидной и мочевиноформальдегидной смол, полимеризованное льняное масло в смеси с хлорпарафином и ПХФ. Роль вспучивателей в красках выполняют моноаммонийфосфат, мочевины, дициандиамида, поташ, крахмал, пентаэритрит, вермикулит. Наполнители могут быть в виде диоксида титана, борной кислоты, трихлортриэтилфосфата, бората натрия, алюминиевой пудры.

В последние годы во ВНИИПО (М. Н. Колгановой) разработано несколько рецептов таких красок. Одна из них содержит грунтовку (мочевиноформальдегидной смолы 13,5—20,5, диаммонийфосфата 3,3—5, дициандиамида 3,7—5,6, крахмала 1,3—2) и сухую часть (мочевиноформальдегидной смолы 7,4—11,2, полиамидной смолы 21—31,5, кремнийорганического соединения 0,8—1,2, жаростойкого наполнителя 14—21). Другая краска содержит жидкую часть (меламинаформальдегидной смолы 6,3—7, метилполлиамидной смолы 5,8—6,4, бутилового спирта 20—25) и сухую часть (диаммонийфосфата 15—16, дициандиамида 4—5, мочевино-

формальдегидной смолы 4,5—5,6, мелема (триамино-3-гептазина) 9—10, стекловолокна 3—3,5).

Комплексные биоогнезащитные препараты. Назначение таких препаратов может иногда показаться недостаточно ясным. Гниющие конструкции обычно сырые, поэтому менее подвержены возгоранию, а возгораемые конструкции, наоборот, сухие, поэтому менее уязвимы для гниения. Кроме того, некоторые антисептические препараты обладают антипиренными свойствами, а антипирены, вводимые в больших количествах, нередко делают древесину мало пригодной для биопоразрушителей. Но много случаев и таких, когда опасность возникает с обеих сторон и обычные антисептики и антипирены по отдельности неэффективны, особенно в тех случаях, когда первые повышают возгораемость материала, а вторые, введенные в материал в небольших количествах, стимулируют биопоразрушение.

Попытки решить проблему комплексной защиты делались давно. Чаще всего подбирались вещества, обладающие теми и другими свойствами, например соединения бора, хлорид цинка и др. К чистым антипиренам, например к смеси аммонийных солей, допускающей при низких поглощениях развитие грибов, добавляется фторид натрия (препарат МС-1 : 1).

В последнее время заметно повышение интереса к комплексным препаратам. Предложены составы: продукт обработки сланцевых смол газообразным хлором в присутствии йода или металлического железа [353]; смеси сульфата меди 0,7—1, карбоната аммония 1,4—2, буры 1,1—1,6 и воды 96,8—95,4 [186], а также комбинации флюса (отход от оцинковки железа) с хромовыми квасцами или диаммонийфосфатом [5, 6, 7]. К сожалению, большинство из этих составов легко вымывается. Комплексные составы с использованием в качестве антипиренных компонентов в основном соединений бора при различном соотношении биоогнезащитных и огнезащитных свойств предложены и Сенежской лабораторией (см. гл. IV и ниже). Однако задачи дальнейшего поиска комплексных препаратов, особенно невымываемых, а также органических легкопроникающих остаются актуальными.

### Эволюция методов испытаний

Предложено большое число методов. Некоторые возникли потому, что известные до них, как казалось, не выявляют особенностей испытываемого антипирена, другие созданы для ускоренных испытаний или, наоборот, испытаний, приближенных к условиям защиты конструкций, третьи — для выявления лишь особенностей горения вообще, четвертые — в результате незнания всех существ-

вующих методов и пятое — для создания (применения) собственных методов. Значительное количество методов возникло в порядке усовершенствования уже известных по мере развития техники и представлений в области химии и физики горения.

Некоторые из методов сложны, трудоемки, требуют дорогого оборудования, высокой квалификации операторов. Возможно, не во всех случаях их применение оправдывается получаемой информацией, особенно для повышения возможностей построения более совершенных препаратов. Вместе с тем разнообразие методов обеспечило науке всесторонность исследований, вскрытие некоторых особенностей горения, избавило от трафарета и однообразия выводов, хотя и затормозило анализ и обобщение накопившихся материалов, сравнение свойств бесчисленного количества испытанных в разное время и разными специалистами веществ, затруднило отбор методов в качестве международных стандартов.

Все методы основаны на сравнении огнестойкости защищенных и незащищенных образцов или моделей при воздействии на них пламени или теплового потока и отличаются размерами и расположением испытываемого материала и огневого импульса, силой и продолжительностью огневого воздействия, количеством показателей, критериями оценки и классификациями защищенности материалов.

Рассматривая эволюцию методов последнего столетия, можно видеть, что исходными для начала этого периода были испытания на образцах с использованием в качестве источников поджигания дров, горна, пороха, паяльной лампы, газовой печи и просто спичек [346]. В первое время в основе всех методов преобладали визуальные наблюдения над характером горения защищенного и незащищенного материала. Однако еще в раннее время П. Лохтин применил метод, который можно считать прототипом многих современных методов. Он заключался в подведении огня под вертикально подвешенный образец. Этот же автор применял и сжигание пропитанных и высушенных бумажных полосок.

Довольно поздно стали применять в качестве огневого воздействия электронагревательные приборы, такие как муфель, плиты и пр. [210, 249]. Лишь к 30-м годам в США, а несколько позже и в СССР стали применять ясельный метод, метод фанерных образцов и метод огневой трубы, позволяющий наблюдать в динамике потерю массы материала при его горении. В этот период старались изучить и характер горения [210, 309, 372].

Сороковые и пятидесятые годы дали ряд еще более сложных методов, претендующих на аналитическое углубление в процесс горения: метод термоллиза, калориметрии или моделирования избранного фактора, например скорости распространения огня [311].

Завершающими почти всегда были полевые (полигонные) испытания. Они давали дополнительные представления об эффективности испытываемых средств, а изредка использовались и в качестве психологического фактора убеждения, поскольку при них почти всегда удавалось продемонстрировать защиту даже при малоэффективных в целом антипиренах. Испытаниям подвергали дощатые ящики, будки и различные макеты. В России первые полигонные испытания были проведены еще в 80-х годах прошлого столетия Ф. Т. Бабаевым при испытании им своего изобретения. Это событие собрало 4000 зрителей и произвело сильное впечатление на публику [346]. В последнее время в качестве завершающих стали применяться и методы испытаний огнезащищенности конструкций с использованием весовых установок [25, 244, 311].

В настоящее время в СССР, как и во многих других странах, имеется и стандартный метод испытаний огнезащищенности древесины [159]. Он предназначен для сравнительных испытаний и оценки антипиренной эффективности защитных средств.

#### Взгляды на изменения, происходящие в древесине при нагреве

До 1930 г. в отечественной литературе по огнезащите вопросы термического разложения не рассматривались. Первые упоминания об этом, встречающиеся у Б. Г. Тидемана и Д. Б. Сциборского [319], а также у А. С. Семенова [294], И. А. Целикова, С. Г. Веденкина [346] и С. Г. Веденкина [61], по-видимому, были основаны на немецких данных [236]. До 50-х годов данные, приводимые для характеристики поведения древесины при высоком нагреве, были неточны. Отмечалась как опасная температура 220—270°С из-за того, что при ее воздействии образуется уголь, склонный к самовоспламенению [319]. А. С. Семенов [294], а позже и Д. Н. Лекторский [210] считали, что древесина начинает разлагаться при температуре 130—140°С; по В. М. Соловову [304], она разлагается при 100—110°С, а по А. М. Камерону [188], только при 160—170°С. Согласно многим источникам активное разложение древесины, сопровождающееся экзотермической реакцией, протекает при температуре 275—280°С и заканчивается при 380°С [295, 188, 276, 308]. Отмечалось, что ход разложения и горения изменяется, если источником нагрева является пламя, так как уже при температуре 210—300°С воспламеняются продукты разложения [304]. В 1951 г. выходит работа П. Г. Демидова [162], посвященная горению веществ, а с 1954 г. начинают появляться работы В. Н. Сергеевой и ее сотрудников [296, 297]. Эти работы внесли значитель-

ные уточнения в химию горения и в понимание динамики процессов термического разложения древесины.

По данным П. Г. Демидова [162], по мере горения состав древесины изменяется: уменьшается количество водорода и кислорода и повышается содержание углерода. При температуре 400—500° С от древесины остается почти один углерод. При недостатке кислорода горение идет неполно, выделяется серо-черный дым, содержащий окись углерода, формальдегид, фурфурол, спирты, кислоты, сложные эфиры и др. Цитируемый автор приводит и уравнение для расчета количества воздуха, необходимого для горения.

Работами В. Н. Сергеевой [296, 297] показано, что компоненты древесины по устойчивости к нагреванию неодинаковы. Наименее термоустойчивыми являются гемицеллюлозы, в частности ксилан, который начинает разлагаться уже при 160—170° С; максимальная скорость разложения гемицеллюлоз наступает при 240° С. Термическое разложение целлюлозы до 280° С протекает очень медленно, далее резко возрастает и достигает максимума в диапазоне температур 325—380° С. Наиболее устойчивым является лигнин. Его разложение начинается с 200° С, но заканчивается лишь при 500° С.

Данные более поздних работ [220, 311], касающихся процессов горения древесины и ее огнезащиты, сравнительно сходны. По данным С. И. Таубкина [311], при 110° С древесина высыхает и начинает выделять летучие вещества. Далее, при повышении температуры до 150° С она желтеет, выделение летучих веществ увеличивается. В диапазоне температур 150—210° С древесина делается коричневой за счет обугливания, а при дальнейшем нагревании до 280° С начинается сильное выделение газообразных продуктов, способных воспламеняться. А. А. Леонович и Г. Б. Шалун [220] отмечают, что заметное разложение начинается со 150° С, а в диапазоне температур 150—250° С идут активные реакции дегидратации. Экзотермическое разложение, по их данным, начинается с 270—280° С. Они также отмечают, что из большого количества химических соединений, образующихся при термическом разложении древесины, некоторые образуются в результате вторичных реакций.

Некоторое несовпадение указываемых температур отдельных фаз термического разложения, по-видимому, лежит в пределах точности методов таких исследований, которые еще недостаточно разработаны, особенно в отношении количественных определений продуктов разложения.



Еще Лавуазье (конец XVIII в.) и Гей-Люссак (начало XIX в.) [369] считали, что антипиренными свойствами обладают вещества, которые под влиянием нагрева плавятся и выделяют негорючие газы. Отечественные ученые до 40-х годов текущего столетия [188, 200, 228, 319, 360] придерживались этих же взглядов. Однако с усовершенствованием методов исследований было обнаружено, что некоторые вещества, не обладающие способностью выделять при горении негорючие газы, могут проявлять антипиренный эффект. Некоторое значение в понижении возгораемости защищенной древесины стало придаваться возможности уменьшения температуры горящего материала за счет выделения кристаллизационной воды [210, 275] или повышения количества медленно сгорающего угля при взаимодействии антипирена с компонентами древесины или начальными продуктами их разложения [308].

Естественно, что объяснение антипиренного эффекта различных веществ за счет какого-либо одного их свойства неприемлемо. Даже при использовании антипиренов одного типа на процесс горения может оказывать влияние значительное количество факторов. Кроме того, эффект от двух и более факторов может оказаться больше суммы их эффектов за счет явления синергизма. Возможно, в дальнейшем именно с учетом последнего будут найдены пути построения высокоэффективных антипиренов.

Теоретические проблемы построения эффективных антипиренов продолжают интересовать исследователей. Например, делаются попытки найти зависимость между основными свойствами химических веществ и их антипиренными свойствами. Имеются указания, что кислоты и кислотообразователи, а также щелочи и щелочеобразователи в отличие от нейтральных веществ ускоряют процесс обугливания материала и поэтому проявляют огнезащитный эффект. Замечено также, что щелочеобразователи одновременно усиливают тление [311]. Несмотря на то, что имеются отклонения от этого правила, оно все же должно приниматься во внимание при первичном подборе компонентов антипиренных или комплексных препаратов. Отмечается и то, что лучшие антипирены — антитлители — это вещества, обладающие дегидратирующими свойствами, тормозящие процессы окисления и уменьшающие соотношение окиси и двуокиси углерода в отходящих газах. Вещества же эффективные в подавлении горения пламенем способствуют деполимеризации компонентов материала с образованием более устойчивых против высоких температур продуктов. Касаясь вопросов синергизма компонентов, иногда прямо указывают некоторые эффективные смеси, например фосфорсодержа-

щие соединения [220]. С учетом накопившихся представлений о горении возникли, однако, весьма различные и спорные теории огнезащиты целлюлозных материалов, например газовая, порового слоя, химическая, термическая [299]. По-видимому, объем теоретических исследований остается еще недостаточным. Пока теоретические положения помогли в какой-то мере понять явления, но еще не оказали необходимого воздействия на поиск антипиренов.

### **Исследования последнего времени**

В послевоенные годы объем исследований по огнезащите древесины и древесных материалов увеличился. К концу 50-х годов закончился большой цикл разносторонних исследований в области огнезащиты древесины, проводимых Всесоюзным научно-исследовательским институтом противопожарной обороны (ВНИИПО), результаты которых отражены в книге С. И. Таубкина [311].

Исследования ведутся и в других организациях: Ленинградской лесотехнической академии, Центральном научно-исследовательском институте фанеры (ЦНИИФ), Центральном научно-исследовательском институте бумаги (ЦНИИБ), Центральном научно-исследовательском институте торфа (ЦНИИТорф), Всесоюзном научно-исследовательском институте деревообработки (ВНИИ-Древ), Центральном научно-исследовательском институте механической обработки древесины (ЦНИИМОД), Центральном научно-исследовательском институте технологии судостроения и др. Исследования касаются как всей проблемы огнезащиты [217], так и частных вопросов, например изыскания антипиренов [131, 216], механизма действия огнезащитного состава [218]; технологии защиты [168; 218] и некоторых других [167, 254, 347]. К последнему периоду относятся также исследования в области склеивания древесины, защищенной антипиренами [181, 344].

### **ИССЛЕДОВАНИЯ СЕНЕЖСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ В ОБЛАСТИ ИЗЫСКАНИЯ БИО ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПРЕПАРАТОВ, АНТИПИРЕНОВ И ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ**

Были проведены исследования по изысканию антипиренов и комплексных препаратов с подвижными и соотношениями антисептических и антипиренных компонентов. Антисептические свойства комплексных препаратов описаны в гл. IV. Изучалась и эффективность двойных пропиток, в том числе антипиренами в комби-

нации с антисептиками, содержащими устойчивые в древесине горючие компоненты. Исследования по разработке методов, изысканию антипиренов и огнезащитных компонентов комплексных препаратов, а также по технологии двойных пропиток выполнены Н. А. Максименко под руководством автора. Основные результаты этих исследований приводятся ниже.

### Методы испытания антипиренов

**Общие соображения.** Согласно нашему опыту требуется несколько различных по типу и назначению лабораторных и полигонных методов испытаний антипиренов и, в частности, отборочные экспресс-методы для первых испытаний, функциональные методы, выявляющие особенности, уровни и механизм действия антипиренов, полигонные методы, моделирующие горение конструкций, и методы для госиспытаний, дающие показатели для установления областей применения и норм расхода антипиренов.

Во всех случаях особого внимания требуют подбор, пропитка и кондиционирование образцов и моделей. Последнее следует проводить для образцов до влажности не выше 10%, а для моделей — до комнатной или атмосферной равновесной влажности. Необходимо учитывать, что влажность пропитанной древесины, оказывающая большое влияние на процесс ее горения, будет различной (обычно более высокой), соответствующей свойствам защитного средства. Заданный ряд поглощений должен обеспечиваться подбором концентраций растворов с учетом предварительно определенной пропиточной емкости древесины. Поглощение пропиточной жидкости должно определяться по привесу образцов и лишь для крупных моделей по объемному расходу жидкости. Ниже мы описываем лишь те из методов, которые применяются в Сенежской лаборатории.

**Лабораторные методы.** Эти методы применяются как поисковые, направленные на отбор из большого количества испытываемых веществ лучших, заслуживающих полигонных испытаний на моделях. Они могут служить и для выявления механизма защиты, поскольку позволяют наблюдать процесс в более строго контролируемых условиях. Некоторые из лабораторных методов, обладая высокой производительностью, дают возможность вести испытания большими сериями, подбирая компоненты сложных препаратов в различных сочетаниях. В Сенежской лаборатории применяются три лабораторных метода: сжигание в острое стандартного пламени (метод ОСП), метод ASTM-E-69-50 и стандартный метод (ГОСТ 16363 — 76). В двух первых методах применяется только сквозная пропитка образцов.

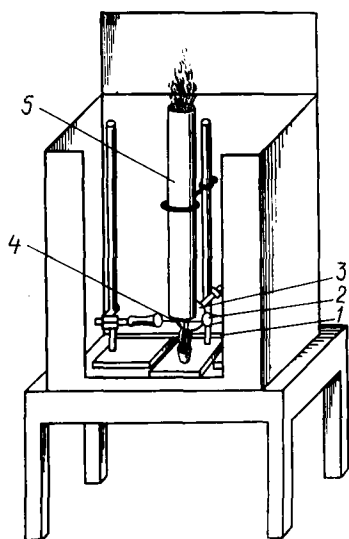


Рис. 47. Схема установки для испытательной антипиренов по методу ОСП:

1 — фарфоровый тигель; 2 — образец; 3 — зеркало; 4 — струна для подвески образца; 5 — труба

Метод ОСП разрабатывается в Сенежской лаборатории Н. А. Максименко [233]. Ниже он описывается в одном из первых вариантов. Установка представляет собой металлическую трубу высотой 600 мм с диаметром 55 мм, смонтированную на столе и огражденную по контуру стола металлическим листом, имеющим с одной стороны окно для оператора. Образец размером  $20 \times 10 \times 5$  мм вертикально подвешивается на тонкой проволоке таким образом, чтобы половина его входила в трубу, а другая половина была ниже ее. Нижний конец трубы располагается над столом по высоте с таким расчетом, чтобы пламя огневого импульса охватывало весь образец верхней своей частью (рис. 47). В качестве импульса применяется 10 мл денатурата, налитых в фарфоровый тигель № 2, установленный на подставке.

