

**Федеральное агентство по образованию
Уральский государственный лесотехнический
университет**

**Е. И. Стенина
Ю. Б. Левинский**

**ЗАЩИТА ДРЕВЕСИНЫ И
ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**Екатеринбург
2011**

УДК 674.048

В пособии приводятся теоретические и технологические основы пропитки древесины с целью био- и огнезащиты, а также рассматриваются вопросы нехимической защиты древесины и конструкций из нее с учетом особенностей воздействия основных биоразрушителей. Приводятся рецептуры и характеристики как хорошо известных, так и новых защитных средств, использование которых позволяет увеличить срок службы древесных материалов.

Практическое значение имеет материал по обеспечению защиты деревянных конструкций на объектах домостроения, который в других учебных пособиях, предназначенных для подготовки инженеров – технологов по деревообработке, освещался весьма незначительно.

Данное пособие может использоваться в учебном процессе студентов, обучающихся по специальности 250403 «Технология деревообработки» при изучении таких курсов как «Консервирование древесины», «Защита строительных конструкций и изделий из древесины», а также представляет определенный интерес для специалистов-практиков.

Введение

Одним из важных моментов рационального и экономичного использования лесных ресурсов является повышение срока службы объектов, выполненных из древесины и древесных материалов. Среди факторов, ограничивающих долговечность деревянных элементов зданий и сооружений, поражение их дереворазрушающими грибами следует признать основным, поскольку сгнивает древесины в 19 раз больше, чем сгорает. Только на ремонт и восстановление конструкций, преждевременно выходящих из строя вследствие загнивания, пожаров, механических повреждений, расходуется свыше 30% используемой в строительстве древесины и около 20% от всего объема заготавливаемой древесины.

Недооценка роли защиты древесины приводит к тому, что реальные сроки службы деревянных домов, сооружений, шпал, опор ЛЭП и связи и т.п. в 2...3 раза меньше возможных. Известно, что защищенная древесина в открытых сооружениях служит в 3 раза дольше, чем незащищенная, а в закрытых сооружениях – в 5...6 раз. Необходимо учитывать и тот факт, что скорость разрушения древесины в благоприятных для развития дереворазрушающих грибов условиях очень высока. Так, в течение 2 месяцев древесина может быть разрушена на 50% и более, а промышленной зрелости дерево достигает лишь через 70...100 лет роста. Вырубаемых в пределах годичного прироста лесоматериалов не хватит для удовлетворения потребности в древесине даже при самой строгой экономии лесоматериалов и, где это возможно, ее полной замене другими материалами.

Более полное использование сырья значительно снизит себестоимость заготавливаемых лесоматериалов всех сортов. В целях увеличения срока службы деревянных конструкций так же необходимо, чтобы в строительстве использовались только сухие материалы, а в конструкциях, где возможно увлажнение, вся древесина была консервированной или в зависимости от условий хотя бы поверхностно антисептированной, а химические меры защиты дополнялись бы конструкционными.

Все перечисленное показывает актуальность и необходимость продления срока службы древесины не только за счет правильной организации хранения и эксплуатации, но и ее специальной защиты в необходимом объеме, что имеет огромное государственное значение и теснейшим образом связано с охраной окружающей среды, безопасностью людей и экономией ресурсов и общественно-полезного труда.

При написании пособия были использованы материалы учебных пособий, монографий, ГОСТов и др. [1–32].

1. Защищенность древесины

Под **защитой древесины** следует понимать совокупность мероприятий по сохранению и улучшению ее эксплуатационных свойств (прежде всего биоогнестойкости, гидрофобности, формоизменчивости, стабилизации эксплуатационных показателей и т.п.).

Защита древесины от биологического разрушения (разрушения грибами и насекомыми) производится путем антисептирования и консервирования.

Антисептирование (от греч. Anti – против, septicus – гниение) – это **поверхностная** (на глубину до 1 мм по заболони и 0,5 мм по труднопропитываемой зоне) обработка древесины с целью предохранения ее от поражения биологическими агентами на период атмосферной сушки, хранения и транспортировки, а также на период эксплуатации в условиях, исключающих растрескивание древесины и вымывание защитного средства.

Консервирование – это **глубокая** (более 1 мм по заболони и 0,5 мм по труднопропитываемой зоне) пропитка древесины с целью защиты материала от разрушения на длительное время в условиях возможного вымывания антисептика.

Во время эксплуатации древесина, даже пропитанная, в той или иной мере подвергается увлажнению, что, в конечном счете, приводит к трещинообразованию и вымыванию защитного средства. При пропитке древесины формируется защитная оболочка. Чем защитная оболочка толще, тем больше вероятность, что она дольше прослужит.

Древесина считается хорошо законсервированной при условии, что заболонь пропитывается насквозь, а ядро - на глубину до 5 мм. Ядро является естественно защищенным, так как содержит фенолы и полифенолы - токсины для дереворазрушающих грибов, поэтому пропитывать его на большую глубину нет необходимости.

Огнезащита – это химическая защита древесины от разрушения огнем путем нанесения на поверхность или введения вглубь ее специальных составов (огнезащитных обмазок, красок и антипиренов).

Консервирование и огнезащиту древесины применяют главным образом в строительстве, железнодорожном хозяйстве и горно-рудной промышленности.

Защитное средство – вещество или препарат, вводимые в древесину или наносимые на ее поверхность с целью защиты ее от

биологического разрушения, возгорания, изменения формы и объема, увлажнения и пр.

Пропитка – введение защитного средства в материал.

В отдельных случаях пропитку применяют для изменения некоторых физических свойств древесины в направлениях, желательных для тех или иных конкретных условий ее практического использования. Например, древесину пропитывают для глубокого окрашивания, повышения ее твердости, электрического сопротивления или электрической прочности, изменения ее пластических, гигроскопических (снижения водопоглощения), механических свойств, стабилизации формы и размеров и т.п.

1.1. Факторы, влияющие на расконсервирование древесины

Любые заготовки, изделия и конструкции в процессе длительной эксплуатации и под воздействием внешних факторов среды утрачивают в той или иной степени тот уровень защищенности, который был получен при специальной обработке. Происходит **расконсервирование**, характеризующееся в большинстве случаев снижением концентрации защитного средства в материале. Такому явлению могут способствовать следующие факторы:

- адаптационное повышение устойчивости биоразрушителей к используемым препаратам;
- нарушение целостности защитной оболочки материала в результате его растрескивания или механического повреждения.

Значение этих факторов неодинаково и непостоянно и зависит от условий службы, свойств разрушителей, свойств антисептиков, свойств защищаемых материалов.

Условия службы многообразны, но могут быть сведены к 3 типам по характеристике среды эксплуатации: *почвенная среда, водная среда и 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.

Наиболее сильное вымывание наблюдается при службе древесины в воде и почве. Скорость вымывания защитного средства из древесины зависит от его растворимости и скорости диффузии во внешнюю среду.

В условиях воздушной среды характер увлажнения может быть различным, поэтому наблюдается и различная скорость вымывания.

Особенностью службы древесины в условиях контакта с верхними слоями почвы является непрерывность ее взаимодействия с находящимися в почве разрушителями, непрерывное отравление и отмирание которых и определяет **биологический вынос** защитного средства. Установлено, что особая роль в этом принадлежит сумчатым и несовершенным грибам как организмам более устойчивым к действию неблагоприятных факторов.

Адаптация разрушителей к антисептикам протекает достаточно быстро только в условиях почвы.

Нарушение целостности защитной оболочки может произойти очень быстро в результате углубления трещин за пределы зоны пропитки. Обнажение незащищенных слоев может произойти и при механической обработке деталей перед сборкой. 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.

1.2. Условия службы

Условия службы классифицируются на экологической основе по вероятности и скорости разрушения (уязвимости) и разделяются на 18 классов по ГОСТ 20022.2–93 (табл. 1.1).

В Европейском сообществе согласно BS EN 335 условия службы древесины разделены на пять классов (так называемые **Hazard Classes**, в буквальном переводе — классы опасности):

Hazard Class I — условия, при которых древесина используется внутри помещения, и риск увлажнения отсутствуют (влажность в процессе эксплуатации

не превышает 18%). К этому классу относится практически вся древесина и изделия из нее, используемые внутри помещения;

Hazard Class II — использование внутри помещения, но с риском увлажнения: существует вероятность, что в процессе эксплуатации влажность превысит 18%. К этому классу относится практически вся строительная и каркасная древесина, а также оконные рамы, двери, стены, полы, перегородки внутри здания и т. п.;

Hazard Class III — использование вне помещения, но без прямого контакта с грунтом. Сюда относятся: наружная обшивка зданий, потолки, карнизы и наличники, ворота, беседки и многое другое;

Hazard Class IIIa - при использовании древесины вне помещения, но без прямого контакта с атмосферными осадками, например, под навесом или под водозащитной покраской;

Hazard Class IV - использование в прямом контакте с грунтом. Это такие элементы, как столбы заборов, погреба, настилы, лаги, железнодорожные шпалы, телеграфные и трансмиссионные столбы и траверсы и т. п.;

Hazard Class V - использование в прямом контакте с морской и речной водой. Это опоры для мостов, причалы, фарватеры и т. п.

Соответственно, чем выше класс условий службы, тем суровее условия эксплуатации, тем более жесткие требования предъявляются к защитным средствам и способам их нанесения. Например, I класс условий службы по ГОСТ и V по Hazard Classes подразумевает использование древесины в прямом контакте с морской водой.

Таблица 1.1

Классификация условий службы древесины по скорости расконсервирования и вероятности и интенсивности биологического разрушения

Вымывание, увлажнение		Конструкции, детали	Продолжительность периода активного разрушения в месяцах каждого года службы	Класс службы
характер	тип			
1	2	3	4	5
Сильное	Морской водой теплой (тропический и субтропический климаты)	Конструкции береговых сооружений, судов и наплавных средств	12	I
	Морской водой холодной (умеренный климат)	То же	6	II
	Речной водой теплой (тропический и субтропический климаты)	То же, а также ряжи мостов	12	III
	Речной водой холодной (умеренный климат)	То же	6	IV
Умеренное 1 степени	Теплой водой металлургических заводов и электростанций	Оросители градирен	12	V
	Почвенной влагой и загрязнениями органического характера	Сваи, опоры линий связи электропередач; столбы заборные и дорожные; шпалы, лаги, утопленные в грунт; настилы мостов и лежни дорог	12	VI

		по грунту; детали контейнеров, длительно опирающиеся в грунт; детали деревоземляных сооружений и другие конструкции, контактирующие с грунтом; детали животноводческих построек; рудничный лес долговременной службы, а также тесовые,		
--	--	--	--	--

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4	5
Умеренное 1 степени		лемеховые и гонтовые кровли при условии возможного накопления на них перегноя от пыли, листьев и другого сора.		
	Почвенной влагой и загрязнениями органического характера	То же, кроме рудничного леса Рудничный лес кратковременной службы	6 12	VII VIII
Умеренное 11 степени	Атмосферными осадками	Верхние строения открытых сооружений, кроме настилов по грунту, а также кровель при условии их загрязнения	12	IX
		То же	6	X
Умеренное 111 степени	Конденсатом, периодически образующимся на поверхности и стекающим	Постройки и сооружения	12	XI
		То же	6	XII
	За счет промерзания, конденсирования и контакта с периодически увлажняемыми материалами	Детали автокузовов	12	XIII
		Постройки и сооружения	12	XIV
	То же	6	XV	
Вымывания нет	Возможно гигроскопическое увлажнение в замкнутом пространстве или непрветриваемом помещении	Элементы внутренних конструкций различных сооружений без контакта с грунтом и увлажняющими материалами с небольшой конденсацией без стока	12	XVI
		То же	6	XVII
		Тара под оборудование, материалы и продукты, хранимые в неотапливаемых складах, а также транспортируемые железнодорожным или водным транспортом в страны с тропическим климатом	6	XVIII

1.3. Химическая защищенность объекта

Защищенность объекта определяется большим количеством факторов. Так, детали, изготовленные даже из древесины одной породы,

имеют различную ширину заболони, различные пороки, имеют и неизбежные колебания предпропиточной влажности и самих условий службы даже в пределах одного класса. Поэтому не исключено, что один элемент выйдет из строя раньше, а другой позже.

Средний уровень защищенности – это срок службы однотипных деталей, исчисляемый по времени выхода из строя 60% от их количества.

В связи с этим для обеспечения заданной продолжительности эксплуатации объекта (мост, дом) следует увеличивать срок службы, определенный с учетом указанного условия.

В консервировании очень важно различать следующие понятия: уровень, полнота и параметры защищенности.

Уровень защищенности может быть высокий, средний и низкий и вместе с тем соответствующий условиям и желательному сроку службы, заниженный и завышенный по отношению к ним.

Полнота защиты (относительная защищенность) – это отношение фактического или ожидаемого срока службы объекта к плановому, выраженное в процентах или долях (может превышать 100%).

1.4. Параметры защищенности

Параметры защищенности, а следовательно, качество пропитки **при консервировании**, определяются следующими показателями:

- величиной поглощения защитного вещества (л/м³, кг/м³);
- глубиной проникновения пропиточного раствора (мм, %);
- равномерностью распределения раствора в пропитанной зоне,
- намеченным сроком службы пропитанных изделий.

Параметры защищенности, используемые **при антисептировании** древесины:

- удержание защитного вещества (г/м², мл/м²);
- равномерность обработки поверхности.

Поглощение защитного средства – это количество защитного средства в килограммах сухой соли или в литрах пропиточного раствора, приходящееся на 1 м³ древесины.

Общее (валовое) поглощение - количество введенного в древесину защитного средства, отнесенное к объему всего сортимента.

Общее поглощение определяется по формуле

$$П = \frac{mW}{V \cdot 100}, \quad (1.1)$$

где m - масса пропиточного раствора, вводимого в древесину, кг;

W - концентрация раствора антисептика, %;

V - объем образца, м³.

Массу раствора, введенного в древесину, определяют по формуле

$$m = m_2 - m_1, \quad (1.2)$$

где m_1 - масса древесины до пропитки,
 m_2 - масса древесины после пропитки.

Чистое поглощение – количество введенного в древесину защитного средства, отнесенное к объему пропитанной зоны.

Регулирование величины поглощения при пропитке осуществляется либо изменением параметров режима процесса (его продолжительности, давления и т.п.), либо изменением концентрации пропиточного раствора.

Глубина проникновения защитного средства выражается в миллиметрах или процентах от толщины или сечения материала.

Если прогнозируется развитие и углубление трещин в материале из-за тяжелых условий эксплуатации изделий, то глубина проникновения защитного средства должна быть больше возможных разрушений структуры.

Качество защитной оболочки, сформированной антисептиком, определяется не только основными ее параметрами, но и **распределением** в ней **защитного средства по ее толщине** и в отдельных элементах структуры древесины, например, в годичном слое или в стенке клетки. Не менее важна также целостность защитной оболочки, т.е. отсутствие в ней трещин, огрехов пропитки и т.д.

Срок службы – время от начала службы до выхода из строя 60% учитываемых элементов.

Удержание защитного вещества – количество раствора или соли, а также пасты, нанесенное на 1 м^2 поверхности древесины путем кратковременной обработки (погружения, пульверизации или обмазки).

Параметры защищенности, полученные при использовании различных защитных средств и способов пропитки и представляющие собой различные соотношения глубины пропитки и поглощения, но обеспечивающие одинаковые сроки службы в равных условиях, считаются **эквивалентными**.

Основные параметры защищенности древесины регламентируются стандартами и техническими условиями на изделия и сооружения, в которых используется пропитанная древесина.

2. Строение древесины

Дереворазрушающие и деревоокрашивающие грибы используют древесину в качестве питательного вещества, изменяя ее химический состав, внутреннюю структуру и строение и, как следствие, физические свойства. Для того чтобы понять эти сложные изменения, необходимо ознакомиться с основами анатомии древесины, ее химическим составом, а также с физическими свойствами. Все эти знания необходимы для того, чтобы оказывать целенаправленное воздействие на деятельность дереворазрушающих и деревоокрашивающих грибов, влиять на свойства древесины в целях ее защиты от различных видов поражений.

2.1. Рост древесины

Древесиной называется часть ствола, ветвей и корней деревьев и кустарников, которая остается после удаления коры и луба.

Специфическое строение древесины проявляется уже на поперечном срезе ствола (рис. 2.1), где явно видны концентрические кольца почти правильной формы, называемые *годовыми*. В центральной части окружности по всей длине дерева проходит *сердцевина*.

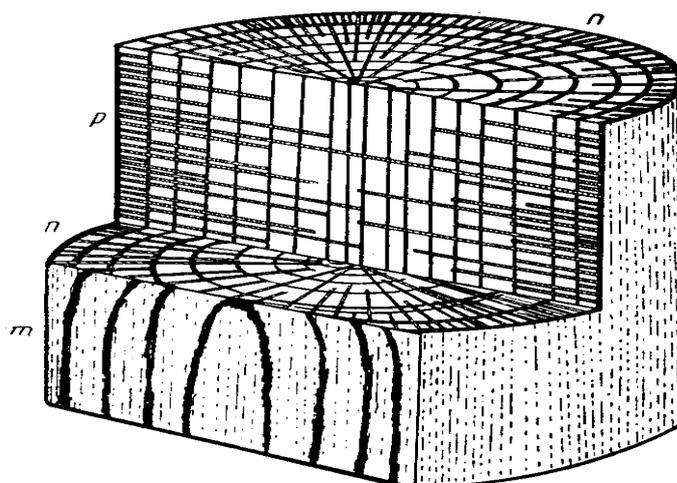


Рис. 2.1. Разрезы древесины:
n – поперечный; *p* – радиальный; *m* – тангентальный

У однолетней ели анатомическое строение в общем совпадает с типичным анатомическим строением недревесного растения (рис. 2.2).

На рис. 2.2 видны пучки сосудов. Каждый отдельный пучок состоит из 2 частей: наружного (лубяного) и внутреннего (древесного). На границе между древесиной и лубом уже на первом году жизни появляется слой *камбия*. Этот слой распространяется и в основание сердцевинных лучей, так что уже к концу первого года жизни образуется сплошное **камбиальное кольцо** – полый цилиндр. Проходящий по всему растению камбий состоит из постоянно живых клеток, которые продуцируют по направлению к центру ствола новую древесину, а по направлению к

наружной части – луб. В тех местах, где камбий соприкасается с сердцевинными лучами, он отделяет элементы сердцевинных лучей, тем самым постоянно удлиняя их. Следовательно, самая старая древесина находится внутри ствола, а самая молодая составляет последнее годичное кольцо. По мере увеличения периметра ствола увеличивается камбиальное кольцо.

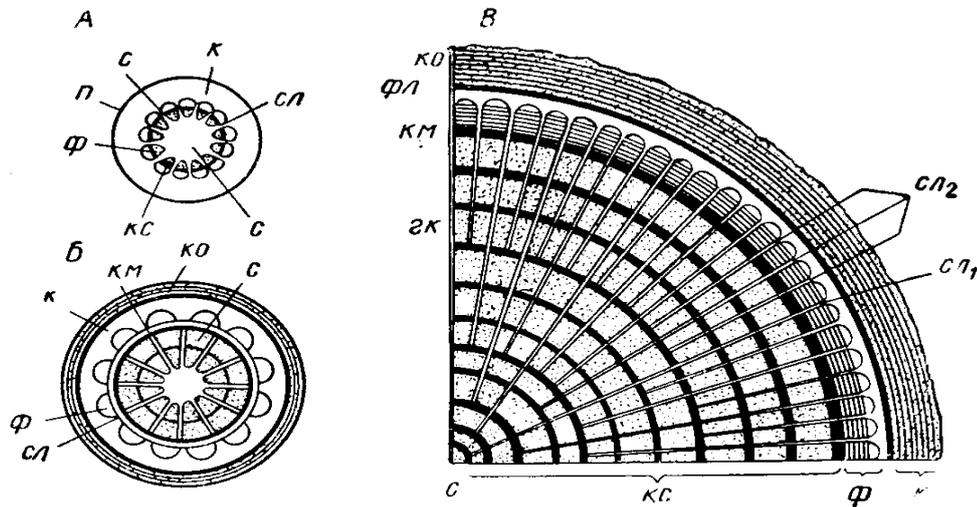


Рис. 2.2. Схема поперечного разреза ели:

A – однолетней; *B* – двухлетней; *B* – десятилетней

кв – древесная часть сосудистого пучка; *ф* – лубяная часть сосудистого пучка; *п* – перидерма; *к* – кора; *фл* – феллоген; *ко* – корка; *с* – сердцевина; *сл* – сердцевинные лучи; *сл₁* – первичные сердцевинные лучи; *сл₂* – вторичные сердцевинные лучи; *гк* – годичные кольца; *км* – кольцо камбия

Деятельность камбия проявляется в течение года неравномерно и обусловлена чередованием времен года. Камбий начинает свою деятельность в первые теплые весенние дни и заканчивает ее, как правило, в середине лета, т.е. продолжительность его деятельности, составляет 4...5 месяцев. Но его деятельность даже в это ограниченное время не является равномерной. Самая высокая активность наблюдается в весенний период, когда камбий образует рыхлую, обычно более светлую *раннюю* (весеннюю) *древесину*. Затем его деятельность замедляется и образуется более плотная, прочная и обычно темнее окрашенная *поздняя* (летняя) *древесина*. Так формируются годичные слои.

Ширина годичных слоев, т.е. соотношение ранней и поздней древесины, зависит от климатических факторов (температуры воздуха, высоты над уровнем моря, количества осадков и т.п.) и характера почвы. Так, у древесины тропических пород этой разницы нет, так как рост ее в тропиках протекает равномерно.

Камбий во время своей деятельности достигает мощного развития и состоит из 10...20 слоев клеток. Во время покоя это число сокращается

до 8 слоев и даже меньше. Мощность развития камбия является определяющим признаком при установлении сезона рубки дерева.

Вследствие нарастания новых и новых годовых слоев древесина по диаметру ствола не только разновозрастна, но и выполняет различные функции и обладает различными свойствами. Так как элементы древесины с возрастом отмирают, в дереве только несколько последних годовых слоев остаются живыми. По ним проходит вода с растворенными в ней минеральными веществами от корней к кроне (они также являются наиболее эффективными проводящими путями при движении защитных растворов в продольном направлении при пропитке древесины).

В древесине, расположенной глубже по диаметру, живыми остаются только сердцевинные лучи. Функцией их является проведение питательных веществ в поперечном направлении (что с успехом используется при введении в древесину защитных веществ), а также отложение во внутренней древесине питательных веществ в форме глюкоидов (особенно крахмала) или жиров.

Внутренняя древесина, потерявшая проводящую способность, в свою очередь, становится местом накопления запасных веществ, так как дерево отлагает избыточные питательные вещества и в случае необходимости их использует. В силу этого обстоятельства эта древесина хуже пропитывается в дальнейшем.

Внутренняя древесина под влиянием измененных условий внутри ствола часто отличается от наружной. Некоторые древесные породы образуют внутри ствола *ядровую древесину*, которая зачастую по цвету отличается от наружной, *заболонной древесины* (лиственница, дуб, ясень, акация и т.д.). Иногда более темная окраска ядра проявляется только после рубки (сосна) или же вообще по цвету не отличается от заболони (ель, пихта и т.п.). Последние называются *спелодревесными породами*. Другие породы не имеют заметного отличия наружной древесины от внутренней. Такие породы называются *заболонными* (липа, береза, бук и т.п.).

При увеличении диаметра ствола увеличивается и его объем, увеличивается поверхность коры. Новые ткани коры откладываются особым, обычно сплошным, делящимся слоем ткани – *феллогеном*, который возникает в первичной коре, как правило, уже в конце первого года. С наружной части коры феллоген формирует *пробковую ткань*, с внутренней – *зеленую кору*, которые препятствуют проникновению защитных растворов в древесину в поперечном направлении.

У большинства древесных пород, произрастающих в России, деятельность феллогена проявляется короткое время. С увеличением толщины ствола старый феллоген исчезает и в более глубоких слоях коры образуется новый. Старая кора с поверхности ствола отмирает, растрескивается и отслаивается (кора сосны, дуба, лиственницы и пр.). Такой внешний слой отмершей коры называется *коркой*. У некоторых

древесных пород деятельность феллогена не прекращается на протяжении всей жизни дерева, постоянно увеличивая толщину своего слоя по окружности. В этом случае поверхность ствола остается гладкой (кора бука, граба и т.п.).

2.2. Строение клеток древесины

Знание анатомического строения древесины важно не только для ее диагностики, но и для понимания ее свойств и процессов развития в ней грибов.

Древесина, как часть растения и часть его системы тканей, обладает характерным клеточным строением.

Каждая живая растительная *клетка* состоит из двух основных частей: оболочки и протоплазмы. Живая растительная клетка схематично изображена на рис. 2.3.

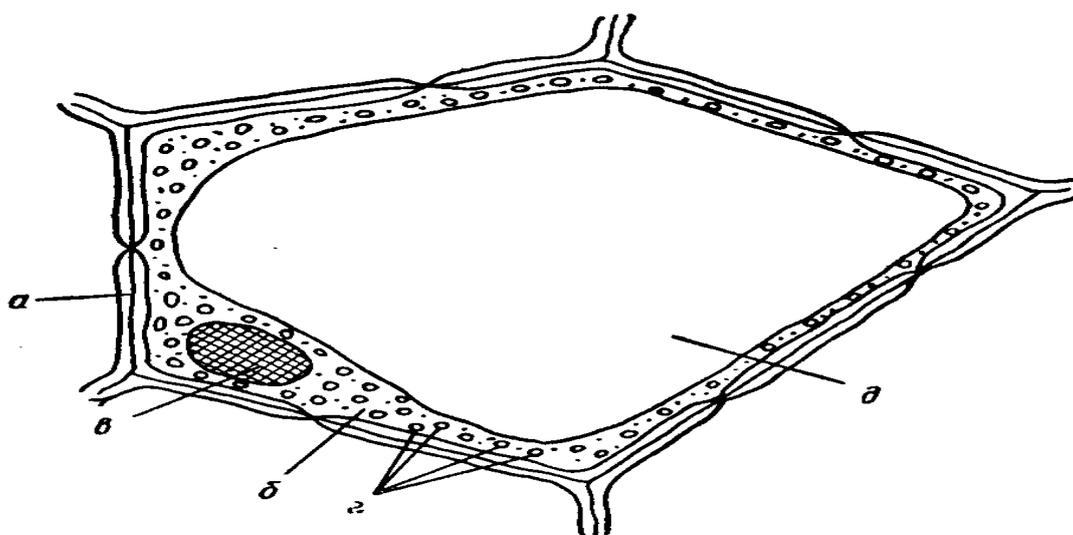


Рис. 2.3. Схема живой растительной клетки:

а — клеточная оболочка; *б* — протоплазма; *в* — ядро; *г* — пластиды; *д* — вакуоля

Клеточная оболочка имеет слоистую структуру, что определяется ее происхождением и способом утолщения. Оболочка возникает во время деления клетки, когда из одной материнской клетки образуется 2 дочерние путем возникновения посередине перегородки – новой клеточной оболочки при одновременном делении всей протоплазмы. Во время этого процесса сначала возникает общий для клеток центральный пектиновый, или клеящий слой, вслед за которым по направлению к центру новых клеток образуется первичная, или камбиальная, оболочка клетки. На первичную оболочку в том же направлении откладывается вторичная оболочка, состоящая из трех слоев: наружного, среднего и внутреннего. Строение клеточной оболочки схематично изображено на рис. 2.4.

Основная часть древесной массы живого дерева состоит из клеточных оболочек, уже не содержащих живой протоплазмы. В древесине мертвых деревьев совсем нет живых клеток.

Древесина состоит в основном из клеток четырех типов: сосудов, трахеид, волокон либриформа и паренхимных клеток.

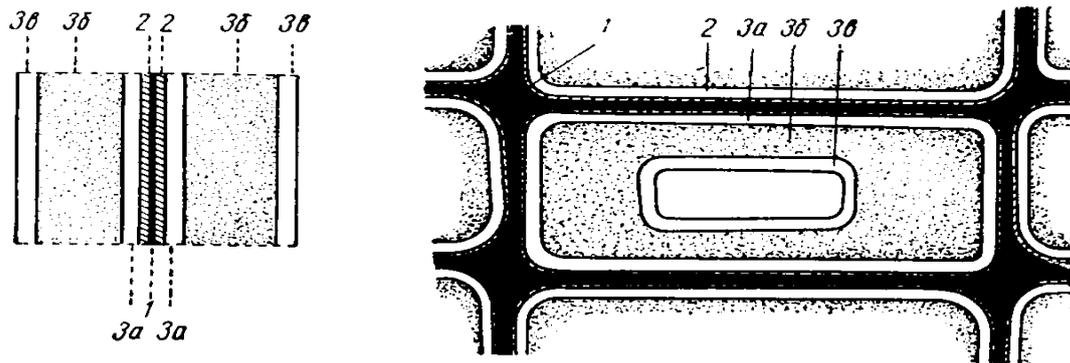


Рис. 2.4. Строение клеточной оболочки древесины:

1 - средний пектиновый слой; 2 - первичная оболочка; 3а – наружный слой вторичной оболочки; 3б – средний слой вторичной оболочки; 3в – внутренний слой вторичной оболочки

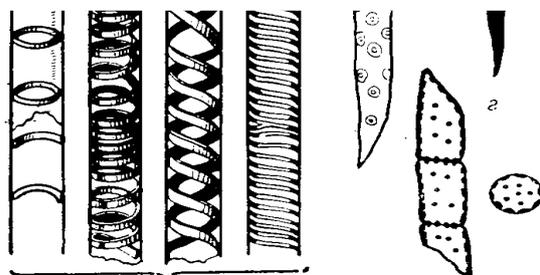


Рис. 2.5. Основные типы клеток древесины:

а – сосуды; б – трахеиды; в – либриформ; г – паренхимные клетки

Сосуды – цилиндрические клетки, открытые с двух сторон, причем один сосуд переходит в другой. Длина их колеблется от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров. Так, у дуба они длиной около 4 м, а у ясеня отдельные сосуды проходят, не прерываясь, от корня до вершины ствола. Сосуды некоторых пород,

например дуба, видны простым глазом, их внутренний диаметр колеблется около 0,5 мм. Оболочки сосудов утолщенные, одревесневшие внутри и укрепленные кольцевидными, спиральными или сетевидными утолщениями (рис. 2.5). Кроме этого, клеточные оболочки имеют большое количество утончений, называемых в зависимости от их строения простыми порами, полуокаймленными или окаймленными порами (рис. 2.6, 2.7). Сосуды своим строением обеспечивают движение жидкостей, в том числе пропиточных, в осевом (продольном) направлении. Поперечное движение жидкостей из сосуда в сосуд и другие клетки осуществляется через сдвоенные поры различного строения.

Трахеиды в отличие от сосудов совершенно закрыты косыми перегородками. Стенки трахеид толстые одревесневшие, как правило, всегда с окаймленными порами. Длина трахеид 1...2 мм, ширина 30...50 мк.

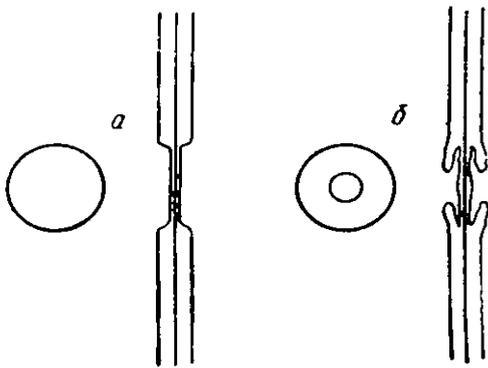


Рис. 2.6. Виды пор:
а – простая пора; б – окаймленная пора

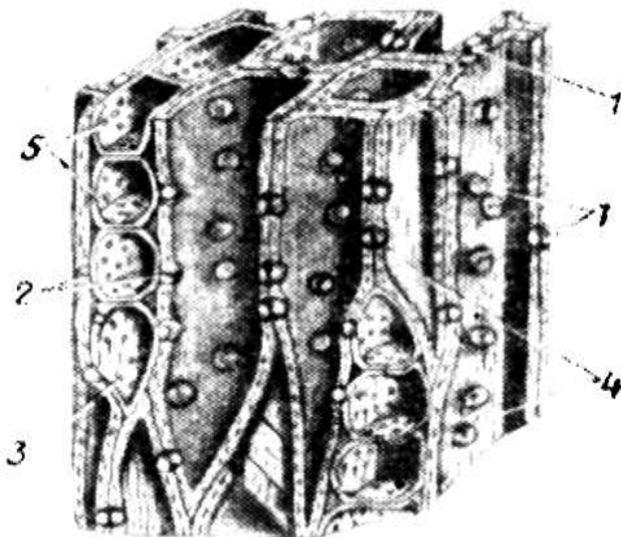


Рис. 2.7. Модель сообщения клеток порами: 1 – окаймленные поры; 2 – полуокаймленные поры; 3 – простые поры; 4 – трахеиды; 5 – клетки сердцевинного луча

Толщина стенок сильно колеблется в зависимости от породы и от зоны годичного слоя. Проникновение жидкостей из клетки в клетку происходит через поры в боковых стенках трахеид. Тонкостенные трахеиды ранней зоны годичного слоя, несмотря на то, что имеют больше пор, менее проницаемы, но при длительной пропитке удерживают большее количество пропиточной жидкости. Наибольшую проницаемость имеют 2 последних ряда трахеид поздней зоны годичного слоя.

Либриформ – длинные, волокнистые, заостренные на концах клетки с толстыми одревесневшими оболочками и малыми внутренними полостями.

Иногда на их стенках имеются узкие щелевидные поры. Длина волокон либриформа колеблется от 0,2

до 1 мм и больше, ширина - от 5 до 30 мк. В древесине либриформ является механическим каркасом. По форме эти клетки напоминают трахеиды хвойных и также не имеют продольной сообщаемости между клетками. Поперечное движение жидкостей происходит только через окаймленные и простые поры в их боковых стенках.

Паренхимные клетки обычно маловытянутые, мелкие, тонкостенные, закрытые, с большим количеством пор в оболочках. Эти клетки живые, с большим содержанием запасных веществ (крахмал, капельки жира и пр.) или продуктов метаболизма (смолы, таниды и пр.). Из таких клеток состоят сердцевинные лучи и камбий. Они входят в состав древесины в виде так называемой древесной паренхимы. В старых по возрасту годовичных слоях ядровой древесины древесная паренхима прорастает в отмершие сосуды, закупоривает их, образуя так называемые *тиллы*.

Серцевинные лучи являются общими элементами строения как лиственных, так и хвойных пород. Они представляют собой различные по форме, строению и размерам лентообразные системы радиально расположенных клеток. Серцевинные лучи переносят жидкость как в продольном, так и в поперечном направлениях за счет простых и окаймленных пор. Причем именно по сердцевинным лучам в основном распространяется жидкость в радиальном направлении.

Итак, древесина – пористый материал с регулярной и специфической для каждой породы структурой. По анатомическому строению древесина делится в основном на 2 типа – лиственные и хвойные. Анатомия лиственных пород резко отличается от анатомии хвойных.

Древесина хвойных состоит только из трахеид, проводящих воду в продольном направлении и являющихся одновременно механической тканью, редких паренхимных клеток и лучеобразно расходящихся от центра ствола сердцевинных лучей, проводящих соки в радиальном направлении, а также смоляных ходов, имеющих, однако, не у всех пород.

Смоляные ходы – это межклеточные каналы, не имеющие своих стенок. Нередко они образуют сообщающиеся системы в стволе в вертикальном и радиальном направлениях. Вертикальные смоляные ходы располагаются в основном в поздней древесине. Горизонтальные смоляные ходы располагаются внутри сердцевинных лучей и имеют значительно меньшие размеры. Они могли бы быть эффективными путями движения жидкостей при пропитке, но этому в различной степени мешает перекрытие их местными образованиями смолы и других веществ.

Строение древесины *лиственных пород* более сложно. В продольном направлении у этих пород проходят широкие сосуды. Сосуды могут быть сосредоточены или в ранней древесине (как у так называемых кольцесосудистых пород, таких как дуб, ясень, ильм, акация и т.п.), или

же разбросаны по всей ширине годичного слоя (как у рассеяннососудистых пород, таких как береза, липа, грецкий орех и т.п.). В силу этих обстоятельств пропитка рассеяннососудистых пород древесины обычно бывает более равномерной, чем кольцесосудистых.

Основную массу древесины образуют толстостенные волокна либриформа, гораздо реже встречаются трахеиды (в основном в сердцевинных лучах). Много паренхимных клеток, особенно вблизи сосудов. Древесина также пронизана сердцевинными лучами. Вследствие своего строения древесина лиственных пород более проницаема, чем хвойных, но все же тверже и плотнее последней.

Анатомическое строение древесины во многом определяет ее свойства. Древесина хвойных бывает, как правило, легче, так как состоит из трахеид с малоутолщенными стенками, но тем не менее является достаточно прочной (отдельные трахеиды тесно связаны друг с другом). Твердая древесина лиственных пород обычно тяжелее, так как образована преимущественно либриформом с очень толстыми стенками и малыми полостями. Степень твердости древесины зависит от количества клеток либриформа и толщины их оболочек, что определяет не только вес и твердость, но и прочие физико-механические свойства древесины.

2.3. Химический состав древесины

Основная часть древесины состоит из клеточных оболочек, химия древесины занимается изучением их химических свойств и состава.

Химический состав древесины в общих чертах следующий:

- 1) целлюлоза, составляющая основную массу древесины;
- 2) гемицеллюлозы;
- 3) лигнин, обеспечивающий одревеснение;
- 4) пектины;
- 5) смолы, таннины, жиры, белки, минеральные вещества и пр., обычно в небольшом количестве.

Целлюлоза является основным веществом клеточных оболочек практически всех растений. Оболочки молодых клеток состоят почти из чистой целлюлозы. Формулу целлюлозы ($C_6H_{10}O_5$) выводят исходя из предположения об образовании целлюлозы путем полимеризации не всегда одинакового количества молекул β -глюкозы. Молекулы целлюлозы не всегда одинаковой длины, количество глюкозных единиц в них колеблется от нескольких сотен до нескольких тысяч. Целлюлоза – очень стойкое вещество, гидролиз ее осуществляется только сильными кислотами.

Разрушение целлюлозы энзимами и рентгенометрические измерения доказывают, что целлюлоза не образуется простой полимеризацией β -глюкозы. Основной составной частью целлюлозы является полисахарид – *целлобиоза* (изомер мальтозы), образующийся соединением двух молекул β -глюкозы через кислородный мостик (рис. 2.8).

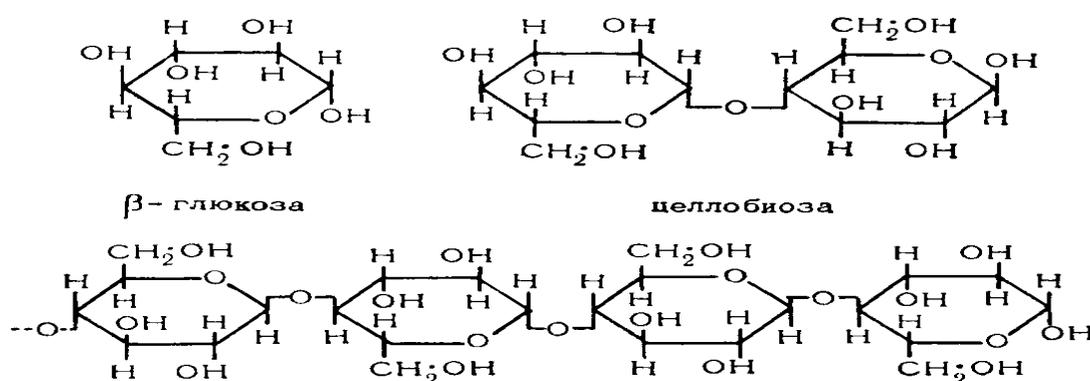


Рис. 2.8. Схема фрагмента молекулы целлюлозы

Длина молекулы целлюлозы зависит от количества и величины составляющих ее частей. Молекула целлобиозы по величине равна 10,25 Å. Длина молекулы целлюлозы достигает 1,8 мкм. Объекты такого размера обычно видны в простой микроскоп, но молекула целлюлозы из-за ее малого поперечного размера в простой микроскоп не видна.

Как показали исследования, нормальная целлюлоза присутствует обычно в клеточных оболочках в сопровождении продуктов ее частичного гидролиза и окисления. Это так называемые гидроцеллюлозы и оксидцеллюлозы. *Гидроцеллюлозы* сохраняют волокнистый характер целлюлозы, но их молекулы короче. *Оксидцеллюлозы* дают кислую реакцию и характеризуются большой восстановительной способностью.

Гемицеллюлозы представляют собой смесь различных глицидов. Могут быть определены как нецеллюлозные полисахаридные вещества клеточных оболочек. Легко поддаются гидролизу разбавленными кислотами, превращаясь в гексозы (глюкозу) или пентозы (ксилозу, арабинозу).

Под гемицеллюлозами понимается целый ряд соединений. Холи и Норман разделили гемицеллюлозы на 2 основные группы:

1) Гемицеллюлозы, прочно соединенные с целлюлозой, не отделимые от нее простыми методами, которые аналитически определяются вместе с целлюлозой. Поэтому их авторы называют *целлюлозанами* (простые пентозаны, ксилан и маннан).

2) Гемицеллюлозы, связанные с целлюлозой свободными связями, определяющиеся отдельно от целлюлозы. Это так называемые *свободные гемицеллюлозы*, которые, в свою очередь, делятся:

- на простые гемицеллюлозы (арабан, ксилан, маннан, галактан и гексопентозаны);

- на гемицеллюлозы на основе уроновых кислот (чаще глюкоуроновая кислота). Последние образуют цепочки молекул разной длины и в соединении с гексозанами или пентозанами гемицеллюлоз дают полиурониты.

Из вышеприведенного видно, что понятие гемицеллюлозы охватывает большую группу соединений и что гемицеллюлозы являются смесью зачастую очень разнородных веществ, близких, скорее, по выполняемым функциям. Так, Шульце относил гемицеллюлозы, с одной стороны, к веществам, принимающим участие в строении клеточной оболочки (*строительные гемицеллюлозы*) и, с другой стороны, к запасным веществам, отложенным в клеточной оболочке, которые могут снова вступить в клеточный обмен веществ (*запасные гемицеллюлозы*).

Лигнин – обобщающее название для веществ, пропитывающих целлюлозные клеточные оболочки и вызывающие их одревеснение. Лигнин, выделенный любым способом, отличается по строению и свойствам от отложенного в клеточной оболочке. Даже лигнин, освобожденный энзимами грибов и других микроорганизмов, разлагающих только целлюлозу клеточных оболочек, не идентичен нативному. Как отмечал Кюршнер: «Перед нами имеется редкий случай в химии вообще, так как мы должны говорить о веществе, которое нигде в природе не встречается в чистом или неизменном виде».

Лигнин сопутствует целлюлозе и никогда не встречается вне целлюлозной клеточной оболочки. Опыты Фройденберга показали, что из 29% лигнина клеточных оболочек еловой древесины 24% находится в первичной оболочке, оставшиеся равномерно распределены по всей клеточной оболочке в виде экстрактивного лигнина, не сформировавшегося в настоящий «структурный» лигнин.

Для нативного лигнина и для выделенных лигнинов характерно содержание метоксильных групп $-OCH_3$, количество которых увеличивается в процессе одревеснения. Колебания составляют от 14 до 23%. Предполагается, что лигнин в растении синтезируется из глюконов – гексоз и пентоз.

Лигнин является аморфным веществом. Будучи отделенным от целлюлозы в клеточной оболочке, он имеет коричневую или буро-черную окраску. Этим объясняется коричневое окрашивание древесины в результате разложения целлюлозы и освобождения лигнина при бурой гнили, вызванной целлюлозоразрушающими грибами.

Пектиновые вещества образуют центральный клеящий слой, общий для двух соседних клеточных оболочек. Это целая группа веществ, близких по составу, которые разделяются следующим образом:

- 1) пектиновая кислота;

- 2) пектаты (соли пектиновой кислоты):
 - растворимые в воде (Na- или K-пектаты),
 - нерастворимые в воде (Ca- или Mg-пектаты);
- 3) сложные эфиры пектиновой кислоты:
 - растворимые в воде (пектин),
 - нерастворимые в воде (пектоза).

В самых молодых тканях встречается главным образом пектоза, называемая иногда пропектином, который с последующим развитием ткани переходит в пектин и затем в старых тканях – в пектиновую кислоту и ее соли. В древесине главным образом встречаются соли пектиновой кислоты, особенно кальциевые и магниевые.