Образцы из заболони сосны кондиционируются, после этого подбираются последовательно по массе, размеру, макроструктуре из расчета по 10—20 на вариант опыта и пропитываются под вакуумом (см. гл. IV, рис. 3). Пропитанные образцы предварительно подсушиваются в комнатных условиях и кондиционируются до влажности  $10 \pm 0,5\%$  (по контрольным образцам) в эксикаторе, заполненном насыщенным раствором карбоната калия.

Продолжительность огневого воздействия 15 с. Учитывается продолжительность самостоятельного горения образца пламенем и тлением, а также потеря его массы (%). Данный метод хорошо дифференцирует антипиренные свойства веществ. Его точность и

воспроизводимость обеспечиваются возможностью использования большого числа образцов благодаря их малым размерам и краткости времени их сжигания. Приведем в качестве примера результаты испытания известной группировки СД-11 (табл. 37).

**37. Средние показатели огнезащитных свойств группировки СД-11, полученные при испытании по методу ОСП**

Чистое поглощение соли, кг/м <sup>3</sup>	Показатели огнезащитности					
	Потеря массы, % в опытах		Продолжительность самостоятельного горения, с			
			пламенем в опытах		тлением в опытах	
	1	2	1	2	1	2
5	80	83	46	50	11	11
10	45	48	33	38	12	13
20	20	25	20	25	14	18
40	18	23	6	10	12	15
80	15	18	6	10	11	14

Как видим, метод дает высокую воспроизводимость и хорошо дифференцирует защищенность.

**Метод ASTM-E-69-50.** Установка состоит из металлической трубы, снабженной весами для учета потери массы образца по мере его горения, газовой горелки с трубкой диаметром 10 мм, термопары для измерения температуры, развиваемой при горении (рис. 48). В качестве вспомогательного оборудования используются весы ВЛТК, термостат, потенциометр, секундомер. Данный метод эффективен для сильных антипиренов или антипиренов средней эффективности, но применяемых с высокими поглощениями. В лаборатории он применяется в качестве контрольного. При этом используется и пониженный импульс (1,5 мин вместо 4 мин по ASTM), достаточный для полного сгорания контрольного образца.

**Метод по ГОСТ 16363 — 76.** Установка состоит из керамического короба на металлической подставке, имеющей с боковых сторон створки для регулирования подачи воздуха в зону горения, газовой горелки, реометра для регулирования скорости подачи газа, держателя образцов, зонта, термопары для измерения температуры отходящих газов (рис. 49). В качестве вспомога-

тельного оборудования используются весы ВЛТК, потенциометр, секундомер. Для испытаний подбирается 15 образцов размерами  $30 \times 60 \times 150$  мм, которые пропитываются исследуемым составом и высушиваются в термостате при температуре  $40^\circ \text{C}$ . В качестве источника поджигания используется газовая горелка с продолжительностью воздействия 2 мин.

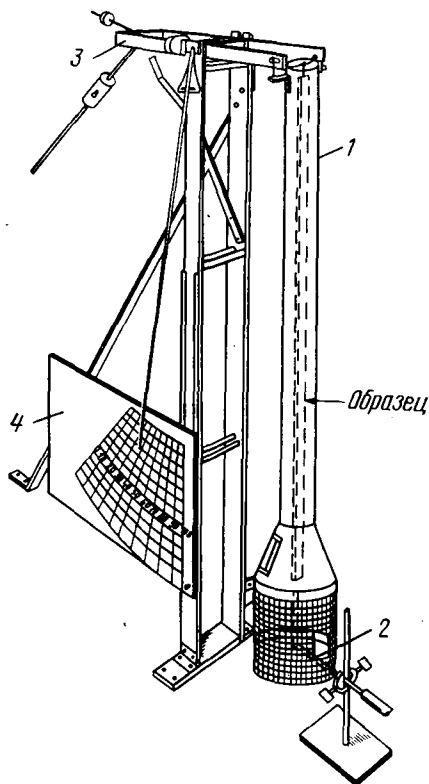


Рис. 48. Схема установки для испытаний антипиренов по методу ASTM-E-69-50:

1 — огневая труба; 2 — источник пламени — горелка; 3 — весовое устройство; 4 — шкала весов

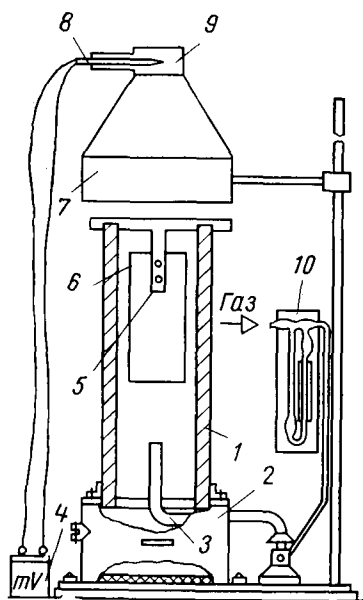


Рис. 49. Схема установки для испытаний антипиренов по ГОСТ 16363—76:

1 — керамический короб; 2 — металлическая подставка; 3 — газовая горелка; 4 — милливольтметр или потенциометр; 5 — держатель образцов; 6 — образец; 7 — газовый зонт; 8 — терморпара; 9 — верхний патрубок зонта; 10 — реометр для газа

В результате испытаний определяется потеря массы образцов. Метод менее чувствителен и слабее других дифференцирует антипиренные свойства испытываемых веществ [234]. В лаборатории применяется для установления групп горючести огнезащитенной древесины, по которым согласно стандарту определяется возможность использования защитных средств на практике.

**Испытания на моделях.** Испытания антипиренов на образцах в лабораторных условиях дают показатели, характеризующие условную защищенность материала без учета его пространственного расположения и условий горения, характерных для конструкций. Для восполнения этих недостатков прибегают к испытаниям отобранных в лаборатории веществ на моделях. Ниже описываются самые доступные модели, применяемые в Сенежской лаборатории, разработанные Н. А. Максименко под руководством автора.

Некоторые общие требования к моделям. Детали моделей или модели в сборе обрабатываются или пропитываются испытываемыми защитными средствами и высушиваются, как указано выше, до влажности 16—22% (по контролю) в зависимости от погоды и типа защитного средства. Для обеспечения определенной и одинаковой во всех моделях аэрации в процессе горения они устанавливаются на негорючие невысокие подставки, а сверху закрываются шиберами из жести, способными направлять движение воздуха и продуктов горения равномерно вдоль стенок модели.

В качестве источника поджигания в модели закладываются запалы, состоящие из витой стружки равновесной атмосферной влажности и из слабокопящей и не дающей много дыма горючей жидкости, например уайт-спирита. Горючее равномерно распределяется по отвешенному количеству стружки с расчетом, чтобы оно не стекало. Запал в виде тампона, соответствующего по размерам и форме емкости модели, укладывается внутрь ее на поддон (противень) из жести. Возможна аналогичная укладка запала и снаружи по периферии модели. Мощность запала должна быть определена в конкретных условиях опыта с учетом того, чтобы ее хватило для поджигания контрольной модели и ее самостоятельного сгорания. Слишком слабые и сильные запалы снижают чувствительность метода, нивелируя эффективность антипиренов. Для измерения динамики температуры горения на отдельных подставках рядом с моделями устанавливаются термопары, подключенные к потенциометру.

Модели поджигаются одновременно. Сжигать их можно до конца без вмешательства в процесс горения, фиксируя по этапам температуру и особенности горения (величину и цвет пламени, количество дыма и искр, запах, время прогорания сопряжений

элементов, тление, обрушение и т. д.) и в этом случае для окончательного учета результатов взвешивая остатки древесины после завершения горения. Однако во многих случаях, особенно, когда пропитка происходит не на всю глубину материала, разница в сопротивлении горению разных моделей, защищенных антипиренами разной эффективности, ступеневывается из-за прогорания защитной оболочки и последующего смешанного горения защищенной и незащищенной древесины. Тогда можно применить другой

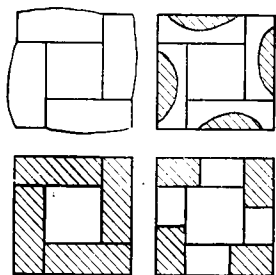


Рис. 50. Варианты размещения ЛПЗ и ТПЗ в деталях модели дощатая труба. Заштрихована ТПЗ

вариант испытания с учетом эффекта защиты на определенный отрезок времени, который устанавливается заранее или по ходу опыта. Тогда, например, в определенный момент, наиболее благоприятный для дифференциации эффективности испытываемых антипиренов, модели однотипно тушатся водой или огнетушителем с учетом времени и количества тушащего продукта. Особое внимание при проведении опытов на моделях следует уделять скрытой и трудной для наблюдения фазе горения тлением. Это явление лучше всего оценивать по количеству воды и времени, израсходованных на тушение модели после окончания или подавления горения пламенем.

Дощатая труба. Модель сколачивается из четырех досок в виде трубы. В зависимости от задач испытаний могут использоваться доски различных размеров, характера распиловки и состояния. Испытания применительно к новому материалу можно вести на чисто заболонных досках, которые, однако, трудно подбирать, и на досках смешанной распиловки, но с таким расчетом, чтобы все они имели одинаковое соотношение и расположение ЛПЗ и ТПЗ (рис. 50). Модели из старых досок подбирать труднее. В этом случае остается лишь выдерживать для досок одно соотношение ЛПЗ и ТПЗ. Толщина досок и размеры труб можно варьировать. Для предварительных испытаний, когда требуется много труб, можно изготавливать трубы из относительно тонких и узких досок, например  $25 \times 120$  или  $40 \times 160$  мм. В этом случае



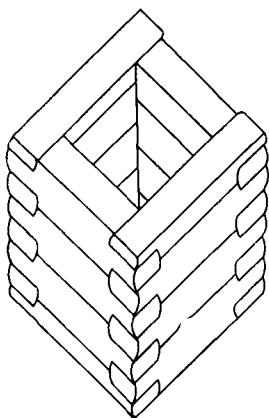


Рис. 51. Схема модели бревенчатый колодец

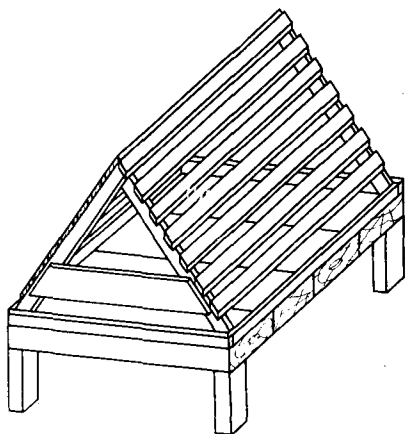


Рис. 52. Схема модели перекрытие — крыша

высота трубы может быть соответственно 30 и 40 см. Для заключительных испытаний размеры досок и труб полезно увеличивать, например использовать доски  $40 \times 170$  или  $50 \times 200$  мм, длиной соответственно 50 и 70 см. В качестве запала можно взять 50—200 г витой стружки и такое же количество горючего.

Бревенчатый колодец применяется для выявления особенностей горения толстых элементов, пропитанных на небольшую по сравнению с их толщиной глубину. Для таких моделей используются круглые бревна, плотно срубленные, например «в лапу» (рис. 51). Размеры моделей и диаметр отрезков бревен могут быть различными, но для одного опыта или серии опытов необходимо, чтобы они имели одинаковые размеры, например  $1 \times 1 \times 1$  м при диаметре отрезков бревен 15—30 см.

Запал, состоящий примерно из 1000—1200 г стружки и 600—800 г горючего, изготавливается и устанавливается в модель так же, как и для дощатой трубы. При этом условии контрольная модель, в зависимости от скорости ветра и диаметра бревен, горит примерно 2—3 ч и сгорает полностью. Поскольку процент незащищенной древесины в бревенчатых моделях значительный, то в данном случае испытания со взвешиванием остатка нецелесообразны и лучше проводить их с учетом расхода воды и продолжительности тушения, а также глубины прогорания стен.

Крыша — перекрытие. Этого рода модели используются в лаборатории в двух направлениях: для испытания защищенности древесины в условиях крыши и для испытания устойчивости

перекрытия против прогорания. Возможно испытание и одновременно в обоих направлениях. Модель состоит из двух частей: перекрытия и крыши (обвязка, стропила и обрешетка) — рис. 52. Стружечный запал (200 г стружки, смоченной 200 г горючего) в данном случае укладывается на специальную полку. Во избежание попадания горючего на перекрытие он предварительно выдерживается несколько минут вне модели, а затем укладывается на бумажную подкладку и уже после этого вводится в модель.

### Определение антипиренных свойств и пожароопасности некоторых антисептиков

Известно, что антисептик ХЦ обладает антипиренными свойствами, а антисептики, содержащие маслянистые продукты, наоборот, повышают возгораемость древесины. По многим антисептикам, например содержащим соединения фтора, пентахлорфенолят натрия, или препаратам ГР48-23П, ХМ-11 таких данных нет или их мало. Испытания были проведены по методу ОСП.

Опыт (рис. 53) подтвердил, что ХЦ уже при чистых поглощениях до  $30 \text{ кг/м}^3$ , которые обычно применяются для консервирования, обладает значительной огнезащитной способностью, допуская потерю массы при данном методе испытания в пределах 26—40%. Однако защищающая способность ХЦ снижается при добавлении к нему солей хрома и особенно меди (антисептики ХХЦ-14 и ХМХЦ-217).

Заметную защищающую способность показали ФН и ГР48-23П (потеря массы при поглощении  $28\text{—}30 \text{ кг/м}^3$  48—57%). Однако

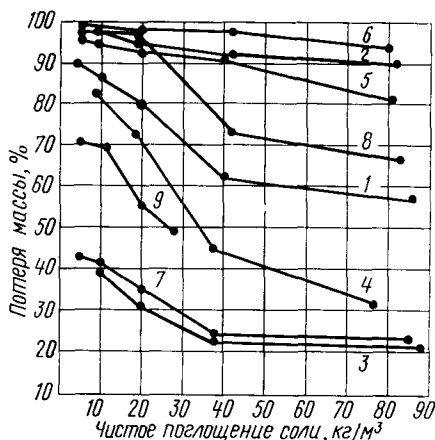


Рис. 53. Зависимость потери массы образцов, пропитанных различными антисептиками, от чистого поглощения соли:

- 1 — ХХЦ-14; 2 — ХМ-11; 3 — ХЦ; 4 — ГР48-23П; 5 — ХМХЦ-217; 6 — ПЗС-890; 7 — КФА; 8 — ПХФН; 9 — ФН

такое чистое поглощение ФН при однократной пропитке достигается трудно и может быть получено лишь при чистой пропиточной емкости древесины 500—800 л/м<sup>3</sup>. ПХФН защищает древесину слабее, ХМ-11 даже усиливает горение тлением, а ПЗС-890 повышает возгораемость древесины.

### Исследование антипиренных свойств группировки ББ при различном соотношении компонентов

Известно, что бора и борная кислота и особенно их смеси (группировка ББ) обладают антисептическими и антипиренными свойствами. Имеются также данные [311] о том, что наиболее высокими антипиренными свойствами смесь обладает при равном соотношении компонентов. Известно и то, что максимальную растворимость имеет смесь при соотношении компонентов 1,54 : 1. При составлении рецептов защитных средств с участием группировки ББ часто учитывается и то, что борная кислота несколько дороже бору. С учетом изложенного считалось целесообразным еще раз исследовать антипиренные свойства группировки ББ.

Огневые испытания проводились по методу ОСП. По данным табл. 38 видно, что при испытанных поглощениях от 20 до 80 кг/м<sup>3</sup> наилучшие результаты исследуемая группировка показала при соотношении компонентов 1 : 1.

#### 38. Потеря массы, полученная при испытаниях группировки ББ при различном соотношении ее компонентов

Соотношение бору и борной кислоты	Потеря массы, % при чистых поглощениях, кг/м <sup>3</sup>		
	20	40	80
0,33 : 1	65	32	19
1 : 1	53	27	17
1,54 : 1	64	30	19

### Изыскание новых биоогнезащитных препаратов

В качестве основы для комплексных препаратов были выбраны ПХФН и группировка ХМ (препарат ХМ-11, см. гл. IV), проявившие себя как высокоэффективные и невымываемые антисептики, а в качестве компонентов антипиренного действия использовались

различные вещества. Огневые испытания проводились по методу ОСП.

Препараты на основе ПХФН. В данном опыте помимо ранее описанных комплексных препаратов ПББ-255 и ПБС-255 (см. гл. IV) испытывались и новые препараты: ПО (ПХФН и октаборат натрия 1:5); ПСА (ПХФН и сульфат аммония 1:5)\*; ПБСП

39. Потеря массы и фазовые характеристики горения, полученные при испытании комплексных препаратов

Препараты на основе ПХФН					Препараты на основе группировки ХМ-11				
Защитное средство	Чистое поглощение соли, кг/м <sup>2</sup>	Потеря массы, %	Продолжительность самостоятельного горения, с		Защитное средство	Чистое поглощение соли, кг/м <sup>2</sup>	Потеря массы, %	Продолжительность самостоятельного горения, с	
			пламенем	тлением				пламенем	тлением
ПО	10	32	30	16	ХМФТ	10	80	14	181
	20	28	13	11		20	70	13	100
	43	21	12	11		43	43	11	60
						85	21	10	15
ПББ-255	10	81	27	100	ХМТ	11	81	46	108
	20	30	10	44		22	71	16	91
	40	28	10	15		43	43	10	57
	60	26	10	10		91	20	10	11
ПБС-255	10	94	43	139	ХМББ-1128	10	84	30	115
	20	86	32	98		20	78	20	102
	42	32	14	29		40	66	15	95
						80	29	6	40
ПСА	10	85	28	22	ХМБТ	10	95	53	58
	20	30	18	19		22	86	50	57
						41	44	13	23

\* Компоненты данного препарата плохо совместимы вследствие неустойчивости ПХФН в кислой среде. Поэтому возможно применение лишь свежего раствора с концентрацией не более 2,5% или последовательное введение компонентов в материал.

(ПХФН, борная кислота, кальцинированная сода и поташ 1:1:1:1).

Из данных опыта (табл. 39) видно, что при поглощении 10 кг/м<sup>3</sup> наиболее высокую эффективность (потеря массы 32%) показал препарат ПО. Однако при поглощении 20 кг/м<sup>3</sup> уже все препараты, за исключением ПБС-255, показывают высокую и примерно равную огнезащитную способность (28—30%), а при увеличении поглощения до 40 кг/м<sup>3</sup> и препарат ПБС-255 обеспечивает высокий уровень огнезащиты (потеря массы 32%).