С химической точки зрения пектины состоят из галактуроновой кислоты, образующей длинные цепи полигалактуроновых кислот, зачастую метилированных; им сопутствуют постоянные количества *l*-арабинозы и *d*-галактозы. В качестве основной составной части пектина приводится сложный эфир пектиновой кислоты – диметилизопропил.

Пектиновые вещества составляют относительно небольшую часть клеточных оболочек по массе, но в определенной степени влияют на их набухание.

Остальные компоненты находятся в клеточной оболочке в виде инкрустирующих или пропитывающих ее веществ. Количество их меняется в зависимости от древесной породы и ее местообитания. Это прежде всего смолы, гумми, танниды, жировые вещества, белки, неорганические соли (главным образом калиевые, натриевые и кремниевые) и ряд других веществ, содержащихся в древесине в очень малых количествах, но тем не менее непосредственно влияющих на рост грибов и зачастую обуславливающих скорость разложения древесины. Эти вещества отлагаются в клеточной оболочке в то время, когда клетка содержит еще живую протоплазму, или чаще после отмирания клетки, когда ее содержимое остается заключенным в пространстве, ограниченном клеточной оболочкой.

Кюршнер отмечал: «Совершенное аналитическое изолирование отдельных составных веществ древесины невозможно, так как они взаимно переплетаются друг с другом и, может быть, соединены даже химически, так что при изоляции этих веществ, с одной стороны, часть их не выделяется и, с другой стороны, они увлекают за собой частицы других веществ и при этом возникают химические и главным образом количественные изменения». Все аналитические методы являются более или менее условными. Разными методами определяются, как правило, различные количества отдельных составных частей древесины. Следует критически относиться к данным о содержании целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина, приводимым в разных работах. Особенно при

определении целлюлозы – вместе с ней всегда определяется некоторая часть гемицеллюлоз.

В общем можно сказать, что содержание основных веществ в древесине отечественных пород таково:

- целлюлозы – от 45 до 55%;
- гемицеллюлоз в древесине хвойных меньше, чем лиственных (еловая древесина содержит около 24% гемицеллюлоз, из которых $\frac{1}{4}$ приходится на пентозаны, остальное – на гексозаны; для буковой древесины содержание гемицеллюлоз приблизительно равно 33%, гексозаны составляют $\frac{1}{3}$, остальное – пентозаны);
- лигнина хвойные породы, как правило, содержат больше, чем лиственные (ель содержит около 28% лигнина, бук - 22%, береза - 19%).

2.4. Тонкая структура древесины

Как химически, так и физически клеточные оболочки древесины не являются гомогенными, уже при наблюдении под микроскопом на клеточной стенке можно увидеть утончения, а на разрезе утолщенных клеточных оболочек видны отдельные слои и много других структур.

Основным строительным материалом клеточной оболочки является целлюлоза. Ее длинные молекулы собраны в продольные пучки, называемые *мицеллами*. Их относительно правильная структура похожа на кристаллическую. Число целлюлозных молекул в одной мицелле колеблется от 40 до 60. Длина мицелл клеточных оболочек древесины достигает 40...60 мкм при толщине 5 мкм.

Мицеллы целлюлозы составляют основу структуры клеточной оболочки, являются значительно удлиненными в одном направлении. Так как молекулы, образующие мицеллы, неодинаковой длины, то некоторые из них могут переходить из одной мицеллы в другую, в этом случае параллельность их сложения нарушается.

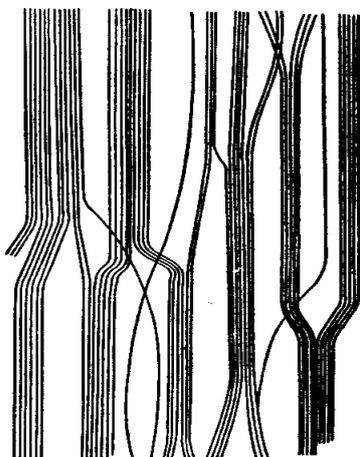


Рис. 2.9. Схема группировки целлюлозных молекул в мицеллы и мицеллярные ряды внутри микрофибрилл

Так возникает прочная сеть с большим числом *межмицеллярных пространств* разной величины, из-за чего возможен сдвиг отдельных мицелл. Этим объясняется ограниченная возможность набухания клеточных оболочек. Ширина таких межмицеллярных пространств колеблется от 1 до 10 мкм и более (рис. 2.9).

Межмицеллярные пространства образуют обширную внутреннюю систему. При этом увеличивается

поверхность клеточных оболочек. Так, например, в 1 см^3 древесины площадь внутренней поверхности достигает $75 \dots 500 \text{ м}^2$ в зависимости от ее плотности.

В оболочках, сильно вытянутых в одном направлении, мицеллы уложены в ряды один над другим. Так возникают *мицеллярные ряды*, образующие волокнистые *микрофибриллы* диаметром $20 \dots 30 \text{ мкм}$, которые, в свою очередь, составляют *фибриллы*, заметные в нормальный микроскоп.

Микрофибриллы уложены неодинаково в слоях клеточной оболочки. В первичной оболочке они беспорядочно переплетены. Во вторичной оболочке микрофибриллы расположены в общем равномерно и параллельно друг другу. Поэтому величина пространств, называемых межмицеллярными, в первичной оболочке невелика, во вторичной эта величина очень непостоянна.

Мицеллярные ряды целлюлозы, образующие микрофибриллы и фибриллы вторичной оболочки, идут не параллельно длинной оси клетки, они уложены спиралеобразно. Угол подъема спирали, как правило, не бывает одинаковым во всех слоях клеточной оболочки и во всех стенках. Так, во вторичной оболочке трахеид хвойных пород во внутреннем слое угол подъема составляет $75 \dots 90^\circ$, в среднем слое – $6 \dots 27^\circ$ и в наружном – $60 \dots 80^\circ$.

Тонкая структура клеточных оболочек определяется прежде всего внутренним строением целлюлозной массы. Благодаря мицеллярной структуре древесина представляет собой коллоидный гель со всеми свойствами коллоидов, включая способность к ограниченному набуханию. Строение клеточной оболочки не так просто. Помимо целлюлозной структуры, в строении клеточной оболочки участвуют и другие полисахаридные нецеллюлозные компоненты, известные под названием гемицеллюлоз. Они вносят определенную неорганизованность в основную структуру и усложняют внутреннее строение клеточной оболочки.

Кроме полисахаридов, которые составляют $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{3}$ всей массы клеточных оболочек, сюда входят еще несхаридные составные части приблизительно в таком же количестве. К ним относятся прежде всего лигнин, небольшие количества пектинов и некоторых других совершенно изотропных веществ, заполняющих межмицеллярные пространства целлюлозного скелета, отложенных в виде слоя на поверхности мицелл и таким образом уменьшающих величину межмицеллярных пространств.

В соответствии с классификацией А.В. Лыкова древесина относится к капиллярно-пористым коллоидным телам, где каркас клеточной стенки образует целлюлоза, из которой формируются нитевидные микрофибриллы, а гемицеллюлозы, лигнин и пектин образуют аморфное вещество, заполняющее промежутки между микрофибриллами.

Анизотропный характер целлюлозного строения обуславливает следующие анизотропные свойства всего комплекса клеточных оболочек, т.е. древесины:

- 1) в направлении вдоль мицелл, т.е. *продольном* наблюдается наибольшая прочность, наилучшая проводимость и диффузия растворов, минимум разбухания и эластичности, позитивное двойное преломление;
- 2) перпендикулярно мицеллам, т.е. в *поперечном* направлении - наименьшая прочность, замедленная проводимость и минимальная диффузия растворов, максимум разбухания и эластичности, негативное двойное преломление.

3. Дереворазрушающие и деревеоокрашивающие грибы

3.1. Разрушители древесины

Древесина является высококачественным строительным материалом, отличающимся рядом ценных свойств. Но при определенных условиях она способна быстро разрушаться.

Разрушение древесины вызывают:

- 1) **грибы**, жизнедеятельность которых в древесине приводит к ее гниению (деструкции);
- 2) **насекомые** (личинки жуков, термиты), которые прогрызают в древесине ходы, снижающие прочность изделий и сооружений;
- 3) **моллюски** (морские древооточцы), воздействующие на древесину подобно насекомым;
- 4) **пожары**, наносящие большой ущерб деревянным постройкам вплоть до их полного уничтожения;
- 5) **атмосферные воздействия**, связанные с многократными увлажнениями древесины, которые в условиях периодического солнечного облучения вызывают возникновение внутренних напряжений в ней и, как следствие, деструкцию ее поверхностных слоев, что может также провоцировать ее поражение грибами;
- 6) **механические воздействия** систематического характера, которые приводят к истиранию (полы), смятию (шпалы), расщеплению (причалы, железнодорожные и автомобильные платформы) древесины.

Грибы, насекомые и моллюски являются **биоразрушителями древесины**, которые четко делят сферы своей деятельности и лишь в отдельных случаях встречаются вместе. В нашей стране древесина разрушается в основном грибами. Гниение проявляется не только в

изменении цвета древесины, но и в уменьшении объемного веса, растрескивании и понижении механической прочности, так как вызывающие его организмы используют для своего развития целлюлозу, гемицеллюлозы, лигнин и другие составные части древесины.

Скорость разрушения древесины в благоприятных для развития грибов условиях очень высока: в течение 2 месяцев древесина может быть разрушена на 50% и более. Незащищенная или плохо защищенная древесина сгнивает за 2...7 лет в зависимости от сечения материала и условий эксплуатации.

Стойкость древесины к грибам обуславливается содержанием в ней смолистых и ядовитых веществ. Так, большая стойкость древесины сосны по сравнению с древесиной ели и пихты объясняется различным содержанием смолы, а стойкость дуба выше, чем у ясеня, из-за различного содержания дубильных веществ.

Стойкость древесины повышается с возрастом дерева. Сопротивление биоразрушению зависит от положения древесины в стволе. Как правило, ядро имеет большую стойкость, чем заболонь. У древесины хвойных пород ядро имеет повышенную стойкость в своих наружных зонах. Стойкость древесины из нижней части ствола выше, чем из верхней части.

Древесина различных пород противостоит грибным поражениям, повреждению насекомыми и огню в разной степени, поэтому основные отечественные породы по огнестойкости разделяются на 3 класса (табл. 3.1), а по стойкости к биоразрушению - на 2 класса (табл. 3.2).

Таблица 3.1

Огнестойкость основных пород древесины (данные МЛТИ)

Класс	Порода	Индекс огнестойкости
Стойкие	Дуб, лиственница	4,0...4,5
Среднестойкие	Граб, береза, ясень	2,0...3,5
Нестойкие	Сосна, ель, осина, ольха, бук	1,1...1,5

Таблица 3.2

Стойкость различных пород древесины к повреждению насекомыми, поражению грибами и растрескиванию

Класс стойкости	Стойкость		
	к повреждению насекомыми	к поражению грибами	к растрескиванию
I - стойкие	Пихта, бук, граб,	Пихта, дуб, ильмо-	Ель, сосна, пихта,

	клен, ольха, осина, тополь, явор	вые, клен, явор, ясень	кедр, ольха, осина, липа, тополь
II – нестойкие	Ель, сосна, лиственница, кедр, дуб, ильмовые, ясень, береза	Ель, сосна, лиственница, кедр, береза, бук, граб, ольха, осина, тополь, липа	Лиственница, бук, граб, ильмовые, явор, клен, дуб, ясень, береза

3.2. Строение и характеристика дереворазрушающих грибов

Дереворазрушающие грибы относятся к классу базидиальных и отчасти к классу сумчатых грибов.

Грибы - низшие споровые растения. В благоприятных условиях споры прорастают. При этом наружная оболочка споры разрывается и из нее начинает расти гифа, не видимая невооруженным глазом. В процессе роста гифы сильно разветвляются и образуют тонкую первичную грибницу (рис. 3.1).

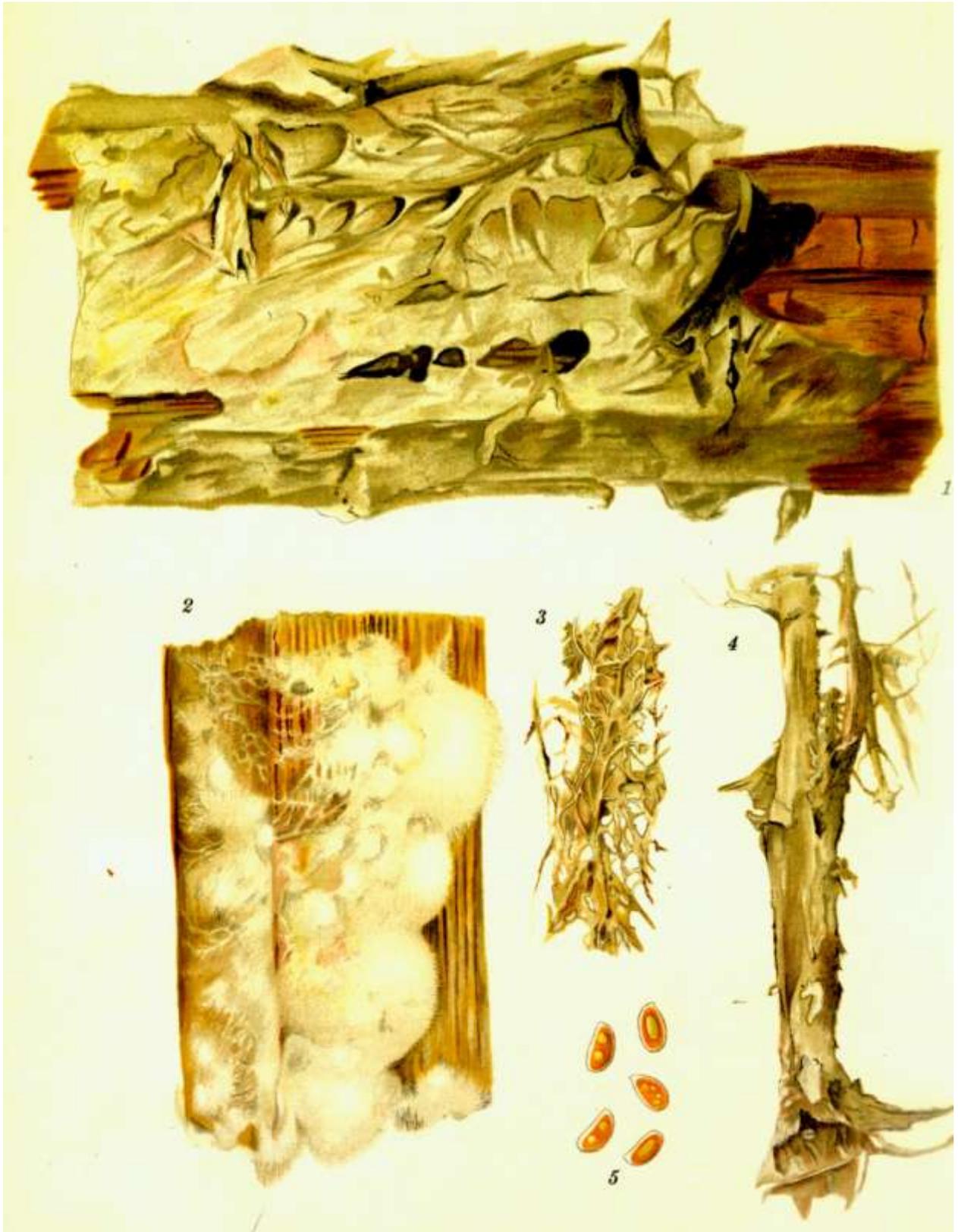


Рис. 3.1. Настоящий домовый гриб, или серпула плачущая *Serpula lacugmans*: 1- пленка гриба на поверхности загнившей древесины; 2 – ватообразный мицелий гриба на поверхности; 3 – начало закладки тяжей; 4 – часть мощного тяжа; 5 – споры гриба

Вершинные клетки двух первичных грибниц, возникших из разных спор, в процессе роста сливаются. Так возникает вторичная грибница (*мицелий*). При делении вершинных клеток вторичной грибницы у некоторых грибов образуются характерные пряжки, которые при дальнейшем росте разветвляются и переходят в боковые гифы.

Гифы пронизывают древесину довольно далеко от места, которое можно определить на глаз как пораженное. Они выделяют ферменты (*энзимы*), разлагающие органические вещества древесины (лигнин или целлюлозу) на более простые соединения (крахмал, сахара), растворимые в воде и доступные для питания гриба. Одна часть грибницы (*мицелия*) расположена на поверхности древесного материала – это так называемая «*поверхностная*» или «*воздушная*» грибница. Другая часть находится в древесине – это «*внутренняя*» грибница. Питание гриба обеспечивает внутренняя грибница.

Наружная грибница состоит из ватообразных скоплений, которые видны невооруженным глазом. Внешний вид грибницы зависит от характера роста и окраски воздушных гиф. Если гифы растут только на поверхности древесины, грибница имеет плоский, стелющийся вид; если гифы поднимаются в воздух над поверхностью древесины, то грибница имеет вид пышных ватообразных скоплений. Со временем грибница уплотняется и меняет внешний вид. Изменения мицелия позволяют грибу сохранить жизнеспособность при неблагоприятных условиях.

К наружной грибнице относятся также так называемые *шнуры* – шнурообразные тяжи из нескольких гифов, с помощью которых гриб перемещается к новым источникам питания.

После достижения полного развития гриб на поверхности древесины образует пленчатое плодовое тело, представляющее собой плотное переплетение гиф вторичной грибницы и содержащее большое количество микроскопических частиц – *спор*, которые, созревая, выпадают из плодовых тел и легко переносятся ветром, насекомыми и людьми на большие расстояния. Так, за одни сутки плодовое тело настоящего домового гриба образует около 3 млн спор, которые при попадании в благоприятные условия дают начало новым грибам. Последние могут образовываться также из мельчайших частей грибницы или гифов.

Жизнеспособность спор не одинакова. У некоторых видов грибов она составляет несколько недель, у других – до 3 лет.

Сумчатые грибы отличаются от вышеописанных *базидиомицетов* в основном способом образования спор, а именно: споры у них образуются в сумках, из которых после созревания споры выбрасываются.

В отличие от высших растений грибы не имеют хлорофилла, поэтому не могут из углекислоты воздуха и воды создавать необходимые для питания органические соединения, а используют для своей

жизнедеятельности органические вещества, созданные другими организмами.

Основными продуктами питания для грибов являются углеводы (глюкоза, сахароза) и высшие спирты (сорбит, эритрит, манит), а также многоосновные кислоты (винная, лимонная, яблочная). Эти соединения углерода используются для построения составных частей клетки и в качестве источников энергии. Благодаря способности многих грибов вырабатывать ферменты они могут расщеплять многие высокомолекулярные соединения (целлюлозу, крахмал, гликоген, глюкозу, фруктозу и пр.). Другими биологически необходимыми элементами питания грибов являются азот, калий, магний, железо, цинк, сера, фосфор, марганец, медь, молибден, ванадий, биотин, тиамин и т.п.

Питательные вещества поглощаются грибами осмотическим путем, всей поверхностью грибницы.

Чаще грибы поселяются на мертвой (срубленной) древесине, реже на растущих деревьях. В зависимости от способа добывания органических веществ грибы делятся на 2 основные группы: *сапрофитов* и *паразитов*. Паразиты развиваются на растущих деревьях, а сапрофиты – на мертвой древесине. Многие дереворазрушающие грибы в процессе развития переходят от паразитического образа жизни к сапрофитному и наоборот.

Внутри ствола растущего дерева гриб проникает через повреждения коры, сучьев, корней. Заражение срубленных деревьев происходит через раны, оставшиеся после удаления сучьев, и торцы. Окоренные бревна и пиломатериалы могут поражаться грибами по всей поверхности.

На первых стадиях гниения на поверхности материалов, деревянных конструкциях обычно появляется молодая грибница в виде отдельных паутинообразных нитей, развивающихся в пушистые или пленчатые налеты, похожие на вату, со шнурами и ветвями разных цветов и оттенков. Обычно они появляются в местах соприкосновения древесины с грунтом, каменным фундаментом, кирпичной кладкой, бетоном, канализационными и водопроводными трубами, на нижней поверхности досок пола, а иногда просто в трещинах.

3.3. Условия, необходимые для развития грибов

В условиях, исключающих или крайне затрудняющих возможность развития грибов, древесина может сохраняться без разрушения весьма длительное время, причем не только в сухих помещениях, но и на открытом воздухе. Примером этому может служить церковь Лазаря

Муромского (XIV в.), а также другие памятники деревянной архитектуры, собранные в музеях «Кижы» и «Малые Карелы».

Древесина хорошо сохраняется и под водой. Подтверждением этому может служить дубовый челн, найденный на побережье Ладожского озера и сохранившийся еще со времени каменного века. Древесина также может довольно хорошо сохраняться под землей. Об этом свидетельствуют найденные в Керчи части греческих саркофагов, сооруженных еще в IV...V вв. до н.э. При раскопках древнего Новгорода были обнаружены мостовые из ядровой древесины сосны, пролежавшие в земле с X в. н.э., у которых показатели механической прочности практически не отличались от показателей обычной древесины этой же породы. Поэтому имеет смысл выделить условия, при которых возможно или невозможно разрушение древесины вследствие загнивания.

Условия, необходимые для развития грибов в древесине

1. Положительная температура (обычно от +5 до +40°C).

Активная жизнедеятельность дереворазрушающих грибов возможна лишь при положительных температурах, однако понижение температуры ниже 0°C обычно не приводит к гибели большинства грибов. Особой стойкостью отличаются споры и плодовые тела. Внутренняя грибница способна в течение длительного времени выдерживать целый ряд неблагоприятных условий. Суточные или сезонные колебания температур оказывают в основном стимулирующее действие на развитие грибов, особенно на их плодоношение.

2. Повышенная влажность древесины (23...100%).

Ферменты, выделяемые грибами, превращают органические соединения древесины в более простые, растворимые в воде вещества. Это превращение возможно лишь при наличии в древесине некоторого количества свободной влаги. Кроме того, влага необходима и потому, что грибы питаются путем поглощения водных растворов веществ. Для усвоения грибами питательных органических веществ необходим кислород. В результате проходящих реакций образуются углекислый газ и вода, вследствие чего происходит постепенное самоувлажнение древесины.

В процессе своей деятельности лигнинразрушающие грибы влажность древесины не повышают, а целлюлозоразрушающие грибы, наоборот, выделяют значительное количество воды, что приводит к увлажнению древесины. Установлено, что некоторые виды домовых грибов в процессе разложения 1 м³ древесины с объемным весом 0,5 г/см³ выделяет 139 л воды при уменьшении веса древесины на 50%.

Из-за недостатка кислорода при полном насыщении древесины водой, когда влажность составляет 165...200%, деятельность большинства грибов приостанавливается. Таким образом, для развития грибов

необходимо определенное соотношение количества воздуха и воды в древесине.

3. **Неподвижный сырой воздух** влажностью 80...95% (отсутствие сквозняков).

Поверхностная грибница имеет тонкие клеточные стенки и плохо приспособлена к высыханию. При снижении влажности воздуха она постепенно спадает и начинает отмирать. Плодовые тела грибов обычно образуются и в более сухом воздухе.

4. **Затемнение** (известно, что ультрафиолетовые лучи отрицательно влияют на грибницу многих грибов, задерживая развитие и убивая ее).

5. **Кислотность среды** (рН 3...5), которая способствует лучшему расщеплению древесины.

Установлено, что грибы способны в определенных пределах регулировать рН среды, причем целлюлозоразрушающие грибы понижают кислотность среды до более низких значений рН, чем лигнинразрушающие. Последние, в частности грибы-паразиты, регулируют среду до значений рН, соответствующих кислотности среды растущего дерева.

6. **Присутствие органических примесей**, необходимых для питания гриба.

3.4. Классификация грибов

По месту встречаемости грибы подразделяются на следующие экологические группы:

1) **лесные** грибы – возбудители гнилей древесины растущих деревьев (трутовики, губки, пленчатые грибы и т.п.);

2) **биржевые** или **складские** грибы, которые развиваются на свежесрубленной древесине во время хранения ее в теплый период года (многие плесневые и деревоокрашивающие грибы, шпальный, столбовой или заборный гриб);

3) **домовые** – разрушители древесины в постройках и сооружениях.

По степени разрушительной силы (агрессивности) можно выделить следующие группы грибов, поселяющихся на древесине.

1. **Особо опасные** – это домовые, а в некоторых условиях столбовой и шпальный чешуйчатый грибы, которые быстро развиваются, поражают древесину по всей толщине. Вследствие этого за короткий срок, иногда всего лишь за несколько месяцев, полностью разрушаются большие участки деревянных конструкций.

2. **Умеренно опасные** (складские, а иногда столбовой, шпальный чешуйчатый и др. грибы) – грибы этих видов развиваются медленнее и обычно поражают древесину лишь отдельными очагами.

3. Неопасные (деревоокрашивающие грибы) – не вызывают существенных разрушений древесины, так как питаются лишь содержимым клеток и отмирают, когда запасы питания исчерпаны.

Сенежская научно-производственная лаборатория защиты древесины (СНПЛзд) придерживается следующей **классификации грибов, поселяющихся на срубленной древесине.**

1. Плесневые грибы.

Это очень большая группа грибов, способных при определенных условиях поселяться на древесине и других материалах (тканях, коже, кормах, продуктах питания и даже на стекле и металле, имеющих органические примеси), ухудшая их товарный вид и некоторые свойства. Кратковременное развитие плесневых грибов на древесине в некоторых случаях полезно, как, например, перед пропиткой крупных сортиментов. Грибы за короткий срок времени успевают частично разрушить мембраны пор трахеид и использовать для своей жизнедеятельности вещества, выстилающие клетки, не затрагивая их стенок. Результатом этого является улучшение проницаемости древесины. Иногда даже рекомендуется предпропиточная обработка такими грибами труднопропитываемой древесины.

На поверхности материалов плесневые грибы заметны в виде налетов голубого, серого, реже розового, малинового и чаще зеленого цвета. Эти грибы очень быстро развиваются. Их споры постоянно присутствуют в воздухе, выдерживая неблагоприятные для своего развития воздействия среды. Оптимальные условия для развития плесени: температура - $+20...25^{\circ}\text{C}$, влажность древесины – 50...100%. При высушении древесины развитие плесени замедляется, а при влажности ниже 30% она погибает.

2. Деревоокрашивающие грибы.

Эта группа грибов сильно поражает заболонь сосны, кедра, лиственницы и березы, в меньшей степени - заболонь ели и пихты, окрашивая ее в синий, красноватый, желтый, коричневый и другие цвета, вызывая появление таких пороков древесины, как синева, побурение, желтизна. **Окраска создается за счет того, что сам гриб имеет окраску либо выделяемые им пигменты окрашивают древесину.**

Деревоокрашивающие грибы близки к грибам плесени. Они также питаются содержимым живых клеток или остатков протоплазмы мертвых клеток за счет разложения гемицеллюлоз, что связано с некоторым понижением вязкости древесины.

Особенно широко распространена синева. *Синевой* называется глубокая синевато-серая окраска различных оттенков от светло-серого до синевато-черного. Ее появление в древесине хвойных и лиственных пород связано с развитием многих видов сумчатых и несовершенных грибов.

Синева – порок, снижающий сортность пиломатериалов, поэтому приносит большой ущерб внешней торговле лесоэкспортирующих стран.

Большинство грибов синевы развивается при температуре от 5 до 32⁰С, но наиболее благоприятны температура в пределах 15...28⁰С и оптимальной влажности от 35 до 80% при крайних ее значениях 22...178%. Заражение древесины происходит спорами, распространяющимися разными путями: воздушными течениями, водой, насекомыми. Гифы этих грибов способны переходить из одной клетки древесины в другую через отверстия, прodelьываемые в клеточных стенках.

Пораженная синевой древесина имеет пониженную на 10...15% ударную вязкость, на 34% пониженное сопротивление при ударном изгибе, но повышенную водопроницаемость, а в некоторых случаях пониженную прочность при продольном сжатии. Повышенная водопроницаемость древесины, пораженной синевой, делает ее не пригодной к использованию в бондарном производстве и судостроении, но улучшает качество пропитки древесины антисептиками. Практическое значение синевы нельзя оценивать только с точки зрения ее влияния на физико-механические свойства древесины. Следует учитывать, что синева – существенный порок древесины, снижающий ее сортность, поэтому для предупреждения синевы применяются специальные меры.

Кофейная темнина – глубокая окраска древесины хвойных пород кофейно-коричневым цветом, иногда распространяется в зону ядровой древесины. Существенно не влияет на прочность древесины.

Окраски *красных, розовых и желтых* тонов меньше распространены, чем синева. Наиболее часто встречается *розовато-оранжевая* глубокая окраска древесины ели, сосны, осины и других пород. Интенсивность окраски уменьшается, и она становится менее заметной по мере просыхания древесины, которая при этом не теряет своей прочности и твердости, но приобретает более высокую проницаемость при пропитке маслами, что имеет важное практическое значение в электротехнике и при консервировании древесины. Присутствие гриба легко обнаруживается на древесине, так как он образует большое количество плодовых тел, имеющих вид плотно приросших, часто сливающихся пленочек округлой или продолговатой формы темно-розового, желтоватого или светло-коричневого цвета с более светлым лучистым краем.

Кровяно-красная окраска древесины хвойных пород и дуба может быть вызвана грибом, мицелий которого, распространяясь в древесине, выделяет красный пигмент. На поверхности древесины гриб образует плодовые тела в виде красновато-желтых пленок и шнуры кровяно-красного цвета. Встречается преимущественно на валежной древесине.

Карминово-розовая окраска древесины подсоченных деревьев сосны в зоне карр сумчатым грибом. Окраска обычно распространяется полосами в зоне заболони, не влияет на прочность древесины.

Желтая окраска образуется в древесине дуба в связи с развитием гриба, выделяющего пигмент, придающий золотисто-желтый цвет клеточным оболочкам древесины, прочность которой при этом не изменяется. Глубокая желтая окраска хвойных пород может быть иногда вызвана плесневым грибом.

Зеленая окраска древесины хвойных и лиственных пород вызывается деятельностью сумчатых грибов. Окраска глубокая зеленого цвета преимущественно валежной древесины в лесу.

3. Дереворазрушающие грибы.

Эти грибы развиваются в условиях повышенной или переменной влажности, разрушая древесный материал иногда до полной потери прочности. С одной стороны, дереворазрушающие грибы вызывают серьезные болезни растущих деревьев, значительную порчу древесины на складах и выход ее из строя при эксплуатации, разрушая структуру клеточных оболочек, изменяя химический состав древесины, ее физические и технические свойства. С другой стороны, принимают активное участие в процессах разложения древесных остатков, особенно в лесу, что является, несомненно, положительным моментом.

Дереворазрушающие грибы можно разделить на две основные группы - целлюлозоразрушающие и лигнинразрушающие.

Целлюлозоразрушающие грибы разрушают только целлюлозу (полисахариды) (рис. 3.2). При этом окраска древесины изменяется от красноватой до ржаво-красной и, наконец, становится темно-бурой от

освобожденного лигнина. Древесина становится хрупкой (легко ломается и крошится), заметно теряя свой вес и объем.

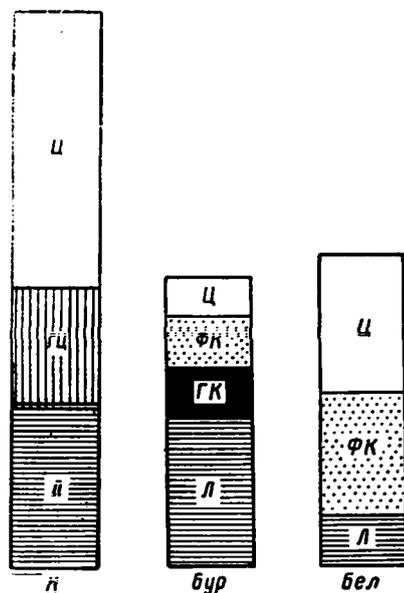


Рис. 3.2. Химический состав еловой древесины, пораженной бурой (Бур) и белой (Бел) гнилью:

К (контроль) – здоровая древесина;
Ц – целлюлоза; ГЦ – гемицеллюлозы;
Л – лигнин; ГК – гуминовая и гиматомелановая кислоты; ФК – фульвокислоты

Разложение древесины целлюлозо-разрушающими грибами проходит в несколько стадий.

1. Древесина слегка окрашивается в серо-желтый цвет, прочность ее снижается, но характер излома остается еще волокнистым.
2. Древесина заметно окрашена в серо-желтый – серо-оранжевый цвета, легкая и мягкая.
3. Древесина темно-бурая, распадается на

призматические кусочки, не обладает никакой прочностью; характер излома раковистый.

Лигнинразрушающие грибы, кроме целлюлозной части древесины, разлагают и лигнин. В начальной стадии разложения древесина может временно потемнеть. Впоследствии древесина может побелеть равномерно по всей пораженной части, но иногда появляются только светлые полосы или древесина разлагается таким образом, что образуются заметные ямки (ячейки), заполненные белой неразложившейся целлюлозой. Древесина становится мягкой, волокнистой, теряет в весе, но объем ее не уменьшается.

В процессе разложения древесины лигнинразрушающими грибами можно выделить следующие стадии.

1. На древесине появляются фиолетовые полосы, а в остальном она остается без изменений.

2. Древесина становится красноватой, других заметных изменений еще нет.

3. Древесина окрашивается в красноватый цвет, вес и прочность снижаются, особенно в ранней части годовичных слоев.

4. Древесина становится красновато-бурой со светлыми полосами или островками, часто заполненными белыми волокнами целлюлозы.

В конечной стадии гнили древесина, зараженная лигнинразрушающими грибами, всегда светлеет. Она светлеет не только от освобожденной целлюлозы, но в основном под влиянием специфических окислительных энзимов, выделяемых в древесину грибом.

По виду разрушения древесины различают следующие **виды гнилей**:

- *деструктивная*, вызванная разрушением целлюлозы и гемицеллюлоз клеточных стенок (бурая-трухлявая гниль);
- *коррозийная*, которая приводит к распаду лигнина (белая-волокнистая, пестрая-ситовая гнили).

Схемы изменения клеток древесины при поражении их целлюлозоразрушающими и

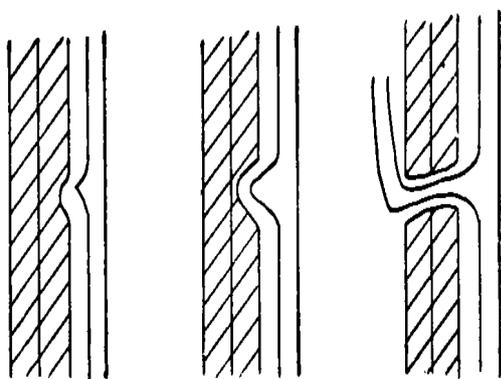


Рис. 3.3. Схема проникновения боковыми отростками гиф целлюлозоразрушающего гриба сквозь клеточную оболочку.

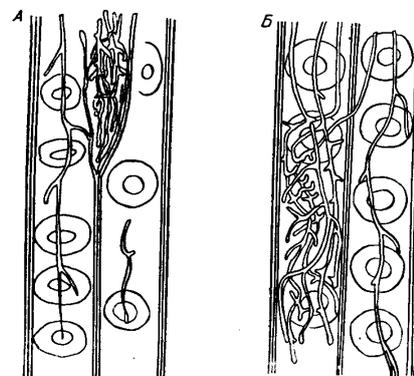


Рис. 3.4. Схема прорастания лигнинразрушающего гриба:

А – ветвление происходит в пектиновом слое; *Б* – ветвление происходит внутри

лигнинразрушающими грибами приведены на рис. 3.3 - 3.5.

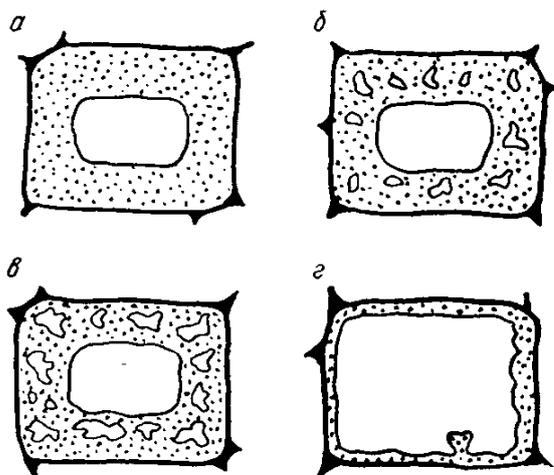


Рис. 3.5. Схема разложения древесины по типу бурой гнили:

а – поперечный разрез здоровой древесины, *б...г* – разложение клеточной оболочки (срединная пластинка продолжительное время сохраняется)

Выделяют следующие группы **дерево разрушающих грибов**: домовые, почвенные, атмосферные и аэроводные грибы.

Домовые – наиболее опасные грибы, относящиеся к группе целлюлозоразрушающих. Пораженная ими древесина превращается в бурую распадающуюся массу, которую относят к типу деструктивных гнилей. Гифы грибов поражают клеточные оболочки и в первую очередь те, которые меньше одревеснели.

Древесина, имеющая влажность менее 18%, как правило, не поражается грибами, но если древесина была заражена, а потом высушена до

влажности менее 18%, то грибница домовых грибов может сохранять в ней жизнеспособность до 1,5 лет при 2...3% относительной влажности воздуха. При последующем увлажнении древесины процесс гниения может возобновиться. Однако с течением времени всхожесть спор этих грибов понижается и лишь по прошествии 5 лет утрачивается полностью. Разрушительная способность разных видов домовых грибов различна. При наиболее благоприятных условиях настоящий домовый гриб способен разрушить древесину массивных конструкций в течение 1 года. Другие домовые грибы разрушают древесину значительно медленнее. Разные виды домовых грибов обитают в различных частях зданий: настоящий домовый гриб чаще встречается на перекрытиях первых этажей, нижних венцах деревянных зданий и в подпольях; пленчатый гриб поражает все части зданий, начиная от чердачных перекрытий и кончая перекрытиями первого этажа зданий; пластинчатый гриб развивается на увлажненных конструкциях. Таким образом, заражению зданий домовыми грибами способствует сырость вследствие протекания крыш, неисправности водопровода, плохой вентиляции. Деятельность грибов становится заметной, когда процесс разрушения древесины зашел уже далеко и стал проявляться в осадке стен, прогибе балок, «зыбкости» полов.

Почвенные грибы аналогичны домовым, но развиваются на древесине, погруженной в землю (столбы, сваи мостов, опоры линий электропередач, шпалы и т.п.). Самая опасная зона для поражения почвенными грибами – это граница земля-воздух.

Важной особенностью почвенных грибов является относительно постоянная скорость их развития в пределах одного типа конструкций и одной климатической зоны. Разрушение древесины почвенными грибами может колебаться от 5 до 15 лет.

Атмосферные грибы – это разрушители наземных частей сооружений (заборов, эстакад, складов), эксплуатирующихся в атмосферных условиях.

Аэроводные грибы вызывают поверхностную гниль в гидросооружениях, на кровлях и заборах, в местах медленного просыхания поверхностей. Особенностью грибов этой группы является их способность к избирательному разрушению целлюлозы вторичного слоя оболочек клеток поздней древесины.

Разрушение древесины этими грибами протекает наиболее интенсивно при высокой влажности, особенно, когда древесина увлажняется водой с высоким содержанием кислорода. Защита от этих грибов сложна, так как высока их приспособляемость.

3.5. Взаимное влияние грибов

Взаимное влияние разных видов грибов может носить различный характер: экологический – когда между ними нет физической связи, или симбиотический – когда такая связь имеется.

Экологические взаимоотношения могут быть нейтральными, антагонистическими, метабиотическими и синергетическими.

Нейтральное взаимоотношение наблюдается в тех случаях, когда разные виды грибов развиваются на одном субстрате, не оказывают никакого взаимовлияния.

Антагонизм – род взаимоотношения, при котором один организм препятствует нормальному развитию и росту другого, действуя на него продуктами своей жизнедеятельности. Антагонизм очень распространен среди грибов и используется для борьбы с ними. На этом явлении основан биологический метод борьбы с грибами, негативно влияющими на древесину. Антагонистические отношения не являются неизменными и могут изменяться под воздействием различных внутренних и внешних факторов. Установлено, что под влиянием температуры может изменяться характер антагонизма у грибов-паразитов. Так, по данным Рипачека, при температуре +20⁰С гриб рода *Serpula lacrymans* (Wulf. ex Fr.) Bond.

полностью подавляет грибы рода *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr., а при температуре +26⁰С наблюдается обратная картина. Возраст грибов также влияет на характер их взаимного влияния.

Метабиоз – создание продуктами жизнедеятельности одного организма благоприятных условий для развития другого. При разложении древесины грибами наблюдается смена грибного населения: один вид, развиваясь в древесине, создает в ней условия, благоприятные для жизни другого. Среди грибов это явление наблюдается часто: так, деревоокрашивающие грибы являются предшественниками по отношению к дереворазрушающим.

Синергизм – создание организмами лучших условий существования при совместном развитии. Синергизм распространен среди грибов и часто улучшает их рост и повышает их патогенность относительно растения-хозяина, на котором они развиваются.

Симбиотические отношения могут быть также нейтральными, мутуалистическими и антагонистическими.

Нейтральный симбиоз распространен в природе, например, лишайники на деревьях (они не получают друг от друга никаких питательных веществ).

Мутуалистический симбиоз – тесное взаимовыгодное существование двух организмов, при котором один обеспечивает другого недостающими питательными веществами. Примером является сожительство сумчатых грибов с сине-зелеными и зелеными водорослями (грибы обеспечивают водоросли водой и минеральным питанием, получая взамен углеводы). Мутуалистический симбиоз, как показывают наблюдения, может при определенных обстоятельствах переходить в антагонистический.

Антагонистический симбиоз – взаимоотношение между сосуществующими организмами, когда в силу некоторых обстоятельств один из них начинает вредно влиять на другого, по существу, паразитировать на нем.

3.6. Стадии порчи древесины грибами

Грибы, вызывающие порчу древесины после ее рубки, при хранении на складах различного типа, объединяются под общим названием **складских** грибов. К ним относятся *дереворазрушающие, деревоокрашивающие и плесневые* грибы, развивающиеся в хвойной или лиственной древесине. Процесс порчи древесины происходит в несколько фаз. Профессор А.Т. Вакин предложил обозначать его термином **прелость**.

На поверхности и на торцах окоренных **хвойных** лесоматериалов **на первой стадии** поселяются плесневые грибы, заселяющие своей

грибницей и спорами древесины. Прочность древесины при этом понижается, но на ней появляются пятна и налеты различной окраски (серые, оливковые, коричневые, черные, красные и зеленые). При просыхании древесины они становятся слабо заметными. Эта фаза называется **плесневением**.

Вслед за плесневыми грибами, а часто одновременно с ними, в древесине поселяются древоокрашивающие грибы, вызывающие глубокое окрашивание древесины заболони **заболонными грибными окрасками**.

Следующая **фаза порчи** древесины связана с поселением в ней грибов, слабо разрушающих древесину, называемых субдеструкторами. Вызываемое ими поражение древесины состоит в образовании **твердой заболонной гнили**, основным признаком которой служит темная окраска заболони, не сопровождающаяся заметным снижением прочности древесины.

Последняя фаза прелости древесины характеризуется появлением **мягкой заболонной гнили**, вызываемой грибами-деструкторами. Прочность древесины при этом значительно понижается. Пораженная древесина также имеет повышенную водопроницаемость. Причем особенно быстро разрушают древесину грибы, ассимилирующие целлюлозу, т.е. вызывающие бурую деструктивную гниль. Грибы, вызывающие коррозионную гниль, медленнее разрушают древесину, так как вначале питаются легкоусвояемыми веществами клеток, гемицеллюлозами и лишь отчасти лигнином, поэтому менее понижают прочность древесины.

В древесине **лиственных пород** процесс порчи (прелости) также может быть разделен на фазы. **Первая фаза – побурение** – характеризуется появлением однотонной бурой или серой окраски, возникающей вследствие отмирания паренхимных клеток под воздействием ферментов и кислорода воздуха (рис. 3.6). Если ферменты инактивировать нагреванием древесины, то побурения не происходит. Побурение распространяется вглубь кряжа «языками» все глубже по мере просыхания древесины. В отмершей побуревшей древесине создаются условия, благоприятные для поселения и развития древоокрашивающих, а затем и деструктивных грибов.

В связи с этим у большинства пород в однотонной побуревшей древесине появляются более темные пятна и полосы темно-бурого, темно-серого, лиловато-бурого, кофейно-коричневого или иного цвета, называемые **подпаром**. У некоторых пород (бук, клен) фаза подпара внешне не отличается от фазы побурения, поэтому может быть выявлена только посредством выделения в культуру находящихся в древесине грибов.