По испытанным препаратам заметно значительное соответствие между продолжительностью горения и потерей массы. Наименьшую продолжительность горения пламенем при испытанных поглощениях показал ПББ-255 (27—10 с), а наименьшую продолжительность горения тлением — ПО (16—11 с). По ПБС-255 при поглощениях до 20 кг/м<sup>3</sup> выявилась значительная продолжительность тления.

**Препараты на основе группировки ХМ-11.** Помимо ранее описанного ХМББ-1128 (гл. IV) испытывались новые препараты ХМБТ (группировка ХМ-11, борная кислота, тиомочевина 2:5:5); ХМФТ (группировка ХМ-11, ФН, тиомочевина 2:5:5); ХМТ (группировка ХМ-11, тиомочевина 1:5).

Результаты испытаний (см. табл. 39) показывают, что огнезащитная способность испытанных препаратов примерно одинакова, однако скачок эффективности с ростом поглощения препарата ХМББ-1128 наступает позже, чем по другим препаратам. Наименьшая продолжительность горения пламенем характерна для препарата ХМФТ (14—10 с), а наименьшая продолжительность горения тлением — для препарата ХМБТ, хотя следует отметить, что все препараты на основе группировки ХМ способны в той или иной степени усиливать тление древесины.

### **Исследование антипиренных свойств биоогнезащитных препаратов при различных соотношениях компонентов**

Для дальнейших исследований были отобраны препараты типа ПББ, ХМББ и ПБС, как достаточно эффективные антисептики и антипирены, обладающие хорошими пропиточными свойствами и наиболее доступны. Огневые испытания проводились по методу ОСП.

**Препараты типа ПББ.** Из табл. 40 видно, как закономерно повышается огнезащитная способность препаратов с увеличением содержания в них группировки ББ-11. Препарат с соотношением

компонентов 1 : 5 : 5 показал наилучшую огнезащитную способность.

**Препараты типа ХМББ.** Защищающая способность препаратов возрастает с уменьшением содержания группировки ХМ и увеличением содержания группировки ББ (см. табл. 40). Наилучшую

**40. Потеря массы, полученная при испытании препаратов типа ПББ и ХМББ**

Защитное средство	Соотношение компонентов	Потеря массы, % при чистом поглощении, кг/м <sup>3</sup>					Защитное средство	Соотношение компонентов	Потеря массы, % при чистом поглощении, кг/м <sup>3</sup>				
		5	10	20	40	80			5	10	20	40	80
ПББ	2 : 1 : 1	98	83	36	32		ХМББ	2 : 2 : 1 : 1	98	98	94	84	46
	2 : 5 : 5	88	77	31	27			3 : 3 : 2 : 4	99	84	68	46	33
	1 : 5 : 5	72	53	24	18			3 : 2 : 3 : 9	98	83	65	35	27
								1 : 1 : 2 : 8	88	82	63	21	16

огнезащитную способность показал препарат при соотношении компонентов 1 : 1 : 2 : 8. В этой же серии испытаний препараты типа ПББ с различными соотношениями компонентов показали промежуточную защищающую способность по отношению к препаратам типа ПББ и ХМББ.

**Исследования двойных пропиток для комплексной защиты**

В настоящее время двойные пропитки, известные еще с XIX в., получают как бы второе рождение в связи с разработкой панельного способа пропитки [125]. Как известно, при этом способе возможно осуществить без значительного увеличения затрат последовательное использование нескольких несовместимых растворов. Для выявления эффективности таких пропиток было проведено несколько опытов. Опишем один из них.

Образцы — отрезки старых сосновых бревен ( $d=300$  мм,  $l=300$  мм) были пропитаны панельным способом (см. гл. V) следующими парами не совмещающихся в растворе защитных средств: ПЗС-890+СД-11; СД-11+ПЗС-890 при концентрации растворов (%): СД-11 — 20, ПЗС-890 по ПХФ-2, а по зеленому маслу — 8 (см. гл. IV). В данном случае исследовалась не только огнезащитная способность таких пар, но и возможность выполнения пропиток без промежуточной сушки материала. При

выборе перечисленных пар учитывалось, что препарат ПЗС-890 глубоко проникает в древесину, хорошо защищает ее от биоразрушения, но повышает возгораемость, а группировка СД-11 хорошо защищает древесину от возгорания.

На рис. 54 показана зависимость общего поглощения растворов ПЗС-890+СД-11 и СД-11+ПЗС-890 от продолжительности пропитки. Два образца (пунктирная линия) пропитывались в течение 9 суток ПЗС-890, а другие два (сплошная линия) в течение 14 суток группировкой СД-11, после чего произведена перекрестная замена составов. Из графика видно, что скорость пропитки препаратом ПЗС-890 значительно выше скорости пропитки группировкой СД-11. Среднесуточное общее поглощение ПЗС-890 в данном случае составило 50—55 л/м<sup>3</sup>, СД-11—28—29 л/м<sup>3</sup>. Отношение средних скоростей общего поглощения, как видим, было примерно 5 : 3.

После перекрестной замены пропиточных составов самым разительным было то, что скорости общего поглощения остались почти прежними. Группировка СД-11 сохраняла почти ту же высокую скорость поглощения, которую имел ко времени смены

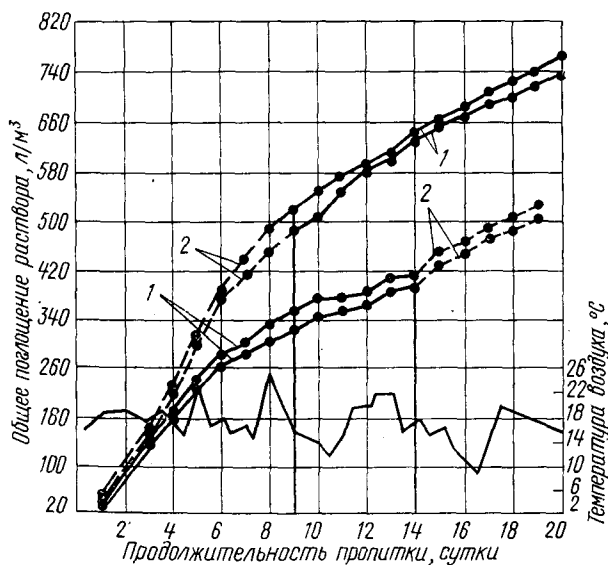


Рис. 54. Зависимость общего поглощения раствора от продолжительности пропитки при последовательном введении ПЗС-890+СД-11 и СД-11+ПЗС-890:  
1 — СД-11; 2 — ПЗС-890

ПЗС-890, а ПЗС-890 во второй период пропитки даже увеличил скорость, показанную СД-11 в конце первого периода. В результате во второй период пропитки среднесуточное общее поглощение СД-11 составило 19—22 л/м<sup>3</sup>, а ПЗС-890 — 22—24 л/м<sup>3</sup>. Суммарное за два периода общее поглощение достигло для пары ПЗС-890+СД-11 около 740 л/м<sup>3</sup> и из них 480 л/м<sup>3</sup> (65%) ПЗС-890 и 260 л/м<sup>3</sup> (35%) СД-11, а для обратной пары СД-11+ПЗС-890 общее поглощение примерно равнялось 520 л/м<sup>3</sup>, из которых 400 л/м<sup>3</sup> (70%) СД-11 и 120 л/м<sup>3</sup> (30%) ПЗС-890.

Таким образом, при последовательных пропитках испытанными парами защитных средств без интервала на сушку после первой пропитки преобладает (при соотношении примерно 2 : 1) поглощение компонента первой пропитки. В связи с этим возникает возможность в зависимости от желательного соотношения между уровнями защиты от биоразрушения и возгорания и растворимости защитных средств выбирать последовательность введения пропиточных жидкостей. В отношении суммарного поглощения пара ПЗС-890+СД-11 является более эффективной, чем пара СД-11+ПЗС-890. Соотношение суммарных поглощений для этих пар определяется примерно как 7 : 5.

Пропитанные образцы выдерживались в течение года для перераспределения защитных средств по толще материала. После

41. Потеря массы и фазовые характеристики горения, полученные при испытании древесины, защищенной по способу двойных пропиток

Защитные средства и последовательность их введения	Отрезок бревна	Чистое поглощение, кг/м <sup>3</sup>			Потеря массы образцов из зоны заболони, %		Продолжительность самостоятельного горения малых образцов, с			
		ПХФ	ЗМ	СД	при периферической	прилегающей к ядру	пламенем, выпиленных из зоны заболони		тлением, выпиленных из зоны заболони	
							периферической	прилегающей к ядру	периферической	прилегающей к ядру
ПЗС-890 +	1	8	32	69	17	20	7	10	12	12
+ СД-11	2	7	28	60	18	47	8	42	22	63
СД-11 +	1	2	8	68	17	20	7	8	10	10
+ ПЗС-890	2	2	8	57	20	23	8	9	16	18
ПЗС-890	1	10	40	—	98	—	59	—	162	—



этого из заболони каждого из них были изготовлены 20 образцов ( $20 \times 10 \times 5$  мм) для сжигания по методу ОСП.

Данные, представленные в табл. 41, показывают, что при двойных пропитках может быть обеспечена высокая степень защиты древесины от возгорания. По глубине зоны пропитки защищенность в большинстве случаев снижалась лишь на 2—3%. Отклонения от этого наблюдались лишь на отрезке, пропитанном ПЗС-890+СД-11, когда проникновение СД-11, по-видимому, достигло приядрового слоя лишь частично.

Следует отметить одно важное обстоятельство, касающееся эффективности СД-11 как пассиватора горения зеленого масла, входящего в состав ПЗС-890. Например, при пропитке ПЗС-890+СД-11 и СД-11+ПЗС-890 содержание зеленого масла в древесине в первом случае составляло 28—32 кг/м<sup>3</sup>, а во втором лишь 8 кг/м<sup>3</sup>. Однако в обоих случаях достаточно было 57—69 кг/м<sup>3</sup> СД-11 для того, чтобы потеря массы оставалась в пределах 17—20%, в то время как без СД потеря массы составляла 98%.

Показатели продолжительности горения пламенем и тлением, а также потери массы в данном опыте хорошо согласуются между собой (см. табл. 41).

### **Сравнительное исследование антипиренных свойств комплексных препаратов различными методами лабораторных и полигонных испытаний**

Исследователи обычно отдают предпочтение какому-либо одному методу испытаний, предполагая, что он лучше других, поэтому многие известные антипирены оценены по показателям, полученным неодинаковыми методами. Следовательно, недостаточно и данных по оценке самих методов. В связи с этим были проведены испытания одних и тех же антипиренов различными методами.

**Испытание по методу ОСП.** Исследовались препараты ПББ-255, ХМББ-1128 и ПБС-255. По рис. 55 видим, что при чистых поглощениях в пределах 10—20 кг/м<sup>3</sup> наиболее эффективным антипиреном является ПББ-255. При увеличении поглощения до 40 кг/м<sup>3</sup> к нему приближается ПБС-255. При поглощении 80 кг/м<sup>3</sup> все испытанные препараты показали высокую защищающую способность (потери массы 21—25%).

Следует дополнительно отметить обнаруженную в этом опыте способность препарата ПББ-255 хорошо защищать древесину при низком поглощении. Например, уже при увеличении поглощения с 10 до 20 кг/м<sup>3</sup> наблюдается резкий скачок в повышении эффективности препарата. Если при поглощении 10 кг/м<sup>3</sup> потеря

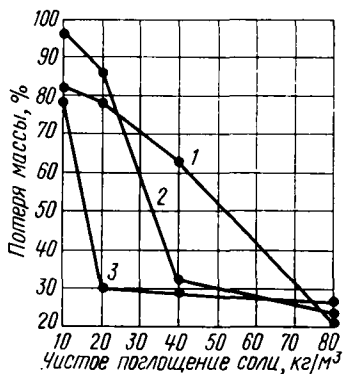


Рис. 55. Зависимость потери массы образцов от чистого поглощения соли:  
 1 — ХМББ-1128; 2 — ПБС-255;  
 3 — ПББ-255

массы составляла 78%, то при поглощении 20 кг/м³ она снижалась уже до 30%.

Наименьшая продолжительность горения пламенем и тлением наблюдалась у образцов, пропитанных ПББ-255, а наибольшая —

**42. Показатели огнезащитных свойств комплексных препаратов, полученные при испытании по методу ОСП**

Защитное средство	Чистое поглощение соли, кг/м³	Класс огнезащитающей способности по шкале Сенжской лаборатории	Потеря массы, %	Продолжительность горения, с	
				пламенем	тлением
ПББ-255	10	IV	78	31	109
	20	II	30	16	48
	40	II	29	14	19
	80	I	25	5	5
ХМББ-1128	10	—	82	35	119
	20	IV	78	23	115
	40	IV	63	19	100
	80	I	21	11	48
ПБС-255	10	—	96	43	133
	20	—	86	27	90
	42	II	32	12	29
	80	I	23	12	17
Контроль			96	65	80

ПБС-255 (табл. 42). С ростом поглощения продолжительность горения пламенем и тлением для испытанных препаратов снижается быстрее, чем потеря массы. Обращает на себя внимание, что при равном количестве в препаратах ПББ-255 и ХМББ-1128 соединений бора, в основном определяющих огнезащиту, препарат ХМББ-1128 имеет худшие показатели. Это указывает на отрицательную роль группировки ХМ для проявления огнезащитного эффекта борных соединений.

В Сенсжской лаборатории принято распределять антилирены, испытанные по методу ОСП по защищающей способности, на четыре класса: I — потеря массы до 25%; II — 25—40%; III — 40—60%; IV — 60—80%. Из табл. 42 видно, что I классу соответствуют все испытанные препараты лишь при чистом поглощении 80 кг/м<sup>3</sup>; II классу — препарат ПББ-255 с поглощением 20 кг/м<sup>3</sup> и ПБС-255 с поглощением 40 кг/м<sup>3</sup>. Соотношение между указанными классами защищающей способности и группами горючести защищенной древесины по ГОСТ 16363—76 пока не выявлено. Испытание по методу ASTM-E-69—71. Испытывались препараты ПББ-255 и ХМББ-1128 при импульсе 1,5 мин.

Как видим (табл. 43), препарат ПББ-255 при чистом поглощении 31 кг/м<sup>3</sup> обеспечивает хорошую защиту (низкая температура отходящих газов, почти полное отсутствие самостоятельного горения, потеря массы 5%). При этом же поглощении защищающая способность препарата ХМББ-1128 значительно ниже

43. Показатели огнезащитных свойств комплексных препаратов, полученные при испытании по методу ASTM-E-69—50 при импульсе 1,5 мин

Защитное средство	Чистое поглощение соли, кг/м <sup>3</sup>	Потеря массы, %	Продолжительность самостоятельного горения, с		Максимальная температура отходящих газов в период самостоятельного горения, °C
			пламенем	тлением	
ПББ-255	8	74	210	210	512
	15	50	240	150	384
	31	5	30	24	47
ХМББ-1128	16	80	270	180	308
	31	57	42	80	235
	71	10	28	20	228
Контроль	—	80	180	420	590

(потеря массы 57%), но при 70 кг/м<sup>3</sup> она также очень высока (10%). Таким образом, в данном случае мы приходим примерно к тем же выводам об эффективности испытанных препаратов, что и при испытании их по методу ОСП.

**Испытание по ГОСТ 16363—76.** Испытывались препараты ПББ-255, ХМББ-1128 и ПБС-255. Опыт показал (табл. 44), что антипиренная эффективность испытанных препаратов была достаточно высокой даже при чистом поглощении 30 кг/м<sup>3</sup> (потеря массы не более 20%). В соответствии с ГОСТ такая древесина относится уже к трудновоспламеняемым материалам. Однако более эффективным был все же препарат ПББ-255. Его показатели при этом методе испытаний оказываются не хуже показателей группировки СД-11.

Полученные в данном опыте результаты показывают, что метод испытаний по ГОСТ 16363—76 слабее дифференцирует эффективность антипиренов.

#### 44. Показатели огнезащитных свойств комплексных препаратов и группировки СД, полученные при испытании по ГОСТ 16363 — 76

Защитное средство	Чистое поглощение соли, кг, м <sup>3</sup>	Потеря массы, %	Продолжительность самостоятельного горения, с		Максимальная температура самостоятельного горения, °С
			пламенем	тлением	
ПББ-255	28	18	48	80	253
	60	12	1	50	128
ХМББ-1128	28	19	60	132	276
	58	16	20	150	224
ПБС-255	30	20	18	224	242
	64	14	1	288	186
СД-11 *	30	18	30	40	190
	59	12	0	28	140

\* В данном опыте, как и в других, антипиренная группировка СД-11 использовалась в качестве контрольной.

**Огневые испытания на моделях дощатая труба.** Испытания на моделях (рис. 56) представляют дополнительные трудности, поскольку защищенность в этом случае зависит не только от чистого поглощения, но и от глубины пропитки, а при испытаниях на дощатых моделях и от соотношения поверхностей ЛПЗ и ТПЗ со стороны воздействия источника поджигания,

а



б



в



Рис. 56. Общий вид огневых испытаний на моделях дощатая труба, пропитанных:

1 — ХМ-11; 2 — ББ-11; 3 — ПХФН; 4 — контроль; 5 — ШББ-255; 6 — ХМББ-1128; 7 — ШБС-255; 8 — СД-11;

а — подготовленные модели; б — горение импульса; в — горение моделей на 10-й мин

а иногда и со стороны возможного развития процесса горения. При испытании старой, частично загнившей древесины<sup>1</sup> эти трудности увеличиваются в связи с повышенной неоднородностью пропиточной емкости такого материала и сложностью подбора однородных деталей для моделей.

В опыте на моделях дощатая труба испытывались огнезащитные свойства комплексных препаратов ПББ-255 и ХМББ-1128 и их компонентов. Детали модели (40×160×300 мм) пропитывались по способу вымачивания. Поглощения препаратов и их компонентов были выбраны невысокие с учетом обычно применяемых для биозащиты.