В дальнейшем в такой древесине усиливается жизнедеятельность дереворазрушающих грибов субдеструкторов и деструкторов, что сопровождается образованием светлых пятен, часто обрамленных темными линиями. Наступает следующая **фаза** прелости (порчи) древесины, называемая **мраморной гнилью**. В дальнейшем древесина размягчается, превращаясь в **мягкую гниль**.

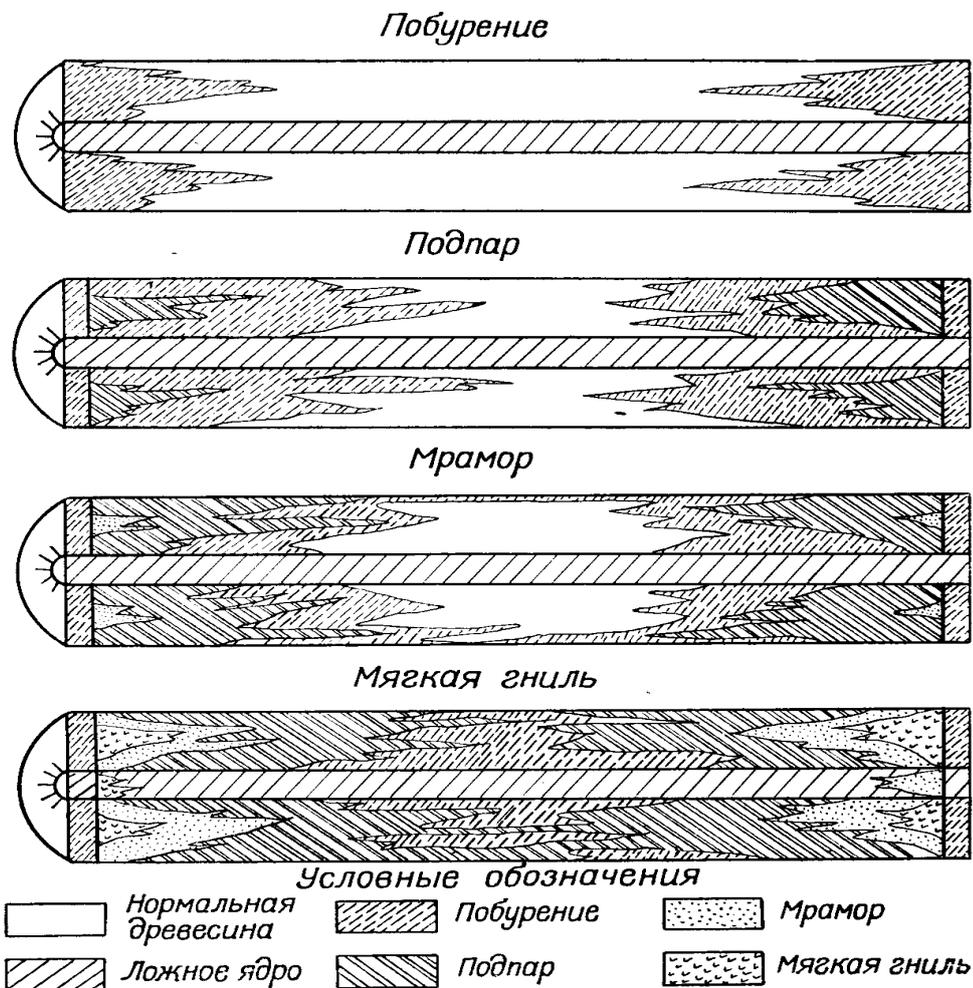


Рис. 3.6. Схема фаз порчи древесины

4. Дереворазрушающие жуки

Древесину разрушают не только грибы, но и представители животного мира. Основные разрушители древесины: насекомые (Insecta); ракообразные (Crustacea); моллюски (Lamellibranchia).

Наземные элементы деревянных объектов разрушаются насекомыми, а деревянные элементы, эксплуатируемые в соленых водах

(корпуса судов, подводных свай, судостроительных брусьев и т.п.), разрушаются морскими древооточцами – моллюсками и ракообразными.

Насекомые-древоточцы разрушают как растущие деревья, свежесрубленную древесину, пиломатериалы, так и элементы зданий и сооружений. Они питаются содержимым клеток (сахарами, крахмалом) или целлюлозой и гемицеллюлозами клеточных стенок. Развитию насекомых способствует большое содержание белков в древесине, поэтому во многих случаях они заселяются уже на загнившей древесине, так как мицелий грибов обычно содержит около 50% белков. Насекомыми может поражаться и здоровая древесина. В этом случае сначала появляются на древесине жуки, а потом уже синева.

Насекомые – беспозвоночные животные небольшой величины; тело их покрыто твердым кожным покровом и разделено на сегменты. На голове одна пара членистых усиков, на груди 3 пары членистых ног и большей частью 2 пары крыльев. Усики насекомому служат своеобразной антенной для ориентации, а также органами осязания, восприятия запахов и вкусовых ощущений. В брюшке расположены пищеварительные органы и органы размножения.

Самки древооточцев крупнее самцов, причем конец брюшка у них обычно вытянут в виде трубки (яйцеклад).

Цикл развития древооточцев характеризуется 4 фазами превращения:

- 1 фаза – самка на поверхности древесины или под корой дерева откладывает яйца (отверстие, которое оставляет она, настолько мало, что напоминает укол тонкой иглой);
- 2 фаза – из яйца (примерно через 2 недели) появляется личинка, которая вгрызается в толщу древесины. Развитие личинки длится у разных видов от нескольких месяцев до 15 лет;
- 3 фаза – стадия куколки (4...5 недель), когда личинка превращается во взрослое насекомое;
- 4 фаза – взрослое насекомое прогрызает в древесине летное отверстие, через которое выползает из древесины (рис. 4.1).

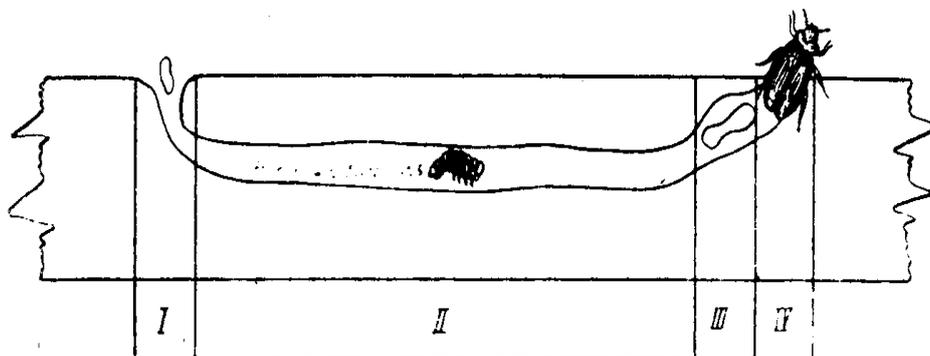


Рис. 4.1. Схема развития древоразрушающих жуков:

I – откладывание яиц в щели древесины; *II* - развитие личинки; *III* – превращение личинки в куколку; *IV* – лет жуков

Разрушение материала происходит главным образом за счет деятельности личинок, которые в период своего длительного развития проделывают своеобразные ходы и летные отверстия, ухудшающие внешний вид и снижающие технические свойства материалов.

Так как входные отверстия личинок практически не заметны, поражения древесины обычно обнаруживаются только через 3...4 года после появления на поверхности материала летных отверстий, когда личинки первых генераций уже совершили свою разрушительную работу.

Каждый вид древоточцев для поселения выбирает ту древесину, которая по своему составу и структуре обеспечивает условия для его существования.

Насекомых-древоточцев по этому признаку условно можно разделить на 2 основные группы:

1) древоточцы, поражающие растущие, ослабленные деревья и свежесрубленную **неокоренную** древесину (короеды, долгоносики, усачи, златки, рогохвосты, древесные осы и т.д.);

2) вредители мертвой древесины в постройках и поделках (точильщики, домовые усачи, термиты).

Некоторые виды насекомых-древоточцев первой группы, поражая свежесрубленную древесину, могут развиваться и на складе, и в конструкциях зданий. Насекомые второй группы могут поселяться в бревнах и в сырых пиломатериалах при хранении в атмосферных условиях.

В первую очередь древесина разрушается жуками из семейства *точильщиков и усачей*.

Насекомые второй группы менее распространены, но причиняют больше ущерба вследствие того, что замена конструктивных элементов любого строения всегда является дорогостоящим мероприятием.

Повреждения древесины древоточцами называются *червоточинами*, которые представляют собой круглые или овальные отверстия диаметром от 1,5 до 8 мм и больше. В зависимости от степени и характера повреждения сортность материалов снижается или полностью бракуется.

Основными причинами распространения жуков являются:

- использование при строительстве и ремонте неокоренных материалов;
- хранение в помещении дров, пораженных жуками;
- использование сухой древесины без защитно-декоративных покрытий.

Жизнедеятельность насекомых находится в зависимости от температурно-влажностных условий, а именно:

- оптимальная температура для развития личинок колеблется в диапазоне от 20 до 30⁰С и зависит не только от вида или семейства

насекомых, но и от географического положения, т.е. климатических условий местности;

- оптимальная влажность древесины – 20...50% (зависит от вида или семейства насекомых).

Характеристика жуков

Насекомые составляют обширный класс живых существ, относящихся к беспозвоночным животным. Все тело насекомых покрыто оболочкой, состоящей из клеток, образующих гиподерму (кожу насекомых). Наружная часть гиподермы покрыта кутикулой. Кутикула пропитана очень стойким веществом - хитином и образует наружный скелет, к которому изнутри прикреплены мускулы.

Тело у насекомых делится на отдельные членики. Насекомые имеют голову, грудь и брюшко. Голова всегда с одной парой усиков; грудь состоит из трех члеников, несет три пары ног и большей частью две пары крыльев.

Ствол здорового растущего дерева обычно не повреждается насекомыми. Их поселению препятствует смоляное и осмотическое давление в тканях, определенный уровень которого поддерживается в процессе поступления через корни воды в ствол дерева. Как только нормальный водный обмен нарушается, и осмотическое давление во всем стволе или части его меняется, дерево подвергается нападению насекомых.

Одни из лесных древоточцев поселяются и выводятся только под корой, в лубяном слое дерева (*собственно короеды*). Среди них особенно распространены короеды, златки, большинство усачей, рогохвосты, сверлильщики, бострохиды. Все они могут попадать в дома, если последние строятся из сырой древесины, и там закончить свое развитие. Однако потомство их вновь не поселяется в деревянных конструкциях помещений. Личинки этих насекомых питаются содержимым клеток древесины и углеводами клеточных оболочек, но не устраивают клетчатку.

Другая группа лесных древоточцев (*древесники*) сквозь кору вгрызаются в толщу дерева, где протекает основной цикл их развития. К ним относятся точильщики, домовые усачи, слоники-трухляки, термиты, часть древо-грызунов. Все они способны переваривать клетчатку дерева, которую растворяют с помощью специальных веществ (ферментов), находящихся в их кишечнике, или при участии одноклеточных организмов, присутствующих в кишечнике (они называются симбионтами).

Короеды-древесники - как взрослые насекомые, так и личинки – это вредители растущих деревьев и неокоренного лесоматериала.

Взрослые самки короедов-древесников сквозь кору вгрызаются в толщу дерева, где проделывают маточный ход в радиальном направлении

глубиной до 5 см, затем сворачивают в сторону и продолжают ход по направлению годичного кольца (рис. 4.2). Эти короеды поражают только неокоренную древесину как хвойных, так и лиственных пород. На окоренную древесину и пиломатериалы они не нападают. Их ходы не

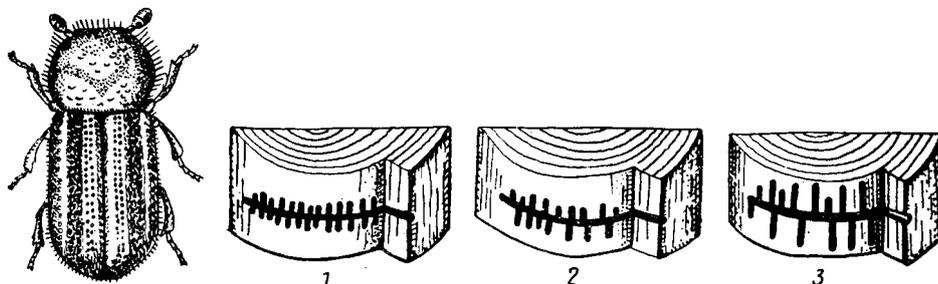


Рис. 4.2. Полосатый короед:

1, 2, 3 - схемы ходов, оставляемые разными видами жуков-короедов-древесников в древесине

только портят внешний вид лесоматериалов, но и значительно снижают технические свойства.

По внешним признакам короеды делятся на три резко различающиеся между собой группы: лубоедов, заболонников и настоящих короедов. Большинство короедов имеют одногодую, иногда - двойную генерацию. Личинки второй генерации не успевают превратиться в жуков и зимуют под корой, выдерживая температуру до -30°C . Летом под воздействием солнечных лучей температура под корой может подниматься выше верхнего теплового порога развития короедов ($+40^{\circ}\text{C}$), тогда личинки погибают.

Короеды - древесники заражают древесину дереворазрушающими грибами. Споры гриба постоянно присутствуют в кишечнике самок, которые перед откладкой яиц производят "посев" грибов. Дальнейшее распространение гриба следует за развитием ходов. Личинки жука питаются мицелием гриба. Гриб разлагает клетчатку древесины, выделяя из нее углеводы и белки.

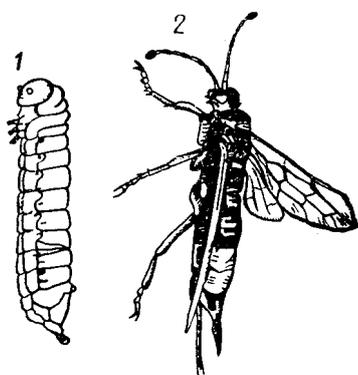


Рис. 4.3. Желтый еловый рогахвост: 1 – личинка, 2 – жук

Рогохвосты (древесные осы) – перепончатокрылые крупные насекомые длиной 30...45 мм (рис. 4.3). У самок в конце брюшка есть острый роговидный вырост (рогохвост). Нападают они на растущие ослабленные или отмирающие деревья, а также на свежесрубленный лесоматериал. Рогохвосты – сильные физиологические и технические вредители древесины, подвергающие

сильному разрушению деревянные конструкции зданий, истачивая почти всю древесину ствола. Рогохвост прогрызается наружу с большой силой. В литературе имеется много указаний о том, что он прогрызал железные обшивки деревянных предметов, свинцовые камеры, трубы газопровода, разные металлические предметы, лежавшие на зараженной им древесине. Имеются также сведения о том, что личинки рогохвоста распространяют споры дереворазрушающих грибов, подготавливая таким образом себе древесину для питания. Поэтому заселенную рогохвостами древесину запрещено применять при капитальном строительстве.

Время лета – май-сентябрь. Летные отверстия круглые, диаметром 5...7 мм. Цикл генерации 2...4 года. Каждая самка откладывает поодиночке более 150 яиц.

Усачи – самые опасные разрушители древесины - объединяют около 17 тыс. видов. Тело их удлиненное (3...60 мм) чаще всего покрытое волосками. Они имеют очень длинные усы, которые у некоторых видов длиннее половины тела, а у других – в 1,5...2 раза превосходят его. Жуки откладывают до 200 яиц. Вышедшие из яиц личинки начинают грызть в лубе ходы. Личинка живет 1...2 года. После вылета жуки питаются сочным лубом молодых побегов в кроне дерева. Развиваются усачи как на лиственной, так и на хвойной свежесрубленной, нередко и на сухой, неокоренной древесине.

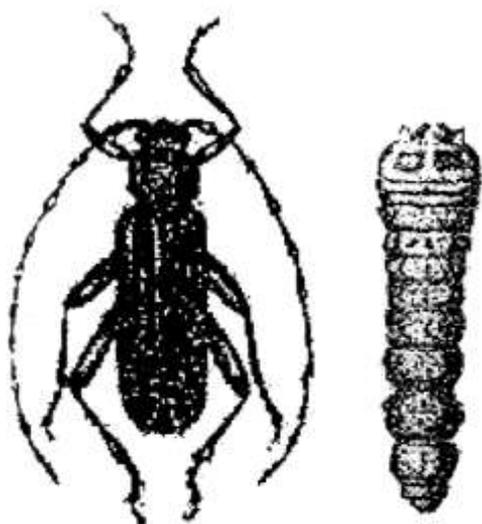


Рис. 4.4. Рыжий домовый усач

Рыжий усач (рис. 4.4)

поражает ослабленные и полумертвые лиственные и хвойные деревья. Нападает он также на лесоматериалы и деревянные элементы строительных объектов.

Летное время – июль-август. Летные отверстия овальные размером от 3x5 до 5x12 мм. Цикл полного развития составляет 3...4 года и более.

Самки этих усачей прогрызают кору, откладывая яички в лубяной части древесины или в трещинах коры. Сначала

личинки там и развиваются, но потом вгрызаются в толщу древесины, где, продолжая цикл своего развития, разрушают как заболонную, так и ядровую части ствола.

Домовой усач является опасным разрушителем древесины в постройках. Причиняемый им вред проявляется медленнее, чем при поражении древесины грибами, и в первое время на поверхности

древесины можно заметить лишь отдельные летные отверстия круглой или овальной формы диаметром 1...9 мм. Около этих отверстий видна высыпавшаяся желтовато- или серо-буроватая мука. С годами число отверстий увеличивается и вся древесина, за исключением тонкого наружного слоя, который легко снимается даже ногтем, пронизывается ходами, проделанными личинками жуков. Цикл развития домового усача длится от 3 до 10 лет.

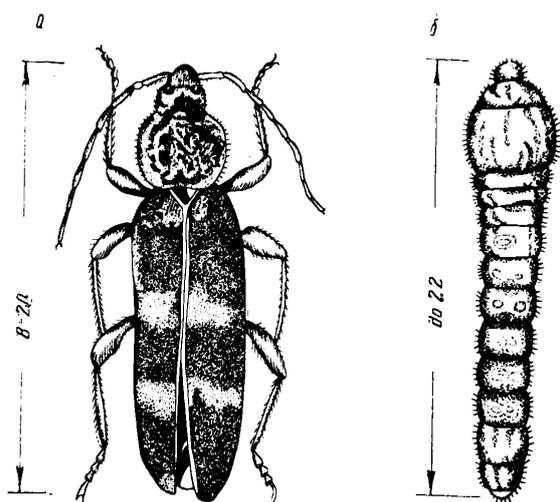


Рис. 4.5. Серый домовый усач:

а – жук, б – личинка

Одним из самых вредных разрушителей древесины является **серый домовый усач**. Он длиной 8...20 мм, покрыт серыми волосками, которые образуют над надкрыльями одну - две неясные поперечные полосы (рис. 4.5). Нитевидные усики короткие, достигающие у самца едва середины тела, а у самки - еще короче.

Цикл развития жука, как правило, 3...4 года, иногда даже 8...9 и больше лет. Самка откладывает до 200 яиц длиной 0,7...0,9 мм. Повреждает все части построек, особенно балки,

стропила, срубы, чаще всего дома одноэтажные, неоштукатуренные, выполненные целиком из дерева, уже простоявшие 15-20 лет. Мебель домовый усач повреждает только в случае массового размножения. Вблизи деревянных строений жук повреждает также столбы, чаще всего на высоте 1...2 м от земли. При постукивании по пораженному столбу топором или молотком слышен глухой звук и из трещин вылетают клубы бурой муки.

Мебельный точильщик проникает в деревянные предметы домашнего обихода, не покрытые лаком или краской (мебель и т.п.). Летные отверстия диаметром 1...2 мм. В период спаривания (апрель-июнь)

этот жук издает характерные звуки, напоминающие тикание карманных часов, которые особенно хорошо слышны ночью. Обнаружить мебельного точильщика можно, оставив на ночь горящую электрическую лампу с подвешенной липкой бумагой, к которой и прилипают летящие на свет жуки.

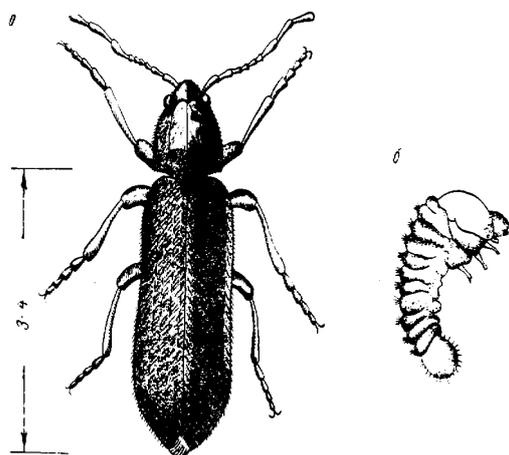


Рис. 4.6. Мебельный точильщик:

а – жук, б – личинка

Длина жука – 3...4 мм (рис. 4.6), цвет – темно-бурый. Ширина проделываемых ими ходов до 2 мм, глубина проникновения ходов в древесину достигает 4 см. Цикл развития жука – 6...15 месяцев в зависимости от температурных и других условий. Оптимальные условия для его развития – это сухая древесина влажностью не выше 18...20% и температурой от 5 до 25⁰ С. При температуре выше 50⁰С жуки погибают.

Размножившись, мебельный точильщик начинает постепенно заселять деревянные детали зданий, что может вызвать даже обвал межэтажных перекрытий.



Рис. 4.7. Долгоносик
двупятнистый



Рис. 4.8. Рыжий
красногрудый
муравей-древоточец

Некоторые виды жуков-точильщиков часто поселяются в сырых квартирах.

Ощутимый вред постройкам приносит также **долгоносик-трухляк** - темно-бурый жучок длиной 3...3,5 мм (рис. 4.7), усики и ножки которого красноватые. Древесину грызет не только личинка, но и сам жук.

Оптимальная влажность древесины для развития жука – до 35%, температура – 10...25⁰С. Чаще всего долгоносик разрушает древесину кухонь, хлевов, помещений для стирки белья.

Муравьи – перепончатокрылые насекомые (рис. 4.8). Живут они обособленно, колониями. Большинство видов безобидные, лишь некоторые из них являются разрушителями как хвойной, так и лиственной древесины. Они, как правило, древесиной не питаются, но выводятся в ней и используют ее под жилье. Проникая через трещины и отверстия в коре, выгрызают мягкую раннюю древесину, оставляя невредимыми сучья и позднюю древесину.

Термиты – опаснейшие разрушители древесины в районах с тропическим и субтропическим климатом. Это похоже на муравьев насекомые, живущие огромными обособленными колониями, насчитывающими сотни тысяч и даже миллионы особей. Они живут во влажной земле и нападают на древесину, находящуюся в непосредственной близости или в соприкосновении с ней, образуя огромные гнезда высотой несколько метров. Разрушения, вызванные термитами, похожи на разрушения,

причиняемые жуками-точильщиками, но ходы их более широкие. На зиму они впадают в спячку, углубляясь ниже уровня замерзания

5. Нехимические методы защиты древесины

Несмотря на то, что химические методы защиты древесины признаны наиболее доступными и эффективными, все же они являются экологически небезопасными.

В некоторых случаях применяют такие способы защиты древесины и древесных материалов от действия биоразрушителей, которые исключают использование токсичных веществ, обеспечивая вместе с тем достаточную сохранность древесины. *Нехимическая защита* древесины основывается на создании неблагоприятных для развития биоразрушителей условий, т.е. на *следующих принципах*:

- 1) *повышение температуры* древесины (пропаривание, обжиг, камерная сушка, обеспечивающая стерилизацию древесины);
- 2) *понижение температуры* древесины (замораживание – сезонная защита сырой древесины при хранении круглых лесоматериалов на складах);
- 3) *повышение влажности* древесины (затопление, дождевание);
- 4) *снижение влажности* (атмосферная сушка за счет окорки, рядовой укладки материалов в штабеля, камерная сушка).

5.1. Защита древесины на лесосеках

На лесосеке существуют очень благоприятные для гниения древесины условия: оптимальная температурно-влажностная среда, застой воздушных масс, остатки ветвей и древесной зелени, захламляющие участок, оставленные на поверхности грунта срубленные деревья, заболоченность местности и т.п. Древесина может поражаться биоразрушителями уже на лесосеке, поэтому там необходимо выполнять соответствующие санитарные требования.

Порубочные остатки все чаще используют для получения богатой витаминами муки из древесной зелени, а ветви – для изготовления плит. Также их можно собирать в кучи и валы и сжигать или измельчать, оставляя на месте для перегнивания. Для лучшего сгорания кучи порубочные остатки нужно уплотнять и придавливать. Пожароопасные места лесосеки окружают минерализованными зонами.

5.2. Защита древесины при транспортировке

На склады хранения древесины поступает сплавом или сухопутным транспортом.

При плотовом сплаве после выгрузки из воды повреждаются главным образом полупогруженные бревна с влажностью заболони 40...120% (в зависимости от наличия коры).

Во избежание ухудшения качества древесины при сплаве необходимо проводить следующие мероприятия.

1. Систематически проводить мелиорацию сплавных рек.

2. В первую очередь следует разделять осевшую древесину и по возможности ее быстро сушить.

3. Увеличивать плавучесть лиственницы за счет предварительной сушки ее.

При транспирационной сушке лиственница высыхает в 1,5...2 раза быстрее, чем при атмосферной. Операция накалывания снижает растрескивание лиственничных бревен и повышает их плавучесть.

Транспирационная сушка – сушка, которая осуществляется на корню растущего дерева, после перерезания по кольцу водопродводящей части ствола. Она начинается после полного охвоения деревьев и длится 30...45 дней, пока не пожелтеет и не начнет осыпаться хвоя.

4. Нанесение на торцы бревен гидроизоляционных (нефтебитум БН-111) и гидроизоляционно-антисептических (петролатум в уайт-спирите и ПХФ) составов.

Для сохранности **бревен лиственных пород** необходимо выполнять ряд мероприятий:

- при вывозке в апреле – сентябре необходимо обрабатывать их гидроизоляционными составами сразу или не позднее трех дней после раскряжевки;

- сортименты, заготовленные в сентябре – марте, обрабатывают гидроизоляционными составами в любое время при температуре воздуха не ниже -10°C , но не позднее середины апреля;

- бревна, оставленные на хранение на срок свыше 30 суток теплого периода, обрабатывают гидроизоляционно-антисептическим составом.

5. Шпалы и брусья, ожидающие перевозки на палубных судах в течение 7...8 месяцев и более, должны храниться на высоких (50...75 см) железобетонных основаниях, в ленточных штабелях (при высоте каждого ряда от 2 до 5 шпал), с укладкой каждого пакета на прокладки из 2 шпал.

Сухопутная транспортировка бревен осуществляется по железным или автомобильным дорогам. Время транспортировки незначительно, и поэтому основные правила защиты как бревен, так и пиломатериалов сводятся к предохранению транспортируемой древесины от соприкосновения с уже пораженной древесиной и от всякого загрязнения, а также _антисептированию древесины.

5.3. Защита древесины при хранении

Исследования по хранению круглого леса в условиях лесозаготовок и на складах перерабатывающих предприятий, проведенные А.Т. Вакиным, показали, что неокоренные бревна в тесно размещенных штабелях сохраняются лучше. Наличие на ограниченном участке больших масс сырой древесины создает своеобразный (погребной) микроклимат, характеризующийся пониженной температурой и повышенной влажностью. Это явление тем сильнее, чем больше нагрузка древесины на единицу площади, т.е. штабеля должны быть выше, плотнее и располагаться теснее.

А.Т. Вакиным также было выделено 2 способа хранения – влажный и сухой. Причем отмечалось, что при сентябрьской выгрузке способ хранения безразличен, августовской – нужна плотная укладка, а при июльской предохранение от синевы нехимическими методами вообще невозможно.

Согласно ГОСТ 9014.0-75 в зависимости от вида и назначения лесоматериалов используют различные *способы хранения*:

- *влажные*, обеспечивающие сохранение высокой влажности древесины (за счет укладки неокоренных сортиментов в плотные штабеля, дождевания, затопления, замазки торцов материалов гидроизолирующими составами и т.п.);

- *сухие*, обеспечивающие сохранение низкой влажности древесины (окорка, рядовая укладка материалов и т.п.).

Учитывая особенности климатических зон, продолжительность хранения, класс стойкости материалов, вид склада, применяют тот или иной способ хранения древесины, для которого определены виды укладки и меры защиты (затенение, дождевание, затопление, покрытие торцов, подвяливание и т.п.).

Влажное хранение предпочтительно для круглых лесоматериалов, предназначенных для распиловки, лущения, строгания и производства балансов. Также оно проводится в тех случаях, когда предполагается диффузионная пропитка древесины (нанесение паст, погружение в ванны, бандажная пропитка).

Круглые лесоматериалы на наземных складах при влажном способе хранения укладывают в плотные, плотно-рядовые или пачковые штабеля

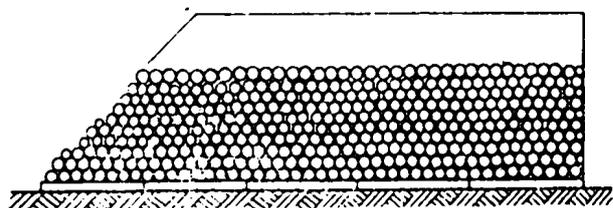


Рис. 5.1. Схема укладки плотного штабеля

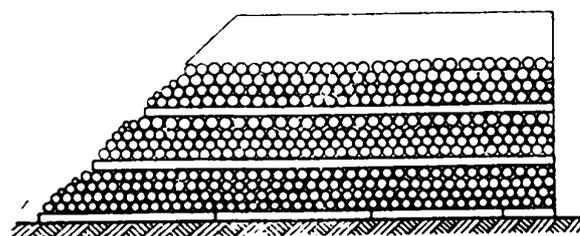


Рис. 5.2. Схема укладки плотно-рядового штабеля

(рис. 5.1 - 5.3).

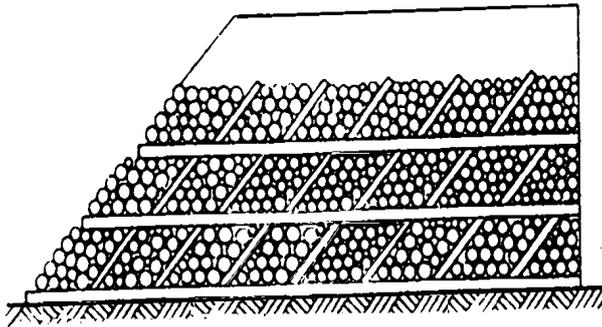


Рис. 5.3. Схема укладки пачкового штабеля

Влажное хранение предусматривает создание таких условий, когда существенно замедляется или совсем исключается высыхание древесины. С этой целью применяются следующие методы.

1. *Хранение круглых лесоматериалов в плотных штабелях без прокладок и шпаций с последующим дождеванием.*

Дождевание производится при помощи механизированной дождевальной установки, обеспечивающей расход 6...8 л воды на 1 м² в течение 10 мин. Этот способ связан со значительным расходом воды и не всегда приемлем с технико-экономической точки зрения. Однако опытные распиловки во всех случаях показали, что метод дождевания бревен ранней укладки повышает выход бессортных экспортных пиломатериалов сосновых в 3...5 раза, еловых – в 2...3 раза. Установлено, что экономическая эффективность метода составляет 10% себестоимости продукции.

2. *Хранение в плотных штабелях с затенением* бревен свежей заготовки в течение 2...4 месяцев.

3. *Хранение древесины затоплением в воде.*

Этот метод имеет существенные недостатки, связанные с тем, что зимой древесину трудно извлекать из замерзших водоемов. Кроме того, существует постоянная необходимость чистки дна водоемов от затонувшей древесины, что приводит к большим затратам времени и средств. Поэтому затопление отличается дороговизной.

4. *Защита торцов* лесоматериалов гидроизоляционными мастичными составами на основе эпоксидных смол, тиоколовых мастик и т.п., которые обеспечивают удержание влаги в сортименте, благодаря чему существенно замедляется высыхание древесины, не образуются трещины на торцах материалов и исключаются условия для их биоразрушения. Для придания прочности защитного мастичного слоя его можно армировать стеклотканями и стеклосетками. Мастики эффективны в течение 90...150 дней, затем они «стареют» и теряют свои свойства.

Сухое хранение древесины предусматривает создание условий для быстрого просыхания древесины, что обеспечивают за счет укладки материалов в разреженные *рядовые штабеля*, когда сортименты укладываются на шпации, обеспечивающие разрыв между рядами не менее 50 мм. Ширина шпаций колеблется от 75 до 150 мм в зависимости от

климатической зоны, где находится склад. Если эти условия не соблюдаются, то на древесине появляются плесневые грибы. При малой интенсивности атмосферной сушки возможно поражение материалов деревоокрашивающими грибами.

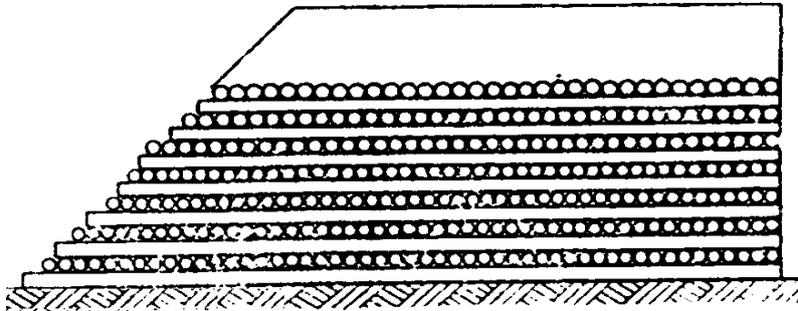


Рис. 5.4. Схема укладки рядового штабеля

в разрезенные пакетные штабеля (рис. 5.7) из цилиндрических пакетов,

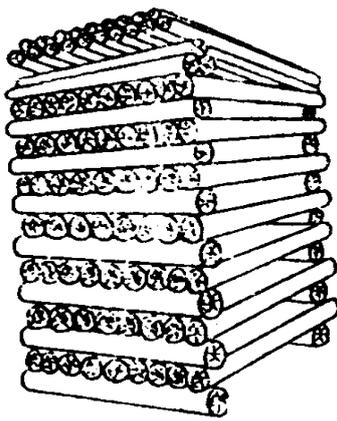


Рис. 5.5. Схема укладки штабеля-

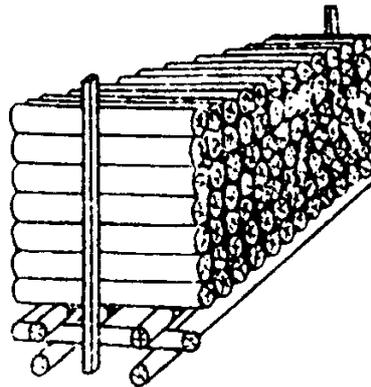


Рис. 5.6. Схема укладки плотной поленницы

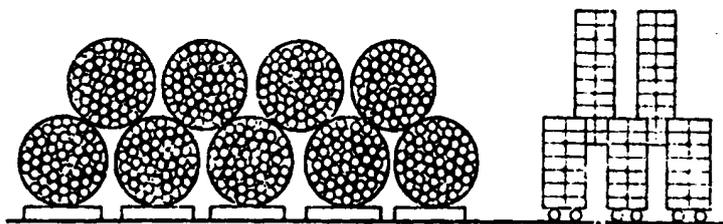


Рис. 5.7. Схема укладки разрезенного пакетного штабеля

раскряжевки. Если древесина уложена на длительное хранение, то в период массового лета насекомых обработку повторяют через 25...30 дней.

Эффективным условием быстрого просыхания круглых лесоматериалов является также их *окорка*.

Круглые лесоматериалы при сухом способе хранения укладывают в рядовые штабеля (рис. 5.4), короткомерные лесоматериалы укладывают в рядовые штабеля-клетки (рис. 5.5) или сформированных с помощью обвязок из троса, проволоки. Допускается укладывать короткомерные лесоматериалы в плотные поленницы (рис.5.6).

Обычно древесину осенне-зимней заготовки обрабатывают инсектицидами во время укладки штабеля с наступлением весны до начала массового лета насекомых. Древесину весенне-летней заготовки обрабатывают не позже 2...3 дней после

Возможны следующие виды окорки:

- *чистая окорка*, при которой кора снимается вместе с лубом (используется для слабо растрескивающихся пород, например бука, а также перед пропиткой шпал и брусьев);

- *грубая окорка*, при которой кора и частично древесина снимаются пятнами, расположенными в шахматном порядке (перед пропиткой древесины такая окорка непригодна, так как не обеспечивает равномерного введения защитного средства, но при небольших объемах хранения в течение 2...3 летних месяцев лучше защищает от биоразрушения и растрескивания, чем чистая окорка);

- *окорка пролыской* не допускается, так как ведет к образованию больших трещин;

- *лубяная окорка*, при которой снимается пробка коры, а луб - нет, благодаря чему древесина хорошо сохнет и не растрескивается, но этот вид окорки трудно механизировать.

Последнее время стал применяться *биологический метод* защиты древесины от грибного поражения в течение 1...2 сезонов, суть которого состоит в смещении экологического равновесия и нарушении видового баланса дереворазрушающих грибов за счет искусственного поощрения развития грибов, не вызывающих повреждений древесины.

За основу взяты грибы рода триходерма, являющиеся обычными обитателями древесины и обладающие целым рядом необходимых свойств. Доказано, что они не причиняют какого-либо ущерба древесине, в то же время обладают достаточно высокой физиологической активностью и при определенной плотности инфекции проявляют ярко выраженный и устойчивый антагонизм по отношению к целому ряду дереворазрушающих грибов.

Установлено, что обработанная таким методом древесина сохраняется лучше на 30...40%, чем незащищенная.

5.4. Профилактика заражения древесины при хранении

При хранении древесины на складах и погрузочных пунктах необходимо соблюдать санитарно-профилактические защитные меры и строго выполнять организационно-технические мероприятия.

Санитарно-профилактические защитные меры предполагают:

- очистку территории от древесных остатков;
- окорку древесины;
- защиту древесины;
- обработку пораженной древесины;
- запрет на перевозку пораженной древесины.

Организационно-технические мероприятия включают:

- ограничение сроков хранения древесины на складах;
- ограничение объемов древесины, хранящейся на складах;
- соблюдение очередности транспортировки и переработки древесины;
- соблюдение сроков защитной обработки лесоматериалов.

Выполнение этих несложных мероприятий позволяет эффективно защитить древесину от биоразрушителей на период хранения.

6. Средства химической защиты

Антисептик – это защитное средство, предохраняющее древесину от разрушения грибами (*фунгициды*) и насекомыми (*инсектициды*).

Биоцидное действие фунгицидов на грибы основывается на следующих принципах:

1) при воздействии ядовитых веществ грибы теряют способность выделять ферменты (энзимы), являющиеся специфическими катализаторами биохимических реакций, при помощи которых они превращают целлюлозу, лигнин и гемицеллюлозы в простые вещества, растворимые в воде (сахара, кислоты, спирты) и усваиваемые грибами в процессе их жизнедеятельности;

2) антисептик образует с древесиной такие соединения, на которые не действуют выделяемые грибами энзимы.

По характеру **действия** на насекомого *инсектициды* условно разделяют на 3 вида:

- *кишечные (внутренние)*, которые отравляют насекомых, попадая в их пищевой тракт;

- *контактные (наружные)* умертвляют насекомых при соприкосновении с их телом;

- *фумиганты* – отравляющие вещества, которые в паро- или газообразном состоянии через дыхательные пути или сквозь кожные покровы проникают в организм насекомых, вызывая их гибель.

Наибольшее применение получили кишечные инсектициды, так как контактные инсектициды в ряде случаев экономически не выгодны, в других случаях вследствие своей высокой токсичности опасны для человека. Практика также показала, что применение фумигантов неэффективно в силу того, что за короткое время обработки объекта они не успевают проникнуть в толщу материала и быстро улечиваются, а древесина остается незащищенной.

Мерой токсичности антисептиков является **предельная доза (ПД)** – минимальное количество введенного в древесину антисептика, при котором древесина не обрастает мицелием дереворазрушающего гриба.

Предельную дозу чаще всего выражают в процентах

$$ПД = \frac{A}{D} 100\% ,$$

где A – вес сухого антисептика;

D – вес абсолютно сухой древесины.

Антипирены – это вещества, снижающие горючесть древесины и способность ее к тлению.

Действие антипиренов основывается на понимании процесса *горения* как химической реакции окисления, сопровождающейся выделением тепла и света. Таким образом, для осуществления горения необходимо наличие трех условий: присутствие необходимого количества кислорода, горючего вещества и источника зажигания, который передаст нужное количество тепла.

Механизм действия антипиренов основывается на следующих физических явлениях:

1) антипирен начинает плавиться при температуре ниже температуры воспламенения древесины с образованием плотной пленки, преграждающей доступ кислорода к нагретой древесине;

2) антипирен изначально является тугоплавкой пленкой, препятствуя нормальному доступу кислорода воздуха к древесине;

3) антипирен разлагается под влиянием высоких температур, выделяя большое количество инертных газов, вытесняющих кислород из зоны горения;

4) продукты пиролиза древесины, нарушая защитную пленку, образованную антипиреном, под давлением выбрасываются в окружающее пространство и сгорают на некотором расстоянии от нее;

5) в процессе плавления и испарения антипирена потребляется большое количество теплоты, температура поверхностных слоев древесины при этом не достигает температуры воспламенения.

К средствам химической защиты предъявляется ряд требований:

- должны быть безвредными для людей и животных, но при этом быть эффективными, т.е. быть губительными для как можно большего количества биоразрушителей или повышать огнестойкость древесины;

- должны быть дешевыми и недефицитными;

- легко проникать в древесину и трудно вымываться из нее;

- обладать химической инертностью и слабой летучестью;

- не иметь резкого запаха;

- не повышать гигроскопичность древесины;

- не снижать прочностных показателей древесины;

- не ухудшать технологические свойства древесины;

- не способствовать коррозии металлов.

Если говорить о химической защите лесо- и пиломатериалов, безусловно, важно не только сохранить товарную ценность древесины, но и не допустить существенного увеличения ее себестоимости. Поэтому при выборе антисептического препарата стоит обращать внимание не только на цену за единицу сухого вещества или концентрата, но и предварительно просчитать, во сколько обойдется уже приготовленный в нужных пропорциях раствор антисептика. Обычно сухой порошок обходится дешевле. Но удобнее в работе все же жидкий концентрат: его не нужно размешивать в отдельном аппарате, не требуется специальное оборудование и не расходуется электроэнергия. В любом случае антисептирование древесины – это мероприятие в несколько раз более дешевое, чем камерная ее сушка.

6.1. Классификация химических средств защиты древесины

В соответствии с ГОСТ 20022.2-80 «Защита древесины. Классификация» *химические защитные средства* подразделяются:

по направленности действия:

- на антисептики;
- на антипирены;
- на комплексные препараты;

по растворимости:

- на водорастворимые (ВР);
- на растворимые в органических растворителях (Л);
- на антисептические масла (М);

по вымываемости из древесины:

- на легковымываемые (ЛВ);
- на вымываемые (В);
- на трудновымываемые (ТВ);

по числу компонентов:

- на однокомпонентные (однородные);
- на многокомпонентные (препараты):
 - а) рецептурные, которые готовятся непосредственно на месте потребления;
 - б) готовой формы, которые готовятся на предприятии-изготовителе.

Антисептики по своему составу подразделяются на 3 основные группы: фторсодержащие, хромсодержащие и фенолсодержащие препараты.

Фторсодержащие антисептики высокотоксичны. Их растворы хорошо проникают в древесину, не снижая ее прочности, способности к склеиванию и окрашиванию. Они не изменяют цвета древесины, не имеют запаха. Однако эти антисептики легко вымываются из древесины и вызывают коррозию черных металлов.

Хромсодержащие антисептики относятся к трудновымываемым защитным средствам. Они представляют собой смеси различных водорастворимых компонентов. При введении растворов в древесину эти компоненты в результате химических реакций с веществами древесины образуют новые нерастворимые в воде соединения, которые токсичны по отношению к биоразрушителям. Окрашивают материал в серо-зеленый цвет.

Фенолсодержащие антисептики также относятся к трудновымываемым, обладают хорошей защищающей способностью, однако трудно проникают в древесину.

Большинство *антипиренов* вследствие гидролиза и других реакций способно при нагревании разлагаться с выделением кислот и оснований.

Антипирены-кислотообразователи наиболее эффективны, так как вызывают гидролиз древесины до сахаров с последующим образованием угля, который, обладая незначительной теплопроводностью, эффективно защищает необугленные слои древесины от сильного разрушения, трудно возгорается и обычно не вступает в стадию тления.

Антипирены-щелочеобразователи менее эффективны. Они также способствуют образованию повышенного количества угля, но не устраняют его тления.

Древесина, пропитанная антипиренами, способна оказывать повышенное сопротивление действию огня не только в стадии возгорания, но и при развившемся пожаре. По данным С.И. Таубкина, это объясняется тем, что благодаря пропитке древесины антипиренами снижается скорость тепловыделения более чем в 6 раз по сравнению с незащищенной древесиной, а общее тепловыделение – более чем в 2 раза.

Для огнезащиты древесины применяют также специальные *краски* и *обмазки*.

Огнезащитная краска – смесь связующего, пигмента и наполнителя. Она сравнительно быстро затвердевает и образует огнезащитную пленку, имеющую, кроме того, декоративное назначение.

Огнезащитная обмазка отличается меньшей прочностью, чем пленка, ее обычно наносят на древесину толстым шероховатым слоем, поэтому для декоративных целей она не пригодна.

В зависимости от условий эксплуатации огнезащитные краски и обмазки подразделяются на *невлагостойкие* и *атмосферостойкие*. Часто

название покрытия определяется видом используемого связующего - известковые, суперфосфатные, силикатные и т.д.

Для снижения горючести древесины в состав покрытия вводят неорганические (жидкое стекло, известь, суперфосфат, гипс, цемент) или органические (сульфитный щелок, олифа, перхлорвиниловая, фенолформальдегидная и карбомидная смолы) компоненты.

В качестве наполнителя обычно используют асбест, вермикулит, молотые шлаки, кирпич и другие вещества, обладающие высокими теплоизолирующими свойствами. Желательно в качестве наполнителей использовать волокнистые материалы (асбест), так как они обладают армирующими свойствами. Установлено также, что прочность покрытия возрастает с увеличением степени дисперсии составных частей.

Кроме того, в краски добавляют пластификаторы и смягчители (глицерин, трикрезилфосфат) и красители.

Образующиеся на поверхности пленки могут быть *аморфными* и *кристаллическими*, причем при одинаковых условиях кристаллические пленки обладают меньшей прочностью, чем аморфные (составы на основе жидкого стекла, сульфитного щелока и хлорированных углеводов нефти).

Комплексные препараты содержат в качестве компонентов как антисептики, так и антипирены. Меняя их соотношение можно модулировать необходимые свойства препарата.

Группа **водорастворимых защитных средств** наиболее многочисленна, так как отличается сравнительной дешевизной. К ней относятся однородные вещества и их смеси, вводимые в древесину в виде водных растворов или наносимые на поверхность материалов в виде паст, состоящих из порошка водорастворимого защитного средства и клеящего вещества. По направленности действия они могут быть и антисептиками, и антипиренами, и комплексными препаратами.

Недостаток всех водорастворимых препаратов в том, что при пропитке ими древесина разбухает, а при сушке может растрескиваться. Последнее особенно опасно для клееной древесины. Применение взамен водорастворимых препаратов органикорастворимых снимает эти вопросы.

К группе **органикорастворимых защитных средств** относятся препараты, хорошо растворимые в маслах и многих органических растворителях, которые достаточно дороги и пожароопасны. Все препараты этой группы в воде практически не растворяются, химически инертны, поэтому устойчивы в древесине. Пропитка органикорастворимыми препаратами значительно дороже, чем водорастворимыми, опаснее для здоровья технического персонала, требует оборудования во взрывобезопасном исполнении.

Антисептические масла – это органические масла, обладающие сами по себе высокой токсичностью по отношению к биоразрушителям. К

ним относятся каменноугольное (КМ), антраценовое (АМ) и сланцевое (СМ) масла.

Антисептические масла негигроскопичны, не снижают механической прочности древесины, не способствуют коррозии металлов, трудно вымываются из нее. В то же время они окрашивают древесину в темно-бурый цвет и затрудняют ее последующую обработку, несколько повышают ее горючесть, обладают резким запахом. Пропиточные масла являются канцерогенными веществами, способствующими образованию раковых опухолей у людей. Однако вследствие высоких защищающих свойств они, тем не менее, широко используются для консервирования древесины, которая эксплуатируется на открытом воздухе.

6.2. Характеристика биозащитных препаратов

6.2.1. Водорастворимые антисептики

Для защиты древесных материалов, эксплуатируемых внутри помещений (при исключении увлажнения древесины) рекомендуется использовать антисептики типа ФН, КФА, ФБС-211 и БС.

Подробная характеристика уже давно известных и новых водорастворимых препаратов приведена в табл. 6.1.

Параметры защищенности и сроки службы древесных материалов обеспечиваемые различными антисептиками и способами пропитки приведены в табл. 6.2.

Составы некоторых многокомпонентных водорастворимых препаратов приведены в табл. 6.3.

Исследованиями, проведенными в Сенежской научно-производственной лаборатории защиты древесины (СНПЛЗд), было установлено, что антисептическая эффективность группировки ХМ при определенном соотношении компонентов может быть усилена добавлением других соединений. Скользящие соотношения компонентов этих препаратов дают возможность применять различные их варианты в зависимости от того, против какого типа разрушения желательно усилить действие препарата. Область применения хром-, медьсодержащих препаратов примерно одна и та же при существенном различии в свойствах. Все они защищают древесину от почвенных и домовых грибов, поэтому могут применяться для защиты древесины, эксплуатируемой как на открытом воздухе, так и внутри помещений. Рабочие растворы этих препаратов высоко токсичны и не допускают нагревания.

Таблица 6.1

Характеристика водорастворимых антисептиков

Наименование препарата	Вымываемость из древесины	Проникновение в древесину	Влияние на свойства древесины		Влияние растворов на металлы	Рекомендации по применению	Примечания
			Прочность	Цвет			
1	2	3	4	5	6	7	8
Фтористый натрий (ФН)	Легковы- мываемый	Хорошо диффундиру- ет в древесину	Не снижает	Не изменяет	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины XIV...XVII классов службы	Утрачивает защищающую способ- ность при соприкосновении с известью, мелом, алебастром и це- ментом (пропитанную древесину следует отделять от этих матери- алов прокладками из рубероида, изола, полиэтиленовой пленки)
Кремне- фтористый аммоний (КФА)	Легковы- мываемый	Хорошо диффундиру- ет в древесину	Снижает	Не изменяет	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины XIV...XVII классов службы	Утрачивает защищающую способ- ность при соприкосновении с известью, мелом, алебастром и це- ментом (пропитанную древесину следует отделять от этих матери- алов прокладками из рубероида, изола, полиэтиленовой пленки)
БС-11	Вымывае- мый	Хорошо диффундиру- ет в древесину	Нет инфор- мации	Не изменяет	Корродирует черные металлы, но меньше, чем ФН	Для защиты древесины VI...XIV классов службы	-
ФБС-211	Вымывае- мый	Более высо- кая проника- ющая способность, чем препара- та БС-11	Нет инфор- мации	Не изменяет	Корродирует черные металлы, но меньше, чем ФН	Для защиты древесины VI...XIV классов службы	Соединение этих компонентов в одном препарате снижает их расход благодаря эффекту совместного действия

Продолжение табл. 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8
ББ-32	Легковы- мываемый	Хорошо диффундиру- ет в древесину	Нет инфор- мации	Не изменяет	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины XIV...XVII классов службы	Может применяться для защиты элементов конструкций, соприкасающихся с пищевыми продуктами и сельхозпродукцией
ХМ-11 (Селькур)	Трудновы- мываемый	Хорошая проникаю- щая способность	При чистом поглоще- нии более 20 кг/м ³ несколько снижает прочность древесины	Окрашива- ет древесину в зеленова- тый цвет	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины II...XIII классов службы	Защиту от домовых грибов препарат не обеспечивает
ХМФ, ХМК	Трудновы- мываемый	Хорошая проникаю- щая способность	Нет инфор- мации	Окрашива- ет древесину в зеленова- тый цвет	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины II...XIII классов службы	-
ХМФС	Трудновы- мываемый	Хорошая проникаю- щая способность	Нет инфор- мации	Окрашива- ет древесину в зеленова- тый цвет	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины II...XIII классов службы	Допускается подогрев растворов до 100 ⁰ С
ХМХЦ	Трудновы- мываемый	Хорошая проникаю- щая способность	При чистом поглоще- нии более 20 кг/м ³ несколько снижает прочность древесины	Окрашива- ет древесину в зеленова- тый цвет	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины II...XIII классов службы	-

Продолжение табл. 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8
ХМФ-БФ	Трудновываемый	Проникающая способность выше, чем у дистиллированной воды	Нет информации	Окрашивает древесину в зеленовато-бурый цвет	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины II...XIII классов службы	Препарат в виде водного раствора 5...20%-ной концентрации может быть введен в древесину любым из известных способов пропитки
ХМБ-444	Трудновываемый	Хорошая проникающая способность	Нет информации	Окрашивает древесину в зеленоватый цвет	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины VI...XIV классов службы	-
Эрлит	Трудновываемый	Высокая проникающая способность	Нет информации	Окрашивает древесину в зеленоватый цвет	Не корродирует черные металлы	Для защиты древесины VI...XIV классов службы	-
Боролит	Трудновываемый	Хорошая проникающая способность	Нет информации	Окрашивает древесину в зеленоватый цвет	Не корродирует черные металлы	Для защиты древесины VI... XIV классов службы	-
УЛТАН (группа ССА)	Трудновываемый	Хорошая проникающая способность	Не снижает	Окрашивает древесину в зеленоватый цвет	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины III... XIV классов службы	Пропитанная древесина приобретает пониженную гигроскопичность, не изменяет свои технологические свойства
АСС-1	Трудновываемый	Хорошая проникающая способность	Нет информации	Окрашивает древесину в желто-коричневый цвет	Не корродирует черные металлы	Для защиты древесины VI... XIV классов службы	Представляет собой водный раствор органического соединения

Продолжение табл. 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8
СЕНЕЖ БИО	Трудновы- мываемый	Хорошая проникаю- щая способность	Нет инфор- мации	Окрашива- ет древесину в зеленова- тый цвет	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины VI...XIV классов службы	-
СЕНЕЖ ЭКОБИО	Вымывае- мый	Хорошая проникаю- щая способность	Не снижает	Не изменяет	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины VII...XIV классов службы	Не изменяет технологические свойства древесины
СЕНЕЖ УЛЬТРА	Трудновы- мываемый	Хорошо диффундиру- ет в древесину	Не снижает	Не изменяет	Низкая корро- зийная агрессив- ность к черным металлам	Для защиты древесины II...X классов службы	Не изменяет технологические свойства древесины
СЕНЕЖ	Трудновы- мываемый	Хорошая проникаю- щая способность	Не снижает	Окрашива- ет древесину в зеленова- тый цвет	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины IX...XIV классов службы	Не изменяет технологические свойства древесины
СЕНЕЖ САУНА	Трудновы- мываемый	Хорошая проникаю- щая способность	Нет инфор- мации	Не изменяет	Нет инфор- мации	Для защиты древесины III...XIV классов службы	Антисептик для бань и саун с антимикробным эффектом на акрилатной основе
СЕНЕЖ ТРАНС	Вымывае- мый	Хорошо диффундиру- ет в древесину	Не снижает	Не изменяет	Не корродирует черные металлы	Для защиты древесины X...XIV классов службы	Не изменяет технологические свойства древесины

Продолжение табл. 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8
СЕНЕЖ ЕВРО- ТРАНС	Трудновы- мываемый	Хорошая проникаю- щая способность	Не снижает	Не изменяет	Не корродирует черные металлы	Для защиты древесины IX...XIV классов службы	Не изменяет технологические свойства древесины
УНИВЕР- САЛ	Трудновы- мываемый	Хорошая проникаю- щая способность	Нет инфор- мации	Не изменяет	Не корродирует черные металлы	Для защиты древесины VIII...XI классов службы	Не изменяет технологические свойства древесины
Биосепт	Вымывае- мый	Хорошая проникаю- щая способность	Нет инфор- мации	Не изменяет	Не корродирует черные и цветные металлы	Для защиты древесины IX...XIV классов Службы	-
Биосепт- транс	Вымывае- мый	Хорошо диффундиру- ет в древесину	Не снижает	Не изменяет	Не корродирует черные и цветные металлы	Для защиты древесины IX...XIV классов службы	Не изменяет технологические свойства древесины
Таналит® (Tanalith®) (группа ССА)	Трудновы- мываемый	Хорошая проникаю- щая способность	Нет инфор- мации	Окрашива- ет древесину в зеленова- тый цвет	Нет инфор- мации	Для защиты древесины III...XIV классов службы	Производится британской корпо- рацией Arch Timber Protection. Одобен к применению практически по всему миру, в том числе и в России
Таналит Е	Трудновы- мываемый	Нет инфор- мации	Нет инфор- мации	Окрашива- ет древе- сину в зе- леноватый цвет	Нет инфор- мации	Для защиты древесины VIII...XIV классов службы	Продукт нового поколения, компонентами которого являются медь и органические биоциды (триазолы)

Окончание табл. 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Antiblu™ Select	Вымываемый	Нет информации	Нет информации	Не изменяет	Нет информации	Для защиты древесины IX...XIV классов службы	Эффективность Antiblu™ Select подтверждена испытаниями в СНПЛЗд, независимыми испытаниями крупных европейских деревообрабатывающих предприятий
Синесто-Б (Sinesto-B) Гринси - отечественный аналог	Вымываемый	Нет информации	Нет информации	Не изменяет	Нет информации	Для защиты древесины IX...XVIII классов службы	Препарат сертифицирован в 30 странах. Биологически безопасный продукт - рекомендуется для всех видов деревянной тары (в том числе пищевой)
Клинвуд	Вамываемый	Хорошая проникающая способность	Нет информации	Не изменяет	Не корродирует черные металлы	Для защиты древесины IX...XIV классов Службы	Эффективность препарата подтверждена испытаниями в СНПЛЗд

Таблица 6.2

Параметры защищенности и сроки службы древесных материалов в зависимости от способа пропитки

Класс службы	Группа пропитываемости	Детали и конструкции по характеру работы	Способ введения антисептика	Вид антисептика	Поглощение валовое, кг/л ³	Глубина пропитки по ЛПЗ	Ожидаемый срок службы, годы
1	2	3	4	5	6	7	8
Круглый лес							
I	1	Несущие	ВДВ	КМ	200-220	Сквозная	45-50
	2		ВДВ-Н	КМ	170-190	Больше глубины накола	30-35
	3		ВДВ-Н	КМ	150-170	То же	20-25
II	1	Несущие	ВДВ	КМ	180-200	95%	45-50
	2		ВДВ-Н	КМ	170-190	Больше глубины накола	35-40
	3		ВДВ-Н	КМ	150-170	Больше глубины накола	25-30
III	1	Несущие	ВДВ	КМ	170-190	90%	45-50
				СМ	200-220	90%	45-50
				ПХФМ	8-9	90%	45-50
	2	Несущие	ВДВ-Н	КМ	170-190	Больше глубины накола	40-45
				СМ	170-190	То же	30-35
				ПХФМ	8-9	»	40-45
	3	Несущие	ВДВ-Н	КМ	150-170	»	30-35
				СМ	150-170	»	25-30
				ПХФМ	8-9	»	35-40
IV	1	Несущие	ВДВ	КМ	160-180	90%	45-50
				СМ	180-200	90%	45-50
				ПХФМ	7,5-8,5	90%	45-50
	2	Несущие	ВДВ-Н	КМ	160-180	Больше глубины накола	40-45
				СМ	170-190	То же	35-40
				ПХФМ	7,5-8,5	»	40-45
	3	Несущие	ВДВ-Н	КМ	150-170	»	35-40
				СМ	150-170	»	30-35
				ПХФМ	7,5-8,5	»	35-40
				СМ	170-190	80%	45-50

Продолжение табл.6.2

Электронный архив УГЛТУ

1	2	3	4	5	6	7	8			
VI	1	Несущие	ВДВ	КМ	150-170	80%	45-50			
				СМ	170-190	80%	45-50			
				ПХФМ	6,5-7,5	80%	45-50			
				НММ	9-10	80%	45-50			
				ХМ-5	16-18	80%	40-45			
				ХМ-5	10-12	80%	15			
VI	1	Несущие	ВДВ	ФХМ	16-18	80%	35-40			
				2	Несущие	ВДВ-Н	КМ	140-160	Больше глубины накола	40-45
							СМ	160-180	То же	40-45
							ПХФМ	6,5-7,5	»	40-45
							НММ	9-10	»	40-45
							ХМ-5	16-18	»	35-40
							ФХМ	16-18	»	30-35
	3	Несущие	ВДВ-Н	КМ	140-160	Больше глубины накола	35-40			
				СМ	160-180	»	35-40			
				ПХФМ	6,7-7,5	»	35-40			
				НММ	9-10	»	35-40			
				ХМ-5	16-18	»	30-35			
VII	1	Несущие	ВДВ	КМ	140-150	80%	45-50			
				СМ	160-170	80%	45-50			
				ПХФМ	6-7	80%	45-50			
				НММ	8-9	80%	45-50			
				ХМ-5	16-18	80%	45-50			
				ФХМ	16-18	80%	40-45			
				ПРХВ-120-50	ПХФМ	5,5-6,5	Не менее 15 мм.	30-35		
			2	Несущие	ВДВ-Н	КМ	140-150	Больше глубины накола	40-45	
						СМ	160-180	То же	40-45	
						ПХФМ	6-7	»	40-45	
						ХМ-5	16-18	»	40-45	
	ФХМ	16-18				»	35-40			
	3	Несущие	ВДВ-Н	КМ	135-145	»	35-40			
				СМ	155-165	»	35-40			
				ПХФМ	6-7	»	40-45			
				ХМ-5	16-18	»	40-45			
				ФХМ	16-18	»	35-40			
				ОПГ	ФН-П	5-6	Сквозная	15		

Продолжение табл.6.2

Электронный архив УГЛТУ

1	2	3	4	5	6	7	8		
VIII	1	Несущие	ВДВ	КФН	5	80%	8		
				ХХЦ	15	80%	10		
				МХХЦ	12	80%	10		
				ХМ-5	8	80%	10		
			ПРПХВ-110-30	ХХЦ	12	Не менее 5 мм	7		
				МХХЦ	10	То же	7		
				ХМ-5	8	»	7		
ПРХВ 90-30	КФН	5	»	6					
VIII	2-3	Несущие	ВДВ-Н	КФН	15	Больше глубины накола	6-8		
				ХХЦ	15	То же	8-10		
				МХХЦ	12	»	8-10		
				ХМ-5	8	»	8-10		
IX	1	Несущие	ВДВ	КМ	130-140	80%	45-50		
				СМ	150-160	80%	45-50		
				ПХФМ	5-6	80%	45-50		
				НММ	7-8	80%	45-50		
				ХМ-5	15-17	80%	45-50		
				ФХМ	15-17	80%	40-45		
	2-3	Несущие	ВДВ-Н	КМ	120-130	Больше глубины накола	40-45		
				СМ	140-150	То же	40-45		
				ПХФМ	5-6	»	40-45		
				НММ	7-8	»	40-45		
				ХМ-5	14-16	»	40-45		
				ФХМ	14-16	»	35-40		
X	1	Несущие	ВДВ	КМ	120-130	80%	45-50		
				СМ	130-140	80%	45-50		
				ПХФМ	4-5	80%	45-50		
				ХМ-5	13-15	80%	45-50		
				ФХМ	13-15	80%	35-40		
	2-3	Несущие	ВДВ-Н	ПРХВ-120-50	ПХФМ	4-5	Не менее 10 мм	35-40	
					ВДВ-Н	КМ	110-120	Больше глубины накола	40-45
						СМ	120-130	То же	40-45
						ПХФМ	4-5	»	40-45
						ХМ-5	12-14	»	40-45
ФХМ	12-14	»	35-40						
Брусья и бруски									
I	2-3	Несущие	ВДВ-Н	КМ	160-180	Больше глубины накола	30-35		
II	2-3	Несущие	ВДВ-Н	КМ	160-180	То же	35-40		

Продолжение табл.6.2

Электронный архив УГЛТУ

1	2	3	4	5	6	7	8
III	2-3	Несущие	ВДВ-Н	КМ	160-180	»	40-45
				СМ	160-180	»	35-40
				ПХФМ	7-8	»	40-45
IV	2-3	Несущие	ВДВ-Н	КМ	160-180	»	45-50
				СМ	160-180	»	40-45
				ПХФМ	7-8	»	45-50
V1-a (с механическим разрушением)	2-3	Несущие	ДДВ-Н	КМ	90-100	Больше глубины накола	20-25
				СМ	110-130	То же	20-25
				ПХФМ	4-5	»	25-30
				НММ	6-7	»	25-30
				ХМ-5	12-14	»	20-25
				ФХМ	14-16	»	20-25
V1-6 (без механического разрушения)	2-3	Несущие	ВДВ-Н	КМ	140-160	Больше глубины накола	45-50
				СМ	160-180	»	45-50
				ПХФМ	6,5-7.5	»	45-50
				НММ	9-10	»	45-50
				ХМ-5	16-18	»	40-45
				ФХМ	16-18	»	35-40
VII-a (с механическим разрушением)	2-3	Несущие	ДДВ-Н	КМ	80-90	»	20-25
				СМ	90-100	»	20-25
				ПХФМ	4-5	»	20-25
				НММ	6-7	»	20-25
			ВДВ-Н	ХМ-5	10-12	»	20-25
				ФХМ	12-14	»	20-25
			ВДВ	КМ	50-60	Сквозная, но не более 10 мм	15
				СМ	60-70	То же	15
				ПХФМ	3-4	»	15
				НММ	5-6	»	15
			ПРХВ-120-50	ПХФМ	3-4	»	15
				НММ	5-6	»	15
VII-6 (без механического разрушения)	2-3	Несущие	ВДВ-Н	КМ	130-150	Больше глубины накола	45-50
				СМ	150-170	То же	45-50
				НММ	6-7 8-9	»	45-50
				ХМ-5	16-18	»	45-50
				ФХМ	16-18	»	40-45
			ПРХВ-120-50	ПХФМ	5-6	Сквозная, но не более 10 мм	30-35
				НММ	7-8	То же	30-35

Продолжение табл.6.2

Электронный архив УГЛТУ

1	2	3	4	5	6	7	8
VII-б (без меха ничес кого разру шения)	2-3	Несущие	ПРПХВ-Н- 110-30	ХМ-5	10-12	Больше глубины накола	35-40
				ФХМ	10-12	То же	30-35
			ПРПХВ-Н- 110-30	ХМ-5	8-10	Сквозная, но не более 5 мм	20-25
				ФХМ	10-12	То же	20-25
IX	2-3	Несущие	ВДВ-Н	КМ	120-140	Больше глубины накола	45-50
				СМ	140-160	То же	45-50
				ПХФМ	5-6	»	45-50
				НММ	7-8	»	45-50
				ХМ-5	14-16	»	45-50
				ФХМ	14-16	»	40-45
			ПРПХВ- 110-30	ХМ-5	8-10	Сквозная, но не более 5 мм	25-30
IX	2-3	Несущие	ПРПХВ- 110-30	ФХМ	8-10	То же	20-25
				ПРХВ-120- 50	ПХФМ	5-6	Сквозная, но не более 10 мм
			НММ	7-8	То же	35-40	
X	2-3	Несущие	ВДВ-Н	КМ	110-130	Больше глубины накола	45-50
				СМ	130-150	То же	45-50
				ПХФМ	4-5	»	45-50
				НММ	6-7	»	45-50
				ХМ-5	12-14	»	45-50
				ФХМ	12-14	»	40-45
			ПРПХВ- 110-30	ХМ-5	8-10	Сквозная, но не более 5 мм	30-35
				ФХМ	8-10	То же	25-30
			ПРХВ-120- 50	ПХФМ	4-5	Сквозная, но не более 10 мм	35-40
				НММ	6-7	То же	35-40
Доски и заготовки							
I	1	Несущие	ВДВ	КМ	180-200	Сквозная	45-50
		Ненесу щие	ВДВ	КМ	120-140	То же	45-50
				ХМ-5	16-18	»	40-45
	2-3	Несущие	ВДВ-Н	КМ	160-180	Больше глубины накола	30-35
		Ненесу щие	ВДВ-Н	КМ	120-140	То же	45-50
ХМ-5	16-18			»	35-40		

Окончание табл.6.2

1	2	3	4	5	6	7	8
II	1	Несущие	ВДВ	КМ	170-190	Сквозная	45-50
		Ненесущие	ВДВ	КМ	110-130	То же	45-50
				ХМ-5	16-18	»	45-50
	2-3	Несущие	ВДВ-Н	КМ	160-180	Больше глубины накола	35-40
		Ненесущие	ВДВ-Н	КМ	110-130	То же	40-45
				ХМ-5	16-18	»	40-45
III	1	Несущие	ВДВ	КМ	160-180	Сквозная	50
				СМ	200-220	То же	50
		Ненесущие	ВДВ	КМ	100-120	»	45-50
				СМ	130-150	»	45-50
			ХМ-5	14-16	»	45-50	

Таблица 6.3
Состав водорастворимых антисептиков, % по массе

Компоненты	Вымываемые				Трудновымываемые			
	ФН	КФА	ФБС-211	БС-11	ХМ-11	ХМББ-3324	ХМФ-БФ	ХМФ-С
Фтористый натрий	100	–	50	–	–	–	11	–
Кремнефтористый аммоний	–	100	–	–	–	–	–	–
Борная кислота	–	–	25	50	–	33	–	–
Сода кальцинированная	–	–	25	50	–	–	–	56,5
Бихромат натрия или калия	–	–	–	–	50	25	43	14,5
Медный купорос	–	–	–	–	50	25	23	14,5
Аммония бифторид-фторид	–	–	–	–	–	–	23	14,5
Бура		–	–	–	–	17	–	–

Большой эффективностью против биоразрушителей отличаются антисептики, содержащие мышьяк, однако их применение в нашей стране сдерживается из-за предполагаемой их вредности для человека.

Из отечественных препаратов, которые подверглись всесторонним комплексным исследованиям, следует отметить **Боролит** и **УЛТАН**.

Мышьяксодержащие препараты довольно широко применяются во многих странах мира. Однако в последнее время резко обострилась экологическая ситуация и возросли требованиями к охране окружающей среды, постоянно ужесточается экологическое законодательство, которое резко ограничивает содержание токсичных компонентов в рецептурах антисептиков. Так, директива Еврокомиссии, принятая в 2003 г., регламентирует применение древесины, обработанной антисептиками группы ССА, в следующем качестве:

- строительная древесина, используемая в общественных зданиях и в сельском хозяйстве;
- мосты;
- фарватеры, водоспуски, причалы и др., а также древесина для речных и морских объектов;
- шумовые барьеры вдоль автодорог и других источников шума;
- противолавинные заграждения;
- заборы и барьеры вдоль дорог;
- ограждения вокруг животноводческих ферм (кроме ферм для грызунов, оленей и других животных, которые могут грызть древесину);
- системы землеудержания;
- энергетические и телеграфные столбы; шпалы.

Нельзя забывать и о природном факторе, который постоянно вносит свои коррективы. Постоянно возникают новые штаммы дереворазрушителей, образуются штаммы, устойчивые к существующим фунгицидам.

6.2.2. Органикорастворимые антисептики

К этой группе относятся антисептические препараты на основе пентахлорфенола (*ПХФ*) и нафтената меди (*НМ*). Эти препараты обладают *высокой токсичностью ко всем биоразрушителям* древесины. Токсичность их определяется в основном содержанием в них меди, по которой рассчитывают концентрацию растворов. Они хорошо растворимы в маслах и многих органических растворителях (уайт-спирите, тракторном керосине и т.п.), поэтому достаточно дороги.

Если в качестве растворителей используются легколетучие органические вещества, то защитные препараты являются *легкопроникающими* (Л), если растворители маслянистого типа - *маслянистыми* (М) (*НМЛ* и *НММ* соответственно). Последние имеют преимущественное применение. Все препараты этой группы *в воде практически не растворяются, химически инертны*, поэтому устойчивы в древесине. Они *окрашивают древесину в ярко-зеленый цвет, не вызывают коррозии металлов*.

Растворы *НМЛ* предназначены для защиты древесины *в условиях умеренного и слабого вымывания, а также гигроскопического увлажнения*. В частности, они могут использоваться для консервирования деревянных конструкций животноводческих зданий, клееных деревянных балок пролетных строений автодорожных мостов, внутренних конструкций деревоземляных сооружений и т.д.

Препараты НММ предназначены для защиты древесины *в условиях сильного вымывания морской и речной водой или почвенной влагой*.

Применение препаратов НМ ограничено *высокой стоимостью растворителей и их пожароопасностью.*

ПХФ не изменяет электропроводности древесины и ее цвета, не корродирует черные металлы, практически не вымывается из древесины. Безопасен для человека. В качестве растворителей ПХФ могут быть использованы нефтепродукты с широким диапазоном температур кипения, вязкости и других свойств. Все эти нефтепродукты образуют растворы, которые могут быть разбиты на 4 группы.

1. Растворы в вязких нефтяных остатках, получаемых при очистке нефти, или в остаточных нефтяных маслах. Эти растворы имеют темную окраску и применяются для пропитки шпал, столбов и т.п.

2. Растворы в нефтяном топливе №2 и 3, дизельном топливе и пр.

3. Растворы в дистиллятах №1 и 4, керосинах и отопительном масле и пр. Они почти бесцветны, имеют слабый запах. После улетучивания растворителей пропитанная древесина может быть окрашена.

4. Смешанные с минеральными спиртами растворы, способствующие быстрому проникновению антисептика в древесину. Они применяются для ускоренной пропитки деталей домостроения и изделий из древесины, требующих окраски и других видов отделки. Необходимо учитывать, что все виды отделки можно производить через определенный промежуток времени после пропитки для полного улетучивания растворителя из древесины.

6.2.3. Пропиточные масла

Это традиционные антисептики, хорошо защищающие древесину в самых тяжелых условиях эксплуатации на длительный срок (конструкции открытых сооружений, шпалы, сваи, детали опор и т.п.).

Каменноугольное масло (КМ) – фракция каменноугольной смолы, получаемая при высокотемпературном (800...1000⁰ С) коксовании каменного угля. Это *темно-коричневая жидкость с едким запахом, практически не вымывается водой, не вызывает коррозии металлов и не снижает прочности древесины.* Древесина, пропитанная КМ, обладает *меньшей способностью поглощать воду* (но не настолько, чтобы препятствовать ее формоизменчивости и растрескиванию при эксплуатации на открытом воздухе), является *менее электропроводной*, чем непропитанная древесина.

Сланцевое масло (СМ) как защитное средство уступает КМ и применяется в связи с недостатком его. Оно представляет собой определенные фракции сланцевых смол, получаемых при термической обработке горючих сланцев. Применяется в основном для пропитки шпал.

Антраценовое масло (АМ) – продукт кристаллизации антраценовой фракции каменноугольной смолы. Чтобы снизить вязкость и канцерогенность, устранить смолистые осадки, его разбавляют нефтепродуктом НР-1. При этом улучшается качество пропитки за счет увеличения средней глубины пропитки на 25%.

Общий **недостаток** всех пропиточных масел – повышение горючести древесины, загрязнение ее поверхности, которая становится мало пригодной для склеивания и совершенно непригодной к окраске.

КМ и СМ – это **канцерогенные** вещества, поэтому обращение с ними должно производиться со строжайшим соблюдением мер техники безопасности и производственной санитарии. В связи с повышением внимания к вопросам охраны окружающей среды наметилась тенденция к сокращению объемов применения пропиточных масел.

6.2.4. Антисептические пасты

Антисептические пасты применяют для защиты влажной древесины (влажностью от 40%). Они состоят из порошка водорастворимого антисептика и клеящего вещества, обеспечивающего прилипание пасты к поверхности древесины. Антисептик из пасты за счет высокого содержания воды в древесине диффундирует вглубь нее.

В качестве антисептической основы часто используются ФН, КФА, кремнефтористый натрий с кальцинированной содой (КФНС). Для предотвращения расслаивания пасты, т.е. осаждения антисептика, добавляется наполнитель (торфяная пыль, древесная мука, каолин и пр.).

В зависимости **от вида вяжущей основы** различают следующие антисептические пасты:

- **битумные**, если вяжущей основой является нефтяной битум марки 2 и 3;
- **на каменноугольном лаке (Кузбаслаке)**, получаемом путем растворения пека в каменноугольной смоле;
- **экстрактовые**, если вяжущей основой является экстракт сульфитных щелоков или сульфитно-спиртовая барда, получаемые при производстве целлюлозы;
- **глиняные**, если вяжущей основой является просеянная жирная глина с добавлением экстракта сульфитных щелоков или нефтебитума, так как чисто глиняные пасты плохо удерживаются на поверхности древесины и легко осыпаются;
- **силикатные**, если вяжущей основой является жидкое стекло (силикат натрия).

Экстрактовые, силикатные и глиняные пасты являются **неводостойкими**, поэтому используются для обработки влажных элементов в закрытых помещениях, защищенных от непосредственного воздействия влаги. Экстрактовые и глиняные пасты могут быть

использованы также для *уничтожения жуков-точильщиков*. С этой же целью используются пасты на кремнефтористом натрии, инсектицидные свойства которого выше, чем у других фтористых соединений.

Битумные пасты и пасты на каменноугольном лаке являются *водостойкими* и применяются для обработки элементов конструкций, находящихся в условиях постоянного или периодического увлажнения, соприкасающихся с землей, камнем, бетоном или открытых для атмосферной влаги. Не рекомендуется применять их для антисептирования древесины, находящейся в закрытых помещениях, так как битумные пасты препятствуют просыханию древесины, а каменноугольный лак содержит летучие вещества.

Пасты выпускают в виде концентрата. Для приготовления рабочих растворов пасту-концентрат разводят водой в определенном соотношении в зависимости от марки пасты. Антисептические пасты бывают следующих марок:

- *марка 100*, если паста содержит не менее 100 г антисептика на 1 м² обрабатываемой поверхности древесины, что достигается разбавлением в соотношении 1:1 (50% сухого антисептика на 50% воды);

- *марка 200*, если паста содержит не менее 200 г антисептика на 1 м² обрабатываемой поверхности древесины (70% сухого антисептика на 30% воды).

Применение паст различных марок определяется толщиной обрабатываемых элементов и степенью опасности их загнивания. Так пасты марки 100 применяются для обработки древесины, находящейся в условиях отсутствия сухого режима эксплуатации. Они имеют более жидкую консистенцию и наносятся путем опрыскивания или погружения древесины в ванну с пастой.

Пасты марки 200 являются более эффективными и применяются для защиты древесины ответственного назначения и крупных сечений, подвергающейся постоянному или периодическому увлажнению или соприкасающейся с землей, камнем или бетоном (элементы фундамента, лаги, концы балок и прогонов, шпалы, столбы). Эти пасты имеют более густую консистенцию и наносятся на поверхность кистью слоем толщиной 3...5 мм. В зимнее время при температуре ниже 0⁰С пасты подогревают до 30...40⁰С, а битумные – до 50...70⁰С.

Элементы конструкций, подвергающиеся увлажнению в процессе их службы, после обработки пастами должны быть защищены от вымывания гидроизоляционными покрытиями из нефтебитума, каменноугольного лака, смолы, рулонных материалов.

Паста ПАФ-КЛ представляет собой густую, вязкую однородную массу черного цвета. Пропитанная древесина приобретает *запах* каменноугольного лака (табл. 6.4). Паста предназначена для защиты

древесины конструкций, эксплуатируемых как внутри помещений, так и на открытом воздухе.

Паста ПАФ-ЛСТ – густая, вязкая однородная масса темно-коричневого цвета, предназначенная для защиты деревянных элементов, эксплуатируемых внутри помещений.

Таблица 6.4

Состав паст, % по массе

Компоненты пасты	ПАФ-КЛ	ПАФ-ЛСТ
ФН технический (80 %-ный) по ТУ 113-08-586–86	44	58
Лак каменноугольный марки «Б» (ГОСТ 1709–75)	17	–
Лигносульфаты технические (ОСТ 13-183–83)	-	20
Каолин обогащенный (ГОСТ 19608–84)	13	11
Вода	26	11

Существуют **пасты** на основе трудновываемых антисептиков (на *Доналите УАл* и *Боролите*), которые содержат в различных соотношениях сапрпель, поверхностно-активное вещество ОП-10, вазелиновое масло и воду. Наличие в пастах сапрпеля и вазелинового масла не требует добавления наполнителя, позволяет получить *эластичный, медленно высыхающий слой пасты*, который *сохраняет свою консистенцию в течение 2...3 месяцев*. Это позволяет использовать пасту при бандажной пропитке.

6.3. Антипирены

Антипирены подразделяются на 2 группы: *водорастворимые* и *водонерастворимые*.

В связи с тем, что эффективность огнезащиты зависит от химических свойств антипиренов, их подразделяют на следующие классы.

1 класс

а) Антипирены, представляющие собой *кислые* соли или другие *водорастворимые* вещества, которые при нагревании разлагаются с образованием соединений, обладающих сильноокислыми свойствами (фосфорнокислый аммоний, однозамещенный фосфорнокислый натрий, фосфорнокислый этиламмоний, хлористый, бромистый, йодистый аммоний, сульфат аммония, молибденовоокислый аммоний). Огнезащита достигается при содержании состава к весу материала не более 20%.

Сульфат аммония – мелкокристаллическая соль белого цвета, *хорошо растворимая в воде, вызывает коррозию металлов*. Он *эффективен против возгорания, но слабо понижает тление древесины*, так как при нагревании выделяет значительное количество инертных газов,

но не образует негорючих пленок, а уголь получается пористым, легко подвергающимся тлению.

Двузамещенный фосфат аммония – такая же соль, *хорошо растворимая в воде, не вызывает коррозии металлов, не повышает гигроскопичности* пропитанной древесины. По сравнению с сульфатом аммония несколько *меньше* предохраняет древесину *от возгорания*, но в *большей степени* препятствует ее *тлению*. При нагревании легко плавится, пенится с выделением паров воды, препятствующих в некоторой степени горению. Кроме того, покрывая волокна древесины негорючей легкоплавкой пленкой, затрудняющей доступ кислорода, он создает неблагоприятные условия для тления древесины.

СД - содержит 50% сульфата аммония и 50% двузамещенного фосфата аммония и *сочетает в себе достоинства* *обоих* этих препаратов.

Хлористый аммоний представляет собой белую мелкокристаллическую соль, хорошо растворимую в воде, легко выветривается, вызывает коррозию металлов, применяется в комбинированных составах совместно с двузамещенным фосфатом аммония или как заменитель сульфата аммония. При повышенных температурах (около 350⁰С) разлагается на аммиак и хлористый водород, которые затрудняют пламенное горение, но не предохраняют древесину от тления.

б) Антипирены, представляющие собой изначально *водонерастворимые* вещества или смеси, которые в процессе обработки переходят в нерастворимые соединения. Они обеспечивают огнезащиту в результате проявляющихся при нагреве сильно кислых свойств и применяются в основном для огнезащиты тканей.

2 класс – антипирены, обладающие щелочными свойствами (бура, борная кислота, их смесь ББ-11, вольфрамвокислый натрий и др.). Огнезащита достигается при содержании состава до 20% от веса материала.

Бура относится к числу эффективных антипиренов, обладая также свойствами *антисептика*. Она представляет собой белую кристаллическую соль, *водный раствор* которой вызывает *незначительную коррозию металлов*. Она в *малой степени* по сравнению с другими антипиренами *повышает гигроскопичность* древесины. При нагревании вспучивается и выделяет пары воды, которые понижают температуру на поверхности древесины и затрудняют проникновение к ней воздуха. При дальнейшем нагревании бура расплавляется, покрывая волокна древесины стекловидными, плохо пропускающими воздух пленками. В качестве антипирена применяют буру техническую.

Борная кислота - антипирен, обладающий также свойствами *антисептика*. Она представляет собой белые кристаллы, напоминающие чешуйки. Водные растворы ее *слабо корродируют металлы*. Борная

кислота не повышает гигроскопичность древесины, при нагревании расплавляется в стекловидную массу, защищающую древесину. Как антипирен применяется борная кислота техническая.

В настоящее время ООО «Огнезащитные технологии» выпускает широкий спектр препаратов комплексного действия и антипиренов, краткая характеристика которых приведена в табл. 6.5.

Таблица 6.5
Характеристика антипиренов и препаратов комплексного действия

Марка состава	Внешний вид	Назначение	Срок действия	Огнезащитная эффективность
1	2	3	4	5
Биопирен «Пирилакс-3000»	Прозрачная вязкая жидкость желтого цвета	Огнезащита древесины. Для внутренних и наружных работ	4,5...12 лет в зависимости от условий эксплуатации	1, 2 группа
		Антисептирование древесины. Для внутренних и наружных работ	То же	—
Биопирен «Пирилакс-люкс»	Прозрачная вязкая жидкость желтого цвета	Огнезащита древесины. Для внутренних и наружных работ	6...16 лет в зависимости от условий эксплуатации	1, 2 группа
«НОРТЕКС-ЛАК-ОГНЕЗАЩИТА»	Прозрачная вязкая жидкость светло-коричневого цвета	Огнезащита и антисептирование древесины, ДСП, ДВП, ламината и окрашенных поверхностей. Для внутренних работ	Не менее 8 лет	1 группа
Огнезащитная краска «Огракс-В-СК»	Краска белого цвета	Огнезащита деревянных конструкций, материалов на основе древесины. Для внутренних работ	Не менее 10 лет	1 группа
Пропитка «ПП»	Сухой порошок	Огнезащита деревянных конструкций. Для внутренних работ	До 3 лет	2 группа
Огнезащитная	Краска	Огнезащита	Не менее 8	1 группа

краска «ОЗК-45»	белого цвета	деревянных конструкций. Для внутренних работ	лет	
Пропитка «Фенилакс»	Прозрачная вязкая жидкость	Огнезащита и антисептирование деревянных конструкций, материалов на основе древесины. Для внутренних работ	2...4 года	1, 2 группа
Огнезащитный состав «КСД-А» марки 1	Прозрачная вязкая жидкость	Огнезащита и антисептирование конструкций. Для внутренних и наружных работ	Не менее 10 лет	1, 2 группа

Продолжение табл. 6.5

1	2	3	4	5
Огнезащитный состав «СГК-1»	Лак темно-серого цвета	Огнезащита деревянных конструкций, материалов на основе древесины. Для внутренних и наружных работ	Не менее 15 лет	1 группа
Противопожарная мастика «МПВО»	Вязкая суспензия серого цвета	Огнезащита деревянных конструкций. Для внутренних и наружных работ.	Не менее 10 лет	1 группа

6.4. Огнезащитные покрытия

Огнезащитные покрытия зачастую формируют за счет применения соответствующих красок и обмазок, которые, в свою очередь, бывают невлагостойкими и атмосферостойкими.

6.4.1. Невлагостойкие огнезащитные покрытия

Невлагостойкие огнезащитные покрытия применяют для защиты внутренних элементов зданий и сооружений в помещениях с влажностью воздуха ниже 60%.

Известковая обмазка в качестве связующего содержит гашеную известь и наполнитель. Самые прочные обмазки получаются при использовании в качестве связующего известкового теста, а в качестве

наполнителей – глины и поваренной соли, которая служит для улучшения адгезионных свойств покрытия. Последняя вызывает *коррозию металлов*. Обмазка имеет *светло-коричневый цвет*. Ее наносят в 2 слоя с промежуточной сушкой в течение 10...12 ч.

Суперфосфатная обмазка при разведении одноименного связующего водой (7:3) образует вязкую массу, которая, быстро высыхая, формирует на поверхности древесины прочное огнезащитное покрытие. Обмазка имеет белый цвет. Наносится аналогичным вышеописанному образом.

Сульфитно-глиняная обмазка. Связующее – сульфитный щелок – отход целлюлозного производства, обладает высокими вяжущими свойствами. Кроме того, он является хорошей питательно средой для микроорганизмов, поэтому возникает необходимость введения в состав обмазки антисептиков. Так, обмазка **СГ** содержит 25% сульфитного щелока, 47% глины жирной, 3% фтористого натрия и 25% воды. Обмазка имеет светло-коричневый цвет и наносится аналогичным ранее описанному способом.

Силикатные краски в качестве связующего содержат жидкое стекло, которое обладает низкой устойчивостью к атмосферным воздействиям: легко растворимо водой и разлагается углекислым газом. Для получения более устойчивых пленок их поверхность после подсыхания обрабатывают бензольным раствором парафина или в состав краски вводят гидрофобные вещества (парафин, хлорпарафин) и эмульгаторы (хлорпарафин, каолин) (табл. 6.6, 6.7). Краски наносят только на сухую поверхность в 2...3 слоя с промежуточной сушкой в течение 12 ч.