Опыт ставился применительно к защите тесовых кровель уникальных построек, поэтому модели были изготовлены из сосновых кровельных досок, прослуживших 12 лет. Доски имели неравномерное по сечению расположение заболони, а также загнившие участки, но в целом сохраняли еще достаточную прочность. Как видим (табл. 45), контрольная труба сгорела почти полностью. Она обрушилась уже на 27-й мин. Труба из досок, пропитанных СД-11, не загорелась, но и показатели ее защищенности были очень высокие (общее поглощение 64 кг/м<sup>3</sup>, глубина пропитки со стороны горения импульса 13 мм).

45. Показатели горения моделей дощатая труба, пропитанных различными защитными средствами способом вымачивания

Защитное средство	Поглощение соли, кг/м <sup>3</sup>		Средняя глубина пропитки со стороны горения импульса, мм	Продолжительность самостоятельного горения, мин			Потеря массы, %
	общее	чистое		пламенем	тлением	до обрушения	
ХМ-11	8	18	13,5	77	120	46	94
ББ-11	10	18	13,5	63	30	77	68
ПХФН	10	100	2	85	30	36	74
ПББ-255	26	31	16	7	26	—	20
ХМББ-1128	20	24	20	10	38	—	50
СД-11	64	141	13	0	0	—	0
Контроль	—	—	—	58	35	27	85

Подробнее рассмотрим защитные свойства комплексных препаратов и их компонентов. Модель, пропитанная ПББ-255, при

<sup>1</sup> Опыты на моделях были проведены на старой, частично загнившей древесине и преследовали задачи отбора препаратов для защиты уникальных объектов.

чистом поглощении  $31 \text{ кг/м}^3$  и глубине пропитки 16 мм показала низкую потерю массы (20%). Продолжительность горения пламенем составила 7, а тлением — 26 мин. Модель, пропитанная ХМББ-1128 при чистом поглощении  $24 \text{ кг/м}^3$  на глубину 20 мм, горела пламенем и тлением также непродолжительно (соответственно 10 и 38 мин), но потеря массы была более высокой (50%).

Группировка ББ-11 при более низком чистом поглощении  $18 \text{ кг/м}^3$  и глубине пропитки 13,5 мм показала все же заметные огнезащитные свойства: пропитанная ею модель горела пламенем 63 мин, тлением 30 мин и потеряла 68% массы. Для группировки ХМ-11 при чистом поглощении  $18 \text{ кг/м}^3$  и глубине пропитки 13,5 мм были получены значительно худшие результаты: горение модели пламенем 77 мин, тлением 120 мин, потеря массы 94%. Свообразные результаты дало сжигание модели, пропитанной ПХФН всего на глубину 2 мм, но с чистым поглощением  $100 \text{ кг/м}^3$ . Модель горела пламенем слабо, но продолжительно (85 мин), а тлела также слабо и недолго (30 мин), потеря массы 74%. Особенности горения материала, пропитанного компонентами испытанных препаратов, в некотором отношении объясняют эффективность препаратов в целом. На основании данного опыта складывается благоприятное отношение к сочетанию ПХФН и ББ-11. **Огневые испытания на моделях бревенчатый колодец.** Опыт поставлен для выявления эффективности комплексных препаратов ПББ-255, ХМББ-1128 при воздействии мощного и длительного импульса на защищенные ими массивные конструкции. В опыте участвовали и некоторые другие препараты и компоненты, вводимые по способу двойных пропиток (табл. 46). Модели изготовлены из сосновых бревен, взятых из однородных стен старой сельской постройки. Бревна имели с наружной стороны глубокие трещины, их заболонь имела коловую гниль с очагами бурой. Наружная сторона бревен ставилась внутрь моделей. Модели пропитывались панельным способом с обеих сторон. Было установлено, что препарат ББД-112 и группировка СД-11 по сравнению с другими препаратами обладают значительно пониженной проникаемостью. Сжигание моделей продолжалось 70 мин (рис. 57), после чего оно было остановлено заливкой их водой с учетом ее расхода и времени, потребного на тушение.

В результате (см. табл. 46) установлено, что ББ-11, ББД-112 и СД-11 с чистыми поглощениями соответственно  $42,50$  и  $50 \text{ кг/м}^3$  показали высокие огнезащитные свойства. При условии, что контрольная модель прогорела на глубину 29 мм, развил при этом температуру более  $1100^\circ\text{C}$  и потребовав на тушение 58 л воды и 180 мин, модели, пропитанные указанными составами, не загоре-

лись. Из остальных препаратов лучшие огнезащитные свойства обнаружил ПББ-255 ( $t=145^{\circ}\text{C}$ , глубина прогорания 4 мм). Препараты ХМББ-1128, ГР48-23П, а также состав ПТ показали примерно равные результаты, а ПББ-255+ПЗС-890 при двойной пропитке обнаружил все же повышенную способность вызывать

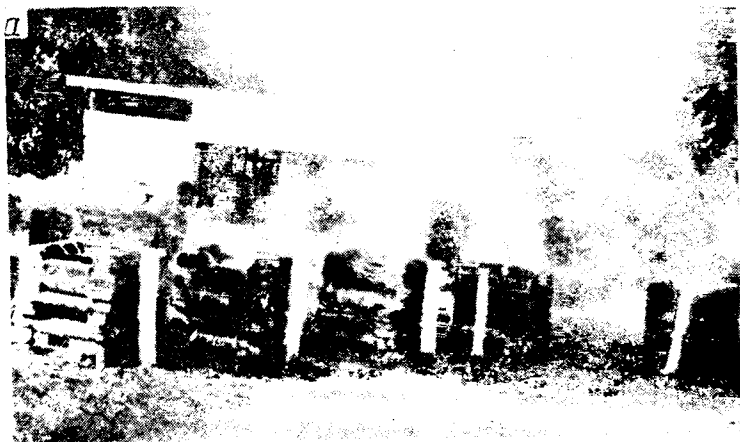


Рис. 57. Общий вид огневых испытаний на моделях бревенчатый колодец, пропитанных (слева направо):  
*a* — ПББ-255; ХМББ-1128; ПБС-255; ГР48-23П; контроль; *б* — ПББ-255+  
 +ПЗС-890; ПТ; ВВД-112; СД-11; ВВ-11



Защитное средство	Поглощение соли, кг/м <sup>3</sup>		Средняя глубина пропитки со стороны горения импульса, мм	Продолжительность самостоятельного горения, мин		Средняя глубина прогорания, мм	Количество воды, пошедшей на гашение, л	Время, затраченное на гашение, мин	Максимальная температура самостоятельного горения, °С
	общее	чистое		пламенем	тлением				
ББ-11	20	42	40	0	0	0	0	0	—
ПББ-255	20	42	40	0	72*	4	2	2	145
ХМББ-1128	16	40	34	0	130	8	11	60	180
ГР48-23П	10	21	40	0	130	7	10	60	160
ПТ (поташ)	31	68	40	34*	46*	8	10	10	167
ББД-112	24	50	39	0	0	0	0	0	—
ПББ-255+ПЗС-890	13+0,7	27+1,3	40+51	0	250	8	13	180	170
СД-11	20	50	35	0	0	0	0	0	—
Контроль	—	—	—	0	210	29	58	180	Более 1100

\* В данном случае горели отдельные бревна.

тление древесины, в связи с чем для тушения модели потребовалось много времени и воды.

Сравнительная оценка методов испытаний антипиренов. После испытания одних и тех же антипиренов различными методами можно дать им сравнительную оценку. Для этого составлена сводная табл. 47, из которой видно, что из лабораторных методов примерно одинаковые данные для сравнительной оценки огнезащитной способности препаратов дают методы ОСП и ASTM. При испытаниях этими методами препарат ПББ-255 показывает значительно лучшие антипиренные свойства, чем препарат ХМББ-1128. При испытании по ГОСТ 16363—76 антипиренные свойства этих же препаратов по основному показателю — потере массы — оказываются одинаковыми. Таким образом, испытание по ГОСТ слабее дифференцирует защитные средства и для научно-исследовательских целей не может быть рекомендовано. Из табл. 48 также видно, что показатели, получаемые по лабораторным методам ОСП и ASTM, в известной мере согласуются с показателями, получаемыми по полевым методам испытаний на мо-

47. Сравнительные показатели горения пропитанной древесины при различных методах испытаний

Метод испытания	Защитное средство	Чистое поглощение соли, кг/м <sup>3</sup>	Потеря массы, %	Продолжительность горения, мин	
				пламенем	тлением
ОСП	СД-11	40	18	6	12
	ПББ-255	40	29	14	19
	ХМББ-1128	40	63	19	100
ГОСТ 16363 — 76	СД-11	30	18	30	40
	ПББ-255	28	18	48	80
	ХМББ-1128	28	19	60	132
ASTM-E-69—71	ПББ-255}	31	5	30	24
	ХМББ-1128	31	57	72	80
Модель дощатая труба	ПББ-255}	31	20	7	26
	ХМББ-1128	24	50	10	38
Модель бревенчатый колодец			Глубина прогорания, мм:		
	ПББ-255	42	4	0	72
	ХМББ-1128	40	8	0	130

делях. Последние, однако, как было показано выше, дают и ряд дополнительных характеристик испытываемых средств (температуру отходящих газов, затраты времени и воды на тушение и др.), поэтому лабораторными заменяться не могут. Наиболее простыми из испытанных методов, дающими достаточно надежные результаты, являются ОСП и ДТ (дощатая труба), которые взаимно дополняют друг друга и на ближайшее время рекомендуются для поиска и исследований антипиренов. Однако опыт нашей работы указывает и на то, что испытания всех антипиренов по какому-либо одному из известных методов все же не дают достаточно сравнимых результатов. Обычно режимы огневого воздействия, не соответствующие классу огнезащитных свойств испытываемой партии антипиренов вне зависимости от того, являются ли они слишком мягкими или слишком жесткими, нивелируют свойства этих антипиренов. Поэтому для дальнейшей дифференциации испытанных таким образом антипиренов следует их дополнительно испытывать по классам (хотя бы по двум — сильные, слабые), применив и более соответствующие для них огневые режимы.

## Вопросы дифференцирования уровней защиты по вероятности возгорания и последствиям пожара

Необходимый уровень защищенности материала от биоразрушения обычно рассчитывают, исходя из условий и желательной продолжительности его службы, которые оценивают с учетом вероятности и скорости возможного разрушения. Защиту материала от возгорания таким же образом рассчитать трудно, так как пожары менее закономерны, чем процессы разрушения, и неизвестно, какому огневому воздействию и когда может подвергнуться конструкция или материал. На практике колебания в степени огнезащиты часто определяются без достаточной связи с условиями службы и обычно возникают преимущественно по организационным или экономическим соображениям. Как следствие этого нередко считается достаточным проведение защиты без учета достигаемой степени (уровня) защищенности, которая придается конструкции. Этому способствуют и неясности в методах определения защищенности. Защищать все на одинаковом уровне с одинаковыми затратами защитных средств и труда не нужно, а для дифференцирования уровня защиты мало данных. В результате конструкции, обработанные без учета необходимой степени защищенности, горят, их защищенность оказывается практически незаметной и это дискредитирует защитное мероприятие. Обработка или пропитка конструкции антипиренами без расчета или хотя бы обоснования уровня защищенности — одна из причин слабого применения огнезащиты.

Необходимо рассмотреть еще раз, все ли сделано в отношении классификации условий службы и вероятности возгорания и горения деревянных построек, а также в отношении расчетов и обоснований дифференциации уровней их защиты. Нельзя сказать, что по этим трудным вопросам проблемы выполнено мало работ. Многие усилия отечественных и зарубежных специалистов в течение десятилетий были направлены именно на их решение. В результате много сделано для установления температур, возникающих при пожарах, определения горючести материалов и стойкости конструкций. В этом плане предложены и необходимые классификации. По возгораемости материалы и конструкции делят на три группы: негораемые, трудногораемые и сгораемые. По пожарной опасности производства делят на пять категорий. Введено много важных понятий в области горения материалов и конструкций, например огнестойкость, предел огнестойкости, показатель возгораемости и т. д. [25, 206, 238, 303а]. Если обратимся к практике, то увидим, что многое в отношении дифференцирования огнезащиты также сделано. Противопожарными

нормами предусматриваются правила устройства перегородок, расстояния между постройками с учетом материала, из которого они сооружены и т. д. Сюда же можно отнести запрещение некоторых конструктивных приемов, правила выполнения электропроводок с учетом степени возгораемости конструкций и т. д. Все это делается на основании специальных испытаний конструкций на огнестойкость. Наиболее высокие требования предъявляются к защите зрелищных предприятий, больниц, яслей, судов. Все правила в области огнезащиты составлены с учетом вероятности загорания, скорости распространения огня, трудности тушения.

Однако многие классификации еще очень общи и не дают необходимых количественных характеристик условий службы и защитных мер, а правила огнезащиты распространяются в основном на требования к конструкциям и материалам и мало касаются мер химической защиты. По-видимому, целесообразно приложить еще немало усилий для разработки классификаций объектов по пожароопасности и по соответствующим мерам ее снижения. Ниже рассмотрены некоторые общие данные, из которых исходили и все наши предшественники, а также некоторые особенности конструкций, влияющие на распространение огня и возникновение высоких температур, способствующих горению массивных элементов и расширению очага пожара.

Древесина легко загорается, горит быстрее, чем даже керосин или кинопленка, но температура ее горения обычно не превышает  $1200^{\circ}\text{C}$ . Горение при достаточно большой массе материала характеризуется накоплением тепла и самоускорением, но может происходить только при необходимом количестве кислорода. Скорость горения находится в обратной зависимости от теплопроводности, теплоемкости, плотности и влажности материала. Она также зависит от скорости движения воздуха в горячей системе. Древесина горит гетерогенно, т. е. с поверхности, поэтому скорость сгорания зависит от соотношения поверхности и объема материала. Горение может происходить пламенем, т. е. со светящейся газовой оболочкой, или тлением, когда газов выделяется мало. Процесс горения тормозится образованием на поверхности материала слоя угля и газов, не содействующих горению и препятствующих подводу к горящему материалу кислорода воздуха.

В конечном счете невысокая теплопроводность древесины, способность при горении не развивать очень высоких температур и образовывать на поверхности низкотеплопроводный слой угля не ставят ее по огнестойкости на какое-либо особое место среди многих строительных материалов. Даже железобетонные перекрытия и колонны иногда оказываются менее огнестойкими, чем деревянные.

Загорание может возникнуть по разным причинам, в частности под влиянием грозового разряда, из-за неисправности электропроводки и печей, неосторожного обращения с огнем и электроприборами, пожара другой, близко расположенной постройки, взрыва или поджога. В связи с этим изменяется и характер очага возгорания, скорость горения и трудность борьбы с пожаром.

Механизм развития пожара, например загорания постройки от какого-либо незначительного внутреннего источника поджигания, складывается из нагрева воздуха в замкнутом пространстве, поступления в него горючих газов термического разложения материалов и воспламенения больших поверхностей. Основным фактором распространения огня является горючесть материала, окружающего очаг загорания. Процесс горения в дальнейшем сам все более и более улучшает условия своего развития за исключением тех случаев, когда возникает дефицит кислорода. Быстрое, как бы автокаталитическое развитие очага горения часто является главной причиной гибели людей и материальных ценностей.

Рассмотрим некоторые дополнительные положения для построения классификаций объектов горения и разработки химических мер предупреждения пожаров.

При оценке опасности пожара следует принимать во внимание размеры построек, их сгруппированность и участие в их конструкции материалов различной степени горючести. Вероятность загорания жилого дома при прочих равных условиях пропорциональна количеству квартир. Пожар деревянного дома, стоящего в поселке, опаснее, чем дома, одиночно стоящего и комбинированного по материалу. При пожаре крупных построек возникают очень высокие температуры, мощные тепловые излучения, конвективный и ветровой перенос сильно нагретых масс воздуха и выбросы турбулентными потоками газа недогоревших элементов. Крупные очаги активнее расширяются. Из конструкций наиболее уязвимыми являются тесовые и другие легкие конструкции, в которых легко возникает тяга воздуха, например полые перегородки, а также рыхлый горючий утеплитель стен.

Последствия пожара определяются убытком, связанным с исчезновением зданий и их содержимого (оборудования, материалов и других ценностей), но еще более — человеческими жертвами, вероятность которых повышается в условиях трудной эвакуации людей из очага пожара.

В зависимости от условий и желаний химическая защита может быть полная, касающаяся всего объекта, или частичная, относящаяся к защите отдельных конструкций или даже их элементов. Полная защита очень дорога и не всегда оправдыв-

48. Приближенное соответствие между классами и подклассами  
нуждаемости объектов в защите и классами защиты

Объекты защиты от возгорания	Классы объектов по нуждаемости в огнезащите	Подклассы объектов по нуждаемости в защите		
		комбинированные одиночные	комбинированные групповые и деревянные одиночные	деревянные групповые
		А	Б	В
		Классы защиты		
Производственные помещения с оборудованием, не превышающим их стоимости	1	I	II	III
То же с оборудованием, превышающим их стоимость	2	II	III	IV
Жилые дома, школы, санатории	3	III	IV	V
Библиотеки, склады, магазины, животноводческие постройки	4	IV	V	VI
Театры, кино, клубы, лектории	5	V	VI	VII
Ясли, больницы, родильные дома, пассажирские вагоны, сторожевые помещения	6	VI	VII	VIII
Кинобудки, склады горючего, суда, музеи, картинные галереи, архивы	7	VII	VIII	IX

вается. Частичная же более доступна и обычно может быть выполнена совмещенно с защитой от биоразрушения.

Уже сейчас хотя бы в качестве примера, в дополнение к имеющимся классификациям можно все объекты по нуждаемости в химической защите разбить на классы (например, 7 классов) и подклассы (например, 3 подкласса). Тогда по уровню защиты все объекты могут быть разбиты на девять классов защиты (табл. 48) с отнесением к каждой группе классов защиты возможных для соответствующих объектов конструкций (табл. 49). Каждый класс защиты в этом случае может получить конкретную характеристику: антипирен — поглощение — глубина пропитки в возможных эквивалентных условиях защиты, но для этого потребуются дополнительная разбивка конструкций на наружные и внутренние, а также подлежащие и не подлежащие окраске (табл. 50).

Конечно, при разбивке объектов на классы и подклассы нуждаемости в защите и особенно при разбивке антипиренов и уста-

Класс объектов по нуждаемости в огнезащите	Подклассы объектов		
	А. Комбинированные одиночные	Б. Комбинированные групповые и деревянные одиночные	В. Деревянные групповые
1—3	Стропила и обрешетка (при мягкой кровле), нештукатуренные потолки и перегородки	Стропила и обрешетка при мягкой кровле, нештукатуренные деревянные стены (изнутри) и потолки, перегородки, деревянные лестницы и лестничные клетки	Стропила и обрешетка, нештукатуренные стены, потолки и перегородки, деревянные лестницы и лестничные клетки
4—6	Стропила и обрешетка, полы верхних этажей, нештукатуренные потолки и перегородки, деревянные лестницы и лестничные клетки	Стропила, обрешетка, полы верхних этажей, нештукатуренные мокрым способом стены (изнутри), перегородки, потолки и другие детали перекрытий, деревянные лестницы и лестничные клетки	Стропила, обрешетка, полы верхних этажей, нештукатуренные мокрым способом стены, перегородки, потолки и другие детали перекрытий, крыльца, карнизы и балконы, деревянные лестницы и лестничные клетки
7	Все детали		

новлении параметров пропитки по классам защиты встретятся большие трудности. К сожалению, пока нет достаточно надежных методов расчета для установления эффективного соответствия между классами и подклассами построек по нуждаемости в защите и классами защиты. Но все же для установления такого, хотя бы ориентировочного, соответствия должны приниматься во внимание определенные условия. Мы предлагаем положить в их основу вероятную температуру горения, скорость распространения огня и ожидаемую продолжительность горения объекта до пожаротушения. Назовем совокупность этих факторов условной моделью начала пожара. Первые приближенные нормы химической защиты конструкций приведены в табл. 50. При проектировании и осуществлении антипиренной защиты следует пользоваться материалами, изложенными в гл. IV, V и VI.

Пример. Ясли, стоящие одиночно (в парке). Находим в табл. 48 класс (и подкласс) нуждаемости объекта в защите (6—Б) и класс защиты (VII). По табл. 49 устанавливаем конструкции, подлежащие защите, а по табл. 50 — антипирен и параметры защищенности. В итоге получаем: для внутренних конструкций, подлежащих покраске, пропитку препаратом ББ-11 с общим поглощением  $70 \text{ кг/м}^3$  на средневзвешенную глубину 16 мм;

для внутренних конструкций, не подлежащих покраске, пропитку препаратом СД с общим поглощением 65 кг/м<sup>3</sup> на глубину 14 мм, а для наружных конструкций соответственно — препаратом ПББ-37 кг/м<sup>3</sup> на глубину 9 мм и препаратом СД+ГК 35 кг/м<sup>3</sup> на глубину 8 мм.

**50. Параметры защищенности для разных классов защиты в зависимости от характера конструкций**

Класс защиты	Конструкции							
	внутренние				наружные			
	под покраску, препарат ББ-11		без покраски, препарат СД		под покраску, препарат ПББ **		без покраски, препарат СД + ГК ***	
	общее поглощение, кг/м <sup>3</sup>	средневзвешенная глубина * пропитки, мм	общее поглощение, кг/м <sup>3</sup>	средневзвешенная глубина * пропитки, мм	общее поглощение, кг/м <sup>3</sup>	средневзвешенная глубина * пропитки, мм	общее поглощение, кг/м <sup>3</sup>	средневзвешенная глубина * пропитки, мм
I	20	4	10	2	7	2	5	1
II	30	6	20	4	12	3	10	2
III	40	8	30	6	17	4	15	3
IV	50	10	40	8	22	5	20	4
V	60	12	50	10	27	6	25	5
VI	65	14	60	12	32	7	30	6
VII	70	16	65	14	37	9	35	8
VIII	75	18	70	16	42	11	40	10
IX	80	20	75	18	42	13	40	12

\* При пропитке на большую глубину деталей с высоким содержанием ТПЗ предусматривается их накальвание.

\*\* Препарат ПББ указан с нефиксированным соотношением компонентов. Модификации препарата выбираются таким образом, чтобы при условии возрастания класса огнезащиты увеличивалось содержание антипиренной части, а антисептическая часть находилась бы в соответствии с вероятностью биологического разрушения, которое определяется по табл. 3.

\*\*\* ГК — гидрофобизирующий компонент.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агресс Е. Б. Преимущества использования консервированной древесины.— «Экономика и организация промышленного производства», 1972, № 4, с. 149—157.
2. Адо Ю. В. Биржевая гниль.— «Сборник работ АЛТИ», 1935, вып. III, с. 43—54.
3. Адрианов В. Д., Вольтер А. Г. Морские древоточцы. Владивосток, 1947, 131 с.
4. Ардов Д. И. и др. Способ получения огнестойкой древесины. Авт. свид. № 178087.— «Бюл. изобретений и открытий», 1966, № 2.
5. Арефьев В. А. Огнебиозащитный состав для пропитки древесины. Авт. свид. № 359150.— «Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки», 1972, № 35.
6. Арефьев В. А. Комплексная защита древесины от гниения и возгорания в сельском строительстве.— «Науч. труды ЛТА», 1973, № 156, с. 31—36.
7. Арефьев В. А. Огнебиозащитный состав для древесины. Авт. свид. № 399368.— «Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки», 1973, № 39.
8. Арзуманян Г. А. Особенности поражения деревянных конструкций зданий в Армянской ССР. Ереван, 1955. 88 с.
9. Ахремович М. Б. Защита деревянных конструкций зданий от разрушителей древесины. М., 1964. 91 с.
10. Баракс А. М. О продлении срока службы деревянных шпал путем предварительной наковки.— «Вестн. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та ж.-д. транспорта», 1958, № 2, с. 38—43.
11. Баракс А. М., Никифоров Ю. Н. Глубокая пропитка древесины путем применения наколов. М., 1969, 156 с.
12. Басов М. А. Домовый гриб и борьба с ним. М.—Л., 1948, 92 с.
13. Баумгартен К. Ф. Вред, причиняемый строениям домовым грибом (*Merulius*).— «Инж. журн.», 1887, № 6—10, с. 783—1220.
14. Баумгартен К. Ф. Домовый гриб (*Merulius lacugmans*) и практические советы по борьбе с ним. СПб., 1900. 49 с.
15. Белелюбский Н. А. Доклад о результатах испытаний ксилолита (О новом строительном материале — ксилолите — дерево-камень).— «Изв. собр. инж. путей сообщ.», 1892, № 3, с. 53—55.
16. Беленков Д. А. Метод оценки токсичности антисептиков по вероятности защиты древесины.— «Лесн. журн.», 1966, № 2, с. 94—98.
17. Беленков Д. А. Биологическое обоснование и разработка метода оценки токсичности антисептиков для деструктурирующих грибов по вероятности защиты древесины. М., 1969. 46 с.
18. Белов Д. П. Защита деревянных мостов от гниения. М., 1950. 111 с.

19. **Белякова Л. А.** Испытание устойчивости грибов к фунгисидам.— В кн.: Сборник материалов по сохранению книжных фондов. Вып. III. М., 1958, с. 148—156.
20. **Безр Д.** Способ пропитывания шпал пиреновою жидкостью инженера-технолога Кирпичникова М., 1887. 33 с.
21. **Божич П. К.** Применение дерева для портовых гидротехнических сооружений в морях с древоточцами. М., 1946. 120 с.
22. **Бондарцев А. С.** Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа. М.—Л., 1953. 1107 с.
23. **Борщевский А. Н.** Причины поражения зданий домовыми грибами. М., 1932. 124 с.
24. **Борщевский А. Н.** Домовый гриб и меры борьбы с ним.— «Природа», 1952, № 10, с. 105—110.
25. **Бушев В. П., Пчелищев В. А.** Огнестойкость зданий. М., 1970. 261 с.
26. **Вакин А. Т.** Современное состояние научно-исследовательской работы в СССР по удлинению сроков службы древесины.— «Труды Ин-та леса АН СССР», 1950, т. VI, с. 36—52.
27. **Вакин А. Т., Ильин В. С.** Причины разрушения деревянных водопроводных труб.— «Техн. информ. ЛТА», 1955, № 24, с. 30—32.
28. **Вакин А. Т.** Хранение круглого леса. М.; 1964. 428 с.
29. **Вакин А. Т.** и др. Изыскание методов полноценной пропитки антисептиками древесины ели.— В кн.: Облагораживание древесины и биологическая переработка ее отходов. Л., 1968, вып. 110, с. 127—133 (Науч. труды ЛТА).
30. **Вакин А. Т.** и др. Комплексная гниль древесины в градирнях тепловых электростанций и меры борьбы с ней.— Там же, с. 91—100.
31. **Ванин С. И.** Биологические способы испытания антисептиков, употребляемых для предохранения дерева от гниения.— В кн.: Пропитка шпал. Работы шпалопрпиточной лаборатории за 1920—1925 гг. Вып. 4. М., 1926, с. 16—31.
32. **Ванин С. И.** К вопросу о влиянии синевы на пропитку древесины.— «Болезни растений», 1926, № 4, с. 187—192.
33. **Ванин С. И.** Грибы — разрушители шпал.— В кн.: Пропитка шпал. Работы шпалопрпиточной лаборатории за 1926 г. Вып. 5. М., 1927, с. 61—65.
34. **Ванин С. И.** Домовые грибы и меры борьбы с ними. Л., 1927. 48 с.
35. **Ванин С. И.** О влиянии синевы на пропитку.— В кн.: Пропитка шпал. Работы шпалопрпиточной лаборатории за 1926 г. Вып. 5, М., 1927, с. 49—54.
36. **Ванин С. И., Копытковский Б. Ф.** Борьба с домовыми грибами.— «Вопр. коммун. хоз-ва», 1928, № 4, с. 68—72.
37. **Ванин С. И.** Гниль дерева, ее причины и меры борьбы. М.—Л., 1928. 112 с.
38. **Ванин С. И., Копытковский Б. Ф.** Исследование антисептичности некоторых патентованных антисептиков.— В кн.: Консервирование дерева и пропитка шпал. Сб. VI. М., 1928, с. 84—89.
39. **Ванин С. И.** Материалы по изучению шпал, вынутых из пути.— Там же, с. 71—73.
40. **Ванин С. И.** О стойкости различных пород дерева в отношении домовых грибов.— Там же, с. 74—83.
41. **Ванин С. И.** Домовые грибы, их систематика и биология.— В кн.: Вопросы борьбы с домовыми грибами и консервирования дерева. Т. I. М., 1929, с. 5—17.
42. **Ванин С. И.** и др. Материалы по изучению домовых грибов.— Там же, Т. II. М., 1929, с. 5—19.

43. Ванин С. И., Копытковский Б. Ф. Методы исследования антисептических веществ, применяющихся для консервирования дерева, на искусственной питательной среде.— Там же, с. 20—34.
44. Ванин С. И. Домовые грибы, их биология, диагностика и меры борьбы. Л., 1930 112 с.
45. Ванин С. И., Копытковский Б. Ф. Результаты исследования антисептичности некоторых примесей ко фтористому натрию и нотанебских битумов.— «Сборник Ленингр. ин-та инж. путей сообщ.», 1930, вып. CV, с. 73—84.
46. Ванин С. И. Гниль дерева, ее причины и меры борьбы. М.— Л., 1931. 160 с.
47. Ванин С. И. и др. Домовые грибы и консервирование древесины, Л., 1932. 80 с.
48. Ванин С. И., Владимирская Н. Н. К биологии домашних грибов.— «Изв. Ленингр. ин-та борьбы с вредителями в сельском и лесном хоз-ве», 1932, вып. III, с. 57—74.
49. Ванин С. И., Владимирская Н. Н. К вопросу о влиянии некоторых запылок на развитие домашних грибов в древесине построек.— Там же, с. 39—43.
50. Ванин С. И., Андреев И. Е. К вопросу о влиянии лесоводственных факторов на проритку сосны и ели.— Там же, 1932, вып. II, с. 267—283.
51. Ванин С. И. Меры борьбы с домашними грибами.— «Защита растений». Т. VIII. 1932, № 1, с. 25—34.
52. Ванин С. И. и др. О влиянии домашних грибов на древесину, окрашенную масляными антисептиками и лаками.— «Изв. Ленингр. ин-та борьбы с вредителями в сельск. и лесн. хоз-ве», 1932, вып. III, с. 45—55.
53. Ванин С. И., Андреев И. Е. О проритке концов балок антисептиками по способу Фалька и аппаратом Кобра.— «Изв. Ленингр. ин-та борьбы с вредителями в сельск. и лесн. хоз-ве», 1932, вып. II, с. 299—308.
54. Ванин С. И., Владимирская Н. Н. О действии некоторых газов на грибницу домашних грибов и о глубине проникновения газов в древесину.— «Труды Ботан. ин-та АН СССР», Сер. IV, 1933, вып. I, с. 205—222.
55. Ванин С. И. Влияние начальных стадий гнили на проритку древесины антисептиками.— «Труды ЛТА», 1936, № 47, с. 24—38.
56. Ванин С. И. и др. О проритке заболони, ядра и спелой древесины маслянистыми антисептиками.— «Труды ЛТА», 1937, № 48, с. 73—87.
57. Ванин С. И. Современное состояние вопроса о домашних грибах и о мерах борьбы с ними.— «Труды ЛТА», 1947, № 60, с. 50—62.
58. Ванин С. И. Очерк развития консервирования древесины в СССР. Гл. 1 и 2.— «Труды ЛТА», 1950, № 69, с. 69—87. Гл. 3.— «Труды ЛТА», 1950, № 70, с. 95—110.
59. Ванин С. И. Развитие консервирования древесины в СССР.— «Труды ин-та леса», 1950, т. VI, с. 7—35.
60. Веденкин С. Г. Антипирены и огнестойкая древесина. М., 1931. 43 с.
61. Веденкин С. Г. Защита дерева от огня. М., 1932. 108 с.
62. Вихров Ю. В. и др. Консервация деревянных построек древнего Берестя.— В кн.: Тезисы докладов Всесоюзной конференции по современным проблемам древесиноведения. Минск, 1971, с. 125—127.
63. Вольтер А. Г. Инструкция по защите деревянного флота и гидротехнических сооружений от морских древоточцев. Владивосток, 1944. 42 с.
64. Генель С. В. Снижение гигроскопичности древесины обработкой ее расплавленными ароматическими аминами.— «Лесн. пром-сть», 1948, № 1, с. 18—23.
65. Герценштейн В. И. Предохранение дерева, а особенно шпал, от гниения и порчи насекомыми. Спб., 1887. 178 с.

66. Герценштейн В. И. Увеличение срока службы строевого и шпального леса на русских железных дорогах с помощью рационального предохранения его от преждевременной порчи, гниения и пожара. СПб., 1895. 52 с.
67. Голдин М. М. Руководство по борьбе с домовым грибом. М.—Л., 1934, 348 с.
68. Голдин М. М. Краткое руководство по предохранению от гнили деревянных конструкций. М., 1939. 120 с.
69. Голдин М. М. Антисептическая защита деревянных конструкций. М.—Л., 1945. 131 с.
70. Голдин М. М. Огнезащита деревянных конструкций. М., 1945. 32 с.
71. Голдин М. М. Грибоустойчивость и эксплуатационно-техническая целесообразность применения некоторых видов деревянных покрытий и перегородок.— «Строит. пром-сть», 1950, № 7, с. 16—17.
72. Голдин М. М. Антисептическая защита деревянных конструкций. М., 1951. 275 с.
73. Голдин М. М. Меры борьбы с грибами — разрушителями деревянных конструкций. М., 1952. 91 с.
74. Голдин М. М. Противогнильная защита деревянных конструкций при эксплуатации жилых зданий. М., 1958. 168 с.
75. Голутвина Л. Ф. и др. Новые способы получения огнестойких материалов с покрытиями.— «Сборник науч.-исслед. работ ВНИИПИК», 1966, вып. 17, с. 94—98.
76. Горшин С. Н. О построении препаратов против смешанной инфекции при антисептической обработке пиломатериалов. М.—Л., 1950. 11 с.
77. Горшин С. Н. Современные антисептики для пиломатериалов и принципы построения комбинированных препаратов.— «Труды Ин-та леса АН СССР», 1950, т. VI, с. 201.
78. Горшин С. Н. Дождевание древесины. М., 1953. 224 с.
79. Горшин С. Н., Рыкачев П. И. Исследование избирательных токсических свойств возможных компонентов комбинированных препаратов.— В кн.: Физико-механические свойства древесины. М., 1953, с. 21—38 (Сборник трудов ЦНИИМОД).
80. Горшин С. Н. и др. Защита пиломатериалов при атмосферной сушке от синевы и плесени препаратами ГР48. Химики, 1955. 22 с.
81. Горшин С. Н. Развитие современных положений и новые данные в области защиты древесины.— В кн.: Научно-техническая конференция по защите древесины. Химки, 1958, с. 5—13 (тезисы докл.).
82. Горшин С. Н. Защита древесины в Швеции. М.—Л., 1959. 110 с.
83. Горшин С. Н., Крапивина И. Г. Исследование стойкости древесины, пораженной разными видами грибов синевы, к комплексу почвенных деструкторов.— В кн.: Вопросы хранения древесины. Архангельск, 1962, с. 111—118 (Науч. труды ЦНИИМОД, вып. 12).
84. Горшин С. Н., Телятников Б. И. Пентахлорфенол и его применение для защиты древесины. М., 1962. 213 с.
85. Горшин С. Н. О сохранении качества экспортных пиломатериалов.— «Лесн. пром-сть», 1964, № 10, с. 11—14.
86. Горшин С. Н. Перспективы применения в СССР мышьяксодержащих препаратов для защиты древесины.— В кн.: Химическая переработка и защита древесины. Рига, 1964, с. 147—163.
87. Горшин С. Н., Чернцов И. А. Полигонные испытания антисептиков. М., 1966. 136 с.
88. Горшин С. Н., Крапивина И. Г. Закономерности разрушения древесины и проблемы прогнозирования ее службы.— «Науч. труды ЦНИИМОД», 1967, вып. 21, с. 17—52.