Хлоридные краски обладают хорошими огнезащитными свойствами и состоят из оксидов металлов и растворов хлористых солей. Краска **ХЛ-К** окрашивает древесину в белый цвет.

Таблица 6.6

Состав силикатных красок

Компоненты	Количество компонентов красок, %			
	СК-Г	СК-ХЭМ		СК-Л
		грунт	краска	
Жидкое натриевое стекло	37,1	37,1	37,1	54
Мел	37,1	37,1	36,5	-
Глицерин	1,9	1,9	1,9	-
Цинковые белила	1,9	1,9	1,9	-
Сурик железный	-	-	0,6	-
Липотон	-	-	-	39

Асбестовая пыль	-	-	-	7
Вода	22,0	12,0	12,0	-

Таблица. 6.7

Состав эмульсии хлорпарафиновой, %

Компоненты	СК-ХЭМ	
	грунт	краска
Хлорпарафин	4,0	4,0
Каолин	2,0	2,0
Вода	4,0	4,0

6.4.2. Атмосферостойкие огнезащитные покрытия

Атмосферостойкие покрытия применяют для защиты наружных поверхностей деревянных элементов зданий и сооружений, а также для защиты деревянных конструкций, эксплуатируемых в условиях повышенной влажности воздуха (выше 61%).

Учитывая, что эти покрытия должны хорошо противостоять действию влаги, солнечных лучей, резкому колебанию температур, выветриванию и пр., в их составы вводят в качестве связующего различные хлорорганические соединения. В качестве пластификатора – сложные эфиры фосфорной кислоты и галоидированные минеральные масла. В качестве наполнителей используют минералы с низкой теплопроводностью (асбест, вемикулит) или соли (карбонаты, бораты), обладающие свойствами антипиренов.

Краска ПХВО содержит связующую перхлорвиниловую смолу, представляющую собой твердое, бесцветное, трудновоспламеняющееся вещество, хорошо растворимое в смеси легких органических растворителей. Краску выпускают различных цветов, кроме белого. Наносят ее в 4 слоя с промежуточной сушкой не менее 3 ч.

Краска ПХВО-А содержит, кроме всего прочего, асбест, повышающий ее огнезащитные свойства.

Краски на основе хлорированных продуктов переработки нефти уступают по лакокрасочным свойствам перхлорвиниловой смоле,

но все же они обладают удовлетворительными огнезащитными свойствами и используются в тех случаях, когда не требуется внешняя отделка.

Краска ХЛ в своем составе содержит песочную подсыпку и серебряную подцветку. Технология нанесения краски довольно сложна: грунт наносят в 2 слоя с промежуточной сушкой не менее 48 ч. После нанесения каждого слоя грунта на еще не высохшую поверхность пескоструйным аппаратом насыпают песок. После просушки на загрунтованную поверхность пульверизатором наносят серебряную подцветку.

Краска ХМЗ отличается от краски ХЛ тем, что вместо хлорлакойля содержит зеленое масло.

Краски ХЛ-СЖ и ХЗМ-СЖ в качестве растворителей предполагают использование олифы С и краски СЖ, а в качестве связующего - хлорлакойль или зеленое масло. Недостаток красок ХЛ-СЖ и ХЗМ-СЖ – медленное высыхание (до 8 суток).

Пиропласт ХВ-транспарент – водоразбавляемый, бесцветный, матовый огнезащитный лак профессионального применения, который при воздействии высокой температуры образует защитный слой пены на древесине и древесно-плитных материалах, эксплуатируемых внутри помещений. Лак обладает следующими огнезащитными свойствами: по воспламеняемости – класс 1 (ISO 5657-1986 (E), NT FIRE 033), по распространению пожара – класс 1 (SFS 4192:E, INSTA 412, NT FIRE 004). Лак испытывался в Лаборатории огнеупоров при Государственном техническом научно-исследовательском центре. Время высыхания при температуре 23⁰С и относительной влажности воздуха 50% составляет от 1 до 6 ч в зависимости от толщины пленки, температуры, относительной влажности воздуха и вентиляции. Продолжительность межслойной сушки 4 ч.

6.5. Препараты комбинированного действия

В ряде случаев древесина требует комплексной защиты – от биоразрушения и от возгорания. Для этих целей разработана гамма комбинированных препаратов биоогнезащитного действия, которые содержат в качестве компонентов как антисептики, так и антипирены. Эти препараты могут быть как водорастворимыми, так и органикорастворимыми.

6.5.1. Водорастворимые препараты

Сегодня на рынке товаров широко представлены водорастворимые препараты биоогнезащитного действия.

Характеристика водорастворимых препаратов комбинированного действия приведена в табл. 6.8.

Исследования показывают, что *водорастворимые антисептики, содержащие хром и медь*, несколько *снижают возгораемость древесины и интенсивность горения* древесины, но в тоже время *усиливают тление и увеличивают его длительность*.

6.5.2. Органикорастворимые препараты

Препарат ТХЭФ на основе трихлорэтилфосфата и с растворителем – четыреххлористым углеродом. Это *бесцветная жидкость, взрыво-, пожаробезопасная*. Для обеспечения *биостойкости* древесины расход состава должен быть не менее 200 г/м². *При расходе не менее 600 г/м² состав делает древесину трудногорючей*. Этот препарат нашел применение при защитной обработке несущих древесно-клееных конструкций для ряда зданий и сооружений общественного назначения (спортзалов, крытых катков, кафе и т.п.). Недостатком состава является *трудность последующего нанесения* на пропитанную древесину *влагозащитных покрытий* и *токсичность* входящего в его состав растворителя.

Препарат ТЦПСВ в своем составе содержит в качестве растворителя смесь изопропилового спирта и воды в соотношении 1:2, а также ТХЭФ. За счет этого состава достигается пожаробезопасность во время производства работ, а также значительное снижение его стоимости. Препарат *трудно вымывается* из древесины, *слабо корродирует черные металлы*, обладает *высокой проникающей способностью*. *При поглощении 56 г/м³ он не вреден* и может использоваться для защиты деревянных конструкций сельхоззданий. *Пропитанная древесина сохраняет свой цвет, чистую поверхность, не гигроскопична*. Препарат рекомендуется для защиты элементов конструкций, эксплуатируемых как снаружи, так и внутри помещений.

Препарат ТОХПА легко проникает в древесину, в том числе труднопропитываемую. *Взрывоопасен*.

6.6. Оценка защитных средств

При выборе антисептика или антипирена иногда прибегают к терминам «плохой», «хороший» без указания, в каком отношении делается такая оценка. Наибольшая ошибка возникает, когда сравниваются защитные средства разных типов, применяемые для разных условий, или они оцениваются для таких условий, для которых не были предназначены.

Например, нельзя считать, что ФН защищает древесину хуже, чем каменноугольное масло, что КФН плохой антисептик, потому что имеет

низкую растворимость, а ФН – потому, что легко вымывается из древесины. Растворимость КФН в некоторых условиях может быть достаточной, а

сильная вымываемость ФН иногда не опасна, тогда как его высокие диффузионные свойства могут быть с успехом использованы, например, при консервировании сырой древесины.

Не может считаться решающим недостатком и пониженная токсичность защитного средства. Например, не менее токсичное, но более дешевое и достаточно растворимое средство может вводиться в материал в большом количестве, в результате чего будет получена необходимая защищенность материала.

Находят применение вещества с устранимой вредностью, если они имеют какие-либо преимущества, особенно по защищающей способности и проницаемости в материал, а иногда и по другим важным свойствам.

Иногда также неправильно оцениваются средства на основании их дефицитности. Этот подход оправдан лишь, когда речь идет о препаратах массового применения и совсем не подходит для оценки 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 область их применения. Если все защитные средства правильно распределить по показанным для них условиям применения, недостатков у них будет меньше.

Таблица 6.8

Характеристика водорастворимых препаратов комбинированного действия

Препарат	Вымываемость из древесины	Проникновение в древесину	Влияние на свойства древесины		Влияние растворов на металлы	Рекомендации по применению	Примечания
			Прочность	Цвет			
1	2	3	4	5	6	7	8
МС-11	Легковы- мываемый	Хорошая проникаю- щая способность	Снижает прочность (при сжа- тии, скалы- вании вдоль волокон и попереч- ном изгибе – на 10%, при удар- ном изгибе – на 40%)	Не изменяет	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины XIV...XVII классов службы	Сильное высаливание препарата (особенно при глубокой пропитке) препятствует склеиванию и окрашиванию пропитанной древесины
ББ-11	Легковы- мываемый	Хорошая проникаю- щая способность	Повышает прочность древесины на сжатие вдоль волокон и попереч- ный изгиб	Не изменяет	Не корродирует черные металлы	Для защиты древесины XIV...XVII классов службы	Обладает хорошими биозащит- ными свойствами, безопасен для людей и теплокровных животных
ФБС-255	Легковы- мываемый	Хорошая проникаю- щая способность	Нет инфор- мации	Не изменяет	Низкая коррозийная активность	Для защиты древесины XIV...XVII классов службы	Высокая токсичность по отношению к грибам

Продолжение табл. 6.8

1	2	3	4	5	6	7	8
БС-13	Легковы- мываемый	Легко проникает в древесину	Нет инфор- мации	Не изменяет	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины XIV...XVII классов службы	Высокая огнезащитная способно- сть
ДМФ-552	Легковы- мываемый	Легко проникает в древесину	Нет инфор- мации	Не изменяет	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины XIV...XVII классов службы	Является пламегасителем и обладает высокой токсичностью к дереворазрушающим грибам
ХМББ- 1128	Трудновы- мываемый	Хорошая проникаю- щая способность	Нет инфор- мации	Окрашива- ет древеси- ну в серо- зеленый цвет	Слабо корродирует металлы	Для защиты древесины VIII...X классов службы	-
ХМББ- 3324	Легковы- мываемый	Высокая диффузион- ная способность	Нет инфор- мации	Окрашива- ет древеси- ну в зеле- новатый цвет	Незначительно корродирует черные металлы	Для защиты древесины VIII...X классов службы	-
Препарат ХМХА- 1.1.10	Трудновы- мываемый	Хорошая проникаю- щая способность	Нет инфор- мации	Окрашива- ет древеси- ну под каштан или орех	Корродирует черные металлы	Для защиты древесины VIII...X классов службы	Предпочтителен как антипирен
Пентахлор фенолят натрия ПХФН	Вымывае- мый	Трудно проникает в древесину	Нет инфор- мации	Вызывает незначите- льное потемнение	Корродирует цветные металлы	Для защиты древесины VII...XIV классов службы	Не изменяет технологические свойства древесины

1	2	3	4	5	6	7	8
Фенлакс	Нет информации	Хорошая проникающая способность	Нет информации	Не изменяет	Нет информации	Нет информации	В зависимости от расхода позволяет получать трудногораемую (1 группа огнезащитной эффективности) или трудновоспламеняемую (2 группа) древесину
КСД	Нет информации	Хорошая проникающая способность	Нет информации	Не изменяет	Нет информации	Нет информации	В зависимости от расхода позволяет получать трудногораемую (1 группа огнезащитной эффективности) или трудновоспламеняемую (2 группа) древесину
АСД-1	Нет информации	Хорошая проникающая способность	Нет информации	Не изменяет	Нет информации	Нет информации	В зависимости от расхода позволяет получать трудногораемую (1 группа огнезащитной эффективности) или трудновоспламеняемую (2 группа) древесину
Терм 1	Нет информации	Хорошая проникающая способность	Нет информации	Не изменяет	Не корродирует черные металлы	Нет информации	Препарат препятствует возгоранию и распространению пламени, придает поверхности пониженную гигроскопичность, но при этом сохраняет воздухопроницаемость древесины
СЕНЕЖ ОГНЕБИО	Вымываемый	Хорошо диффундирует в древесину	Не снижает	Не изменяет	Обладает низкой коррозионной агрессивностью	Для защиты древесины XI...XVIII классов службы	Не изменяет технологические свойства древесины. В зависимости от расхода позволяет получать трудногораемую или трудновоспламеняемую древесину

Общие оценки защитных средств можно применять по отношению к **средствам одного типа**, предназначенным **для применения в одних условиях**. Здесь действительно могут быть и худшие, и лучшие, хотя в этом случае худшие могут применяться, когда 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 обеспечения того же уровня защищенности его надо вводить в материал на 20% больше. Это делает пропитанную древесину дороже не только из-за повышенного расхода масла, но и в связи с необходимостью удлинить период пропитки. Значит, КМ лучше.

Если сравнивать КМ и УЛТАН, используемые для пропитки шпал, то можно выявить следующие моменты. Древесина, пропитанная этими препаратами, не электропроводна, что является важным моментом для данной продукции. Но древесина, пропитанная КМ, приобретает едкий запах, опасна для человека и экологически опасна. В теплую погоду под действием солнечных лучей, дополнительно разогревающих поверхность, происходит вытапливание КМ на поверхность. Древесина начинает «течь», снижая со временем содержание антисептика и, как следствие, свою защищенность. В этот же период из-за перепада ночных и дневных температур возникают внутренние напряжения в больших сечениях шпал, которые приводят в конечном итоге к образованию трещин, снижающих прочность древесины и приводящих к преждевременному выходу шпал из строя. Необходимо учитывать и то обстоятельство, что пропитка КМ предполагает применение высокотемпературных способов, также ухудшающих физико-механические свойства древесины, и соблюдение мер противопожарной безопасности при производстве работ. Всех этих недостатков лишено использование УЛТАНа. Важным аргументом является то, что необходимое поглощение КМ составляет 200 л/м^3 , а УЛТАНа – $8...12 \text{ кг/м}^3$.

6.7. Свойства пропитанной древесины

Древесина при введении в нее защитных средств может потерять прочность, особенно сопротивление ударным нагрузкам, хуже окрашиваться и склеиваться, может приобрести повышенную возгораемость и электропроводность или получить способность в большей степени корродировать металлы. Также она может ухудшить свой вид из-за высаливания или вытекания защитного средства, приобрести неприятный запах, выделять летучие вещества, ухудшить гвоздеудерживающую способность; или же масса ее может увеличиться в

нежелательной степени и т.д. На свойства пропитанной древесины влияют такие подготовительные операции, как накалывание 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; количества введенного защитного средства; применяемого растворителя; способа пропитки.

Значение этих новых свойств не всегда отрицательно. Некоторые свойства древесины (прочность, окрашиваемость, декоративный вид и др.) в результате введения защитных средств в отдельных случаях могут даже и улучшаться. Кроме того, одни и те же свойства (изменение цвета, жирность поверхности) в одних случаях могут оцениваться отрицательно, а в других – положительно. Во многих случаях большинство попутно возникающих при пропитке древесины свойств (понижение прочности, ухудшение окрашиваемости, повышение массы и электропроводности) не имеет практического значения.

Некоторое неблагоприятное воздействие на прочность древесины оказывает длительное нагревание ее до температур выше 100°C , а также пропарка, применяемая для предпропиточной сушки. В связи с этим способы пропитки с нагревом древесины следует применять крайне осторожно в случае, когда их прочность играет важную роль (опоры, шпалы). Высокое давление (0,8...1,4 МПа) иногда деформирует мягкую или загнившую древесину, поэтому не рекомендуется для этих случаев. Считается, что влияние наколов невелико и что наколотая древесина растрескивается меньше, чем компенсируется отрицательное влияние наколов на ее прочность.

Рассмотрим подробнее влияние пропитки на некоторые основные свойства древесины.

Горючесть древесины, пропитанной антисептиками, часто считается решающим фактором при их выборе. Предпочтение в этом случае отдается водорастворимым антисептикам. Многие из них оказывают антипиренное действие, и лишь некоторые повышают тление древесины.

Ряд органикорастворимых антисептиков сильно повышают возгораемость древесины лишь в первые годы после ее пропитки, пока не испарились их летучие фракции. Если в результате пропитки ожидается лишь небольшое повышение горючести древесины, то, оценивая этот недостаток, следует учитывать, что и загнившая древесина 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, а в некоторых случаях (ХМ-11) даже лучше, чем непропитанная.

Склеивание пропитанной древесины требует подбора совместимых защитного средства и клея. Пропитка может осуществляться как после склеивания, так и до него. В последнем случае важна подготовка древесины к склеиванию, в частности, ее строгание и специальная обработка поверхности, исключая высаливание или вытекание препаратов, а также условия выдержки деталей после склеивания. Технологические параметры склеивания (давление, температура) подбирают так, чтобы не происходило выдавливания, вытекания или термического разложения пропиточного состава. Особой разницы в склеивании древесины, пропитанной водорастворимыми и органикорастворимыми препаратами, при условии подбора совместимого с ними клея не наблюдается.

При пропитке готовые клееные элементы подвергаются длительному воздействию жидкостного давления, а в ряде случаев и повышенной температуры. Результаты испытаний показывают, что продолжительность выдержки под давлением не оказывает заметного влияния на прочность клеевых соединений при пропитке масляными составами. Однако сам процесс склеивания древесины, пропитанной маслянистыми препаратами, связан с рядом технологических неудобств: сильным загрязнением оборудования и режущего инструмента пропиточным маслом, повышенной пожароопасностью процесса, а также некоторым усложнением технологии склеивания (необходимостью обезжиривания поверхности).

В большинстве случаев лучшие результаты дает применение резорцинового клея. Тем не менее, следует учитывать, что даже при соблюдении всех правил прочность клеевых швов пропитанных деталей в среднем бывает примерно на 15% ниже прочности клеевых швов непропитанных деталей.

Для склеивания древесины, которая эксплуатируется в жестких условиях, целесообразно применять трудновываемые антисептики (хромомедные и группы ССА). Влияние кристаллов водонерастворимых соединений, получившихся в результате реакции этих антисептиков с веществами древесины, на прочность клеевого слоя, образованного водостойкими клеями с пропитанной древесиной, определяется значением рН клея. Известно, что клеи ПВА имеют исходную кислую среду (рН 4,5...6), значит, они могут растворить эти кристаллы и способствовать их диффузии в клеевую прослойку. У клея КФ-Ж(М) изначально щелочная среда (рН 7...8,5), но в процессе отверждения карбомидных смол значение рН постепенно уменьшается до 4...4,5, что приводит к явлениям, описанным выше. Прочность сцепления клеевого шва с древесиной будет ниже, так как клей не может растворить кристаллы в большом количестве,

что сократит свободную емкость в полостях клеток и ограничит его присутствие там.

Исследования показали, что наиболее высокие показатели предела прочности клеевого шва у пропитанных УЛТАНом заготовок имеет клей CASCO (группа ПВА). Предел прочности клеевого шва пропитанных УЛТАНом и склеенных этим клеем образцов выше на 20 – 25% предела прочности непропитанных образцов (рис. 6.1). При этом предел прочности пропитанных образцов увеличивается с увеличением поглощения антисептика. При использовании клея КФ-Ж(М) предел прочности клеевого у пропитанных образцов на 27,6 - 34,8% ниже предела прочности непропитанных в зависимости от поглощения антисептика.

Цвет пропитанной древесины зависит от свойств и количества вводимого защитного средства. В худшем случае получается неблагоприятный цвет или же, наоборот, вполне приемлемый и настолько, что пропитка или обработка защитным средством делает лишним дальнейшее окрашивание.

Особый интерес представляет **адгезия лакокрасочных материалов** на пропитанной древесине. Сами лакокрасочные покрытия не повышают биостойкость древесины и не обеспечивают длительную защиту от увлажнения. Поэтому необходимо создать декоративные покрытия на пропитанной древесине, эксплуатируемой в жестких условиях, но к которой предъявляются эстетические требования (лоджии, скамейки, беседки).

Исследования показали, что содержание антисептика УЛТАН в древесине не влияет на адгезию, теплостойкость и водостойкость покрытий, шва образованных ЛКМ, такими как ПФ-115, НЦ-132, ГФ-230 и АУ-271. Эти свойства не меняются с увеличением поглощения антисептика древесиной.

Электропроводность непропитанной древесины непостоянна и зависит от породы, температуры и особенно от влажности материала. Электропроводность пропитанной древесины имеет еще большие колебания. Так, древесина, пропитанная водорастворимыми препаратами, чаще имеет повышенную электропроводность, которая тем больше, чем выше содержание соли в древесине. Древесина, пропитанная маслянистыми защитными средствами, наоборот, имеет пониженную электропроводность.

Защитные средства в тех количествах, которые вводят в древесину, не оказывают существенного влияния на ее **механические свойства** (рис. 6.2).

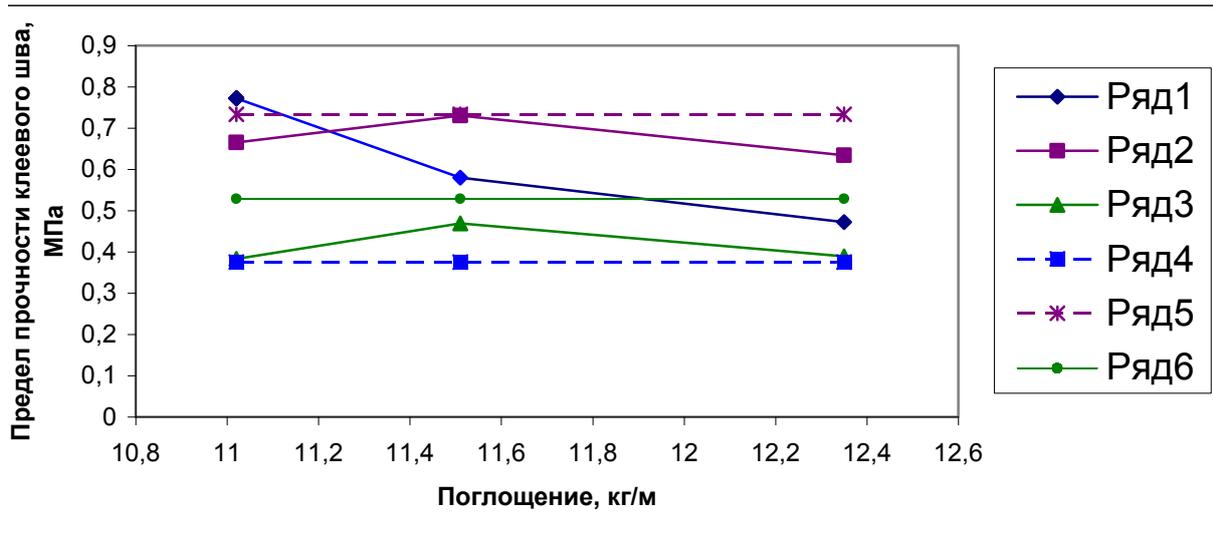


Рис. 6.1. Зависимость предела прочности клеевого соединения от поглощения антисептика УЛТАН

- ряд 1 – график для клея CASCO (группа ПВА);
- ряд 2 – график для клея JOWACOLE (группа ПВА);
- ряд 3 - график для клея КФ-Ж(М);
- ряд 4 – график контрольных непропитанных заготовок с клеем CASCO;
- ряд 5 - график контрольных непропитанных заготовок с клеем JOWACOLE;
- ряд 6 - график контрольных непропитанных заготовок с клеем КФ-Ж(М)

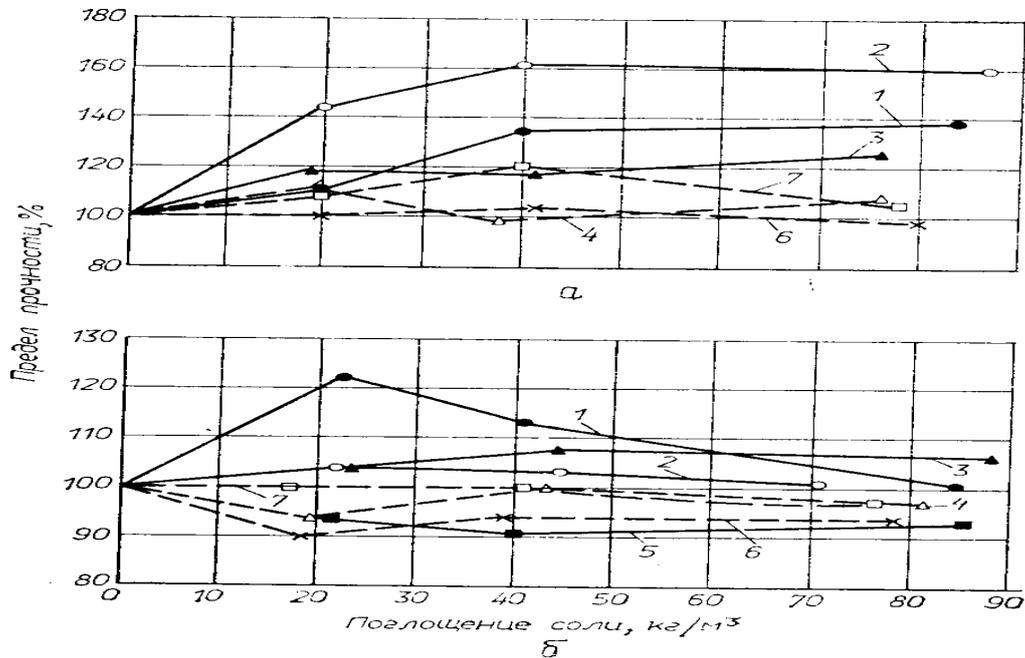


Рис. 6.2. Зависимость предела прочности древесины при сжатии вдоль волокон (а) и при статическом изгибе (б) от поглощения сухой соли защитного средства: 1 – ФБС-255; 2 – БС-13; 3 – ХМББ-3324; 4 – ТМФ-552; 5 – ДМФ-552; 6 – ХМХА-1.1.10; 7 – СД-11 (МС-11)

6.8. Средства, отбеливающие древесину

Использование средств, отбеливающих древесину, особенно актуально для организаций, деятельность которых связана с деревянным домостроением. Зачастую материал ими закупается «на стороне», возможность проверки наличия и качества антисептирования свежераспиленной древесины по понятным причинам отсутствует. В итоге на стройплощадки поступают уже пораженные пиломатериалы, которые в дальнейшем идут в работу.

Первые внешние проявления грибного поражения – окрасы и плесень. Если процесс в буквальном смысле пошел не слишком глубоко, окрашенную древесину можно отбелить. Для отбеливания древесины используют различные составы, которые с недавнего времени появились на рынке товаров. Одни из них действуют быстро, другие медленно. Некоторые удаляют поражения, другие маскируют.

Хлорсодержащие отбеливатели «выжигают» древесину, разрушают ее структуру, удаляют из дерева смолистые и дубильные вещества. После такой обработки древесина приобретает сероватый оттенок. Хлорный отбеливатель вреден для здоровья, но сегодня это наиболее распространенное средство.

Другой класс отбеливателей – так называемые щадящие отбеливатели на основе активного кислорода. Главным отличием средств этого типа можно назвать то, что они не разрушают структуру древесины, не ухудшают ее характеристики. Древесина приобретает выраженный светлый оттенок. При использовании не выделяется ядовитых газов, но работа с такими отбеливателями сложнее, да и на рынке их пока немного.

В обоих случаях *отбелить* можно *только поверхностные поражения*. Синева, развившаяся в толще древесины или окрасившая всю заболонь, практически не отбеливается. Несомненно, что отбеливание древесины требует дополнительных затрат, которых можно легко избежать, предупредив развитие деревоокрашивающих грибов антисептированием древесины непосредственно после распиловки.

Отбеливающий и защитный комплекс «Иней» предназначен для очистки пораженных участков древесины от деревоокрашивающих грибов и плесени, а также для придания потемневшим от времени поверхностям исходного цвета свежей древесины. Комплекс непожароопасен, не ухудшает физических и технологических свойств обработанной древесины и состоит из 2 составов: 1-й состав – на основе соединений, содержащих активный хлор; 2-й состав – сухой водорастворимый порошок на основе соединений, содержащих активный кислород. Комплекс используется в виде 30-35%-ного раствора.

СЕНЕЖ НЕО - двухкомпонентное средство на основе активного кислорода, которое *не содержит хлора* и обладает нейтральным уровнем рН.

6.9. Средства, защищающие древесину от увлажнения

6.9.1. Лакокрасочные материалы

Наиболее распространенный способ защиты изделий из древесины от увлажнения – нанесение на их поверхность лакокрасочных материалов (ЛКМ). Последние защищают древесину от разрушающего воздействия среды, обеспечивают в определенных пределах стабильность влажности древесины, снижают ее формоизменяемость. При защите листовых и плитных материалов лакокрасочные покрытия (ЛКП) способствуют снижению их эксплуатационной влажности, разбухания и коробления. Покрытия на основе лаков, красок и эмалей хорошо изучены на практике.

Лакокрасочная промышленность располагает большим количеством полимеров, получаемых способом полимеризации и поликонденсации, пригодных для изготовления лаков, красок и эмалей.

Перхлорвиниловые эмали (ХВ) – это растворы перхлорвиниловой смолы в смеси летучих органических растворителей с добавлением других смол, пластификаторов и пигментов. Эмали *быстро сохнут*, покрытия на их основе имеют *прочное сцепление с древесиной, эластичны и трещиностойки*.

Эмаль ХВ-110 образует негорючие, полуматовые, механически прочные покрытия, эксплуатируемые в любых климатических условиях.

Эмаль ХВ-124 наряду с достаточной морозостойкостью обладает также стойкостью к морской атмосфере, периодическому воздействию температуры до +60⁰С и воды. Она образует матовые покрытия, склонные к загрязнению.

Эмаль ХВ-1100 стойка к условиям умеренного климата и Крайнего Севера, имеет большую гамму цветов, поэтому может использоваться как декоративно-отделочная.

Лак ХВ-784 образует покрытия, которые могут эксплуатироваться в диапазоне температур -40...+60⁰С. Покрытия устойчивы в условиях умеренного климата, а также в химически агрессивных средах и могут использоваться для прозрачной отделки изделий, эксплуатируемых внутри помещений и под навесом.

Алкидно-карбомидная эмаль МЧ-181 образует глянцевое укрывистое покрытие, хорошо защищающее древесину внутри помещений с высокой влажностью воздуха.

Пентафталевые эмали ПФ-115 и ПФ-133 формируют покрытия, обладающие высокой атмосферостойкостью в условиях умеренного климата, эластичностью и хорошей адгезией к окрашиваемой поверхности. Эти покрытия стойки к температурным колебаниям от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$ и механическим воздействиям.

Пентафталевые лаки ПФ-170, ПФ-171 могут применяться для защиты древесины, находящейся на открытом воздухе и под навесом, а также в помещении как декоративно-отделочные и влагозащитные.

Уретановые лаки УР-293, УР-294 отверждаются влагой воздуха при обычной температуре. Покрытия устойчивы в условиях эксплуатации под навесом, могут применяться для защиты конструкций на открытом воздухе и в помещении.

Уретаново-алкидная эмаль УРФ-1128 образует глянцевые покрытия, обладающие высокой адгезией к древесине, влагостойкостью и морозостойкостью. Покрытия на ее основе могут применяться в условиях умеренного климата и Крайнего Севера для защиты конструкций, эксплуатируемых как под навесом, так и на открытом воздухе.

Масляно-смоляные лаки ГФ-166 и ПФ-283 после высыхания образуют глянцевые прозрачные покрытия, обладающие высокой адгезией к древесине.

Лак ПФ-283 предназначен для защиты конструкций, эксплуатируемых внутри помещений.

Лак ГФ-166, обладающий атмосферостойкостью, может быть использован для защиты конструкций, эксплуатируемых под навесом и на открытом воздухе.

Органно-силикатные композиции ОС-12-01, ОС-12-03 образуют матовое, укрывистое покрытие, которое легко наносится кистью и распылением. Эти композиции обладают заметным защитным эффектом при испытании на тепловое старение, снижают водопоглощение и возгораемость древесины.

Кремнийорганическая эмаль КО-174 формирует термостойкое покрытие, которое обладает стойкостью при нанесении на цементно-стружечные плиты, эксплуатируемые в атмосферных условиях.

ЛКМ в виде раствора в органическом растворителе являются самыми распространенными, позволяют получать покрытия с различными свойствами, однако их употребление не всегда эффективно из-за наличия токсичных огнеопасных растворителей и нередко низкого содержания пленкообразующего вещества.

Использование **водных эмульсий** в качестве пленкообразующих для ЛКМ позволяет решать проблемы пожаро- и взрывобезопасности, защиты окружающей среды, улучшает санитарно-гигиенические условия труда при отделке. Недостаток водных красок – *малая стабильность при недостаточной морозостойкости и высокая водопроницаемость.*

Водоэмульсионная поливинилацетатная краска Э-ВА-27А применяется для окраски изделий, эксплуатируемых внутри помещений.

Для защиты изделий, эксплуатируемых в атмосферных условиях, используют **водоэмульсионную краску Э-ВА-17**.

Для отделки стандартных деревянных домов рекомендуется использовать **водно-дисперсионную краску АК-111р**. Ориентировочная долговечность покрытия в атмосферных условиях на древесных подложках – не менее 6 лет.

Высокими эксплуатационными свойствами обладает **краска АК-111**. Эта краска препятствует действию грибов, покрытие на ее основе хорошо противостоит атмосферным воздействиям и среде животноводческих помещений. На поверхности древесины краска образует матовое укрупненное покрытие, легко наносимое кистью и распылением.

В последнее время появились новые композиции шпаклевок и ЛКМ на водной основе, характеристика которых приведена в табл. 6.9. Положительным моментом, характерным для всех ЛКМ, является то, что они не содержат вредных для здоровья компонентов, пожаро-, взрывобезопасны.

6.9.1.1. Долговечность ЛКП

На долговечность ЛКП, наносимых на древесину, оказывает влияние окружающая среда и подложка. **Один из главных факторов, влияющих на срок службы ЛКП, – влага**. Влага вызывает размягчение, набухание и отслаивание пленок лаков, красок и эмалей, уменьшает их адгезионную способность и сводит к минимуму их защитные свойства. Проникнув сквозь покрытие и растворив на своем пути все водорастворимые частицы, влага устремляется к древесной подложке. Древесина благодаря своей гигроскопичности поглощает проникшую в нее влагу и изменяет при этом свои размеры в радиальном и тангенциальном направлениях. Изменение размеров подложки продолжается до достижения ею предела гигроскопичности (около 30%).

Обратный процесс происходит при сушке изделия: древесина медленно отдает влагу, уменьшая свои размеры до тех пор, пока влажность не достигнет равновесной. Циклические изменения размеров подложки отрицательно сказываются на долговечности ЛКП, приводя со временем к его растрескиванию и отслаиванию, поэтому, чем меньше деформируется подложка в процессе эксплуатации, тем дольше сохраняются защитные свойства ЛКП. По данным ВНИИДрева, долговечность ЛКП, наносимых на древесину, значительно выше тех же покрытий, наносимых на ДВП.

Это обусловлено высокой влажностной деформируемостью древесных плит.

Таблица 6.9

Характеристика ЛКМ на водной основе

Наименование	Характеристика		Рекомендации по применению	Примечания
	ЛКМ	покрытия		
1	2	3	4	5
Экогунт-антипайл	Водоразбавляемая грунт-пропитка	Нет информации	Основа для последующей отделки окон и наружных дверей лаками Балет, Балет-плюс и Эколак	Быстро высыхает (за 1 ч при температуре окружающего воздуха +20 ⁰ С и относительной влажности 65%)
Балет	Акрилатный водный лак	Прочное, стойкое к истиранию, в последующем не желтеющее	Для отделки паркетных полов и изделий из древесины	Быстро сохнет
Балет-плюс	Вододисперсионный акрил-полиуретановый паркетный лак	Прочное, износостойкое глянцевое или полуглянцевое покрытие	Для внутренней отделки паркетных полов, деревянных лестниц, мебели и др. изделий из древесины	Нет информации
Интерьер	Акриловый декоративно-отделочный лак	Прочное, равномерное, глянцевое покрытие	Для отделки деревянных поверхностей в интерьерах жилых помещений (стенных деревянных панелей, инструментов и т.п.)	Быстро сохнет
Биолак	Акриловый декоративно-отделочный лак	Нет информации	Предназначен для отделки новых внутренних и наружных деревянных поверхностей, предварительно обработанных антисептиками	Быстро сохнет
Экогрунт	Водная грунтовка с действием против биопоражения	Нет информации	Является основой для последующей отделки Эколаком или Экопластом	Время высыхания 3 ч при температуре окружающего воздуха +20 ⁰ С и относительной влажности 65%
Эколак	Декоративно-отделочный лак	Лессирующее, с хорошей эластичностью и устойчивостью к УФ-излучению	Для промежуточной и окончательной промышленной отделки окон и дверей	Время высыхания 4 ч при температуре окружающего воздуха +20 ⁰ С и относительной влажности 65%

1	2	3	4	5
Экопласт	Водоразбавляемая кроющая краска	Высокоэластичное, паропроницаемое, атмосферо- и УФ-стойкое, со временем не желтеющее покрытие	Для промышленной отделки окон и дверей, используемых как внутри, так и снаружи помещений	Время высыхания 4 ч при температуре окружающего воздуха +20 ⁰ С и относительной влажности 65%
Поликрэм-МДФ	Вододисперсионный акриловый грунт	Нет информации	Для подготовки поверхности ДВП и МДФ перед окраской	Нет информации
Акрэм-Комфорт-20	Вододисперсионная акриловая краска	Прочное, водо-, атмосферо- и УФ-стойкое покрытие	Для окрашивания деревянных окон, дверей, панелей, ДВП и МДФ	Срок службы покрытия в условиях умеренного климата не менее 5 лет
Акрэм-Комфорт-50	Вододисперсионная акриловая краска	Прочное, легко моющееся, износостойкое покрытие, которое со временем не желтеет	Для окрашивания деревянных окон, дверей, панелей, а также новых или ранее окрашенных деревянных, гипсокартонных, бетонных, оштукатуренных, оклеенных стеклообоями поверхностей и поверхностей из ДВП и МДФ, эксплуатируемых внутри помещений	Нет информации
Сенеж Аквадекор	Тонирующий антисептик на акриловой основе	Нет информации	Для долговременной защиты древесины от атмосферных осадков, солнечного излучения, биоповреждения, а также для декоративной отделки под ценные породы древесины. Применяется для наружных и внутренних работ	Имеет 16 оттенков под различные породы дерева
Eurotex	Водная дисперсия акриловых сополимеров с добавлением биоцидов	Полуглянцевое, атмосферо-стойкое, влагоотталкивающее покрытие, обладающее высокой эластичностью	Для декоративной окраски и длительной защиты от биопоражений, атмосферных воздействий и УФ-лучей любых деревянных поверхностей снаружи и внутри помещений	Обладает хорошей растекаемостью по поверхности древесины, не оставляет разводов, экономичен. Имеет широкую цветовую гамму — бесцветный плюс 15 базовых цветов

Окончание табл. 6.9

1	2	3	4	5
Акватекс	Органоразбавляемый цветной текстурирующий состав на алкидной основе	Нет информации	Защищает древесину от биопоражения, атмосферных воздействий, декорирует под ценные породы	Отличается повышенной проникающей способностью в структуру дерева, не закрашивает естественный рисунок древесины, не требует предварительного грунтования, его можно наносить на древесину влажностью до 40%
Акви Вууд Праймер	Колерованная грунтовка, содержащая фунгициды	Для полупрозрачной лессирующей обработки древесины	Защищает древесину от биопоражения, атмосферных воздействий и предназначена для подготовки под окраску окон, наружных дверей и садовой мебели	Легко шлифуется, обладает повышенной водостойкостью, быстро сохнет (время сушки при + 20 ⁰ С и влажности 20% 1 ч). Белый грунт применяется для укрывистых покрытий
Акви Флекс Изолятор	Водоразбавляемый грунт	Нет информации	Для получения «эффекта пластика»	Быстро сохнет
Акви Тон	Система покрытий на водной основе	Нет информации	Для окраски окон, наружных дверей и садовой мебели	Система колеровки имеет 24 основных лессирующих цвета
Пиньялак Солид	Толстослойный лессирующий цветной лак	Прочное водо-, атмосферно- и УФ-стойкое покрытие	Для окраски окон, наружных дверей и садовой мебели	Имеет двойную УФ-защиту, сохраняющую равномерный блеск покрытия; обладает отличной способностью к растяжению (около 200%), препятствует проникновению воды

Влагозащитные свойства ЛКП снижаются не только при формоизменяемости подложки, но и в процессе старения.

Под **старением** понимают изменения во времени физико-механических и химических свойств покрытия, сопровождающиеся деструкцией молекул пленкообразующего вещества, вызванные длительным воздействием тепла, солнечной радиации и других факторов.

На первом этапе процесса старения, в течение которого происходит изменение структуры ЛКП и накопление микродефектов в окрасочной пленке, водопроницаемость покрытия увеличивается незначительно.

На втором этапе, по мере накопления в пленке микродефектов, водопроницаемость покрытия резко повышается. Этому в значительной степени способствует влажностная деформация подложки. Таким образом, чем менее водо- и паропроницаемо покрытие, тем меньше подвержена влажностным деформациям подложка, а следовательно, тем выше ее долговечность.

Абсолютно паро- и водонепроницаемых покрытий на основе ЛКМ нет. Все известные в настоящее время ЛКМ образуют пленки, в большей или меньшей степени проницаемые для пара и воды. Паропроницаемость пленок можно по возрастающей выстроить следующим образом: эпоксидные, перхлорвиниловые, полиуретановые, пентафталевые, акриловые, нитроцеллюлозные.

Один из основных факторов, вызывающих старение ЛКП – окисление под действием кислорода воздуха. Оно *может активизироваться*:

- тепловым воздействием (термоокислительное старение);
- солями металлов переменной валентности;
- светом (световое старение);
- излучением высоких энергий (радиационное старение);
- механическими воздействиями (утомление);
- под действием высоких температур и в отсутствии кислорода (термическая деструкция);
- под влиянием внешней среды (атмосферное старение);
- действием химических веществ (химическая деструкция).

Сразу после высыхания ЛКП прочность, эластичность и адгезия покрытия к подложке могут быть хорошими. По мере старения под воздействием атмосферных факторов свойства покрытия начинают изменяться: происходит окисление связующего и разрушение структуры под воздействием УФ-лучей. Эти изменения снижают прочность покрытия, его эластичность и адгезию к древесной подложке. Наступает момент, когда покрытие не выдерживает больших объемных изменений, свойственных древесной подложке, особенно на открытом воздухе, растрескивается и отслаивается.

На атмосферостойкость ЛКП существенное влияние оказывают пигменты. Они обеспечивают защиту пленкообразующего покрытия от ультрафиолетовых лучей. Это подтверждается повышенным сроком службы на открытом воздухе пигментированных перхлорвиниловых покрытий по сравнению с непигментированными. Так, непигментированная пленка изменяет свой цвет, стареет и становится хрупкой через 6 месяцев. Такая же пленка, пигментированная цинковыми белилами и алюминиевой пудрой, не подвергается заметным изменениям в течение 3 и более лет.

Важно выбрать оптимальную толщину ЛКП на древесных подложках. Так, для алкидных и алкидно-меламиновых покрытий толщиной 65...110мкм потери массы через 300 ч облучения составляют 8...12%, толщиной 10...15мкм – 95%. Таким образом, с точки зрения светостойкости ЛКП минимальная толщина покрытия на древесине должна быть не менее 60...80мкм. Однако с увеличением толщины покрытия возрастает вероятность разрушения пленки вследствие роста внутренних напряжений при старении покрытия, которые суммируются с температурно-влажностными деформациями подложки. Экономически и технически целесообразна толщина ЛКП 60...120 мкм.

6.9.1.2. Стойкость ЛКП на консервированной древесине

В большинстве случаев пропитанная древесина не нуждается в дополнительной влагозащитной обработке. При использовании вымываемых препаратов, представляющих опасность для людей, животных и растений, а также в случаях, когда по условиям освещенности или требованиям эстетики пропитанная древесина должна иметь определенный цвет, возникает необходимость в ее окраске. В этом случае ЛКП могут обладать влагозащитными или только декоративными свойствами, или же и теми и другими.

Антисептики не ухудшают защитные и декоративные свойства покрытий во влажных условиях эксплуатации. В условиях переменных температур отмечено некоторое снижение декоративных свойств покрытий.

Наличие антисептика на поверхности древесины может несколько повышать или понижать водопроницаемость покрытий за счет миграции антисептика в пленку. Общая величина изменений составляет 7...25%.

Атмосферостойкость ЛКП не меняется. Также наблюдается хорошая адгезия покрытий на пропитанной древесной подложке.

Не рекомендуется использовать на антисептированной подложке водорастворимые покрытия (АК-111, Э-ВА-27), так как возможны вымывание антисептика и деформация подложки за счет водопроводности покрытия и, как следствие, образование трещин на покрытии и древесине.