89. Горшин С. Н. и др. Исследование рациональных соотношений компонентов в антисептиках для древесины, построенных на основе меди, цинка, мышьяка и хрома.— Там же, с. 72—92.
90. Горшин С. Н. Некоторые важнейшие проблемы консервирования древесины.— Там же, с. 3—16.
91. Горшин С. Н., Телятникова Б. И. Повидовая токсикологическая характеристика пентахлорфенолята натрия и оксидифенолята натрия по отношению к грибам синевы и плесени.— Там же, с. 127—139.
92. Горшин С. Н., Нечаева Н. П. Повидовая токсикологическая характеристика некоторых фенольных и фтористых соединений к домовым грибам.— Там же, с. 147—152.
93. Горшин С. Н., Львова Г. Я. Повидовая токсикологическая характеристика этилмеркурфосфата и тетрахлорфенолята натрия по отношению к грибам синевы и плесени.— Там же, с. 140—146.
94. Горшин С. Н. Важнейшие вопросы защиты древесины от разрушения термитами.— В кн.: Термиты и меры борьбы с ними. Ашхабад, 1968, с. 142—151.
95. Горшин С. Н., Какалиев К. Исследования по противотермитной защите древесины.— Там же, с. 167—170.
96. Горшин С. Н. Состояние консервирования древесины в строительстве и важнейшие мероприятия.— В кн.: Повышение эффективности использования древесины в строительстве. Т. II. М., 1968, с. 169—180 (Материалы Всесоюз. совещ.).
97. Горшин С. Н., Крапивина И. Г. О роли сумчатых и несовершенных грибов в разрушении древесины.— «Микология и фитопатология», 1969, т. 3, вып. 5, с. 477—480.
98. Горшин С. Н., Крапивина И. Г. Антисептирование пиломатериалов. М., 1970. 63 с.
99. Горшин С. Н., Телятникова Б. И. Препарат для защиты древесины от вредителей. Авт. свид. № 249593. — «Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки», 1969, № 25.
100. Горшин С. Н. и др. Антисептик для скоростной пропитки древесины. Авт. свид. № 263851.— Там же, 1970, № 8.
101. Горшин С. Н. Способ консервирования сырой древесины. Авт. свид. № 279022.— «Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки», 1970, № 26.
102. Горшин С. Н. Способ пропитки сырой древесины. Авт. свид. № 279021.— Там же, 1970, № 26.
103. Горшин С. Н., Крапивина И. Г. Антисептик для пропитки древесины. Авт. свид. № 300321.— Там же, 1971, № 13.
104. Горшин С. Н. Атмосферная сушка пиломатериалов. М., 1971. 295 с.
105. Горшин С. Н., Фломина Е. Е. Зависимость фиксации соединений, образующихся в древесине, пропитанной препаратом МХМ, от различных факторов.— «Науч. труды ЦНИИМОД», 1971, вып. 26, с. 93—97.
106. Горшин С. Н. Исследование микроклимата склада и штабеля и разработка режимов атмосферной сушки пиломатериалов. Автореф. дис. на соиск. учен. степени д-ра техн. наук. М., 1971. 40 с. (МЛТИ).
107. Горшин С. Н., Крапивина И. Г. Органикорастворимые антисептики для консервирования древесины.— «Деревообраб. пром-сть», 1971, № 4.
108. Горшин С. Н., Крапивина И. Г.— Применение препаратов типа ПХФМ для консервирования древесины. Архангельск, 1971. 22 с.
109. Горшин С. Н., Крапивина И. Г. Применение препаратов типа ПХФЛ для консервирования древесины. Архангельск, 1971, 22 с.

110. Горшин С. Н., Фломина Е. Е. Установление оптимальных соотношений компонентов в препаратах МХМ.— «Науч. труды ЦНИИМОД», 1971, вып. 26, с. 84—92.
111. Горшин С. Н., Рымина Л. В. Исследование смачиваемости, проницаемости и поглощающей способности древесины разного состояния применительно к задачам химической защиты объектов деревянного зодчества.— В кн.: Вопросы защиты древесины. Ч. I. Киев, 1972, с. 69—75.
112. Горшин С. Н., Рымина Л. В. Исследование способа панельной пропитки применительно к памятникам деревянного зодчества без их разборки.— В кн.: Второй Всесоюзный симпозиум по биологическим повреждениям и обрастаниям материалов, изделий и сооружений. М., 1972, с. 99—101.
113. Горшин С. Н., Телятникова Б. И. К вопросу о производстве мышьяк-содержащих антисептиков для древесины.— В кн.: Вопросы защиты древесины. Ч. II. Киев, 1972, с. 11—19.
114. Горшин С. Н., Крапивина И. Г. Новые препараты на основе пентахлорфенола и нафтената меди.— Там же, с. 4—10.
115. Горшин С. Н. и др. Панельный способ глубокой пропитки памятников деревянного зодчества без разборки конструкции.— В кн.: Второй Всесоюзный симпозиум по биологическим повреждениям и обрастаниям материалов, изделий и сооружений. М., 1972, с. 102—104.
116. Горшин С. Н., Крапивина И. Г. Полигонные испытания антисептиков и исследование закономерностей разрушения древесины.— Там же, с. 96—98.
117. Горшин С. Н., Крапивина И. Г. Препараты для скоростной пропитки древесины.— «Лесн. пром-сть», 1972, № 3, с. 16—17.
118. Горшин С. Н., Крапивина И. Г. Применение легкопроникающих препаратов пентахлорфенола для пропитки древесины.— «Мех. обраб. древесины», 1972, № 4, с. 14—15.
119. Горшин С. Н., Телятникова Б. И. Применение хромсодержащих антисептиков.— Там же, № 2, с. 12.
120. Горшин С. Н., Суханов В. А. Скоростная пропитка древесины.— «Лесопиление», 1972, вып. 2, с. 4.
121. Горшин С. Н. и др. Антисептик для скоростной пропитки древесины. Авт. свид. № 361879.— «Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки», 1973, № 2.
122. Горшин С. Н., Телятникова Б. И. Антисептический препарат для защиты древесины. Авт. свид. № 369007 — Там же, № 10.
123. Горшин С. Н., Крапивина И. Г. Защищающая способность растворов пентахлорфенола (ПХФ) в различных нефтепродуктах.— «Лесн. журн.», 1973, № 3, с. 125—128.
124. Горшин С. Н., Крапивина И. Г. Исследование в области разработки рецептуры препаратов пентахлорфенола (ПХФ).— В кн.: Продукты переработки древесины — сельскому хозяйству. Ч. III. Защита древесины и новые древесные материалы в сельском строительстве. Рига, 1973, с. 16—23.
125. Горшин С. Н. и др. Способ пропитки деталей из древесины. Авт. свид. № 361878.— «Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки», 1973, № 2.
126. Горшин С. Н. и др. Устройство для пропитки деталей из древесины. Авт. свид. № 369006.— Там же, № 10.
127. Горшин С. Н. Причины преждевременного гниения деревянных построек и меры по повышению их долговечности.— «Мех. обраб. древесины», 1975, № 2, с. 3—4.
128. Горшин С. Н. и др. Антисептик для пропитки древесины. Авт. свид.

- № 458443.— «Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки», 1975, № 4.
129. Горшин С. Н., Рымина Л. В. Глубокая пропитка горизонтальных конструкций без их разборки.— В кн.: Достижения техники и технологии деревообрабатывающей промышленности. Ч. I. Киев, 1975, с. 51—52, (тезисы докл. науч.-техн. конф.).
  130. Горшин С. Н., Максименко Н. А. Огнебиозащитный состав для древесины. Авт. свид. № 480553.— «Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки», 1975, № 30.
  131. Горшин С. Н., Максименко Н. А. Препарат ХМБ для защиты древесины от биоразрушения и возгорания.— «Мех. обраб. древесины», 1975, № 2, с. 11—12.
  132. Горшин С. Н., Рымина Л. В. Состав для защиты древесины от гниения. Авт. свид. № 457599.— «Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки», 1975, № 3.
  133. Горшин С. Н. Оборудование для глубокой пропитки мелких партий древесины.— «Мех. обраб. древесины», 1975, № 2, с. 8—9.
  134. Методика реставрации памятников архитектуры. М., 1977. 127 с.
  135. Горшин С. Н., Максименко Н. А. Исследование факторов, снижающих высаливание антипиренов.— «Лесн. журн.», 1976, № 5, с. 18.
  136. Горшин С. Н., Черкасов И. К. Методы полигонных испытаний стойкости древесины к биологическому разрушению, применяемые на полигонных стационарах СССР.— «Науч. труды ЦНИИМОД», 1976, вып. 31, с. 32—50.
  137. Горшин С. Н. и др. Результаты исследования зональных коэффициентов скорости разрушения древесины в условиях контакта с землей.— Там же, с. 16—22.
  138. Горшин С. Н. и др. Состав для пропитки древесины. Авт. свид. № 504647.— «Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки», 1976, № 8.
  139. ГОСТ 10397 — 66 Препарат антисептический ГР48.
  140. ГОСТ 14647 — 69 Препарат ББК-3 для пропитки древесины.
  141. ГОСТ 14648 — 69 Препарат ХХЦ для пропитки древесины.
  142. ГОСТ 14649 — 69 Препарат МХХЦ для пропитки древесины.
  143. ГОСТ 15155 — 69 Изделия или элементы изделий из древесины для районов с тропическим климатом. Способы защиты.
  144. ГОСТ 20022.9 — 76 Древесина. Консервирование. Капиллярная пропитка способом нанесения на поверхность.
  145. ГОСТ 16712 — 71 Антисептики для древесины. Метод испытания на токсичность.
  146. ГОСТ 16713 — 71 Антисептики для древесины. Методы испытаний на устойчивость к вымыванию.
  147. ГОСТ 10432 — 72 Лесоматериалы и изделия из древесины. Способы диффузионной пропитки.
  148. ГОСТ 13327 — 73 Препарат ХМ-5 для пропитки древесины.
  149. ГОСТ 18395 — 73 Препараты пентахлорфенола для пропитки древесины.
  150. ГОСТ 18610 — 73 Древесина. Метод полигонных испытаний стойкости к загниванию.
  151. ГОСТ 19017 — 73 Лесоматериалы и изделия из древесины. Пропитка способом вымачивания.
  152. ГОСТ 20022.7 — 76 Древесина. Консервирование. Автоклавная пропитка водорастворимыми антисептиками под давлением.
  153. ГОСТ 20022.8 — 76 Древесина. Консервирование. Пропитка способом вакуум — атмосферное давление — вакуум.

154. ГОСТ 20022.1 — 74 Древесина. Консервирование. Термины и определения.
155. ГОСТ 20022.2 — 74 Древесина. Консервирование. Классификация.
156. ГОСТ 20022.3 — 74. Древесина. Консервирование. Предпропиточная подготовка накальванием.
157. ГОСТ 20022.4 — 75 Древесина. Консервирование. Панельный способ пропитки.
158. ГОСТ 20022.5 — 75 Древесина. Консервирование. Автоклавная пропитка маслянистыми антисептиками под давлением.
159. ГОСТ 16363 — 76 Древесина. Определение огнезащитных свойств покрытий и пропиточных составов методом керамической трубы.
160. ГОСТ 20022.6 — 76 Древесина. Консервирование. Пропитка способом прогрев — холодная ванна.
- 160а. ГОСТ 20022.0 — 76 Древесина. Консервирование. Объекты защиты и параметры защищенности.
161. Гросс П. Предохранение дерева от гниения и сторания. Спб., 1905. 22 с.
162. Демидов П. Г. Основы горения веществ. М., 1951. 296 с.
163. Демидова З. А. Изучение токсических свойств двухромовых и хромовых соединений и стойкости обработанной ими древесины в отношении доминовых грибов.— «Труды Ин-та биологии АН СССР», 1949. вып. 3, с. 31—64 (Сборник работ по фитопатологии, № 1).
164. Демидова З. А. Исследование антисептических свойств кремнефторидов (при пропитке древесины).— Там же, с. 5—30.
165. Демидова З. А. Диффузионная пропитка древесины кремнефтористым аммонием.— «Труды Ин-та биологии АН СССР», 1960, вып. 17, с. 55—71.
166. Дубровин В. И. Исследование экономической эффективности консервирования столбов для линий электропередач, связи и шпал. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. экон. наук. Л., 1973. 21 с. (ЛТА).
167. Забродкин А. Г., Яновская Н. А. Огнезащита стружечных плит.— «Мех. обраб. древесины», 1963, № 25, с. 5—9.
168. Забродкин А. Г. и др. Получение трудногораемых древесностружечных плит.— В кн.: Новое в механике и технологии древесностружечных плит. М., 1972, с. 72—76.
169. Зворыкин Н. П. Рекомендации по сохранению древесины в памятниках архитектуры. М., 1968. 70 с.
170. Иванов Ю. М., Панфилова А. Л. Ускоренный метод пропитки древесины в горяче-холодной ванне. М., 1958. 44 с.
171. Иванов Ю. М. и др. Склеивание и пропитка древесины фенолформальдегидной смолой.— «Изв. высших учеб. заведений. Стр-во и архитектура», 1968, № 2, с. 114—147.
172. Иванов Ю. М. и др. Разработка системы показателей, характеризующих биологическое повреждение строительных материалов.— В кн.: Биологические повреждения строительных и промышленных материалов. 1973, сб. 4, с. 5—13.
173. Иванова Т. Л. Огнебиозащитный состав для древесины. Авт. свид. № 279020.— «Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки», 1970, № 26.
174. Илькевич К. Я. Грибы — разрушители деревянных частей строений. Т. 1. М., 1911. 277 с.
175. Инбер Л. А. и др. Исследования по технологии изготовления клееных консервированных деталей и узлов.— В кн.: Вопросы защиты древесины. Ч. II. Киев, 1972, с. 103—115.
176. Инструкция (временная) по предохранению деревянных конструкций от огня. М.— Л., 1932. 32 с.



177. Инструкция по защите древесины в жилых и гражданских зданиях от разрушения домовыми грибами и жуками. Киев, 1956. 39 с.
178. Инструкция по защите от гниения, поражения дереворазрушающими насекомыми и возгорания деревянных элементов зданий и сооружений. И-119 — 56, М., 1957. 92 с.
179. Игинский В. И., Сорокин С. Я. Огнестойкая пропитка древесины для изготовления штампов. М., 1956. 15 с.
180. Кайгородов Д. Н. Средство замедления гниения дерева.— «Лесн. журн.», 1875, вып. IV, с. 61—94.
181. Калинин А. Я., Швалбе К. П. Новые антисептики для консервирования дерева в условиях Латвийской ССР.— «Изв. АН Латв. ССР», 1948, № 11—16, с. 83—100.
182. Калинин А. Я. Противогнилостная защита лесоматериалов в сельском строительстве. М., 1958. 150 с.
183. Калинин А. Я. Консервирование лесоматериалов в сельском строительстве.— В кн.: Вопросы защиты древесины. М.— Л., 1961, с. 207—211.
184. Калинин А. Я. Консервирование древесины. М., 1962. 145 с.
185. Калинин А. Я., Эрмуш Н. А. Исследование в области новых антисептиков и антипиренов.— В кн.: Повышение эффективности конструкционного использования древесины в строительстве. Т. 1. М., 1968, с. 101—102 (Материалы Всесоюз. совещ.).
186. Калинин А. Я. и др. Пропитка маломерных сортиментов методом диффузии.— «Лесн. пром-сть», 1968, № 6, с. 7.
187. Калинин А. Я. и др. Консервирование и защита лесоматериалов. М., 1971. 423 с.
188. Камерон А. М. Химия — пожарная опасность — пожаротушение. М.— Л., 1940. 230 с.
189. Кантор Л. О. О гниении дерева и об антисептиках. Спб., 1897. 19 с.
190. Карлсен Г. Г. Пути повышения эффективности конструкционного использования древесины в строительстве.— В кн.: Повышение эффективности конструкционного использования древесины в строительстве. Т. 1. М., 1968, с. 5—13 (Материалы Всесоюз. совещ.).
191. Касымбеков С. К. Огнезащитный состав. Авт. свид. № 222659.— «Бюл. изобретений и открытий», 1968, № 2.
192. Касымбеков С. К. Огнезащитный состав. Авт. свид. № 285214.— «Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки», 1970, № 33.
193. Кауфман А. Разбор известных доныне способов сушения и предохранения дерева от преждевременной порчи и гниения с предложением нового, более действительного способа. Спб., 1870. 58 с.
194. Кирпичников Д. М. Предохранение дерева от гниения, а в частности о пропитывании шпал и дерева как строительного материала пиреновою жидкостью. М., 1890. 31 с.
195. Кожекин М. К. Предохранение древесины в зданиях от гниения. Киев, 1951. 131 с.
196. Кондратьев С. Ф., Садовникова Т. А. Защита древесины от гниения и разрушения жуками. Киев, 1959. 198 с.
197. Константинов И. Предохранение дерева, тканей и кожи от гниения, стораия и промокания. Спб., 1906. 76 с.
198. Коперин Ф. И. Защита древесины от гниения. Архангельск, 1961, 191 с.
199. Коперин Ф. И. Огнезащита древесины и древесных материалов. Архангельск, 1963. 117 с.
200. Копытковский Б. Ф. Способы придания огнестойкости дереву. М.— Л., 1931. 63 с.
201. Костырко Е. В. Огнезащитные силикатные краски. М., 1933. 32 с.

202. Крапивина И. Г. К вопросу об изменениях в древесине, вызываемых плесневыми грибами.— «Вестн. МГУ» 1962, № 5, с. 47—51.
203. Крапивина И. Г. Причины разрушения Ягрыжской школы.— «Мех. обраб. древесины», 1975, № 2, с. 4—5.
204. Крейшман К. К. Защита деревянных конструкций от гниения, древо-точцев и огня. М., 1967. 136 с.
205. Крыжановский О. Л. Зоографический обзор фауны термитов СССР.— В кн.: Термиты и меры борьбы с ними. Ашхабад, 1968, с. 3—4.
206. Курбатов Д. И. Огнестойкие конструкции в сельском строительстве. М., 1957. 86 с.
207. Курсанов Л. И. Микология. М., 1940. 480 с.
208. Лазарев Н. В. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. Ч. 1 и 2, Л., 1954. 811 с. и 583 с.
209. Лебедев П. Д., Зуев А. И. Сушка древесины в жидких средах. М.—Л., 1957. 64 с.
210. Лекторский Д. Н. Пропитка древесины. М., 1940. 202 с.
211. Лекторский Д. Н. Консервирование сырых лесоматериалов.— «Труды Ин-та леса АН СССР», 1950, т. VI, с. 90—144.
212. Лекторский Д. Н. Защитная обработка древесины. Ч. 1. М.—Л., 1951. 216 с.
213. Лекторский Д. Н. Пропитка узкоколейных шпал.— «Лесн. пром-сть», 1957, № 12, с. 15.
214. Лекторский Д. Н. Защитная обработка сырых лесоматериалов. М., 1965. 146 с.
215. Леонова Н. М. Грибы — разрушители деревянной крепи в подземных выработках и меры борьбы с ними. Алма-Ата, 1954. 58 с.
216. Леонович А. А., Солечник Н. Я. Огнезащита древесноволокнистых плит с применением солей ортофосфорной кислоты.— В кн.: Материалы научно-технической конференции Лесотехнической академии, Л., 1966, вып. 4, с. 64—70.
217. Леонович А. А. Огнезащита древесноволокнистых плит. М., 1969. 19 с.
218. Леонович А. А. О механизме действия огнезащитного состава.— «Лесн. журн.», 1973, № 4, с. 112—116.
219. Леер Г. А. Энциклопедия военных и морских наук. Т. 7. Спб., 1895. 630 с.
220. Леонович А. А., Шалун Т. Б. Огнезащита древесных плит и слоистых пластиков. М., 1974. 128 с.
221. Лопатин С. Производство огнестойкой краски в РСФСР.— «Строит. пром-сть», 1928, № 2, с. 91.
222. Лохтин П. О самовозгорании в связи с вопросом о причинах пожаров в России и о мерах к их предупреждению. М., 1879. 71 с.
223. Лохтин П. Veber Flammenschutzmittel.— “Dinglers Polytechnisches journal”, 1893, Bd. 290, Heft 10, s. 230—235.
224. Луппова А. Н. Термиты Туркменистана.— «Труды Ин-та зоологии и паразитологии АН ТССР», 1958, т. 2, с. 81—145.
225. Луппова А. Н. О состоянии изученности термитов СССР и задачах в этой области.— В кн.: Термиты и меры борьбы с ними. Ашхабад, 1968, с. 22—27.
226. Любарский Л. В. Домовые грибы и меры борьбы с ними. Хабаровск, 1953. 104 с.
227. Любименко И. И. Ученая корреспонденция Академии наук XVIII века. Научное описание 1766—1782 гг. М.—Л., 1937. 606 с.
228. Лямин Н. Н. О предохранении дерева и тканей от воспламенения. Спб., 1901. 9 с.

229. Мазур Ф. Ф. Биологические испытания антисептированной древесины с применением радиоактивных изотопов. М., 1959. 58 с.
230. Мазур Ф. Ф. К методике биологических испытаний антисептированной древесины с применением радиоактивных изотопов.— В кн.: Вопросы применения дерева и пластических масс в строительстве. М., 1960, с. 86—100.
231. Макринов И. А. Бактериологическая оценка антисептических средств против грибов — вредителей мертвого дерева. Пг., 1915. 31 с.
232. Макринов И. А.— Бактериологическое исследование мертвого дерева, пораженного грибом. Пг., 1915. 24 с.
233. Максименко Н. А. Испытания антипиренных свойств антисептиков на малых образцах в острей стандартного пламени.— В кн.: Продукты переработки древесины — сельскому хозяйству. Т. III. Рига, 1973, с. 196—203.
234. Максименко Н. А. Некоторые исследования Сенежской лаборатории по оценке эффективности антипиренов.— В кн.: Достижения техники и технологии деревообрабатывающей промышленности. Ч. 1. Киев, 1975, с. 54—55 (Тезисы докл. науч.-техн. конф.).
235. Малыхин М. И. Руководство к дешевому приготовлению огнеупорных и водонепроницаемых составов и красок. М., 1892. 94 с.
236. Мальке Ф., Трошель. Консервирование древесины. М., 1930. 312 с.
- 236а. Мартынов П. П. Защита древесины в конструкциях сельхоззданий. М., 1955. 36 с.
237. Мейер Е. И. Определитель деревоокрашивающих грибов. М.—Л., 1953. 116 с.
238. Милинский А. И. Исследование процессов эвакуаций зданий общественного назначения.— «Информ. сборник ЦНИИПО», 1950, с. 85—101.
239. Миллер В. В. Вопросы биологии и диагностики домовых грибов. М.—Л., 1932. 40 с.
240. Миллер В. В., Мейер Е. И. Исследования по стойкости древесных пород в отношении гниения.— В кн.: Грибные повреждения древесины. М.—Л., 1934, с. 23—29.
241. Миллер В. В. Сравнительная стойкость древесины ели и пихты против гниения.— «Науч. труды ЦНИИМОД», 1951, вып. 2 (8), с. 40—48.
242. Миллер В. В., Мейер Е. И. Экспериментальная разработка методики сравнительных испытаний антисептиков для древесины.— Там же, с. 49—69.
243. Миронов В. П. и др. Антисептирование плит из органических частиц.— «Мех. обраб. древесины», 1972, № 1, с. 9.
244. Монахов В. Т. Методы исследований пожарной опасности веществ. М., 1972. 414 с.
245. Монова В. И. Изыскание новых антисептиков для защиты неметаллических материалов от поражения грибами. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. биолог. наук. М., 1973. 25 с. (МГУ).
246. Нейланде Л. А. Исследование некоторых антисептиков и гидрофобизаторов открытых деревянных конструкций. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Елгава, 1963. 30 с. (Латв. с-х академия).
247. Нейман П. З. Защитная обработка древесины в колхозных постройках. М.—Л., 1953. 83 с.
248. Новицкий Г. И., Стогов В. В. Деревопроточные заводы. М., 1959. 319 с.
249. Орлов К. П. Противопожарные составы и краски в строительной практике. М.—Л., 1933. 93 с.

250. Орлов К. П. Противопожарные составы и краски в строительной практике. Л., 1934. 116 с.
251. Офер В. А. Придание огнестойкости древесным конструкциям и изделиям, применяемым в судостроении и судоремонте. М., 1948. 44 с.
252. Панфилов Д. В. Насекомые в тропических лесах Южного Китая. М., 1961. 148 с.
253. Панфилова А. Л., Абрамушкина Е. А. Результаты экспериментальных работ по изучению термитостойкости древесины и других стройматериалов.— В кн.: Термиты и меры борьбы с ними. Ашхабад, 1968, с. 156—166.
254. Пермикин И. П. Древесностружечные плиты с огнезащитными добавками.— «Мех. обраб. древесины», 1968, № 5, с. 10—12.
255. Перцов А. В. Высокотемпературная сушка в петролатуме и пропитка масляными антисептиками.— В кн.: Всесоюзная научно-техническая конференция по внедрению прогрессивных способов сушки древесины. Свердловск, 1960, с. 33—34 (Тезисы докл.).
256. Перцов А. В., Фоломин А. И. Высокотемпературная сушка сырых сосновых бревен и последующая пропитка их маслянистыми антисептиками.— В кн.: Высокотемпературная обработка древесины. М., 1961, с. 3—76.
257. Перцов А. В. Высокотемпературная сушка и антисептическая пропитка деревянных крупномерных сортиментов для открытых сооружений. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. М., 1965. 25 с. (ЛТА).
258. Петри В. Н. Изыскание новых антисептиков и способов антисептирования древесины. М.—Л., 1940. 84 с.
259. Петри В. Н. О некоторых новых принципах изыскания антисептиков повышенной токсичности.— «Труды Ин-та леса АН СССР», 1950, т. VI, с. 257—270.
260. Петри В. Н. Новые пути повышения активности антисептиков. Свердловск, 1953. 136 с.
261. Петри В. Н. Гниение деревянных частей зданий на Урале и борьба с ним.— В кн.: Вопросы защиты древесины. М.—Л., 1961, с. 171—177.
262. Подколзин П. С., Гелескул М. Н. Консервирование крепежных лесоматериалов. М., 1949. 153 с.
263. Попов В. В. Пропитка деревянных элементов железнодорожных сооружений диффузионным методом. М., 1940. 112 с.
264. Попов В. В. Пропитка диффузионным методом деревянных искусственных железнодорожных сооружений. М., 1946. 75 с.
265. Попов В. В. и др. Антисептическая паста «вагонка».— Труды Всесоюз. науч.-исслед. ин-та ж.-д. трансп., 1952, вып. 65, с. 143—148.
266. Попов В. В. Комбинированная пропитка сырых еловых столбов линий связи.— Там же, с. 38—52.
267. Попов В. В. Комбинированная пропитка сырых сосновых и еловых шпал.— Там же, с. 53—77.
268. Попов В. В. Диффузионная пропитка древесины опор при ремонтных работах в условиях эксплуатации. М.—Л., 1957. 54 с.
269. Попов К. А., Цешинская Н. И. Методика испытания действия антисептиков на дереворазрушающие грибы.— В кн.: Гниение древесины и меры борьбы с ним. М.—Л., 1932, с. 5—17.
270. Попов К. А., Тюфяев В. И. Облегченные способы консервирования древесины без применения давления. М.—Л., 1932. 58 с.
271. Попов К. А. Облегченные способы пропитки деревянных опор.— «Вестник связи. Электросвязь», 1945, № 3, с. 19—20.

272. Попов К. А. и др. Исследование способа глубокой пропитки досок с предварительным их наколом.— «Труды Всесоюз. науч.-исслед. ин-та ж.-д. стр-ва и проектирования», 1953, вып. 9, с. 154—164.
273. Протопопов Ю. В. Некоторые новые данные в области пропитки в горяче-холодных ваннах.— В кн.: Вопросы защиты древесины. М.—Л., 1961, с. 152—158.
274. Прохоров П. С. Огнезащитная пропитка древесины.— «Науч.-техн. бюл. ЦНИИПО», 1939, № 1, с. 6—15.
275. Прохоров П. С., Юдин И. Д. Огнезащитная обмазка для дерева.— «Науч.-техн. бюл. ЦНИИПО», 1940, № 2, с. 26—34.
276. Прохоров П. С. Огнезащита деревянных конструкций и сооружений. М.—Л., 1943. 55 с.
277. Раздорский В. Ф. Архитектоника растений. М., 1955. 432 с.
278. Расев А. П., Шустерман И. Д. Продолжительность сушки круглых лесоматериалов в гидрофобных жидкостях.— «Лесопиление», 1974, № 4, с. 11.
279. Рудакова А. К. Стойкость деревянной корабельной тары, кабельных изделий и материалов к разрушению термитами.— В кн.: Термиты и меры борьбы с ними. Ашхабад, 1968, с. 171—174.
280. Рыкачев П. И. Инструкция по дезинфекции почв на лесных складах и биржах посредством активизированной хлорной извести. М., 1939. 6 с.
281. Рыкачев П. И. Критика метода предельной дозы и пути создания нового метода испытаний антисептика для древесины.— «Труды Ин-та леса АН СССР», 1950, т. VI, с. 271—292.
282. Рыкачев П. И. Сушка как фунгистатический фактор.— Там же, с. 293—302.
283. Рыкачев П. И. О методе испытаний антисептиков для древесины.— «Науч. труды ЦНИИМОД», 1951, вып. 2(8), с. 205—207.
284. Рыкачев П. И. Некоторые вопросы методов испытаний антисептиков древесины. Химки, 1958. 22 с.
285. Рыкачев П. И. К вопросу об определении предельной дозы антисептиков и о новых показателях их токсичности.— В кн.: Вопросы защиты древесины. М.—Л., 1961, с. 76—89.
286. Рыкачев П. И. Анализ динамики деструкции древесины с помощью метода пробитов.— «Науч. труды ЦНИИМОД», 1967, вып. 21, с. 201—223.
287. Рыкачев П. И. Обобщенная характеристика органических соединений и вспомогательных материалов, употребляемых для консервирования древесины.— Там же, с. 92—97.
288. Рымина Л. В. Исследование факторов повышения скорости панельной пропитки в атмосферных условиях.— В кн.: Совершенствование техники и технологии деревообрабатывающей промышленности. Киев, 1974, с. 246—248 (Тезисы докл. науч.-техн. конф.).
289. Сапожников А. В. Отчеты о деятельности станции по пропитке и испытанию шпал при химической лаборатории Петроградского института инженеров путей сообщения. Пг., 1914, вып. I. 61 с.
290. Сапожников А. В. Отчеты о деятельности станции по пропитке и испытанию шпал при химической лаборатории Петроградского института инженеров путей сообщения. Пг., 1915, вып. II. 105 с.
291. Сапожников А. В. Грибки — вредители дерева и средства борьбы с ними. Пг., 1922. 135 с.
292. Сарычев В. С. Проблемы экономики деревянных конструкций.— В кн.: Деревянные конструкции в современном строительстве. Ч. 1. М., 1972. с. 11—19 (Материалы Всесоюз. совещ.).

293. Семенов А. С. Как предохранить дерево в хозяйстве от порчи и гниения и придать ему огнеупорность. М., 1925. 44 с.
294. Семенов А. С. Сухая перегонка дерева. М.—Л., 1931. 120 с.
295. Семенов А. С. Основные химические свойства древесины и их использование. М.—Л., 1933. 47 с.
296. Сергеева В. Н., Вайвад А. Я. Термическое исследование процесса пиролиза древесины и ее составных частей.— «Изв. АН ЛатвССР», 1954, № 9, с. 103—108.
297. Сергеева В. Н. К вопросу о термическом разложении древесины и ее отдельных компонентов.— «Труды Ин-та лесхозпроблем и химии древесины АН ЛатвССР», 1955, № 8, с. 157—165.
298. Сильвестров А. Д. и др. Разрушители древесины в постройках и борьба с ними. Л., 1956. 20 с.
299. Симигин П. А. и др. Защитные пропитки текстильных материалов. М., 1957. 299 с.
300. Скоблов Д. А. Снижение расхода древесины в строительстве. М., 1959. 47 с.
301. Скоблов Д. А. Применение древесины в современном строительстве. М., 1962. 199 с.
302. Скоблов Д. А. Борьба с вредителями деревянных конструкций. М., 1968. 78 с.
303. Слудский Н. Ф. Важнейшие насекомые и грибные болезни леса. М., 1939. 84 с.
- 303а. СНиП III-V.7 — 69. Ч. III. Раздел В. Деревянные конструкции. Правила производства и приемки монтажных работ. М., 1970. 20 с.
304. Соловов В. М. Огнезащита дерева. Свердловск — М., 1937. 96 с.
305. Соловьев В. А. Газовый режим древесины в связи с разложением ее грибами. Автореф. дис. на соиск. учен. степени д-ра биол. наук. Л., 1974. 50 с. (ЛТА).
306. Сорокин Н. В. Гниль наших древесных пород, употребляемых на постройки. СПб., 1882. 45 с.
307. Стабников В. Н. Пути увеличения срока службы древесины в конструкциях. Л., 1957. 52 с.
308. Таубкин С. И. Способы и средства огнезащиты древесины. М.—Л., 1944. 76 с.
309. Таубкин С. И. Способы и средства огнезащиты древесины. М.—Л., 1952. 56 с.
310. Таубкин С. И. Огнезащита сгораемых материалов.— «Пожарное дело», 1956, № 5, с. 4—6.
311. Таубкин С. И. Основы огнезащиты целлюлозных материалов. М., 1960. 347 с.
312. Таубкин С. И., Колганова М. Н. Способ получения огнезащитного покрытия. Авт. свид. № 174537.— «Бюл. изобретений и открытий», 1965, № 17.
313. Телятникова Б. И. Исследование устойчивости препаратов типа ФХМ к вымыванию в зависимости от содержания хрома.— «Лесн. журн.», 1965, № 3, с. 101—103.
314. Телятникова Б. И. Устойчивость компонентов фторохромомышьяковых препаратов к вымыванию из древесины в зависимости от их соотношения.— Там же, 1966. № 2, с. 122—126.
315. Телятникова Б. И. Исследование невымываемых антисептиков типа ФХМ и некоторых вопросов технологии их применения для консервирования древесины. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. М., 1967. 19 с. (МЛТИ).

316. Телятникова Б. И., Горшин С. Н. Некоторые вопросы технологии применения хромосодержащих антисептиков.— В кн.: Вопросы защиты древесины. Ч. II. Киев, 1972, с. 152—161 (Тезисы докл. науч.-техн. конф.).
317. Телятникова Б. И. Исследование и разработка способов пропитки сырой древесины.— В кн.: Продукты переработки древесины — сельскому хозяйству. Т. III. Рига, 1973, с. 38—44.
318. Телятникова Б. И., Горшин С. Н. Состав для консервирования древесины. Авт. свид. № 408784.— «Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки», 1974, № 48.
319. Тудеман Б. Г., Сциборский Д. Б. Химия горения. М., 1930. 208 с.
320. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., 1969. 15 с.
321. Тузов Н. И. Разрушители деревянных конструкций: домовые грибы и жуки и меры борьбы с ними. Л.— М., 1941. 72 с.
322. Турчинович Т. Предохранение дерева и тканей от воспламенения.— «Пожарное дело», 1906, № 6—7, с. 27—29.
323. Устинова А. И. Разработка технологии и оборудования для скоростной пропитки сухих стройдеталей.— В кн.: Продукты переработки древесины — сельскому хозяйству. Т. III. Рига, 1973, с. 77—86.
324. Устинова А. И. Исследование некоторых технологических факторов, повышающих эффективность пропитки по способу вакуум — атмосферное давление — вакуум.— В кн.: Достижения техники и технологии деревообрабатывающей промышленности. Ч. I. Киев, 1975, с. 46—47 (Тезисы докл. науч.-техн. конф.).
325. Устинова А. И. Новый способ пропитки деталей домостроения.— «Мех. обраб. древесины», 1975, № 2, с. 9—10.
326. Уточнение сфер рационального применения деревянных и железобетонных шпал.— «Путь и путевое хозяйство», 1971, вып. 62, с. 3—5.
327. Федянец П. Н. Применение огнезащитных красок и обмазок для деревянных конструкций в условиях ПВО. М.— Л., 1941. 42 с.
328. Филипов Н. А. Консервирование дерева посредством пропаривания. Спб., 1894. 25 с.
329. Флеров Б. К. Новые методы борьбы с домовыми грибами. М., 1934. 42 с.
330. Фломина Е. Е. Исследование рецептуры и некоторых технологических свойств препаратов для консервирования древесины, содержащих соединения меди, хрома, мышьяка. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Красноярск, 1968. 22 с.
331. Фломина Е. Е. К вопросу о механизме фиксации в древесине антисептика МХМ-235.— «Лесн. журн.», 1969. № 4, с. 115—116.
332. Фоломин А. И. Пропитка как средство экономии лесоматериалов.— «Лес». 1945. № 1—2, с. 44—51.
333. Фоломин А. И. Некоторые методы повышения надежности антисептических обработок древесины.— «Труды Ин-та леса АН СССР», 1950, т. VI, с. 53—89.
334. Фоломин А. И. Высокотемпературная скоростная сушка и антисептическая пропитка древесины.— «Строит. пром-сть», 1954, № 9, с. 31—37.
335. Фоломин А. И. Высокотемпературная сушка древесины в петролатуме. «Деревообрабатывающая пром-сть», М. 1955, № 4, с. 3—7.
336. Ханмамедов К. М. Ускоренная сушка древесины в безводных жидкостях с одновременной ее пропиткой. Баку, 1960. 177 с.
337. Ханмамедов К. М., Салам-Заде А. Д. О состоянии защиты древесины в Азербайджанской ССР.— В кн.: Вопросы защиты древесины, М.— Л., 1961, с. 186—189.