Эмаль ПФ-115 рекомендуется применять для защиты пропитанной древесины, подверженной ограниченному атмосферному воздействию, а эмаль МЧ-181 – для внутренней службы.

6.9.2. Мастичные составы

Составы на основе эпоксидных смол, тиоколовых мастик и др. применяют для защиты торцов и наиболее увлажняемых участков боковых поверхностей клееных деревянных элементов конструкций. Для повышения прочности их можно армировать стеклотканями и стеклосетками.

Покрyтия на основе *эпоксидных смол* (табл. 6.10) могут отверждаться при нормальных и повышенных температурах. Они имеют высокую прочность, химическую стойкость, плотность, хорошую адгезию к древесине (в том числе пропитанной маслянистыми антисептиками). Эти покрытия достаточно водостойки и биостойки.

Для повышения адгезии к пропитанной древесине, особенно маслянистыми антисептиками, перед нанесением покровного слоя поверхность древесины грунтуют составами на основе эпоксидных смол, разбавленными 15...20 массовыми частями растворителя (ацетон, этилацетат).

Тиоколовые мастики (табл. 6.11) отличаются атмосферостойкостью, высокой влаго-, паро- и газонепроницаемостью, сопротивлением воздействию различных агрессивных сред, хорошо противостоят тепловому и радиационному старению, могут длительно эксплуатироваться при температурах от -60 до +130⁰С, долговечны и хорошо поддаются ремонту, их можно окрашивать пентафталиевыми и перхлорвиниловыми эмалями.

Таблица 6.10

Составы на основе эпоксидных смол

Состав	Компоненты	Количество компонентов, мас. ч.	
		Грунтовка	Мастика
На основе смолы К-153 или К-115	Смола К-153 или К-115	100	100
	Полиэтиленполиамин	15	15
	Растворитель (ксилол, толуол)	10	–
	Наполнитель	–	50
На основе ЭКС	Смола К-153	100	100
	Каменноугольная смола	100	100
	Полиэтиленполиамин	15	15
	Растворитель (ксилол, толуол)	15	100

	Наполнитель	–	100
На основе шпатлевки ЭП-0010	Шпатлевка ЭП-0010	100	100
	Отвердитель № 1	8,5	8,5
	Растворитель (Р-4, Р-5, 646)	20	10
	Наполнитель	–	50

Таблица 6.11

Составы на основе тиоколовых мастик

Состав	Компоненты	Количество компонентов, мас. ч.	
		грунт	мастика
На основе У-30М (ГОСТ 13489–79)	Шпатлевка ЭП-0010	100	
	Отвердитель № 1	8,5	–
	Растворитель (Р-4, Р-5, 646)	10	–
	Основная паста У-30	–	100
	Паста № 9	–	5...9
	Дифенилгуанидин	–	0,2...0,5
На основе УТ-32 (ТУ 38-1051386–80)	Шпатлевка ЭП 0010	100	–
	Отвердитель № 1	8,5	–
	Растворитель (Р-4, Р-5, 646)	10	–
	Основная паста У-32	–	100
	Паста № 9	–	9...12
	Дифенилгуанидин	–	0,4...0,8

Покрyтия из тиоколовых мастик обладают незначительной водопроницаемостью. Они способны задерживать проникновение масел и агрессивных жидкостей даже под давлением и при повышенных температурах. Эти мастики в той или иной степени обеспечивают защиту древесины от действия пленчатого домового гриба.

В последние годы разработан препарат для защиты торцов лесоматериала от растрескивания, деформирования, торцового увлажнения и загнивания при атмосферной сушке, хранении и транспортировке - **СЕНЕЖ TOP**, который не содержит запрещенных в ЕС соединений, нормализует сушку, снижает количество и глубину усушечных трещин, не требует подогревания, не изменяет цвет древесины.

6.9.3. Гидрофобизирующие составы

Гидрофобизирующие составы предназначены для стабилизации формы и размеров изделий из древесины и древесных материалов за счет образования защитной оболочки различной толщины, препятствующей в

той или иной степени проникновению капельно-жидкой и парообразной влаги (парафин, петролатум, воск, битум и др.).

Гидрофобизировать древесину и древесно-плитные материалы можно термопластичными материалами, инертными к воде, а также синтетическими смолами, которые, помимо стабилизации размеров изделий, придают древесине и древесным материалам ряд других качеств (повышенную прочность, жесткость, химическую стойкость и др.). К этому типу гидрофобных веществ относятся фенолоспирты.

Петролатум – однородное вязкое вещество светло-коричневого цвета. Наибольшее применение петролатум нашел для пропитки столярно-строительных изделий, паркетной дощечки, ДСтП, тары для пищевых продуктов. Особенно эффективно использование пропитанной древесины в животноводческих помещениях, так как петролатум безвреден для животных. Также он может быть использован как средство для защиты опор ЛЭП от биоразрушения.

При температуре 120...130⁰С вязкость петролатума значительно снижается и он превращается в густую коричневую жидкость с легким запахом. После пропитки расплавленный петролатум затвердевает в пропитанном слое. При отсутствии нагрева петролатум прочно удерживается в пропитанном материале, задерживает прохождение влаги, не пропускает воздуха и не выветривается. При длительной выдержке пропитанного материала в воде наблюдается незначительное вымывание из него петролатума.

Петролатум не является токсикантом по отношению к пленчатому домовому грибу, однако при поглощении 60...70% от массы сухой древесины он защищает древесину от биоразрушения, так как он заполняет полости клеток древесины, вытесняя из них воздух, при отсутствии которого развитие грибов приостанавливается.

На основе петролатума приготавливается **гидроизоляционно-антисептический состав**, состоящий из 60%-ного раствора окисленного петролатума, уайт-спирита и антисептика ПХФ. Аналогичными свойствами обладает защитный **состав ПФК -12**, состоящий из растворителя - ацетона, пластификатора - канифоли, антисептика - фенола и пленкообразующего вещества – перхлорвинила (7:6:12:12).

Состав ПЭТХЭФ био-, влаго-, огнезащитного действия включает в себя петролатум и ТХЭФ в соотношении 2:3. По влагозащитной способности состав относится к группе влагозащитных и рекомендуется для защиты деревянных конструкций без ограничения показателя влажности воздуха. Введение в петролатум ТХЭФ обеспечивает древесине стойкость к действию дереворазрушающих грибов.

Буроугольный воск – жидкость коричневого цвета без запаха, включающая в свой состав буроугольный воск, олифу «Оксоль» и сиккатив (10, 80 и 10% по массе соответственно), может быть использован

в качестве покровного и пропиточного составов. В отвержденном состоянии покрытие обладает достаточно высокой атмосферостойкостью, биостойкостью, имеет хорошую адгезию к древесным подложкам, не скрывает текстуры древесины.

Полиэтиленовый воск представляет собой отходы из низкомолекулярного полиэтилена (НМПЭ) – побочного продукта при производстве высокомолекулярных аналогов. Он не токсичен, не имеет запаха, стоек почти во всех агрессивных средах промышленной концентрации.

Для гидрофобизации ДВП методом пропитки используют также гач дистиллятный, талловое и льняное масло, госсиполовую смолу.

Гач дистиллятный – нефтяные остатки, представляют собой смесь твердых нефтяных парафиновых углеводородов с содержанием масел от 2 до 25%. Гач относится к невзрывоопасным горючим материалам с температурой плавления не менее 51...55⁰С, вспышки – не ниже 190⁰С, воспламенения – выше 350⁰С.

Сырое **талловое масло** образуется при разложении сульфатного мыла серной кислотой. Для пропитки ДВП используют окисленное талловое масло.

Льняное масло – продукт переработки семян льна. Представляет собой смесь глицеридов высокомолекулярных насыщенных и ненасыщенных жирных кислот и нежировых веществ и относится к числу пленкообразующих составов.

Госсиполовая смола – отход, получаемый при дистилляции жирных кислот из хлопковых апстоков. Может служить в качестве пленкообразующего вещества.

Фенолоспирты - это водный раствор продуктов конденсации фенола с формальдегидом при 50%-ном содержании основного вещества, в который может вводиться антипиренная добавка в количестве 8...9%. Фенолоспирты применяются для защиты древесины и фанеры, эксплуатируемых в атмосферных условиях и в зданиях с химически агрессивной средой.

В последнее время на рынке товаров появились новые гидрофобизирующие составы.

ОСМО – гидрофобизирующий состав для защиты древесины с сильным водоотталкивающим эффектом создан на основе натуральных растительных масел и восков. Бесцветный. ОСМО предназначен для обработки деревянных поверхностей в помещениях с повышенной влажностью, идеально подходит также для защиты деревянной садовой мебели, песочниц, детских игровых площадок.

ТАРАТЕКС - биовлагозащитное средство, предназначенное для длительной защиты древесины от атмосферных воздействий, УФ-излучения и биоразрушителей, а также для декоративной отделки

деревянных изделий, фанеры, ДСП, ДВП, шпона и т.д. ТАРАТЕКС глубоко проникает в структуру древесины, легко наносится и быстро сохнет, образуя на поверхности влагостойкое, паропроницаемое полимерное покрытие. Область применения: коттеджи, садовые строения, наружные и внутренние стены, лестницы, перила, двери, оконные рамы, наличники и другие изделия из древесины.

7. Технология и оборудование пропитки древесины

7.1. 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 следующими ее свойствами: проницаемостью древесины, смачиваемостью ее и емкостью.

Учитывая, что древесина – это пористый материал, при определенной плотности и влажности она имеет и определенную свободную емкость – пространство в полостях клеток, которое может быть в различной степени заполнено другим веществом, например, воздухом, свободной влагой, пропиточной жидкостью.

Главным фактором, определяющим пропитываемость древесины, является ее **проницаемость**.

Проницаемость – способность древесины поглощать и пропускать жидкости и газы.

Проницаемость древесины определяется следующими факторами.

1. Порода.

На основании исследований СНПЛзд сухую древесину по отношению к подавляющему числу защитных средств и способов пропитки можно классифицировать следующим образом:

- *легкопропитываемая* (заболонь сосны, березы и бука);
- *умереннопропитываемая* (ядро сосны, кедр, ольха, осина, заболонь дуба, клена, липы, лиственницы и граба);
- *труднопропитываемая* (ель, пихта, ложное ядро березы, бука, ядро вяза, дуба, ясеня и лиственницы).

2. Положение в стволе.

Как видно из вышеприведенной классификации, заболонь пропитывается легче, чем ядро. Объясняется это тем, что емкость ядровой древесины значительно меньше, чем заболонной, в силу того, что полости клеток заняты экстрактивными веществами.

Также вершинная часть ствола у ряда хвойных пород пропитывается на 10...20% лучше, чем комлевая, которая содержит смолу в больших количествах.

3. Влажность.

Чаще всего предпропиточная влажность древесины должна соответствовать эксплуатационной и не должна превышать точки насыщения волокна, т.е. 30%. В противном случае емкость древесины будет ограничена свободной влагой, находящейся в полостях клеток. При влажности 70...90% древесина становится газонепроницаемой.

4. Наличие пороков.

Так, например, наклон волокон, синева, плесень улучшает проникновение антисептика. Трудно пропитывается побуревшая древесина, пораженная некоторыми насекомыми, и т.п.

5. Направление волокон.

Проницаемость древесины вдоль волокон от 10 до 1000 раз выше, чем поперек волокон, так как строение трахеид у хвойных пород и сосудов у лиственных пород изначально способствует переносу жидкостей вдоль оси ствола. В поперечном направлении в разных плоскостях проницаемость различна. Так, в радиальном направлении она в 2...5 раз выше, чем в тангенциальном. Это объясняется тем, что в радиальном направлении существует целостная система, по которой происходит перенос жидкостей, – это сердцевинные лучи, что является более результативным, чем движение жидкости через поры в боковых стенках клеток.

6. Свойства пропиточных жидкостей.

Так, экспериментально доказано, что полярные жидкости легче проникают в древесину, чем неполярные. Также влияют на проницаемость древесины вязкость и поверхностная активность пропиточной жидкости.

7.2. Подготовка сырья к пропитке

Независимо от применяемого способа пропитки древесина должна быть надлежащим образом подготовлена. К подготовительным операциям относятся окорка, сушка, сортировка, механическая обработка и накальвание. Некоторые из них необходимы во всех случаях, другие проводят лишь при определенных способах пропитки или при использовании древесины определенных пород.

Окорка древесины необходима при всех способах пропитки. Поверхность окоренных сортиментов должна быть гладкой, полностью очищенной от коры и луба (чистая окорка). Место окорки в технологическом процессе зависит от способа пропитки. Перед капиллярной пропиткой и пропиткой под давлением древесину следует окоривать заблаговременно и как можно раньше, чтобы эффективней

использовать время для ее сушки. Древесину, пропитываемую диффузионными способами, следует окаривать непосредственно перед пропиткой, не допуская ее подсушки.

Сушка древесины проводится перед капиллярной пропиткой и пропиткой под давлением. Перед пропиткой маслами или органикорастворимыми антисептиками влажность древесины не должна превышать 25%, а перед пропиткой водными растворами – 30%. Однако во всех случаях следует стремиться пропитывать древесину эксплуатационной влажностью, так как при более высокой влажности в дальнейшем возможно растрескивание древесины при сушке ее в неблагоприятных условиях во время эксплуатации. Это приведет к обнажению непропитанных участков, из-за этого, как следствие, возникнет загнивание внутренних зон материалов.

При подготовке древесины к пропитке используют камерную, атмосферную сушку, сушку в жидкостях и токами высокой частоты. Для пиломатериалов, подлежащих пропитке, применяют преимущественно камерную сушку, а для материалов большого сечения (круглых материалов, шпал) – атмосферную. Атмосферная сушка таких материалов весьма длительна (не менее одного активного сезона). Применение в этих случаях камерной сушки и сушки в жидкостях весьма проблематично из-за отсутствия необходимого оборудования.

Сортировка материалов осуществляется в первую очередь по породам и по влажности древесины, а также по содержанию заболонной или ядровой древесины, по порокам (крупнослойная древесина или мелкослойная, побурение, синева, плесень и т.п.), по способу доставки (сухопутным транспортом или сплавом). Чем детальнее рассортированы материалы перед пропиткой, тем больше уверенности в достижении необходимого качества пропитки всей партии.

Механическая обработка (распиловка, строжка, фрезерование, сверление отверстий и т.п.) должна предшествовать пропитке. Это повышает срок службы деталей, так как не нарушается целостность защитного слоя, снижает расходы защитного средства, потому что нет его потерь при обработке древесины, и исключает затраты, связанные с соблюдением техники безопасности при механической обработке пропитанной древесины. Если по каким-либо причинам некоторые операции механической обработки приходится выполнять после введения защитного средства, обнаженные участки непропитанной древесины следует обработать путем 2...3-кратного нанесения на них этого средства.

Накалыванию подлежат материалы из труднопропитываемых пород древесины для обеспечения равномерного введения в них пропитывающей жидкости на заданную глубину (10...20 мм) и для предотвращения последующего растрескивания древесины. Для накалывания используют станки (рис. 7.1), инструментами которых

являются специальные ножи, которые раздвигают или перерезают клетки древесины. В результате этого пропиточная жидкость проникает на глубину наколов и распространяется вдоль волокон. Распределение наколов по поверхности должно обеспечивать равномерность пропитки.

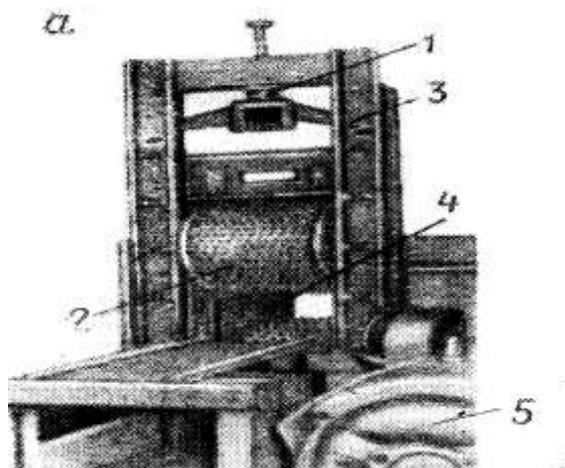


Рис. 7.1. Наколочный станок:

1 – винтовая настройка; 2 – ведущий горизонтальный наколочный барабан; 3 – листовая пружина; 4 – вертикальные наколочные барабаны;
5 – электродвигатель

Прогрев древесины
острым паром или пропиточной жидкостью, если они допустимы по условиям принятой технологии, производится в зимнее время для предотвращения резкого снижения температуры, вязкости и концентрации пропиточного раствора из-за таяния снега и льда, находящихся на поверхности материала. Причем, прогрев паром предпочтительней, так как при прогреве в жидкости необходимо организовать ее постоянную циркуляцию, что позволяет снизить время прогревания древесины на 20...25%.

7.3. Физические явления в процессах пропитки древесины

Промышленные методы пропитки древесины применяются уже более 100 лет, и на сегодняшний день их существует большое разнообразие. Они обеспечивают различные глубину проникновения защитных средств в материал, трудоемкость, экологичность и т.п. и выбираются исходя от свойств и размеров пропитываемой древесины, сроков выдержки ее до использования, от времени года, а также условий эксплуатации.

Любой способ должен соответствовать основным требованиям:

а) быть *эффективным* (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);

б) быть *производительным*, но соотноситься с объемом пропитки;

в) быть *доступным*, т.е. предполагать использование:

- не дефицитного оборудования,
- небольшой величины капитальных вложений,
- невысокой металлоемкости оборудования,
- несложных строительно-монтажных работ,
- простой эксплуатации механизмов,
- низкой энергоемкости процесса,
- доступность применяемого защитного средства (его не дефицитность, невысокая стоимость, возможность легкой доставки с завода-изготовителя и т.п.);

г) быть *безопасным*, что определяется:

- токсичностью применяемого защитного средства,
- степенью и характером контакта человека с защитным средством на разных стадиях производства,
- эффективностью оградительной техники, ограничивающей или вообще исключающей нахождение человека в опасной зоне,
- эффективностью используемых индивидуальных защитных средств.

Существует большое разнообразие технологических приемов пропитки, различающихся между собой по скорости проникновения защитного вещества в древесину на заданную величину. Характер физико-химических явлений, сопровождающих проникновение веществ и их растворов, очень сложен и не вполне изучен.

Процессы пропитки древесины можно рассматривать как совокупность следующих физических явлений:

- движения жидкости в древесине *под действием капиллярного давления*;
- движения жидкости в древесине *под действием избыточного давления*;
- *диффузионного перемещения* молекул или ионов пропитывающих веществ в древесине по полостям клеток, заполненным водой.

Производственные процессы пропитки протекают обычно в условиях совместного действия всех указанных явлений, но эффективность того или иного из них может быть различной при разных способах пропитки.

Механизм перемещения жидкости в древесине *под действием капиллярных сил* в случае, когда влажность древесины ниже 30%, можно представить следующим образом. Жидкость будет заполнять полости микрокапилляров (сосудов, трахеид) в образце, полностью погруженном в пропиточную жидкость, под действием капиллярного всасывания, которое происходит в результате перепада давления, равного

$$\Delta P = P_c + P_k - P_v, \quad (7.1)$$

где ΔP – перепад давления;

P_c - давление окружающей древесину среды (раствора);

P_k - капиллярное давление;

P_v - давление защемленного внутри древесины воздуха.

Известно, что равнодействующая молекулярных сил в поверхностном слое жидкости направлена внутрь этой жидкости (рис. 7.2).

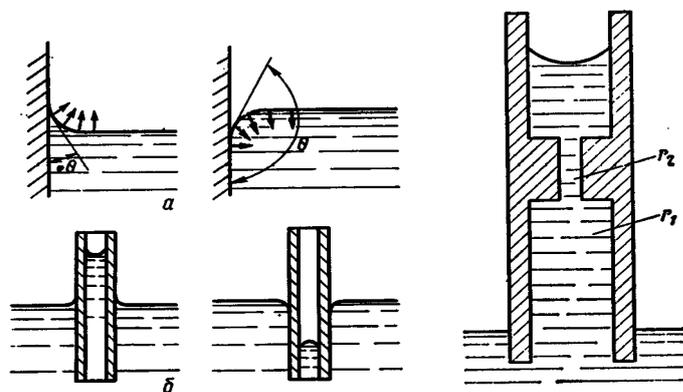


Рис. 7.2. Схемы образования менисков в капиллярах смачивающими и несмачивающими жидкостями: *а* – направление действия сил поверхностного натяжения; *б* – уровни жидкостей в капиллярах

Сила натяжения в поверхностном слое жидкости, отнесенная к единице длины, называется **коэффициентом поверхностного натяжения σ_n** . Поверхностное натяжение является причиной появления добавочного (капиллярного) давления. Величина капиллярного давления определяется выражением

$$P_k = 2\sigma_n \cos\theta / r, \quad (7.2)$$

где θ - краевой угол (угол смачивания);

r – радиус капилляра.

При соприкосновении капилляра достаточно малого диаметра с жидкостью в ней образуется мениск. Положительное капиллярное давление (несмачивающая жидкость) вызывает снижение уровня в капилляре (мениске), а отрицательное давление (смачивающая жидкость) – повышение этого уровня.

С целью повышения эффективности капиллярной пропитки целесообразно применять жидкости маловязкие, хорошо смачивающие древесину, и подогретые, поскольку с повышением температуры снижается их вязкость и повышается скорость проникновения в древесину.

Возможно также использование капиллярного движения жидкости в древесине для пропитки ее на корню. В стволе растущего дерева подрубают заболонь и к месту подруба подают водный раствор пропитывающего вещества. За счет испарительной способности кроны древесный сок поднимается по стволу и испаряется, а его место в стволе занимает пропитывающий раствор. Такая пропитка из-за сложности ее организации и неравномерности по объему практического распространения не получила.

Механизм диффузионной пропитки основан на том, что молекулы или ионы соли из пропиточного раствора или пасты, замешанной на этом растворе, диффундируют из раствора (пасты) в воду, заполняющую полости клеток сырой древесины. Диффузия возникает благодаря разности концентраций антисептика в пасте или растворе, соприкасающихся с поверхностью сортифта, и во влаге, находящейся внутри древесины, и теоретически продолжается до выравнивания этих концентраций.

Плотность диффундирующего потока характеризуется уравнением Фика:

$$i = -D(d\omega/dx) , \quad (7.3)$$

где D - коэффициент диффузии, м²/с;

$d\omega/dx$ – градиент концентрации вещества в воде, находящейся в полостях клеток, кг/(м³·м).

Коэффициент диффузии тех или иных веществ в древесину зависит от ее температуры и влажности, вязкости растворителя, размера диффундирующих молекул или ионов, а также направления потока относительно волокон. Диффузия молекул или ионов пропитывающего вещества в капиллярной системе древесины протекает значительно медленнее, чем в свободном растворе, в силу того обстоятельства, что лишь часть поперечного сечения древесного материала заполнена жидкостью, к тому же движущиеся частицы вынуждены преодолевать дополнительные сопротивления при прохождении через мембраны пор. Расчетами установлено, что коэффициенты диффузии для свежесрубленной древесины хвойных пород равны:

$$\text{в направлении вдоль волокон} \quad D_{\parallel} = 0,649 D_o ; \quad (7.4)$$

$$\text{в направлении поперек волокон} \quad D_{\perp} = 0,045 D_o ; \quad (7.5)$$

где D_o - коэффициент диффузии для свободных растворов, м²/с.

$$D_o = \frac{RT}{N} \frac{1}{6\pi\mu r} ,$$

(7.6)

где R – универсальная газовая постоянная (8,31·10⁷), Дж/(моль·К);

T – абсолютная температура, К;

N – число Авогадро (6,023·10²³), 1/моль;

μ – вязкость растворителя, кг/(м·с);

r – радиус диффундирующих молекул, м.

Во время пропитки вещество диффундирует с поверхности в более глубокие слои заболони. Диффузия в ядро практически отсутствует, так как коэффициент диффузии в ядровую древесину из-за ее низкой

влажности и пониженной проницаемости на 2...3 порядка меньше, чем в заболонную.

Важным показателем процесса пропитки является величина поглощения защитного вещества древесиной. Величина поглощения в заданной точке определяется по формуле

$$П = \frac{\omega_x \rho_б (W - W_{ПН})}{10^5} , \quad (7.7)$$

где ω_x – концентрация раствора в заданной точке, кг/м³;

$\rho_б$ – базисная плотность древесины, кг/м³;

W – фактическая влажность древесины, %;

$W_{ПН}$ – влажность, соответствующая пределу насыщения волокна древесины, %.

Движение жидкости в древесине также может осуществляться за счет создания при пропитке **избыточного давления** среды по отношению к давлению внутри древесины разными методами, основанными:

- на выдержке предварительно нагретой древесины в холодном растворе защитного вещества;

- на последовательном воздействии на древесину повышенного и пониженного давления пропитывающей жидкости и воздуха.

Пропитка в ваннах с предварительным нагревом древесины отличается простотой технологических приемов. Древесину первоначально выдерживают некоторое время в горячей жидкости или нагревают другим способом, а затем помещают в ванну с относительно холодной жидкостью, где и происходит собственно пропитка.

При нагревании возрастает давление паровоздушной смеси в полостях клеток отчасти за счет температурного расширения, а главным образом – за счет роста парциального давления пара. Вследствие газопроницаемости древесины паровоздушная смесь из нее частично удаляется и давление снижается до атмосферного, причем основную долю его составляет парциальное давление водяного пара, соответствующее температуре и степени насыщения его в полостях клеток.

При последующем охлаждении древесины, полностью погруженной в жидкость, давление в полостях клеток снижается как в результате собственно температурного эффекта, так и в основном за счет конденсации водяного пара. Давление жидкости в ванне, равное атмосферному, становится избыточным по отношению к вакууму, образовавшемуся в поверхностных слоях древесины. Под действием образовавшегося перепада давления и происходит поглощение древесиной пропитывающей жидкости. Перепад давления определяется выражением

$$\Delta p = p_a - [p_{n2} + (p_a - p_{n1})(T_2/T_1)] , \quad (7.8)$$

где p_a – атмосферное давление;

p_{n2} – давление насыщения водяного пара в полостях клеток охлажденной древесины, соответствующее температуре холодной ванны;

p_{n1} – парциальное давление водяного пара в полостях клеток нагретой древесины;

T_1 – средняя абсолютная температура нагретой древесины;

T_2 – средняя абсолютная температура охлажденной древесины.

Перепад давления Δp зависит от разности давлений p_{n1} и p_{n2} , которая, в свою очередь, зависит от влажности древесины, разности температур в нагретом и охлажденном состоянии. В значительной степени влияние оказывает температура нагретой древесины. При повышении ее Δp существенно возрастает, даже если указанная выше разность температур остается такой же. В любом случае при пропитке древесины в горяче-холодных ваннах перепад Δp не может быть выше барометрического давления.

Автоклавный метод основывается на создании значительного перепада давления (до 1,5 МПа) за счет помещения древесины то в вакуумную среду, то в условия повышенного давления пропиточного раствора. Для этого древесину загружают в герметичный автоклав, который заполняют пропитывающей жидкостью. Разряжение и повышенное давление в автоклаве создается с помощью насосов или компрессора.

Плотность потока жидкости в древесине под действием избыточного давления определяется как

$$i = -K \frac{dp}{d\delta} \quad , \quad (7.9)$$

где $\frac{dp}{d\delta}$ – градиент давления,

K – коэффициент проводимости древесины, кг/(м·с·Па).

Коэффициент проводимости характеризует массу жидкости, проходящей в единицу времени через древесный образец площадью 1 м² при градиенте давления 1 Па/м.

Он зависит от породы и местоположения древесины в стволе, ее температурно-влажностного состояния, направления потока жидкости относительно волокон и свойств пропитывающей жидкости. Численные значения этого коэффициента устанавливаются экспериментально. Так, для заболони сосны при пропитке поперек волокон водными растворами солей

$$K = (3,5 + 0,01W + 0,71\omega - 3,36p)10^{-9}; \quad (7.10)$$

где W – влажность древесины, %;

ω – концентрация раствора, %;

p – давление жидкости, МПа.

Формула справедлива в диапазоне влажности 8...50%, температуре раствора до 60⁰С, его концентрации до 15% при давлении 0,1...0,5 МПа. Во всех случаях расчеты получаются достаточно надежными только для легкопропитываемой древесины, имеющей не слишком большую влажность. Дело в том, что хотя создание избыточного давления – весьма эффективное средство введения в древесину жидкостей, однако оно не дает возможности производить сквозную пропитку древесины любых пород во всех случаях. Хорошо пропитывается под действием внешнего давления только древесина заболони влажностью, не превышающей 50...60%. Очень сырые сортаменты и сортаменты труднопропитываемых пород требуют перед пропиткой проведения дополнительных операций по подготовке древесины. Более детально вопросы технологии пропитки рассматриваются далее.

7.4. Капиллярные способы пропитки древесины

Пропитка *нанесением раствора на поверхность* сортаментов и деталей применяется в строительстве, при ремонтных работах и производится путем нанесения раствора кистью (валиком); окунания в раствор; опрыскивания.

Эти способы рекомендуются для защиты элементов конструкций, поражение которых возможно лишь под влиянием гигроскопического увлажнения, или же эксплуатируемых в зданиях, где исключено конденсационное увлажнение, а также элементов конструкций и изделий, подлежащих последующей окраске.

Древесина должна быть сухой или подсушенной до 30%. Проникновение в нее жидкости, нанесенной на поверхность тем или иным способом, происходит только за счет капиллярных сил. Глубина пропитки составляет 1...2 мм для здоровой и до 5 мм для старой, разрыхленной древесины. Эффективность пропитки возрастает при 2...3-кратном нанесении раствора с интервалами, достаточными для впитывания жидкости, но без подсыхания поверхности.

Наиболее простыми методами антисептирования древесины являются поверхностная ее обработка и опрыскивание. В производственных условиях чаще пользуются опрыскиванием из

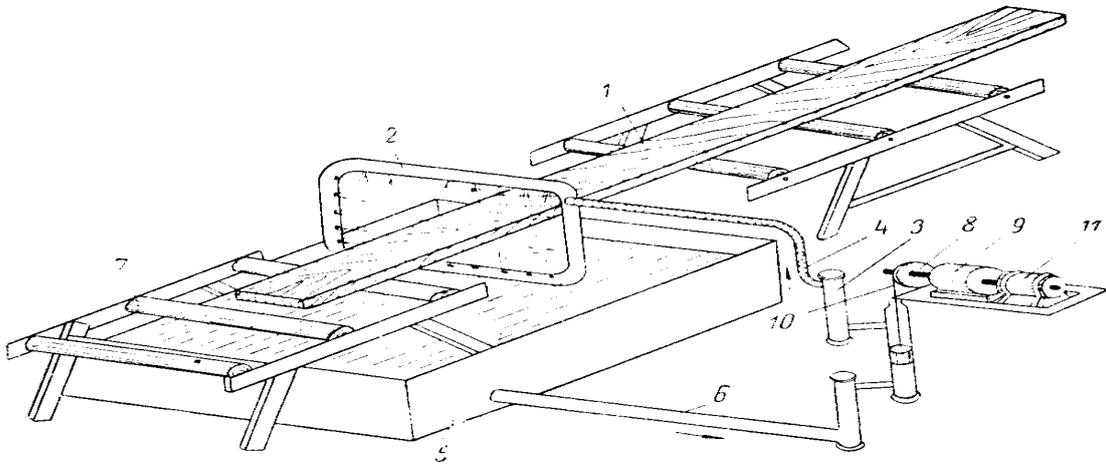


Рис. 7.3. Схема антисептирования пиломатериалов опрыскиванием:

1 – доска; 2 – труба с отверстиями для разбрызгивания антисептика;
3 – гидропульт; 4 – шланг; 5 – ванна с антисептическим раствором;
6 – высасывающая труба; 7 – рольганг; 8 – диск; 9 – редуктор; 10 – кривошипно-шатунный механизм; 11 – электродвигатель

гидропультов (рис. 7.3), краскопультов различных систем или ранцевого опрыскивателя, что снижает трудоемкость процесса пропитки, но ведет к перерасходу пропиточных растворов, так как на обрабатываемую поверхность попадает только 60% раствора. Этот способ часто применяют для защитной обработки уже смонтированных конструкций.

Защитные составы наносят, как правило, 2 раза с подсушкой древесины между каждым нанесением. Поглощение раствора в этом случае колеблется в значительных пределах, поскольку зависит от вида поверхности (строганая или нестроганая), породы древесины, положения обрабатываемой поверхности (горизонтальная, наклонная, вертикальная), вида защитного вещества и температуры пропиточного раствора. Так, например, удержание водорастворимых защитных средств строганой древесиной в 1,5...2 раза меньше, чем нестроганой; вертикальные поверхности удерживают на 20...25% растворов меньше, чем горизонтальные. При нанесении распылением удержание растворов на 20...30% меньше, а потери на 50...60% больше, чем при нанесении кистью.

Если время между обработками при многократном нанесении пропиточных растворов в сухую погоду составляет 3 ч и более, а в сырую погоду - 6...8 ч, то соль антисептика концентрируется только в верхнем слое древесины и вторичная ее обработка не обеспечивает более глубокого

проникновения защитного вещества. Поэтому интервал между обработками выдерживают 5...10 мин или защищают поверхность от высыхания влагоизоляционным материалом (полиэтиленовой пленкой). Этот прием позволяет увеличить глубину пропитки до 2...4 мм.

Наиболее приемлемыми для способов поверхностного нанесения являются растворы фтористых солей, которые обладают хорошей проникающей способностью. Для более надежной и глубокой пропитки используют также подогретые растворы защитных веществ. В последнее время к антисептическим составам добавляют поверхностно-активные вещества, которые облегчают смачивание, впитывание антисептика древесиной или позволяют получить вспененные растворы.

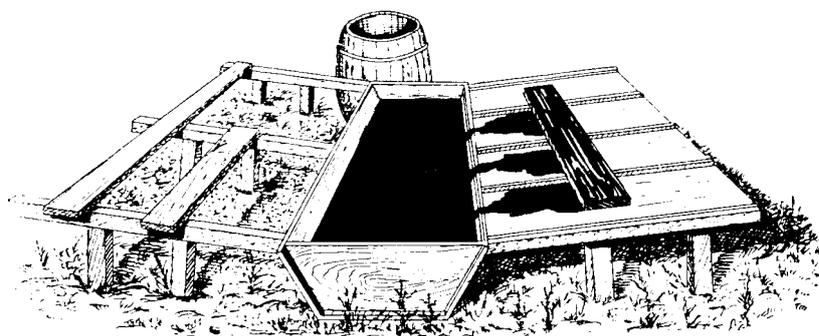


Рис. 7.4. Холодная ванна для пропитки небольших количеств лесоматериалов

Пропитке погружением в ванны (рис. 7.4 - 7.8) с кратковременной выдержкой подвергают также предварительно подсушенную древесину. В этом случае проникновение в нее жидкости

происходит также под действием капиллярных сил и отчасти незначительного гидростатического давления. Глубина пропитки зависит от вязкости жидкости, которая определяется в том числе и ее температурой, проницаемостью древесины и времени выдержки в ванне. Пропиткой лесоматериалов в холодных или даже горячих ваннах достигается лишь поверхностная защита древесины на глубину не более 1...2 мм.

Метод дает хорошие результаты при антисептировании мелких деталей из просушенной (не более 25%) древесины в горячих (90...95⁰С) ваннах. Крупномерные же материалы трудно загружать и выгружать из ванн, а эффект пропитки небольшой. Для повышения эффективности пропитки целесообразно также послепропиточную выдержку производить в теплом помещении с предохранением древесины от высыхания посредством укрытия ее влагонепроницаемым материалом.

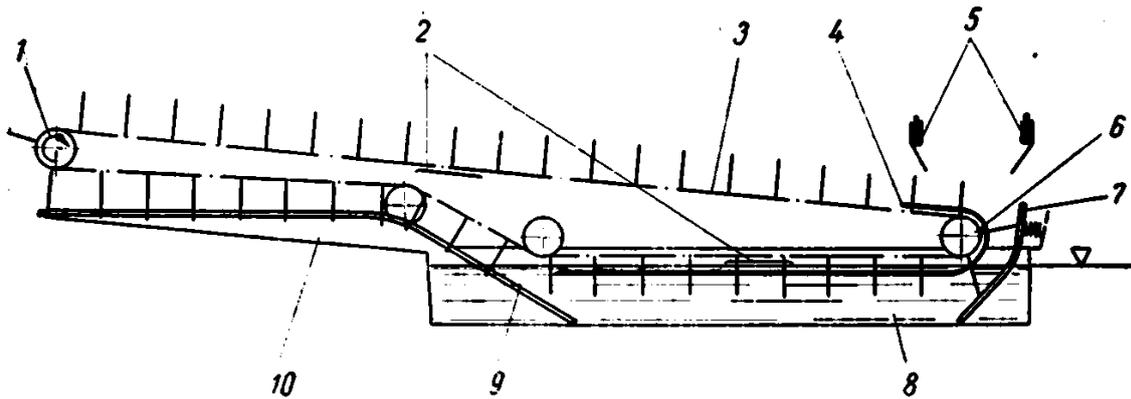


Рис. 7.5. Схема устройства для антисептирования кровельных или тарных дощечек: 1 – ведущая звездочка; 2 – направляющие для цепи; 3 – транс-портер; 4 – направляющая из дощечек; 5 – устройство для подачи дощечек; 6 – ведомая звездочка; 7 – направляющая загрузки; 8 – пропиточная ванна; 9 – направляющая для выгрузки; 10 – сточный стол

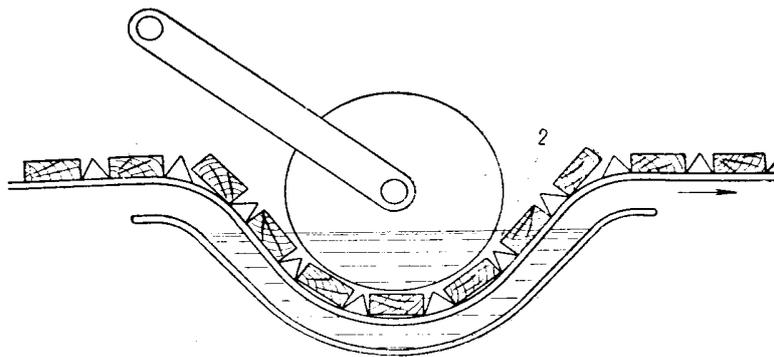


Рис. 7.6. Схема антисептирования пиломатериалов погружением в раствор

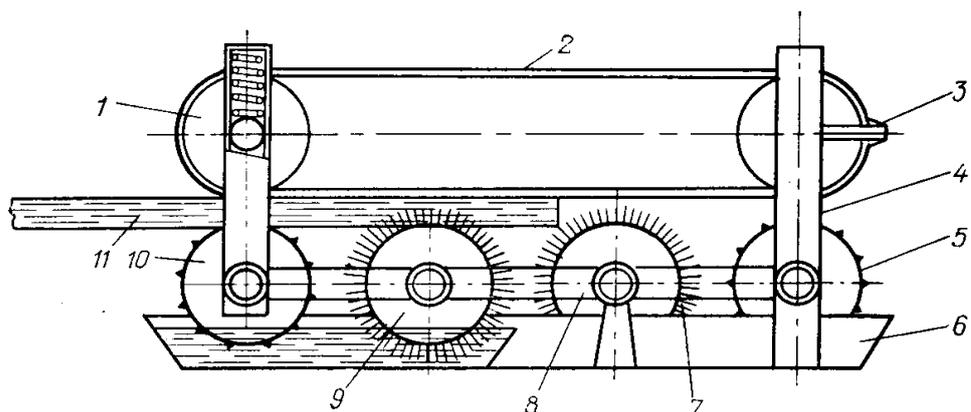


Рис. 7.7. Схема пропитки труднопропитываемых лесоматериалов:
 1 – подпружиненные ролики; 2 – прижимной ленточный конвейер;
 3 – очиститель конвейерной ленты; 4 – основание; 5 – станок для
 накальвания лесоматериалов; 6 – пропиточная ванна; 7 – щетки; 8 –
 приводные ремни; 9 – ролики для нанесения антисептика; 10 –
 подающие ролики; 11 – пропитываемый материал

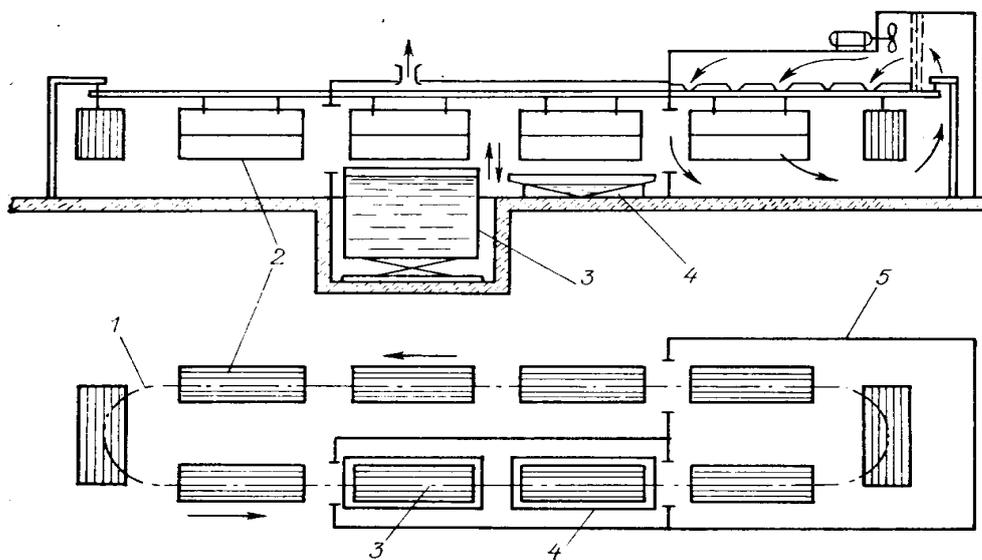


Рис. 7.8. Схема линии пропитки окунанием: 1 – подвесной круговой
 конвейер; 2 – заготовки; 3 – ванна с пропиточным раствором;
 4 – поддон для сбора стекающего раствора; 5 – сушильная камера

Пропитка низковязким раствором антисептика или антипирена производится при прохождении деталей через *обжимную фильеру*. Простота и оперативность способа, а также практически не изменяющаяся влажность древесины делают такую обработку привлекательной для производителей строительной продукции. В поточных линиях фрезерованных бревен для срубов домов на заключительном этапе устанавливают пропиточную фильеру, через которую проходят все сортименты.

Панельная пропитка используется для защитной обработки деревянных построек без их разборки.

К вертикальной или наклонной поверхности обрабатываемого объекта прикрепляют пропиточную панель (рис. 7.9), состоящую из плотно примыкающего к древесине внутреннего пористого слоя (поролон, флизелин, синтепон) и наружного водонепроницаемого слоя. Верхний конец внутреннего слоя опускают в пропиточный раствор, который находится в резервуаре над панелью. Раствор движется сверху вниз по панели и смачивает древесину. Пропитка происходит в основном под

действием капиллярных сил. В отдельных случаях, когда древесина сырая, может иметь место и явление диффузии. Иногда для сбора избыточного раствора, стекающего с панели, под ней дополнительно устанавливают резервуар-сборник.

Продолжительность панельной пропитки зависит от требуемой глубины, состояния древесины (плотная или рыхлая), свойств пропитывающей жидкости и температуры окружающей среды. В среднем она колеблется от 15 до 30 суток.

Панель имеет обычно ограниченные размеры, так как на разных участках древесина находится в различном состоянии. Поэтому, как правило, используют сборную панель, что позволяет пропитывать различные участки на различную глубину и обеспечивать единый срок службы объекта в целом.

Вариант панельной пропитки, заключающийся в непрерывном

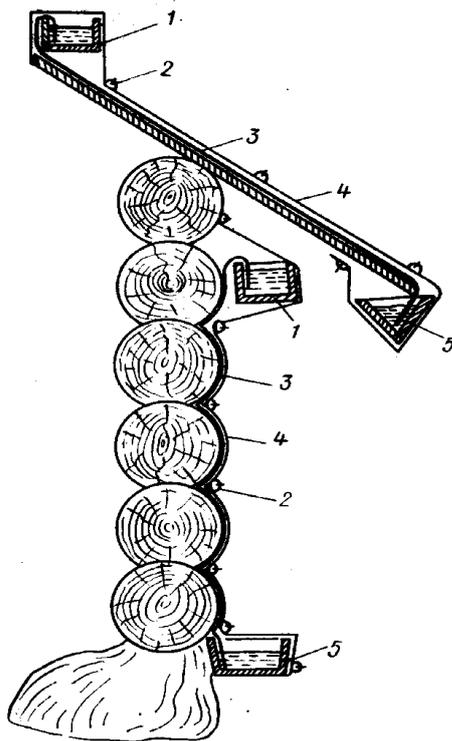


Рис. 7.9. Схема панельной пропитки бревенчатой стены и дощатой кровли: 1 – резервуар-питатель; 2 – элементы крепления панели; 3 – внутренний слой панели; 4 – наружный слой панели; 5 – резервуар-сборник

орошении поверхности с помощью системы перфорированных трубок, обеспечивает снижение трудозатрат и сокращение длительности процесса.