338. Харичков К. В. Щелочные отбросы керосиновых заводов и применение их при фабрикации антисептиков для пропитывания шпал и строевого леса.— «Зап. Рус. техн. о-ва», 1898, № 12, с. 667—685.
339. Харичков К. В. О применении нефти и ее дериватов для пропитывания железнодорожных шпал.— «Инженер», 1901, № 8—9—10, с. 286—304, 335—342.
340. Харичков К. В. Применение нафтеновых кислот при химическом анализе и о некоторых свойствах их солей. Грозный, 1910. 7 с.
341. Харичков К. В. Кислоты из нефти и их применение в технике пропитки дерева. Саратов, 1914. 27 с.
342. Хесин М. Огнезащитная пропитка тканей.— «Новости техники», 1940, № 19, с. 30—32.
343. Хрулев В. М., Рыков Р. И. Влияние антипирирования древесины на прочность клеевых соединений.— В кн.: Деревянные конструкции в современном строительстве. Ч. I. М., 1972, с. 169—172 (Материалы Всесоюз. совещ.).
344. Хрулев В. М., Рыков Р. И. Защита клееных конструкций от возгорания. Иркутск, 1972. 41 с.
345. Хунт М., Геррат А. Консервирование древесины. М.—Л., 1961. 454 с.
346. Целиков И. А., Веденкин С. Г. Огнезащитные краски и составы. М., 1930. 97 с.
347. Цывин М. М. и др. Повышение огнестойкости древесностружечных плит.— «Мех. обраб. древесины», 1968, № 12 с. 12.
348. Черкасов И. К. Защита круглого леса и пилопродукции от дереворазрушающих грибов и насекомых. М., 1970. 39 с.
349. Чернцов И. А. Сохранение древесины и продление срока ее службы. М.—Л., 1960. 88 с.
350. Чулков В. Д. Защита древесины от гниения и возгорания. М., 1964. 106 с.
351. Чурикова Э. К. О поражении термитами построек в Николаевской области УССР.— В кн.: Термиты и меры борьбы с ними. Ашхабад, 1968, с. 152—155.
352. Чурикова Э. К. Исследование стойкости древесины тополей к дереворазрушающим грибам. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. биол. наук. Киев, 1969. 24 с.
353. Шалтыко Г. Е. Способ антисептической и огнестойкой пропитки древесины. Авт. свид. № 134842. «Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки», 1961, № 1.
354. Шалтыко Г. Е. и др. Сланцевые смолы как антисептики для древесины.— «Лесн. журн.», 1966, № 1, с. 115—122.
355. Шевырев В. Т. Средства и способы огнезащиты стораемых материалов. М., 1973. 47 с.
356. Шувалов Е. А., Хасанов А. И. Дерево или железобетон на лесовозной дороге? — «Лесн. пром-сть», 1964, № 7, с. 28—29.
357. Эвальд В. Предохранение дерева и тканей от огня.— «Зодчий», 1909, № 42, с. 413—415; № 44, с. 425—427.
358. Эрмуш Н. А. и др. Состав для защиты древесины. Авт. свид. № 395259.— «Открытия. Изобрет. Пром. образцы. Товарные знаки», 1973 № 35.
359. Юницкий А. А. Опытные работы кабинета лесной фитопатологии и лесопатологической станции в 1928—29 гг. Казань, 1929. 8 с.
360. Юргенс Н. Э. Дерево и его консервирование. М.—Л., 1930. 160 с.
361. Яворовский П. О придании горючим материалам невоспламеняемости.— «Пожарное дело», 1911, № 18, с. 482—484.



362. Яценко-Хмелевский А. А. Руководство по защите деревянных конструкций зданий от разрушения домовыми грибами и насекомыми. Ереван, 1948. 130 с.
363. Ячевский А. А. Основы микологии. М.—Л., 1930. 1036 с.
364. AWPA — Proceedings (1972) — Report of Committee P-6, Methods for the Evaluation of Wood Preservatives, p. 223—234.
365. Duncan C. G. and Richards C. A. Methods of Evaluating Wood Preservatives. Weathered impregnated Wood Blocks.—Proc. AWPA, 1948, vol. 44.
366. Duncan C. G. and Richards C. A. Evaluating Wood Preservatives by Soil — Block Tests.—Proc. AWPA, 1950, vol. 46.
367. Duncan C. G. and Richards C. A. Evaluating Wood Preservatives by Soil — Block Tests. 3. Effect of mixing a Coal Tar Creosote and a Pentachlorophenol Solution.—Proc. AWPA, 1951, vol. 47.
368. Finney D. I. Probit Analysis. Cambridge. 1947.
369. Gey-Lussak. Annales de chimie et de Physique. Paris. 1821, XIX, 211—216.
370. Hubert E. E. The Preservative Treatment of Millwork.—Ind. Eng. Chem., 1938, vol. 30, N 11.
371. Scheffer T. C. and Lindgren R. M. Stains of Sapwood and Sapwood products and their control.—United States Department of Agriculture Technical Bulletin. 1940, N 714. Washington. March.
372. Truax T. R. and Harrison C. A. A New Test for Measuring the Fire Resistance of Wood.—Proc. Am. Soc. Testing Materials, 29, Part. II. 1929, 973—989.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Агенты разрушения древесины 44—  
54, см. также Грибы; Жуки; Дре-  
воточцы
- Антипирены, см. также Защитные  
средства, Препараты
- МС 1 : 1 135, 277
  - ПТ 304—305
  - СД-11 272, 285
  - состав Бабаева 268
- Антисептики, см. также Защитные  
средства, Препараты
- антраценовое масло 39, 90, 158
  - каменноугольное масло 36, 39,  
77, 158—159, 243
  - КФА 70, 143—145, 243
  - КФН 70, 130, 143—145, 243
  - НМ 5, 9—10, 70, 139—140, 157—  
158
  - полукоксное масло 158—159
  - ПХФ 70, 135—139, 153—158
  - ПХФН 70, 125, 132—134, 143, 145
  - сланцевое масло 36, 77, 158—159
  - ФН 70, 143—145
  - ФН-П 70, 143—144
- Антисептирование 192—194
- опрыскивание 194
  - погружение 194
  - материала 58, 71—72, 74—76
  - абсолютная 74
- Биостойкость африканских пород  
103—106
- — относительная 74
  - — условная 74—75
  - — фактическая 74
- Влажность древесины
- — предпропиточная 41, 64—65,  
164—165
  - — эксплуатационная 64—65
- Высаливание 79
- Глубина пропитки 167—169, 174—  
175, 185—188, 190—192, 246—247,  
252—255, 258—264
- — измерение 247
  - — сопутствующая 247, 255
- Гнили типа soft rot 129, 250, 257
- Грибы 44
- деревоокрашивающие 48—49
  - дереворазрушающие 49—51
  - — атмосферные 50
  - — азроводные 51
  - — домовые 49, 237
  - — почвенные 50
  - — классификация 45
  - — плесневые 46—48
- Древесина
- анатомия 60—62
  - влажность, см. Влажность дре-  
весины
  - возгораемость 79
  - емкость 58, 62—63, 256—258
  - — общая 256
  - — рабочая 256
  - — свободная 62—63
  - — чистая 256
  - защищенность 59, 103
  - — относительная 245
  - — параметры 245—246, 252—255
  - — уровень 240, 245
  - — классы службы 252—254
  - консервированная
  - — области применения 26, 229,  
230
  - — объемы применения 26—31,  
37
  - — свойства 227—229
  - — срок службы 113, 231—232
  - — — — плановый 231—232
  - — — — стихийный 231—232
  - — — — стоимость 38
  - — проницаемость 12, 58, 68
  - — пропитываемость 37, 58—59
  - — — — зависимость от породы 58
  - — — — зоны пропитываемости 59
  - — — — классификация древесины 63—  
64
  - — разрушение, см. разрушение дре-  
весины
  - — регулярные структуры, см. ана-  
томия
  - — термическое разложение 279—280
- Древоточцы морские 53—54
- Емкость древесины, см. Древесина,  
емкость
- Жидкость пропиточная 68
- — механизм проникновения в  
древесину 163—164
  - — — — — диффузный 163,  
165—167, 182—183
  - — — — — капиллярный 163,  
165—166
  - — — — — перераспреде-  
ление 166



- — — общее 132, 246, 256, 258
- — — пороговое 69, 73—74
- — — суммарное 69
- — — удельное 69
- — — чистое 69, 166, 174, 246, 257—258
- — — эквивалентное 246
- — — удержание 196, 209
- Подготовка древесины к пропитке 66—67
- — — обработка механическая 67
- — — — — микробиологическая 47, 66—67
- — — — — накалывание 66, 246
- — — — — окорка 66
- — — — — сохранение коры 66
- — — — — сохранение влажности 67
- Покрытия огнезащитные 273
- — атмосферонестойкие 274
- — атмосферостойкие 274
- — вспучивающиеся 274
- Препараты, см. также Защитные средства
- антисептические
- — ГР 48, 125, 143, 147—149
- — Доусайд 122—123
- — Доусайд Н 122—123
- — Доусайд Р 122
- — Лигназан I 123
- — Лигназан II 123
- — МХМ 78, 141—142
- — мышьякосодержащие 78, 140—142
- — — — — бессолевыми 141
- — — — — солевыми 141
- — на основе нафтаната меди 139—140, 157—158
- — — — — НМЛ 139—140, 157
- — — — — — НММ 140, 157
- — — — — пентахлорфенола 153—156
- — — — — ПЗВ 139, 154
- — — — — ПЭС 139, 153—155
- — — — — ПЛ, 136—137, 138, 153—154
- — — — — ПМ 136, 138, 154—155
- приготовление 156
- — — — — вокстейн 123
- — — — — пентацид Р-38 123
- — — — — перматокс 123
- — — — — сантобрайт 123
- — ФХМ 78, 141—142
- — ХМ-11 70, 127, 143, 146, 293
- — ХМ-32 127, 146
- — ХМА 130
- — ХМК 130—131, 143, 147
- — ХМФ 130—131, 143, 147
- — ХЦ 129
- группировки компонентов 70
- — — ББ 132, 134, 149, 205, 271, 291
- — — СД 134—135, 285, 294—297, 300
- — — ХМ 128—129, 130, 134, 146
- — — ХЦ 129
- — — ХФ 129
- комплексные 131, 277
- — ББД 150
- — ПББ 133—134, 143, 151, 205, 292—294, 297—306
- — ПБС 133, 143, 151, 292, 294, 297—306
- — ПБСП 292
- — ПО 292—293
- — ПСА 292—293
- — ХМББ 133, 143, 151, 205, 293, 294, 297—306
- — ХМБТ 293
- — ХМТ 293
- — ХМФТ 293
- — ХМХЦ 128, 143, 150, 290
- — ХХЦ 143, 150, 290
- Пропитка 192
- двойная 269, 273, 294—297
- способы 160, 192—195
- — безопасность 162—163
- — вакуум — атмосферное давление — вакуум (ВАДВ) 162, 188—192, 194, 213—215
- — вакуум — давление — вакуум (ВДВ) 194, 216—217
- — вливание в отверстия 193, 195—197
- — вымывание из увлажняемых блоков 193, 197—198
- — выдержка в подставной (подвесной) ванне 176—180, 193, 203—204
- — вымачивание 205
- — давление — вакуум (ДВ) 194, 216—217
- — давление воздушное — давление жидкостное — вакуум (ДДВ) 194, 216—218
- — доступность 162
- — зональная сушка и пропит-

ка — выдержка на перераспределение 147, 194, 223—224, см. также пропарка — вакуум — пропитка — инъекция под давлением 180—182, 193, 205  
— — многократное нанесение на поверхность с интервалом для просушки 167—168  
— — — — — без просушки 167—170, 193, 198  
— — нанесение на поверхность сырой древесины — диффузионная выдержка 182—184, 194, 209  
— — — — — модификации 209—211  
— — панельная 170—176, 193, 198—202  
— — прогрев в масле под вакуумом — пропитка 194, 220, 221—223  
— — прогрев — холодная ванна (ПРХВ) 161, 184—188, 194, 211—213  
— — производительность 161—162  
— — пропарка — вакуум — пропитка 219  
— — сушка в ванне петролатумом — пропитка в автоклаве 221  
— — сушка — пропитка под атмосферным давлением 222  
— — эффективность 160—161

Разрушение древесины 54  
— — атмосферные воздействия 54—55, 233  
— — скорость 117—118  
— — тип 234  
— — — аварийный 234  
— — — хронический 234  
— — факторы биологические 54, 232  
— — — механические 54

Расконсервирование (см. также высушивание) 93—94, 240  
— вымывание 55, 240  
— факторы 240—241

Растворители 135—140  
— компаунды 136, 137  
— носители 136—137  
— проникатели 136—137

Свойства защитных средств 72, 75, 80, 108, 131, 134, 135, 281—282, 290—292  
— — антипиренные 293—297, 353  
— — — вымываемость (см. также фиксация в древесине) 240  
— — — защищающая способность 11, 71—75  
— — — — условная 74  
— — — — фактическая 74  
— — — корродирующее действие 107—108, 229  
— — — пропиточные (см. также древесина — пропитываемость) 68—69, 80, 107  
— — — токсичность 71—76, 131, 243  
— — — — абсолютная 74  
— — — — относительная 74

Способы защиты (см. антисептирование, пропитка древесины — способы)

Сроки службы древесины (см. древесина — консервированная)

Термиты 52—53, 113—115

Условия службы древесины 55, 238, 240  
— — — классификация 55—57, 189

Фиксация защитных средств в древесине 127

Экозоны 251

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> . . . . .	3
<b>I. КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК</b> . . . . .	5
Дореволюционный период . . . . .	6
Советский период . . . . .	13
<b>II. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ</b> . .	22
Древесина как материал для строительства . . . . .	22
Области применения консервированной древесины, объемы потребления и потери . . . . .	26
Организационные вопросы . . . . .	31
<b>III. ДРЕВЕСИНА КАК ОБЪЕКТ ЗАЩИТЫ</b> . . . . .	44
Биологические агенты разрушения древесины в службе . . . . .	44
Разрушение древесины под влиянием атмосферных, биологических и механических факторов . . . . .	54
Условия службы древесины и их классификация . . . . .	55
Стойкость древесины к биологическому разрушению . . . . .	58
Пропитываемость древесины . . . . .	58
Подготовка древесины к пропитке . . . . .	66
<b>IV. ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА</b> . . . . .	68
Классификация защитных средств . . . . .	71
Токсичность и защищающая способность антисептиков. Биостойкость материала . . . . .	71
Требования, предъявляемые к защитным средствам . . . . .	76
Методы исследования и испытания антисептиков . . . . .	81
Недостатки современных защитных средств и изыскание новых	120
Защитные средства, рекомендуемые для применения . . . . .	142
<b>V. СПОСОБЫ ЗАЩИТНОЙ ОБРАБОТКИ И ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ</b> . . .	160
Требования, предъявляемые к способам защиты . . . . .	160
О механизме проникновения пропиточной жидкости в материал	163
О соотношении капиллярного и диффузионного проникновения защитных средств при пропитке древесины различной влажности	164
Усовершенствование существующих и разработка новых способов защиты . . . . .	167
Способы обработки и пропитки, рекомендуемые для широкого применения . . . . .	192

<b>VI. ИСХОДНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ</b>	226
Свойства пропитанной древесины . . . . .	227
Применение консервированной древесины . . . . .	229
Задание на химическую защиту . . . . .	230
Сроки службы древесины . . . . .	231
Факторы биологического разрушения . . . . .	232
Соотношение между химическими и конструкционными мерами	239
Факторы расконсервирования . . . . .	240
Статистическая природа стойкости объектов . . . . .	242
Вопросы оценки защитных средств . . . . .	242
Выбор варианта химической защиты . . . . .	244
Параметры защищенности. Защитная оболочка . . . . .	245
Особенности защиты отдельных деталей и сооружений . . . . .	248
Вопросы расчета и обеспечения параметров защищенности пропитываемых деталей . . . . .	255
<b>VII. ЗАЩИТА ДРЕВЕСИНЫ ОТ ВОЗГОРАНИЯ</b>	265
Особенности защиты древесины от возгорания . . . . .	265
История развития огнезащиты в СССР . . . . .	266
Исследования Сенежской лаборатории в области изыскания биоогнезащитных препаратов, антипиренов и технологии их применения . . . . .	282
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>	313
<b>ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ</b>	330

**Сергей Николаевич Горшин**  
**КОНСЕРВИРОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ**

\*

Редактор издательства  
Т. Н. ЛЕОНТЬЕВА

Художественный редактор  
В. Н. ТИКУНОВ

Технический редактор  
Н. М. СЕРЕГИНА

Корректор  
В. И. АРАЛОВА

Переплет художника  
В. В. ГАРБУЗОВА

ИБ № 525

Сдано в набор 24/III 1977 г. Подписано  
в печать 5/X 1977 г. Т-16769. Формат  
60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага типографская № 1.  
Усл. печ. л. 19,5+вкл. 0,12. Уч.-изд. л.  
21,77. Тираж 6200 экз. Издат. № 74/76.  
Заказ 892. Цена 2 р. 40 к.

Издательство «Лесная  
промышленность», 101000,  
Москва, ул. Кирова, 40а

Ленинградская типография № 4  
Союзполиграфпрома  
при Государственном комитете Совета  
Министров СССР по делам издательств,  
полиграфии и книжной торговли,  
196126, Ленинград, Ф-126,  
Социалистическая ул., 14