7.5. Диффузионные способы пропитки древесины

Эти способы относятся к наиболее простым и доступным методам защиты древесины. Они широко применяются и как промышленные для защиты опор, свай и т.п.

ГОСТ 20022.10-83 предусматривает 4 варианта диффузионной пропитки:

- 1) нанесение антисептика на поверхность – диффузионная выдержка;
- 2) нанесение антисептика на поверхность – гидроизоляция;
- 3) пропитка бандажированием;
- 4) нанесение антисептика на поверхность без диффузионной выдержки.

Обязательное условие для эффективного применения пропитки нанесением антисептика на поверхность с последующей диффузионной выдержкой – достаточно высокая предпропиточная влажность древесины (не менее 50% по заболони и 30% по ядру). Поэтому при пропитке сортиментов, предназначенных для различных стоек, опор, свай и т.д., лучше всего использовать свежесрубленную древесину хвойных пород с

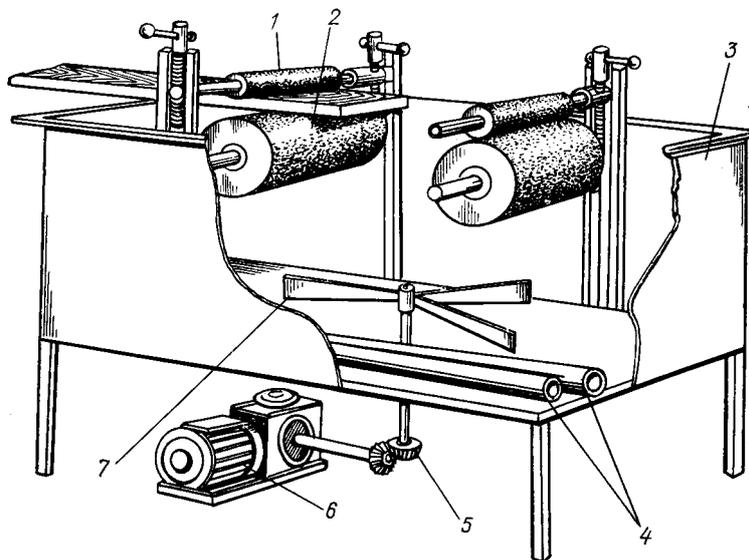


Рис. 7.10. Схема механизированного нанесения антисептической пасты валиками: 1 – прижимной валец; 2 – окрасочный валец; 3 – металлическая ванна; 4 – паровые регистры; 5 – коническая передача; 6 – электродвигатель; 7 – механическая мешалка

влажностью заболони более 100%, а ядра – 30...40%. Можно также пропитывать древесину зимней рубки, пролежавшую в неокоренном виде при плюсовых температурах не более 1 месяца.

Непосредственно перед нанесением антисептика сортименты окаривают (чистая окорка). Пасту наносят на поверхность с помощью кисти, валика, опрыскиванием или погружением в

концентрированный раствор (рис. 7.10). Затем древесину укладывают в штабель без прокладок и

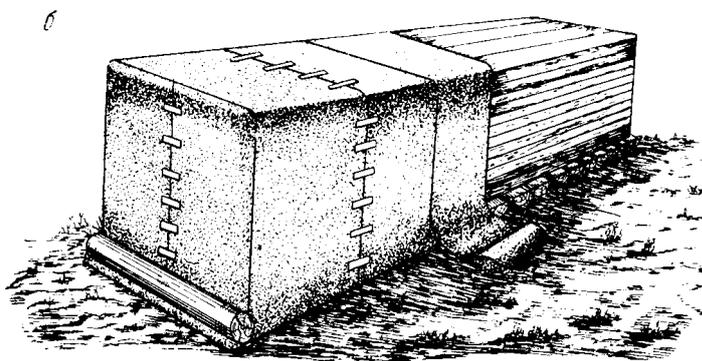
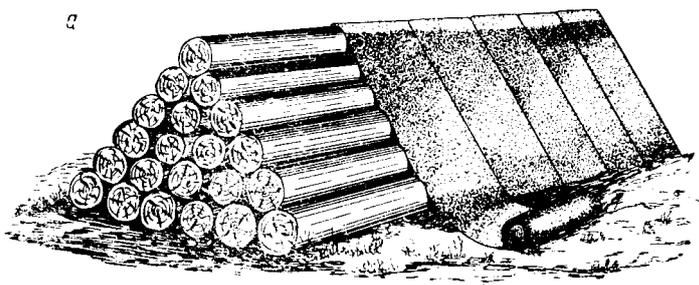


Рис. 7.11. Диффузионная пропитка с последующей выдержкой лесоматериалов (а) и пиломатериалов (б)

сосновая древесина пропитывается на глубину 3...4 см, т.е. практически на всю толщину заболони.

Способ трудно поддается механизации и малопроизводителен, поэтому в последнее время утратил свое значение и применяется редко.

Пропитка вымачиванием в растворе отличается от аналогичной капиллярной пропитки начальной влажностью древесины и длительностью ее выдержки в ванне.

Сущность способа заключается в том, что в ванну с концентрированным раствором антисептика загружают сырые сортаменты. Длительность выдержки в зависимости от требуемого уровня защищенности колеблется от 2...3 ч до нескольких недель, обеспечивая проникновение молекул антисептика на большую глубину. Производительность ванн при этом способе пропитки очень невелика, но зато обеспечивается надежная защита труднопропитываемых пород. Этот вариант целесообразен при пропитке растворами хромсодержащих антисептиков, которые при контакте с древесиной нельзя нагревать до высокой температуры.

тщательно укрывают плотным водонепроницаемым материалом (толем, рубероидом, полиэтиленовой пленкой и т.п.), который должен способствовать сохранению влаги внутри ее (рис. 7.11). Таким образом материалы выдерживаются в течение 3 месяцев при устойчивой плюсовой температуре. Затем пакеты раскрывают, сортаменты подсушивают на открытой площадке в течение 5...7 суток и отправляют потребителю.

При соблюдении правильной технологии

Пропитка нанесением на просохший слой антисептика гидроизоляционного слоя, который предотвращает быстрое высыхание древесины и препятствует вымыванию антисептика в процессе эксплуатации, позволяет сократить время с начала пропитки до начала эксплуатации. В качестве гидроизоляции применяют нефтяные дорожные битумы, каменноугольный лак, рубероид, полимерные пленки и т.п. Защищенную таким образом древесину используют сразу, не дожидаясь окончания процесса диффузии.

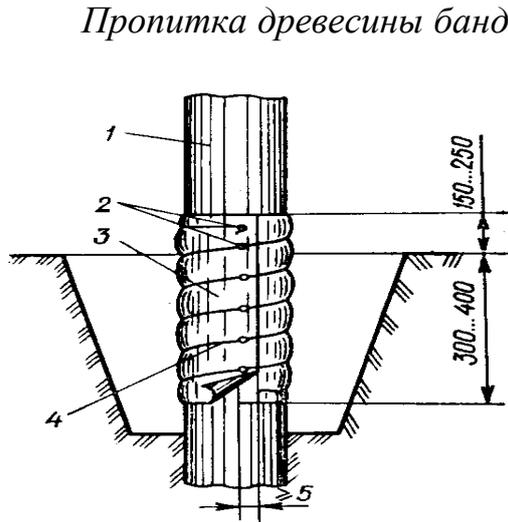


Рис. 7.12. Схема наложения бандаж на опору: 1 – опора; 2 – гвозди; 3 – бандаж; 4 - проволока

Нанесение антисептических паст может производиться и на сухую древесину из расчета, что пропитка будет протекать при увлажнении ее во время эксплуатации. В сухой древесине влажностью до 20% диффузия антисептика практически прекращается, но при последующем увлажнении скорость диффузии резко увеличивается. На такой эффект рассчитано применение антисептических паст при защите от биоразрушения досок пола, концов балок, заделываемых в каменные стены, нижних обвязок, мауэрлатов, оконных и дверных коробок со стороны каменной кладки и др.

7.6. Способы пропитки под давлением

Существует 2 основных способа пропитки под давлением – в горяче-холодных ваннах и в автоклавах.

Пропитка в горяче-холодных ваннах имеет несколько технологических вариантов. Наиболее распространен вариант с использованием двух ванн – одной с горячим раствором и второй с холодным раствором. Пакет сортиментов нагревают в ванне с горячей

пропитывающей жидкостью, после чего перегружают в ванну с холодным раствором, при выдержке в которой и происходит собственно пропитка.

Этот способ эффективнее капиллярных способов и применялся в прошлом довольно широко из-за простоты оборудования, сравнительно небольших капиталовложений и возможности пропитывать древесину как маслянистыми антисептиками, так и водорасворимыми. Однако он из-за малого избыточного давления не обеспечивает достаточно глубокой, а тем более сквозной пропитки, требуемой в ряде случаев.

Реже применяют вариант *с использованием одной ванны*. После прогрева загруженного в ванну пакета горячий раствор в ней заменяют холодным путем перекачки жидкости насосами. Качество пропитки в этом случае несколько выше, чем в первом варианте, что объясняется уменьшением времени контакта нагретой древесины с воздухом во время перекачки растворов, когда в полости клеток попадают воздушные включения, препятствующие движению жидкости в древесине.

Самое лучшее качество пропитки обеспечивает *однованный способ*, когда древесину помещают в ванну с горячим раствором и оставляют там до полного остывания раствора, так как контакт нагретой древесины с воздухом вообще исключен.

Пропитку древесины в ваннах с предварительным нагревом проводят преимущественно водорасворимыми препаратами. Температуру горячей ванны поддерживают на уровне $90...95^{\circ}\text{C}$, а холодной – $20...30^{\circ}\text{C}$. Продолжительность нагревания зависит от размеров сортиментов и может быть установлена расчетным путем. Продолжительность выдержки в холодной ванне для сортиментов различной толщины составляет $1,5...4$ ч.

Представляет определенный интерес вариант *совмещения нагревания и камерной сушки древесины*. Штабель пиломатериалов или заготовок сразу после сушки в камере до требуемой для пропитки влажности ($25...30\%$) помещают в ванну с холодным пропиточным раствором. После выдержки в ванне штабель вновь загружают в камеру и сушат до конечной (эксплуатационной влажности). Эффективность этого способа пропитки невелика и лишь немногим выше, чем у капиллярной пропитки.

Возможны варианты пропитки в холодной ванне с предварительным *диэлектрическим нагревом древесины, нагревом ее в гидрофобной жидкости*. Однако эти варианты не получили широкого промышленного применения.

Способ *сушки в поле токов высокой частоты* основан на диэлектрических свойствах древесины. Когда древесина находится в электрическом поле высокой частоты, ее молекулы с изменением поля меняют свою ориентацию, преодолевая трение. В результате этих процессов выделяется большое количество тепла, которое нагревает древесину по всему объему и создает перепад температуры в десятки

градусов по сравнению с температурой ее поверхности. Влага начинает интенсивно перемещаться из внутренних слоев к наружным. Сразу после сушки еще нагретую древесину перемещают в пропиточную ванну или автоклав.

Такой способ нагрева древесины позволяет сократить время высушивания ее в 3...10 раз по сравнению с нагревом в камерах, а также избежать растрескивания крупномерных сортиментов. К недостаткам способа можно отнести его большую энергоемкость, малую пропускную способность электросушильного агрегата и необходимость использования сложного и дорогостоящего оборудования.

Возможна *сушка* сырых досок, брусьев, столбов и т.п. в *гидрофобных жидкостях* (петролатуме) с немедленной последующей пропиткой масляными или водорастворимыми антисептиками.

Технология высокотемпературного нагрева состоит в том, что петролатум в открытой ванне нагревается до температуры 110...130⁰С. Затем пакет с заготовками погружают в ванну и выдерживают в ней до достижения необходимой влажности материала. Поскольку нагревание ведется в жидкости с относительно высокой температурой, древесина получает много тепла и быстро сохнет ввиду повышенного давления водяного пара в ней. После этого пакет вынимают из ванны, дают стечь петролатуму с поверхности материала и в зависимости от последующего назначения отправляют на склад или на пропитку в автоклавах или ваннах, сохраняя в этом случае тепло древесины.

Время сушки в петролатуме в 5...10 раз меньше по сравнению со сроками сушки в камерах. К положительным моментам также можно отнести отсутствие наружных трещин после сушки толстомерных сортиментов и простоту сушильного оборудования. Недостатками является частичное впитывание петролатума в древесину и загрязнение ее поверхности, что не имеет значения при сушке материалов, не требующих последующей механической обработки. Способ отличается повышенной трудоемкостью процесса из-за того, что сушка и пропитка происходят в разных емкостях; значительными теплопотерями и загрязнениями производственной и окружающей среды парами петролатума, выделяемыми из открытых ванн, а также интенсивным пенообразованием.

В настоящее время широкое распространение получили автоклавные способы пропитки, обеспечивающие глубокое проникновение в древесину пропитывающих веществ при малой продолжительности процесса и относительно невысоких затратах труда и электроэнергии.

Имеется ряд технологических схем *автоклавной пропитки*, различающихся последовательностью воздействия на древесину повышенного и пониженного давления пропитывающей жидкости и воздуха, которые направлены на увеличение свободной емкости древесины. Изменяя последовательность воздействия, уровень давления и

температуры, а также длительность операций, можно управлять результатами пропитки в соответствии с предъявляемыми требованиями. Автоклавная пропитка обеспечивает наилучшую защиту древесины, является высокопроизводительным, но в то же время и самым дорогим способом пропитки, поэтому рекомендуется в тех случаях, когда объемы пропитки достаточно велики.

Пропитка способом ВДВ (вакуум-давление-вакуум) называется способом полного поглощения (способом Бреана, или импрегнирования), который состоит из следующих операций (рис. 7.13, а):

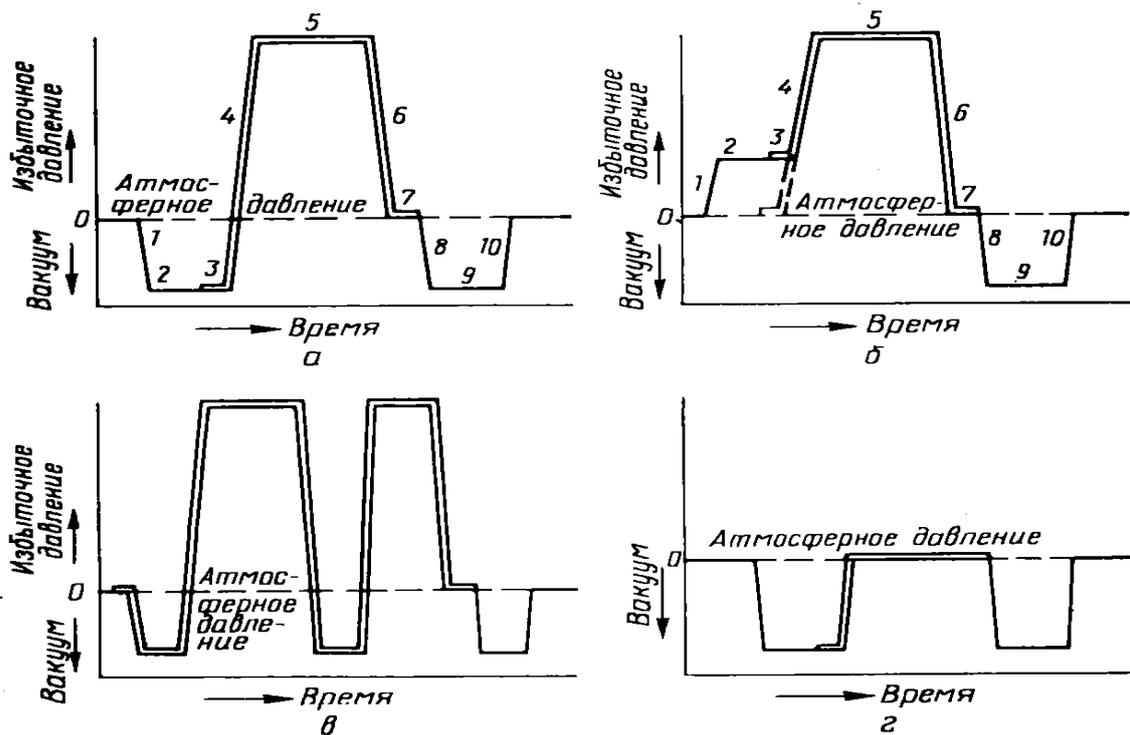


Рис. 7.13. Графики режимов автоклавной пропитки: а – способ полного поглощения (ВДВ); б – способ ограниченного поглощения (ДДВ); в – многоциклический способ; г – вакуумный способ (ВАДВ)

- 1 – загрузка автоклава и создание воздушного (сухого) вакуума;
- 2 – выдержка древесины в вакууме;
- 3 – заполнение автоклава жидкостью и выдержка под мокрым вакуумом;
- 4 – создание жидкостного давления;
- 5 – выдержка древесины в жидкости под давлением;
- 6 – сброс давления до атмосферного;
- 7 – слив жидкости из автоклава;
- 8 – создание воздушного вакуума;
- 9 – выдержка в вакууме;
- 10 – сброс вакуума и разгрузка автоклава.

Собственно пропитка происходит во время выдержки древесины под давлением. Начальный вакуум необходим для удаления воздуха из полостей клеток, так как сухая древесина на 2/3 состоит из воздуха. Эта операция способствует увеличению глубины пропитки и поглощения древесиной пропиточной жидкости. Повторный вакуум необходим для подсушки поверхности сортиментов.

Этот способ применяют для пропитки древесины как водорастворимыми защитными веществами, так и маслами. В первом случае он более целесообразен, так как поглощение соли легко регулировать изменением концентрации пропиточного раствора. Способ ВДВ является основным при пропитке антипиренами, которые необходимо вводить в древесину в большом количестве. Для пропитки маслами способ применяется лишь в тех случаях, когда нужно получить очень высокое поглощение.

Качество пропитки будет определяться породой, размерами и назначением пропитываемой древесины, а также режимом процесса, регламентирующим продолжительность основных операций, величину давления и разряжения среды, а также температуру жидкости. Как правило, температура растворов составляет 20...60⁰С, а масел – 85...95⁰С. Практика показывает, что при высоких температурах происходит возгонка масел, из-за чего защитные свойства маслянистых антисептиков значительно снижаются.

При использовании водорастворимых антисептиков более предпочтителен способ ВД (вакуум-давление). Вакуум способствует удалению воздуха из клеток и глубокому проникновению раствора в древесину, а последующая подача под давлением раствора предназначена для еще большего увеличения глубины пропитки. Упрощенная схема этого способа ведет к сокращению времени пропитки до 1,5...2 ч и снижению энергопотребления.

Конкретные режимы пропитки устанавливаются стандартами (ГОСТ 20022.7-82 «Защита древесины. Автоклавная пропитка водорастворимыми защитными средствами под давлением») и техническими условиями.

Пропитка способом ДДВ (давление-давление-вакуум) называется способом ограниченного поглощения (способ Лоури) и состоит из следующих операций (рис. 7.13, б):

- 1 – загрузка автоклава и создание воздушного давления;
- 2 – выдержка древесины под давлением;
- 3 – заполнение автоклава пропиточной жидкостью;
- 4 – подъем жидкостного давления;
- 5 – выдержка древесины под давлением раствора;
- 6 – сброс давления;
- 7 – слив жидкости;

- 8 – создание подсушивающего вакуума;
- 9 – выдержка под вакуумом;
- 10 – сброс вакуума и разгрузка автоклава.

Особенность процесса – это выдержка древесины под избыточным воздушным давлением (до заполнения автоклава жидкостью), во время которой в полости клеток вводится добавочный воздух. При дальнейшем увеличении гидродавления (давления пропиточной жидкости) заземленный в полостях клеток воздух еще больше сжимается, что приводит к развитию компрессии. В результате чего после снятия давления сжатый воздух выходит наружу и начинает выталкивать пропиточную жидкость из полостей клеток, чем и обеспечивается ограниченное поглощение антисептика и большая глубина его проникновения. При последующем вакуумировании можно извлечь до 50% введенной в древесину жидкости. В силу этого обстоятельства способ ДДВ применяется при использовании высокотоксичных антисептиков (масел, растворов пентахлорфенола нафтената меди), когда нет необходимости оставлять в древесине излишнее их количество.

Разновидностью этого способа является *способ ДВ*, называемый также *способом полуограниченного поглощения (способ Рюпинга)*, так как за счет исключения стадии воздушного давления количество сжатого воздуха в древесине в конце пропитки будет меньше, чем при способе ДДВ, следовательно, и количество вытесненной жидкости тоже уменьшится. Этот способ используют для пропитки маслами, когда требуется несколько большее поглощение, чем обеспечивает способ ДДВ.

Способы ВДВ, ДДВ, ДВ известны очень давно, с конца XIX века, и могут быть названы классическими способами автоклавной пропитки. Они применяются в настоящее время для консервирования сухих или подсушенных (влажностью до 30%) сортиментов и обеспечивают сквозную пропитку легкопроницаемой древесины (березы, заболони сосны). Труднопропитываемая древесина пропитывается на глубину не более 5 мм. Для повышения глубины пропитки такой древесины необходима предварительная операция накалывания.

Увеличить глубину пропитки труднопроницаемой древесины можно не только с помощью накалывания, но и путем 2...3-кратного повторения циклов ВД, ДДВ, ДВ или ВДВ. Такая *пропитка* с последовательным чередованием нескольких единичных циклов называется *моноциклической* (рис. 7.13, в).

Пропитку ВАДВ (вакуум-атмосферное давление-вакуум) применяют в тех случаях, когда требуется ввести в древесину ограниченное количество пропитывающей жидкости на небольшую глубину. Водорастворимые антисептики проникают на глубину до 5 мм, а органические – до 10 мм. Режим пропитки следующий (рис. 7.13, г):

- 1 – сухой вакуум (без раствора в автоклаве);

- 2 – мокрый вакуум (с раствором в автоклаве);
- 3 – выдержка древесины в жидкости при атмосферном давлении;
- 4 – слив жидкости;
- 5 – сухой вакуум.

Совмещенная автоклавная сушка-пропитка основывается на том, что при консервировании применяют пропиточные масла и органикорастворимые антисептики типа НМ, которые являются гидродрофобными жидкостями, способными выполнять роль сушильных агентов.

Совмещенная сушка-пропитка включает сушку древесины в жидкости и ее последующую пропитку той же жидкостью в одном автоклаве.

Сушку можно проводить при атмосферном давлении или под вакуумом. Более прост и экономичен вариант *сушки при атмосферном давлении*. Оптимальная температура жидкости в этом случае 120...130⁰С. Недостаток этого варианта – снижение прочности древесины под воздействием высокой температуры и большое трещинообразование. При *сушке в вакууме (способ Бультона)* эксплуатационная прочность не снижается, так как температура жидкости может быть снижена до 90...95⁰С (вода при разряжении 0,08 МПа закипает уже при 66⁰С). Технология вакуумного варианта успешно применяется на заводах по производству шпал.

В автоклаве протекает типичный высокотемпературный процесс сушки с парообразованием внутри древесины вследствие кипения и молярного переноса под действием избыточного давления. Выделяющийся из древесины пар собирается в верхней части автоклава и отсасывается из него вакуум-насосом. Продолжительность сушки в пропитывающей жидкости зависит от формы и размеров обрабатываемых сортиментов, породы древесины, ее начальной и конечной влажности, а также от мощности теплового оборудования пропиточных установок и составляет 6...20 ч.

Для устранения неравномерности просыхания материала и повышения интенсивности процесса необходимо обеспечить циркуляцию сушильного агента. Для снижения пенообразования используется пеногаситель, к которому подключается конденсатор-холодильник, соединенный через сборник конденсата с вакуум-насосом.

По окончании сушки в автоклаве проводят собственно пропитку одним из уже известных способов (ВДВ, ДДВ или ДВ) в зависимости от требуемого поглощения.

Процесс сушки лесоматериалов в горячем масле при 95...125⁰С с одновременной их пропиткой в нем может проводиться и в открытых ваннах с обеспечением хорошего качества пропитки, но длительность процесса существенно увеличивается (до 24 ч) из-за больших теплопотерь.

Способ циклической сушки-пропитки является продолжением вышеописанного способа. Сущность его сводится к предварительному нагреванию сырых лесоматериалов в масляном антисептике при температуре 95...100⁰С и последующему выдерживанию их в условиях чередующихся вакуума величиной 0,065 МПа, воздушного и жидкостного давления. Общая продолжительность процесса 6...7 ч.

Способ паровакуумной подсушки и пропитки древесины заключается в обработке древесины в пропиточном цилиндре острым паром (не выше 125⁰С) при давлении 0,14...0,21 МПа в течение 1...2 ч с последующим вакуумированием в течение 1...3 ч и пропиткой по обычным технологическим режимам. Когда пропитка ведется по способу ВДВ, сушильный вакуум используют и как пропиточный, сразу подавая в цилиндр антисептик. Если же пропитка ведется по способу ДДВ, то после сушильного вакуума в цилиндре создают воздушное давление.

Во время пропарки из древесины испаряется очень мало влаги, так как за счет конденсации пара поверхность сортиментов увлажняется. Основное удаление влаги происходит при вакуумировании, причем, чем больше глубина вакуума, тем ниже температура кипения воды, следовательно, больше испаряется влаги из древесины. При выдержке при вакууме в течение 1 ч испаряется 50...60% воды, через 2 ч – 70...80%, через 3 ч – 82...88%, а через 4 ч - 90...95% от всей воды, удаленной в процессе сушки. Из вышесказанного можно сделать вывод, что поддерживать вакуум свыше 2 ч нецелесообразно.

Автоклавно-диффузионная пропитка состоит в следующем: в автоклав загружают сырую древесину и прогревают ее в среде насыщенного водяного пара, после чего создают кратковременный вакуум. При этом влажность поверхностных зон сортиментов понижается до 20...30%. Затем автоклав заполняют концентрированным водным раствором антисептика и подают жидкостное давление, под действием которого раствор вводится в поверхностную подсушенную зону древесины на глубину 5...10 мм. При влажности древесины меньше 70...80% пропаривание можно не проводить.

В этом случае наиболее приемлемы трудновымываемые хромомедные препараты, которые легко диффундируют в древесину. После снятия давления и слива жидкости древесину выгружают из автоклава. Иногда перед выгрузкой ее подвергают кратковременному воздействию осушающего вакуума.

Пропитанную древесину выдерживают на складе в течение 2...4 недель, предохраняя ее от высыхания. В это время за счет диффузии происходит пропитка внутренних слоев.

В режим пропитки можно добавить еще цикл: после конечного вакуума подать в автоклав гидроизоляционный состав (нефтяной битум с пропиточным маслом, каменноугольным лаком и др.) и вводить его под

давлением в поверхностные слои сортимента. В этом случае древесину можно отправлять потребителю без послепропиточной выдержки.

Этим способом пропитываются в основном круглые лесоматериалы, но он не пригоден для пропитки органикорастворимыми антисептиками и маслами.

7.7. Новые способы пропитки

Научно-производственное объединение «Центр» концерна «Белмашприбор» НАН Беларуси разработал технологию и оборудование для *центробежной пропитки древесины*, используемой при изготовлении художественного паркета. Использование центрифуги позволяет пропитывать древесину любой влажности без предварительной сушки по всему объему не только с целью окрашивания ее в любой цвет, но и для придания значительной стойкости к воздействиям огня и бактерий.

Российская компания BARKETT создала собственную технологию *термической обработки древесины*. Суть ее в том, что древесину обрабатывают в закрытой камере при высоких температурах, влажности и давлении. В результате материал меняет свои физико–химические свойства: приобретает устойчивость к гниению, воздействию бактерий, грибов и насекомых, не разбухает при высокой влажности воздуха и даже при погружении в воду. Улучшаются и его теплоизоляционные свойства. Хвойные породы полностью лишаются смолы. Меняются твердость и прочность — у большинства видов они понижаются, а у ясеня и дуба повышаются. Влажность готовой древесины — всего 2–5%. Термической обработке подвергают и твердые, и мягкие породы (сосна, ель, береза, осина, бук, дуб и др.). Сырьем может служить как уже высушенная традиционным способом, так и сырая свежераспиленная древесина, которую предварительно высушивают с использованием пара. В зависимости от выбранного режима обработки (всего их четыре), готовый материал приобретает оттенки от светлых (кремового и песочного) до темно–коричневого и даже черного.

7.8. Упрощенные способы пропитки

Пропитка вспененными растворами антисептиков. Для вспенивания растворов применяют соответствующие поверхностно-активные вещества, вводимые в раствор солей в количестве 2,5% к его объему. Жизнеспособность пены составляет 0,3...2 ч. По прошествии этого времени структура пены изменяется и пена разрушается, распадаясь

на жидкую и газообразную фазы. Вспениванию могут подвергаться растворы высокой концентрации (до 30%); объем исходного раствора и объем пены могут находиться в соотношении 1:30.

Установлено, что при нанесении на древесину слоя пены толщиной 10...50 мм поглощение раствора увеличивается в 3...10 раз. По эффективности обработка древесины вспененными растворами сравнима с пропиткой в ваннах в течение 6 ч. Глубина проникновения пропиточного состава в среднем составляет 3 мм. Способ пригоден для обработки как сухой, так и влажной (72...146%) древесины.

Для получения пены используют компрессоры с соответствующими приспособлениями, емкостями, шлангами и т.д.

Вспененными антисептическими растворами можно обрабатывать любые деревянные элементы и конструкции. При этом происходит смачивание и пропитка не доступных для обработки поверхностей (концов балок, заделанных в каменные стены, нижних опертых граней балок и т.п.), так как вспененный раствор заполняет замкнутые объемы через небольшие отверстия.

Этот способ снижает трудоемкость, повышает производительность процесса, а главное, позволяет обеспечить хорошее качество пропитки без разборки несущих и ограждающих конструкций.

Метод вливания защитного средства в отверстия применяют для обработки конструкций в труднодоступных местах (стыках, опорных узлах, врубках и т.п.). Пропиточную жидкость с помощью шланга, медицинской груши или воронки подают в существующие или специально высверленные в древесине глухие отверстия. Использовать можно как водорастворимые, так и органикорастворимые антисептики. Диаметр высверливаемых отверстий – 12...18 мм, расстояние между отверстиями - 30...40 см, глубина отверстий должна составлять около 80% от диаметра сортирента.

Этот способ применяется как самостоятельно, так и в комплексе с другими способами пропитки, например, панельной для защиты конструкций, эксплуатируемых в условиях с V по X классы. Также он может использоваться как профилактическая мера при возведении новых построек. В этом случае защитное средство вводится в отверстия, куда может попасть атмосферная влага.

Способ вымачивания является простейшим в условиях строительных площадок и позволяет осуществлять глубокую пропитку древесины в холодных или горячих водных растворах антисептиков. Пропитку сухой древесины (влажностью до 25%) проводят в металлических ваннах, снабженных противосплывным устройством и крышкой. Вместо металлических ванн можно использовать деревянные короба со стенками и днищем, выложенными водонепроницаемым

пленочным материалом, и защитой от повреждения при загрузке и выгрузке материала.

Пропитку нижних концов столбов различного назначения, заглубляемых в грунт, можно осуществлять в металлических бочках, установленных на земле или закопанных для устойчивости в грунт. Если высоты бочек недостаточно, сращивают несколько бочек по высоте.

Сенежской лабораторией для пропитки столбов способом вымачивания предложено использовать так называемую *подставную ванну*. Столб устанавливают в мешок из полиэтиленовой пленки, верхний край которого находится на 20...30 см выше уровня грунта (рис. 7.14). Мешок (ванна) крепится к столбу шпагатом или проволокой так, чтобы верхний край его на 5...10 см оставался свободным. Для предохранения пленки от повреждения под столб подкладывают ветошь или бумагу, а на торец столба надевают «башмак» из толя. Столб вместе с мешком устанавливают в землю, после чего заливают пропиточный раствор, который периодически восполняют так, чтобы его уровень был на 15...20 см выше уровня грунта.

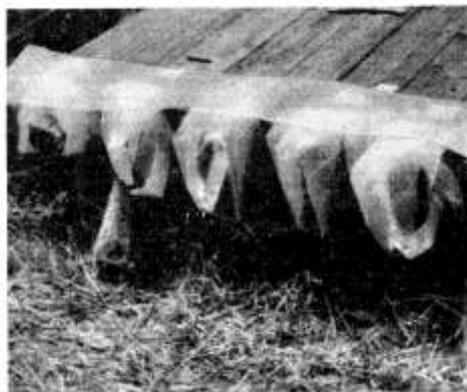
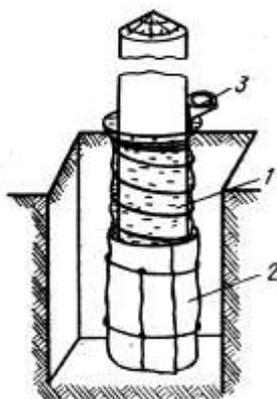


Рис. 7.14. Схема пропитки в подставной ванне:

- 1 – ванна – полиэтиленовый мешок; 2 – «башмак»;
3 – воронка для заливки пропиточной жидкости

гидроизоляции, что позволяет использовать для пропитки и вымываемые защитные средства.

Метод тампонирования основывается на явлении диффузии и заключается в том, что в просверленные в древесине отверстия или уже имеющиеся трещины вводят антисептики в виде паст, порошков, тампонов или антисептических лент (рис. 7.15). Проникновение антисептика в древесину происходит, когда она начинает увлажняться (атмосферными осадками, грунтовыми водами или конденсатом).

При выдержке в ванне сухой здоровой древесины в течение 20...30 суток можно получить такой же уровень защищенности, как и при пропитке под давлением.

Полиэтиленовый мешок, оставаясь на столбе все время его службы, играет роль

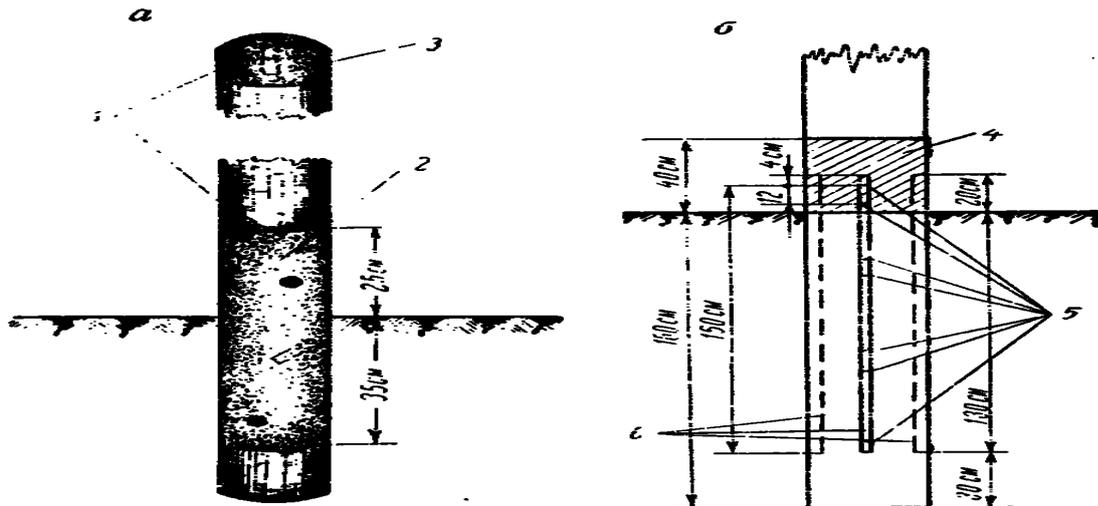


Рис. 7.15. Схема пропитки столбов методом тампонирования
а – заполнение пастой отверстий; *б* – заполнение пастой пропиленных продольных каналов; 1 – заполненные пастой отверстия; 2 – гидроизоляционное покрытие для предохранения от вымывания антисептика; 3 – эternитовый, жестяной или пластмассовый колпачок или гидрофобизирующая краска, защищающие от выщелачивания антисептика верхний срез столба; 4 – гидроизоляция; 5 – металлические дужки или гвозди; б – антисептические каналы

Разновидностью вышеописанного метода можно считать *метод вымывания из увлажняемых блоков*, который заключается в том, что пути проникновения воды в конструкцию блокируются растворимым в воде антисептиком, упакованным в мешочки из ткани. Вода, попадая в зону защитного блока, растворяет его, и конструкцию начинает пропитывать уже антисептический раствор.

Эффективность пропитки по данному способу зависит от правильности выбора мест размещения блоков, их массы и своевременной замены по мере их расходования. Способ рекомендуется для местной защиты горизонтальных, массивных элементов, подвергающихся атмосферному увлажнению или протечкам сверху (потолочные балки, чердачные накаты, верхние венцы срубов, мауэрлаты и т.п.).

Инъекционный метод заключается в том, что пропиточная жидкость подается в заранее просверленные отверстия под давлением выше атмосферного с помощью специальной иглы, которая может ввинчиваться, вдавливаться или вбиваться в древесину (рис. 7.16).

Расстояние между отверстиями при подаче пропиточной жидкости под давлением может быть больше, чем при пропитке методом вливания. Так, при пропитке древесины ели расстояние между отверстиями вдоль волокон принимается равным 50 см, а при пропитке древесины сосны – 80 см. При давлении 0,3 МПа пропитка ядровой древесины сосны в тангенциальном направлении достигает 6...10 мм, а заболонь в радиальном направлении пропитывается насквозь.

Недостатком всех известных способов, связанных со сверлением отверстий, является ослабление поперечного сечения элементов конструкций.

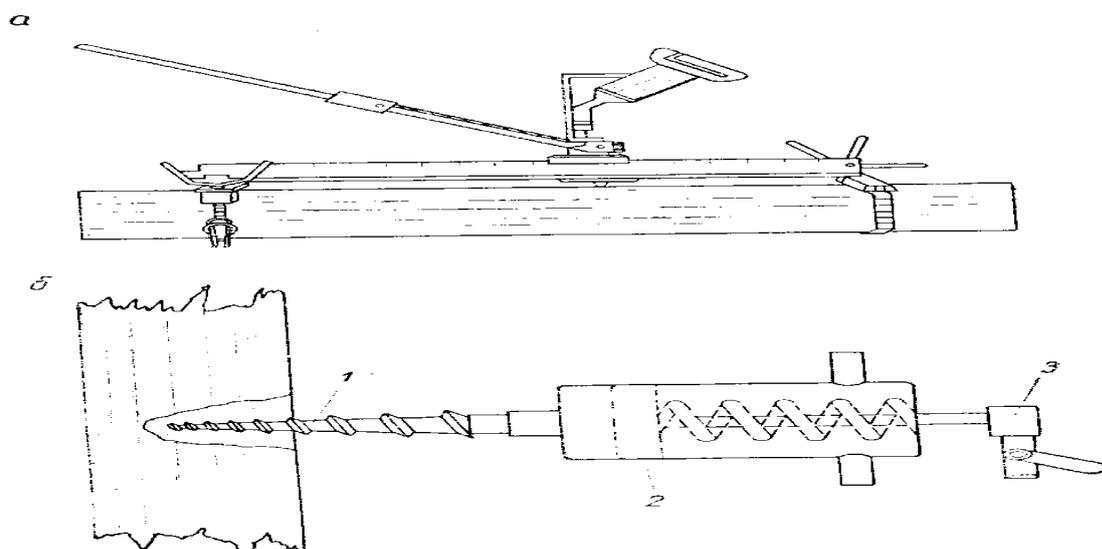


Рис. 7.16. Накалывание древесины для пропитки методом вливания в отверстия (а) и введение антисептика в них с помощью компрессора (б):

1 – пустотелое сверло; 2 – поршень; 3 – привод компрессора

7.9. Послепропиточная сушка древесины

Наиболее актуальна сушка древесины, пропитанной водорастворимыми защитными веществами, так как они способствуют значительному увеличению влажности древесины по окончании процесса пропитки. Сушка такой древесины имеет некоторые особенности, связанные с некоторым изменением физических свойств древесины после пропитки, а также с составом пропиточного средства. С одной стороны, сушка не должна ухудшать качества материала, а с другой – должна способствовать фиксации антисептика в древесине.

Образование нерастворимых соединений хромсодержащих препаратов с большей интенсивностью протекает во влажной древесине, поэтому сушить пропитанную древесину рекомендуется медленно. Так, *атмосферная* послепропиточная сушка такой древесины должна длиться 0,5...1,5 месяца.

Лучшим по качеству следует считать комбинированный способ сушки, который проходит сначала в атмосферных условиях (под навесом), а затем в сушильной камере. Режим камерной сушки следующий: температура пара 38°C , скорость воздушного потока 3 м/с, продолжительность сушки – 2,5...7 суток.

Наиболее сложна и ответственна сушка пропитанных готовых клееных элементов, в процессе которой возможно нарушение клеевых

соединений и появление усушечных трещин в древесине. Ожидать появления такого рода дефектов следует в том случае, если в сечении элемента имеются слои с заболонью, выходящей на боковую поверхность элемента, или слои с пороками строения, способствующие повышенной проницаемости древесины.

При попадании в сечение элемента заболонной древесины, которая легко пропитывается даже при небольшом давлении, происходит сильное разбухание слоя, а затем усушка. При этом на границе с соседними слоями возникают внутренние напряжения, которые приводят либо к появлению усушечных трещин в древесине, либо к нарушению целостности клеевого соединения, причем последнее может наступить в первой стадии процесса консервирования (при разбухании древесины). Как правило, оно визуально не наблюдается, потому что в наружной зоне в этот момент появляются напряжения сжатия. При сочетании смежных слоев, например, слоя тангенциальной распиловки с заболонью во всю ширину слоя со слоем радиальной распиловки, на их границе наряду с нормальными напряжениями (отрыва) возникают большие сдвигающие напряжения, приводящие иногда к разрушению клеевого соединения уже на стадии пропитки.

Такова же природа явлений, наблюдаемых при пропитке элементов, в сечение которых попадают слои с пороками строения древесины.

Из всех известных способов сушки древесины для клееных элементов сплошного сечения наиболее пригодна атмосферная сушка.

7.10. Контроль качества пропитки

Контролю подвергаются следующие элементы процесса:

- сырье (древесина и пропиточные составы);
- процессы пропитки;
- пропитанная лесопродукция.

Древесину контролируют по влажности, которая определяется при систематической проверке хода сушки материалов на складах в зависимости от используемого способа пропитки. Проверке также подлежит качество сортировки лесоматериалов по породе, соотношению заболони и ядра, по ширине годичных слоев, по последующей механической обработке.

Контроль пропиточных веществ складывается из лабораторной проверки соответствия:

- физико-технических характеристик препаратов тем показателям, которые регламентируются ГОСТ и ТУ на них;
- рабочих пропиточных растворов заданным параметрам и режимам процесса пропитки.

Контроль процессов пропитки включает:

- проверку соответствия фактических параметров заданным технологическим регламентом или условиями на процесс пропитки, которая осуществляется по показаниям контрольно-измерительных приборов или по записям в журнале оператора пропиточной установки;
- наблюдение по мернику или расходомеру за ходом поглощения пропиточной жидкости.

Контроль качества пропитки заключается в проверке соответствия количества поглощаемой жидкости и глубины проникновения ее в древесину нормам, установленным ГОСТ (см. табл. 6.2) и ТУ на продукцию и процессы, а также равномерность ее распределения в пропитанной зоне.

Контроль величины поглощения осуществляют различным образом в зависимости от способа пропитки. При автоклавной пропитке его определяют по изменению уровня жидкости в мернике, при панельной – по расходу жидкости в резервуаре-питателе с учетом стока в резервуар-сборник, а в некоторых случаях – взвешиванием материалов до и после пропитки. При диффузионной пропитке поглощение устанавливают либо расчетным путем, либо методами количественного анализа.

Глубину проникновения защитного вещества и его распределение в сортаментах определяют путем отбора проб из контрольных образцов, которые составляют не менее 3% пропитываемой партии лесоматериалов. Пробы отбирают из заболони и ядра отдельно на расстоянии не ближе 60 см от торцов при помощи полого бура. После отбора проб отверстия, сделанные буром, заделываются деревянными пробками, пропитанными тем же составом, что и весь сортимент.

Для определения глубины проникновения антисептиков и антипиренов, не изменяющих цвет древесины, применяют проявители, которые при контакте с пропиточной жидкостью образуют окрашенные соединения или, наоборот, теряют первоначальную окраску.

7.11. Требования безопасности

Некоторые из применяемых для защитной обработки древесины пропитывающих веществ при неосторожном обращении могут быть вредными для здоровья соприкасающихся с ними людей. Наибольшее число несчастных случаев происходит из-за того, что рабочие не знают характер воздействия и меру опасности применяемых веществ.

Так, *пентахлорфенол* вызывает общую слабость, головную боль и тошноту.

Фтористые соединения, попав на слизистые оболочки и кожу, вызывают поражения в виде дерматитов и язв. При длительном вдыхании

даже сравнительно небольшого их количества разрушается костная система и зубы.

Каменноугольная смола и ее продукты (каменноугольный лак, например) вызывают высокую чувствительность кожи человека к солнечным лучам, в результате чего легко возникает воспалительное состояние кожи, сопровождающееся ощущением жжения. Иногда появляется раздражение слизистых оболочек глаз и слезотечение. На теле нередко возникают гнойные сыпи, а при длительном воздействии – раковые опухоли.

Динитрофенол и *динитрофеноляты* являются самыми ядовитыми из антисептиков. Мелкая пыль динитрофенола, имеющая пряный запах, сильно раздражает слизистую оболочку носоглотки, глаз и легких, вызывая чихание и кашель; на коже может вызвать появление экземы, кожу и волосы окрашивает в ярко-желтый, долго несмываемый цвет. Попадая в большом количестве в организм, эти вещества вызывают различные формы отравлений и даже смерть.

Тяжесть последствий при пользовании химическими веществами определяется следующими факторами:

- химическими и физическими свойствами веществ, входящими в состав препаратов;
- количеством попавшего в организм человека вещества;
- взаимодействием и взаимным влиянием веществ, воздействующих в этот момент на человека;
- микроклиматическими условиями (в жаркую, влажную погоду последствия от воздействия одних и тех же веществ более тяжелые, чем в холодную или сухую);
- полом человека (доказано, что мужчины более уязвимы, чем женщины);
- возрастом человека (у людей юного и пожилого возраста защитные функции организма снижены);
- индивидуальными особенностями человека.

Допускается использовать только разрешенные Минздравом РФ защитные вещества и препараты.

Как показала практика, снизить негативное воздействие используемых при пропитке химических веществ возможно соблюдением правил, регламентированных ПОТ РМ 001-97.

- ✓ В качестве антисептических препаратов допускается использовать только вещества, разрешенные органами здравоохранения.
- ✓ Перевозить химические вещества разрешается в плотной, небумажной, исправной таре с обозначением на ней ядовитости или огнеопасности веществ.
- ✓ Не допускается вместе с антисептиками перевозить пищевые продукты.

- ✓ Автомашины после перевозки химических веществ должны быть тщательно вычищены и вымыты.
- ✓ Хранить антисептики следует в специальных складах в закрытой таре. Для приготовления раствора сменную потребность антисептических препаратов допускается хранить около смесительного бака.
- ✓ Пылящие компоненты препаратов должны храниться и использоваться во влажном состоянии.
- ✓ Хранение и использование пожаро- и взрывоопасных жидкостей должно производиться с соблюдением мер пожарной безопасности.
- ✓ Работы по растариванию, взвешиванию и смешиванию препаратов должны производиться в отдельном помещении, оборудованном приточно-вытяжной и местной вентиляцией, а также уловителями.
- ✓ Пролитые растворы необходимо засыпать опилом или песком и собирать в закрывающиеся емкости.
- ✓ Все закрытые помещения пропиточных участков должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию и быть приспособлены для влажной уборки.
- ✓ Полы пропиточных участков должны иметь уклон не менее 1/100 для надежного удаления пролитых жидкостей и промывочных вод.
- ✓ Площадка около ванны с антисептиком должна быть ровной, не скользкой, иметь уклон (до 3%) для стекания избыточного препарата с возвратом его в ванну. Ванна должна иметь ограждение, предотвращающее падение в нее людей и транспортных средств.
- ✓ Пропиточные ванны и емкости должны быть снабжены крышками, которые во время перерывов в работе следует закрывать.
- ✓ Пропиточные ванны и автоклавы, установленные в помещении, должны быть оборудованы местными вентиляционными устройствами, автоматически включающимися при открывании крышек.
- ✓ На автоклавах должны быть приборы, указывающие уровень раствора и давление.
- ✓ В случае утечки препарата через разъемы при повышении давления в автоклаве давление должно быть снижено до атмосферного, и только после этого может быть произведен дополнительный отжим гаек на болтовых соединениях фланцев, задвижек, вентилях. Находиться около автоклава со стороны крышки запрещается.
- ✓ Вход в автоклав для ремонта и обслуживания допускается после вентилирования при полностью отключенном оборудовании и под наблюдением оператора пропиточной установки.
- ✓ Закатка и выкатка лесоматериалов в автоклав должны быть механизированы.
- ✓ Растворы антисептических препаратов нужно готовить в реакторах с механическим перемешиванием.

- ✓ При загрузке антисептического препарата в реактор на открытой площадке работающий должен находиться с наветренной стороны.
- ✓ Для приготовления пропиточного раствора реактор следует заполнять водой наполовину, препарат высыпать в него только после пуска мешалки. Приготовление рабочего раствора непосредственно в ванне не разрешается.
- ✓ Антисептический раствор после его приготовления подают в пропиточную ванну по трубопроводу.
- ✓ Операции погружения и подъема лесоматериалов из раствора антисептика должны быть механизированы. При выполнении этих операций работники не должны находиться ближе 2 м от ванны с раствором.
- ✓ После извлечения пакета из ванны он должен быть выдержан над ней для стекания раствора.
- ✓ В полевых условиях просеивать, нагревать и приготавливать защитные препараты необходимо под навесом, защищенным с трех сторон от ветра.
- ✓ Пропиточные площадки нужно огораживать и не допускать на них посторонних лиц.
- ✓ По окончании работ необходимо тщательно очищать площадки от остатков антисептиков.
- ✓ Тару из-под антисептиков необходимо обезвреживать или уничтожать.
- ✓ Для мойки и пропарки тары из-под вредных веществ нужно отводить специальные места, оборудованные вентиляцией.

Персонал, выполняющий работы по защите древесины, для обеспечения своей безопасности должен соблюдать ряд требований.

- К выполнению антисептических работ необходимо допускать обученных безопасным приемам рабочих, которые не имеют на теле ссадин, ожогов и других признаков воспалительного состояния кожи, слизистых оболочек глаз, рта и носоглотки.
- Не разрешается работа с пропитываемыми веществами без спецодежды: резиновых или кожаных ботинок (конкретно это определяется применяемым антисептиком), комбинезонов, прорезиненных или брезентовых фартуков, резиновых рукавиц или перчаток. На операциях, связанных с распылением сухих веществ или разбрызгиванием жидкостей, обязательно использование защитных очков и респираторов.
- Спецодежду необходимо стирать не реже двух раз в месяц и хранить отдельно от домашней.
- Во время работы нельзя курить, принимать пищу, прикасаться, не сняв перчаток, к открытым участкам кожи. Перед едой необходимо тщательно вымыть лицо и руки теплой водой с мылом и прополоскать рот.

- При попадании пропитывающих растворов на кожу необходимо сразу смыть их большим количеством теплой воды с мылом.
- По окончании работ обязателен душ.

7.12. Охрана окружающей среды

С одной стороны, защитная обработка и консервирование древесины имеет большое природоохранное значение, так как продлевая сроки службы древесины и конструкций из нее, добиваются снижения в несколько раз ее потребления, что, в свою очередь, сохраняет от вырубки значительные объемы лесных массивов. С другой стороны, деятельность пропиточных предприятий или участков может приносить вред природе районов, окружающих это производство, из-за бесконтрольных сбросов технологических и промывочных сточных вод, содержащих токсичные вещества, непосредственно в реки, озера и другие водоемы. Что совершенно не допустимо. Поэтому все стоки от основного и вспомогательного пропиточного оборудования должны поступать на очистные сооружения предприятия или централизованные городские или районные очистные сооружения.

Неизрасходованные рабочие растворы должны использоваться при приготовлении новых порций растворов в количествах, не превышающих сменную потребность.

Тара из-под пропиточных растворов должна подвергаться нейтрализации (либо за счет использования специальных средств, либо за счет многократного промывания водой) или же сжигаться с соблюдением соответствующих мер безопасности для окружающей среды.

Опилки или песок, впитавшие в себя пролитые защитные вещества, а также шлам из пропиточных ванн или автоклавов должны нейтрализоваться перед вывозом на свалку. В противном случае они должны быть захоронены в ямах, расположенных в специально отведенных местах (удаленных от водоемов, с глубоким залеганием грунтовых вод и т.п.).

Воздух, удаляемый от пропиточного оборудования и с мест послепропиточной выдержки древесины, перед выбросом в атмосферу должен подвергаться очистке:

- либо в специальных фильтрах (адсорбционных, водных, каталитических и т.п.);
- либо подвергаться огневой очистке в специальных топках;
- либо с помощью факельного выброса развеиваться в слоях атмосферы, расположенных выше приземного слоя.

7.13. Основное оборудование

Автоклавные пропиточные установки представляют собой сравнительно сложные устройства, состоящие из ряда узлов и агрегатов. Их обычно проектируют для того или иного конкретного способа пропитки и определенного вида пропитываемых жидкостей (масел, водных растворов и др.). Они могут быть стационарными или передвижными.

Оборудование автоклавных установок (рис. 7.17, 7.18) может быть разделено на следующие группы:

- резервуарное;
- пневмогидравлическое;
- тепловое;
- контрольно-регулирующее;
- вспомогательное.

Резервуарное оборудование.

Пропиточный автоклав тупикового типа изготавливают в виде цилиндрического стального резервуара, рассчитанного на рабочее давление до 1,2 МПа. Он имеет два полусферических днища, одно из которых глухое, а другое представляет собой съемную крышку. Крышки автоклавов современных конструкций снабжены герметичными запорными устройствами с гидравлическим или пневматическим приводом. У автоклавов проходного типа вторая крышка тоже съемная.

Автоклавы устанавливают горизонтально или с небольшим уклоном в сторону сливного трубопровода. Размеры их зависят от заданной производительности установки и размеров пропитываемых материалов.

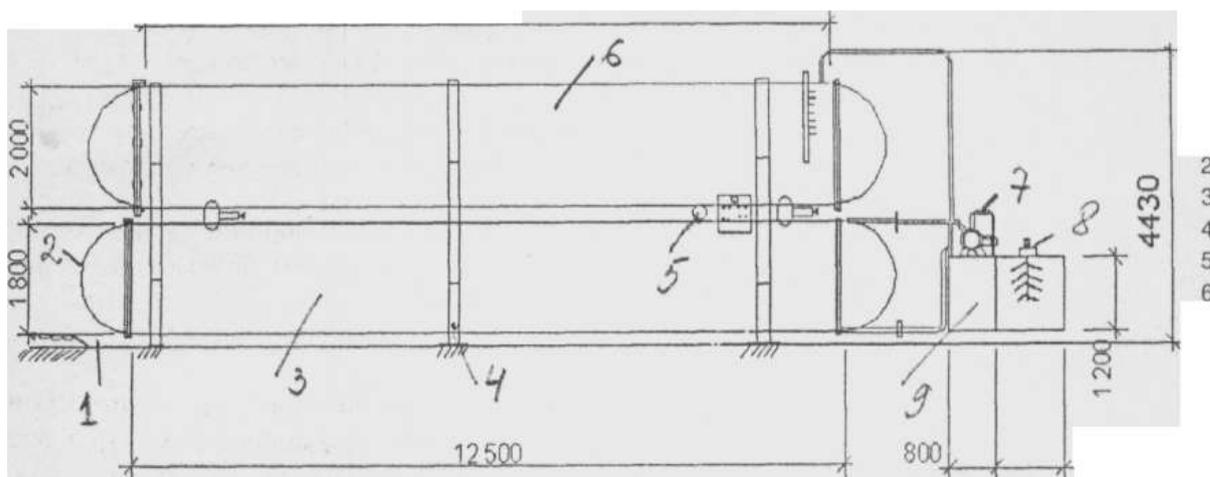


Рис. 7.17. Схема модульной автоклавной установки ЦНИИМОД для глубокой пропитки древесины защитными препаратами: 1 – наружный путь; 2 – крышка; 3 – автоклав; 4 – опора; 5 – манометр; 6 – резервная емкость; 7 – насос высокого давления; 8 – мешалка; 9 – емкость для воды

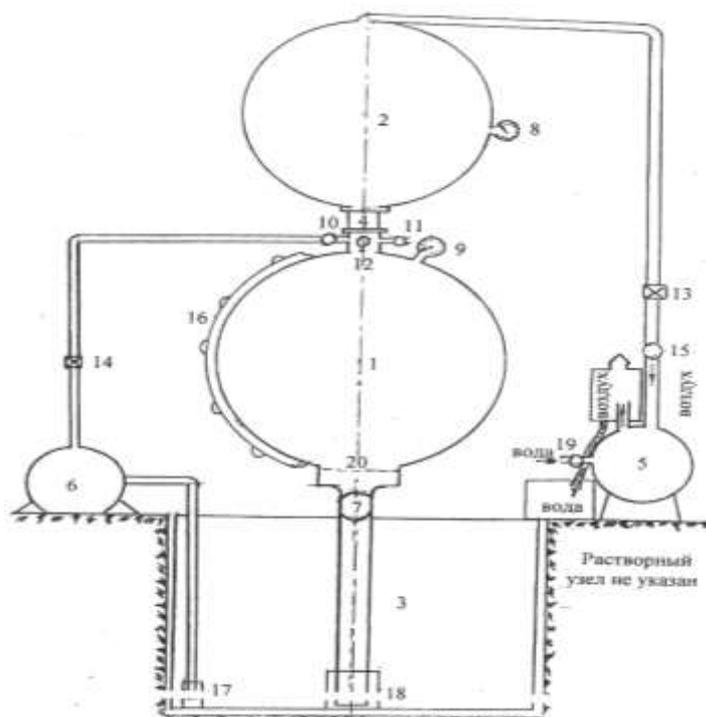


Рис. 7.18. Схема пропиточной установки УГЛТУ: 1 - пропиточная камера (автоклав); 2 - вакуумный ресивер; 3 - емкость для пропиточного раствора; 4 – вакуумный затвор; 5 - водокольцевой насос; 6 - гидронасос; 7 - кран запуска и выпуска раствора; 8- вакуумметр; 9 - моновакуумметр; 10 - кран, соединяющий гидронасос с автоклавом; 11 - кран, соединяющий автоклав с атмосферой; 12 - вентиль вакуумного затвора; 13 - обратный клапан вакуумного насоса; 14 - обратный клапан гидронасоса; 15 - кран водокольцевого насоса; 16 - крышка автоклава; 17 - фильтр гидронасоса; 18 - фильтр для запуска и выпуска раствора; 19 - кран для подачи воды; 20 - фильтр

Поворотный автоклав фирмы Шольц (Германия) позволяет пропитывать материалы как в горизонтальном, так и в вертикальном положении, что дает возможность защищать только нижнюю часть столбов, которая будет заглублена в землю.

Автоклавы оборудуют предохранительными клапанами и штуцерами для присоединения трубопроводов, а также датчиками уровня жидкости, температуры и давления. Снаружи их покрывают при необходимости теплоизоляцией. В нижней их части прокладывают рельсовую колею для закатки вагонеток. Под рельсами и между ними монтируют гладкотрубные паровые калориферы, предназначенные для поддержания заданной температуры пропитывающей жидкости.

Изготовление пропиточных автоклавов машиностроительные заводы осуществляют по индивидуальным заказам. В некоторых случаях для пропитки можно использовать автоклавы, выпускаемые серийно для других отраслей промышленности, например, производства цемента.

Маневровый автоклав предназначен для межоперационного хранения пропитывающей жидкости и ее предварительного нагрева до температуры, заданной режимом. Его обычно устанавливают над пропиточным автоклавом и оборудуют гладкотрубными паровыми калориферами повышенной мощности, воздушными мешалками, люками для осмотра и чистки, штуцерами для присоединения трубопроводов и датчиков.

Маневровые автоклавы могут работать при повышенном или только при атмосферном давлении. В первом случае их делают конструктивно аналогичными пропиточным автоклавам (но без съемных крышек). Во втором случае для их изготовления можно использовать цилиндрические резервуары, серийно выпускаемые заводами химического машиностроения и выдерживающие давление до 0,17 МПа. Иногда вместо маневровых автоклавов применяют открытые баки, устанавливаемые под пропиточными автоклавами.

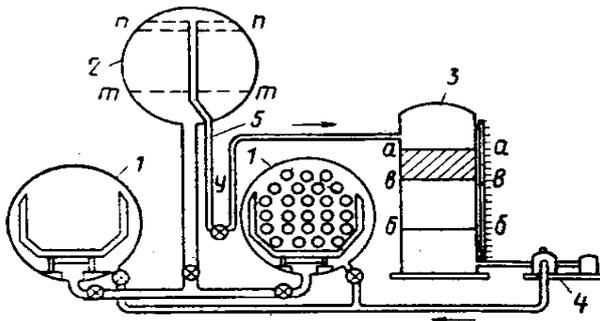


Рис. 7.19. Схема мерника: 1 – пропиточный цилиндр; 2 – маневровый цилиндр; 3 – мерник; 4 – насос; 5 – труба

герметичный цилиндрический резервуар, установленный вертикально и снабженный устройством для дистанционного измерения уровня жидкости. Мерники вместимостью 10, 16 и 25 м³ для крупных пропиточных установок изготовляют заводы нефтяного машиностроения на рабочее давление 0,6; 0,8 и 1,6 МПа.

Вместимость маневрового автоклава или бака должна быть достаточной для заполнения жидкостью загруженного пропиточного автоклава, включая жидкость, поглощаемую древесиной при пропитке.

Мерник (рис. 7.19) служит для ведения контроля за величиной поглощения древесиной жидкости в процессе пропитки. Он представляет собой стальной

Бак-смеситель предназначен для подготовки пропитывающих растворов. Смесители, обычно имеющие цилиндрическую форму, рассчитывают на рабочее давление не более 0,1 МПа. Их оборудуют гладкотрубными калориферами, воздушными (рис. 7.20, 7.21) или механическими мешалками.

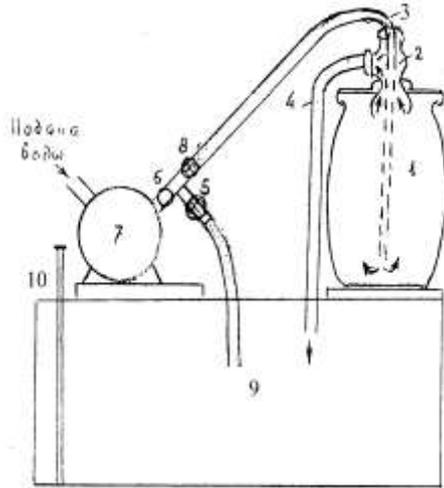


Рис. 7.20. Центробежный бак-смеситель:
 1- упаковочный барабан с антисептиком;
 2 - штуцер для крепления шлангов 3 и 4;
 3 - шланг подачи воды; 4 – шланг перелива концентрата из барабана в емкость; 5 - пробковый кран сифона;
 6 – обратный клапан; 7 - гидронасос;
 8 - вентиль подачи воды в барабан;
 9 - емкость для приготовления раствора;
 10 - мерные линейки

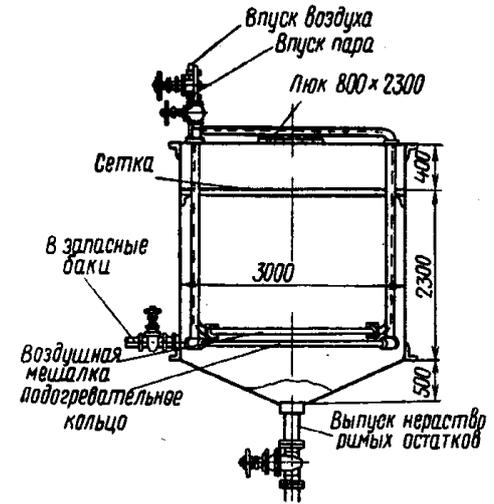


Рис. 7.21. Смеситель для растворения порошковых антисептиков

Резервуары-хранилища предназначены для хранения запасов пропитывающих масел. Число и вместимость хранилищ зависит от производительности пропиточной установки. Их оборудуют устройствами для нагрева и учета расхода жидкостей

Пневматическое оборудование.

Вакуум-насос создает пониженное давление (вакуум), которое необходимо:

- в пропиточном автоклаве в начале и конце процесса пропитки;
- в маневровом автоклаве и других резервуарах для засасывания в них жидкостей;
- в пропиточном и маневровом автоклавах для удаления паров воды при сушке древесины в пропитывающей жидкости под вакуумом.

В пропиточных установках большой производительности используют преимущественно ротационные водокольцевые вакуум-насосы РМК-3,

РМК-4 и улучшенной конструкции ВВН-12. Глубина создаваемого ими вакуума – 0,09 МПа. На установках малой производительности устанавливают вакуум-насосы ВВН-1,5; ВВН-3; ВВН-6 (цифра характеризует производительность насоса, м³/мин).

Жидкостный насос предназначен для перекачки пропитываемых жидкостей из одного резервуара в другой, а иногда для создания жидкостного давления. Наиболее используемы центробежные насосы типа Х, обеспечивающие производительность 1,5...600 м³/ч и напор 0,12...1,5 МПа. Марку насоса выбирают в зависимости от требуемых производительности и напора, а параметры выбранного насоса устанавливают по его индивидуальной характеристике.

Компрессор обеспечивает получение сжатого воздуха, используемого:

- для создания в пропиточном и маневровом автоклавах воздушного давления при пропитке способом ДДВ;
- для перемещения жидкости из пропиточного автоклава в маневровый после выдержки древесины под избыточным жидкостным давлением;
- для достижения и поддержания жидкостного давления в пропиточном автоклаве и мернике;
- для перемешивания жидкости в процессе приготовления растворов и их нагревания.

На крупных пропиточных заводах используют компрессоры ВК-200, ВВК-240, 2Р-10/20. Рабочее давление их 0,8...1,2 МПа. На установках небольшой мощности применяют компрессоры ВК-25-3, ВУ-3/8, ВУ-6/8 производительностью 2,5...1,35 м³/мин.

Аккумуляторы – цилиндрические вертикальные резервуары, содержащие запас сжатого воздуха давлением 1,2...1,6 МПа. Использование аккумуляторов позволяет:

- сократить сроки создания воздушного давления в пропиточных автоклавах;
- надежнее поддерживать заданное давление;
- обеспечивать заданную работу компрессора (компрессор может работать на заполнение аккумулятора независимо от автоклава, поэтому его мощность может снижаться, а коэффициент полезного использования повышается).

Аккумуляторы и компрессоры обычно монтируют в отдельных помещениях – компрессорных. Вместимость аккумуляторов 10...25 м³ для крупных и 2...6 м³ для небольших пропиточных установок.

Тепловое оборудование.

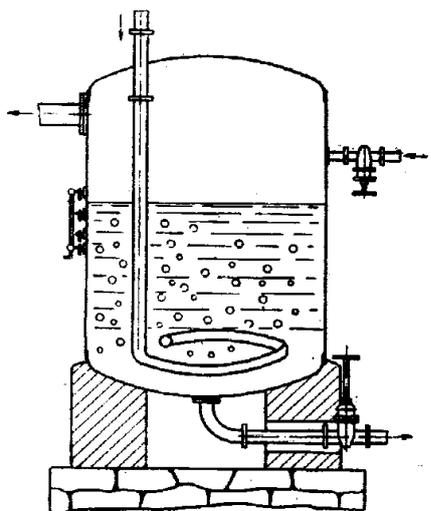


Рис. 7.22. Конденсатор

Конденсатор – теплообменный аппарат, служащий для конденсации отсасываемых из автоклава паров воды или пропитываемой жидкости. Его устанавливают на трубопроводной линии между автоклавом и вакуум-насосом. Конденсатор имеет патрубки для ввода свежей охлаждающей воды, ввода паров и вывода конденсата, стекающего затем в специальный сборник (рис. 7.22). В автоклавах применяют поверхностные конденсаторы, в которых охлаждение и конденсация паров происходят внутри металлических трубок, охлаждаемых с поверхности водой.

Калорифером называют теплообменный аппарат, предназначенный для передачи теплоты от теплоносителя к жидкости. В зависимости от применяемых теплоносителей калориферы делятся на паровые, водяные, огневые и электрические. Чаще используют паровые и водяные калориферы.

Контрольно-регулирующее оборудование.

В пропиточных установках используют приборы и устройства для измерения давления (моновакuumметры), глубины вакуума (вакуумметры), температуры, уровня жидкости в резервуарах. Параметры режима пропитки регулируют посредством вентилей, задвижек на трубопроводах. Современные пропиточные установки снабжены автоматическими регуляторами температуры и давления.

К *вспомогательному оборудованию* пропиточных установок относятся транспортные механизмы, весы, дозаторы, дробилки для измельчения твердых компонентов защитных препаратов, отстойники или сепараторы для очистки жидкостей и т.п.

Пакетоформирующая машина (рис. 7.23) работает следующим образом. Пакет сухих пиломатериалов автопогрузчиком подается к линии. Рабочие вручную поштучно укладывают доски на склизы, по которым они скатываются до упора. С конвейера пиломатериалы с постоянным шагом подаются на гибкие прокладки и наматываются, образуя при этом цилиндрический пакет. Гибкие прокладки предотвращают рассыпание пакета при транспортировке. После формирования барабана заданного диаметра оператор отключает питатель и подача пиломатериалов прекращается. Сбрасыватель поворачивается, и барабан с пиломатериалами укладывается на опоры колесной платформы, подвозится к автоклаву и загружается в автоклав.

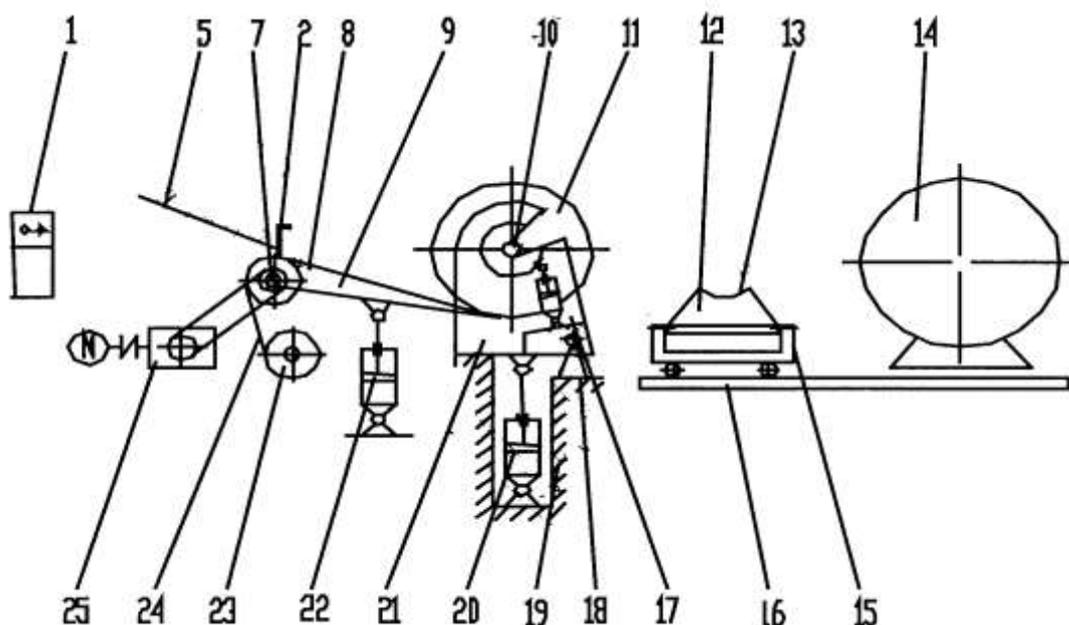


Рис. 7.23. Пакетоформирующая машина: 1 – пульт управления; 2 – упор; 5 – склизы; 7 – звездочка; 8 – гибкие прокладки; 9 – поддерживающий рычаг; 10 – рычаг сбрасывателя; 11 – барабан с заготовками; 12 – колесная платформа; 13 – опора; 14 – автоклав; 15 – основание; 16 – фундамент; 17, 20, 22 – гидроцилиндры; 18, 19 – основание; 21 – сбрасыватель; 23 – кассета гибких прокладок; 24 – резиновая лента; 25 –

7.14. Передвижные пропиточные установки

Поскольку объекты строительства бывают удалены друг от друга, для пропитки в полигонных условиях целесообразно применять передвижные пропиточные установки, которые достаточно маневренны и обладают небольшой производительностью, что позволяет существенно снизить расходы на транспортировку сырья. Конструктивное решение таких установок определяется видом пропитки. Хорошая перспектива использования передвижного пропиточного оборудования и на малых предприятиях в районах лесозаготовок.

Передвижная установка *ПКУ-1*, разработанная трестом «Союзантисептик» и смонтированная на базе автомобилей ГАЗ-52, ЗИЛ-157 и ЗИЛ-130, предназначена для нанесения антисептиков и антипиренов методом распыления.

Сенежской лабораторией консервирования древесины совместно с СПКТБ «Союзнаучплитпром» разработаны и изготовлены *самоходные пропиточные установки* на базе автомобилей ЗИЛ-157 и УАЗ-452 для защиты деревянных конструкций от биоразрушения и возгорания.

Установки снабжены баком для приготовления растворов, краскотеркой для растирания пастообразных материалов, насосом для подачи раствора на расстояние до 100 м и на высоту до 40 м. Кроме того, в комплект входят ручные опрыскиватели, устройство для инъекционной местной пропитки отдельных участков конструкций и съемное устройство для антисептирования отдельных деталей.

Трехцилиндровая пропиточная установка ППУ-3, разработанная НПО «Силава», предназначена для глубокой пропитки древесины водорастворимыми антисептиками под давлением выше атмосферного, в том числе автоклавно-диффузионным способом. Установку можно применять для пропитки древесины любой породы в местах заготовки древесины, в деревообрабатывающих цехах, на строительных площадках и т.п. Она проста по своей конструкции, легко монтируется и демонтируется, поэтому ее легко можно перебазировать с одного объекта на другой авто- или железнодорожным транспортом. Установка обеспечивает высокие параметры защищенности древесины, высокую гигиену и безопасность труда, исключает непосредственный контакт рабочих с вредными веществами в любом их проявлении.

Установка работает по принципу непрерывной пропитки древесины и включает в себя пропиточные камеры, системы нагнетания и отвода пропиточной жидкости, систему вакуумирования. Таким образом, в одних пропиточных камерах создается давление, в других – вакуум, а третьи предназначены для слива, разгрузки, загрузки материалов и наполнения пропиточной жидкостью.

В Архангельском государственном техническом университете была разработана сборно-разборная автоклавная установка тупикового типа. Длина автоклава составляет 12,5 м, диаметр – 1,8 м. Установка оснащена пультом управления технологическим процессом, системой контрольно-измерительных приборов, двумя рельсовыми тележками, блоком наружного рельсового пути (13 м) с реверсом и электроприводом. Узел приготовления пропиточных растворов включает в себя пропеллерную электромешалку, вакуум-насос, насос высокого давления, резервную емкость для перекачки пропиточного раствора. Для монтажа установки на готовые фундаменты требуется 8 дней. Демонтаж можно осуществить в течение двух дней. Обслуживающий персонал – 2 человека в смену.

Передвижные установки для пропитки древесины нашли широкое применение за рубежом. Так, в Финляндии в эксплуатации находятся установки марки 5-Т, монтируемые на буксируемых прицепах. Фирма «Шольц» (Германия) выпускает на базе автомобилей передвижные установки, работающие под давлением выше атмосферного.

7.15. Выбор технологии пропитки

Выбор технологии и установки для пропитки определяется назначением пропитываемых лесоматериалов и их количеством. Там, где необходимо пропитывать однородные лесоматериалы в большом количестве (80...300 тыс. м³), целесообразно строить специализированные предприятия по пропитке автоклавным способом. Заводы этого типа занимают значительные территории, имеют сложное технологическое оборудование, развитый внутривзаводский транспорт и средства механизации погрузочно-разгрузочных и складских работ.

Пропиточные цехи и участки, имеющие меньшую производительность (до 40 тыс. м³), оборудуют как автоклавными установками, так и установками для пропитки способом горяче-холодных ванн. Это оборудование также рационально использовать для глубокой огнезащитной пропитки элементов конструкций.

Стоимость самих установок, работающих по способу горяче-холодных ванн, меньше, чем автоклавов. Но в улучшенных вариантах технологий и конструктивных решениях, предусматривающих циркуляцию антисептика в ваннах, при размещении установки в отапливаемых помещениях, при механизации складских работ, а также при увеличении производительности эти установки по капитальным затратам на сооружение почти не уступают установкам для пропитки под давлением. Между тем процесс пропитки в них менее управляем и более энергоемок.

Необходимо стремиться к более простой схеме монтажа автоклавной установки, работающей по специализированной технологии и при малой производительности, не перегружая установку устройствами, рассчитанными на возможность изменения технологии и удорожающими ее изготовление, строительство и эксплуатацию.

В автоклавах можно пропитывать сухую и сырую древесину масляными и водорастворимыми антисептиками, антипиренами и растворами в органических растворителях для специальных целей, например, глубокой покраски древесины, пропитки фенолоформальдегидными и синтетическими смолами, парафином и т.п.

Производительность установки – определяющий момент для начала проектирования и комплектования оборудования. Она зависит от числа и размеров пропиточных цилиндров и длительности процесса пропитки.

Максимальное количество Π_2 древесины, пропитываемой установкой в год (годовая производительность автоклава), составляет

$$\Pi_2 = \frac{Vnm \cdot 1440}{t}, \quad (7.11)$$

где V – количество материалов, одновременно загружаемых в автоклав, м³;

n – число пропиточных цилиндров;

m – количество рабочих дней в году;

1440 – число минут в сутках;

t – продолжительность одного процесса пропитки, мин.

Продолжительность t пропитки представляет сумму отдельных операций технологического процесса и состоит из 2 групп операций:

- основные операции процесса, задаваемые технологическим режимом пропитки (продолжительность пропарки, прогрева древесины, вакуумирования, выдержки под давлением и т.п.);

- вспомогательные операции процесса, зависящие от особенностей управления технологическим оборудованием, его износа, загрузки и разгрузки, времени заполнения автоклава пропиточной жидкостью и слива ее, времени достижения заданных параметров процесса и пр.

Необходимо стремиться к сокращению выполнения вспомогательных операций до минимума с целью снижения общей продолжительности процесса.

Вариант схемы технологического процесса и расстановки оборудования приведен на рис. 7.24.

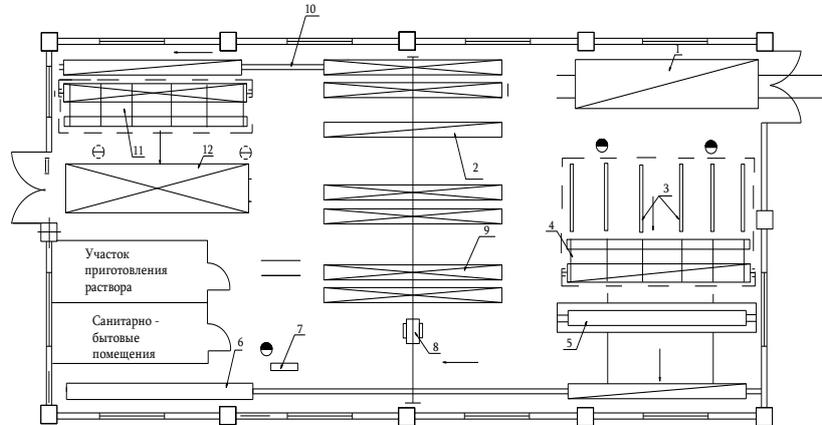


Рис. 7.24. План цеха: 1 - штабель заготовок; 2 - подступное место; 3 - склизы; 4 - барабан; 5 - траверсная тележка; 6 - автоклав; 7 - гидронасос; 8 - электроталь; 9 - участок послепропиточной выдержки; 10 - рельсы; 11 - машина для разборки пакетов; 12 - штабель пропитанных материалов

Штабель с материалами 1 с помощью лебедки по рельсовому пути закатывается в цех. Рабочие перекадывают заготовки на наклонные склизы пакетоформирующей машины 3, которая наматывает их вместе с гибкими прокладками в барабан 4 и перекадывает на пропиточную тележку 5. По траверсному пути тележка благодаря системе блоков и

лебедке закатывается в автоклав 6. После окончания процесса пропитки пакет-барабан выкатывается из автоклава и с помощью электротали 8 перемещается на участок послепропиточной выдержки 9, где под вытяжной вентиляцией осуществляется послепропиточная выдержка и сушка заготовок. По окончании ее пакеты-барабаны электроталью устанавливаются на рельсовую тележку и лебедкой подаются к пакеторазборной машине 11, где пропиточный барабан разматывается, а готовые заготовки рабочими укладываются в разреженный штабель.

8. Древесина как строительный материал

Древесина является универсальным строительным материалом. Она обладает многими ценными свойствами и исключительно подходит для производства большинства важнейших изделий, заготовок и конструкций, используемых для обустройства жизни человека. В этом своем назначении древесина обладает целым рядом ценнейших свойств. Она имеет сравнительно небольшую плотность ($500 \dots 600 \text{ кг/м}^3$), высокие показатели удельной прочности и упругости, малую теплопроводность и хорошие изоляционные характеристики. Вместе с тем древесина обладает многими недостатками, которые ограничивают ее применение в строительстве. Часто требуется специальная подготовка и облагораживание древесины с целью повышения конструкционной надежности сооружений. Основные недостатки, связанные с наиболее известными проблемами эффективного применения древесины в строительном секторе индустрии, заключаются в следующем:

- анизотропность структуры древесины, которая проявляется в существенном различии физико-механических свойств по трем направлениям (поперечном, радиальном и тангенциальном);
- способность древесины впитывать влагу и разбухать при этом;
- возможность появления в конструкциях из древесины различных видов деформаций, внутренних напряжений и трещин от усушки;
- утрата древесиной целостности структуры, прочности и исходного физико-механического состояния вследствие воздействия на нее дереворазрушающих грибов и насекомых;
- относительно легкая возгораемость древесины.

Наибольшие проблемы в деревянном домостроении связаны, конечно, с гниением и возгоранием древесины. Существующие методы и средства защитной обработки деревянных конструкций и изделий могут значительно уменьшать эффект отрицательного воздействия этих факторов, но исключить их полностью в условиях эксплуатации больших строительных объектов не удастся практически никогда.

Быстрое гниение древесины проявляется в местах ее соприкосновения с почвой, фундаментами, инженерно-техническими магистралями водоснабжения и канализации, а также при нахождении в сырых, теплых и непроветриваемых пространствах (подполье, чердачно-карнизные узлы, каркасно-панельные пустоты, открытые для попадания влаги и появления конденсационных ее отложений). При этом резко снижаются прочность и твердость древесины, возрастает ее влажность, теряется плотность и т.д. При разработке строительных конструкций и сооружений необходимо учитывать возможность столь губительного воздействия дереворазрушающих грибов на древесину и максимально исключить благоприятные для их роста условия. Зачастую требуется сложная комбинированная защита деревянных конструкций – от монтажно-конструктивной до глубокой химической.

Деревянные конструкции и детали для домов должны удовлетворять основным требованиям конструктивной, противогнилостной и противопожарной профилактики:

- все части зданий и сооружений должны быть защищены от увлажнения со стороны грунта и из атмосферы;
- деревянные конструкции и изделия, находящиеся внутри помещений, также не должны контактировать с источниками увлажнения, например, с санитарно-техническим оборудованием, водопроводом и т.д.;
- наружные стены, полы, перекрытия и другие конструкционные элементы строений должны быть предохранены от промерзания, конденсационных увлажнений или переохлаждения;
- следует обеспечивать систематическую подсушку деревянных элементов, изолирующих заполнителей стеновых панелей, балок перекрытий, стропильно-кровельных конструкций в процессе эксплуатации объектов;
- для исключения возможных конденсационных увлажнений необходимо оптимально располагать в слоистых ограждающих конструкциях используемые материалы, а именно: наиболее теплопроводные – со стороны внутренней поверхности, за ними – остальные по степени уменьшения их теплопроводности;
- материалы, используемые для пароизоляции, следует размещать в непосредственной близости к поверхности с наибольшей температурой среды (внутри помещения);
- воздушные прослойки необходимо располагать у наружной поверхности ограждающей конструкции, например, стеновой панели, и обеспечивать их сообщение с наружным воздухом;
- ограждающие конструкции, образующие строительное пространство, должны иметь достаточное утепление для соответствующего режима помещений и климатических условий.

8.1. Источники увлажнения деревянных конструкций

Для того чтобы правильно выбрать те или иные меры защиты деревянных конструкций, необходимо иметь четкое представление об условиях, в которых они будут эксплуатироваться, а также о влажностном состоянии древесины в это время, так как именно повышенная влажность является причиной загнивания конструкций и преждевременного их выхода из строя.

К основным источникам увлажнения древесины в конструкциях различных зданий и сооружений следует отнести следующие (рис. 8.1).

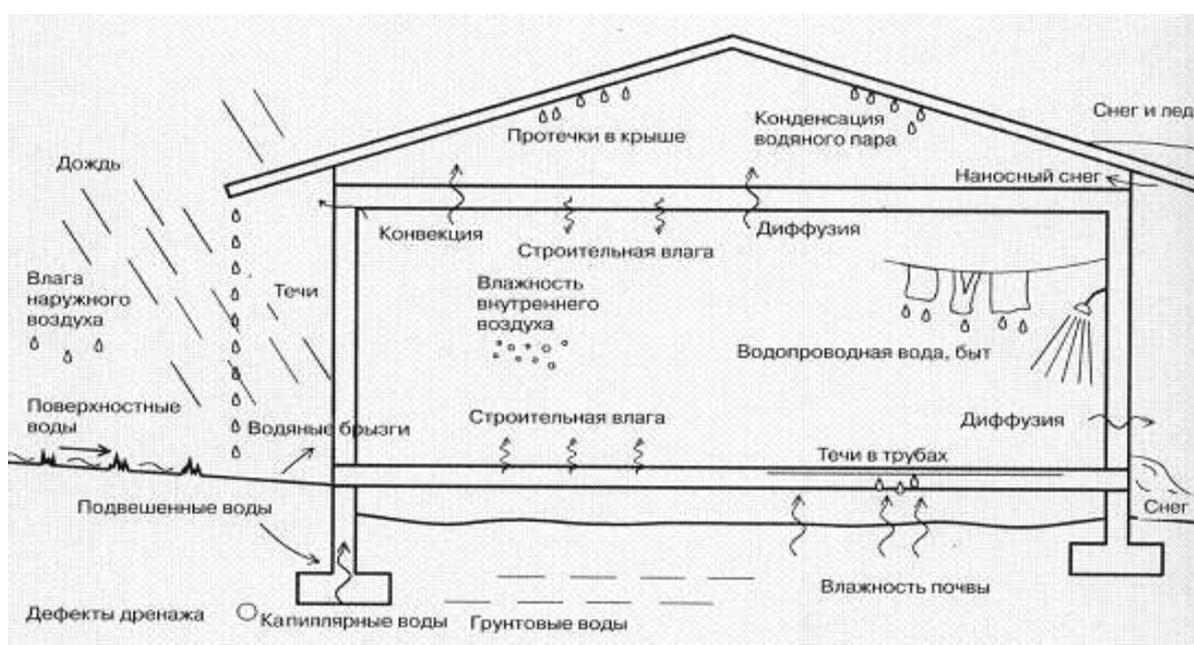


Рис. 8.1. Источники увлажнения строительных элементов и конструкций в жилом доме

1. **Грунтовые** (подземные) и **поверхностные** (ливневые и сезонные) **воды** – это основной и наиболее опасный источник увлажнения деревянных элементов открытых сооружений, находящихся в грунте (столбов, свай, опор ЛЭП и связи, шпал и т.п.). Эти воды представляют большую опасность и для деревянных конструкций зданий. Проникая в фундаменты, вода может подниматься вверх по стене вследствие капиллярного всасывания ее материалом стены на высоту более 2,5 м от уровня земли. Накапливаясь в стенах, вода испаряется внутрь помещений, повышая влажность воздуха и создавая благоприятные условия для биоразрушения древесины. В местах, где деревянные балки опираются на

стены, насыщенные влагой, наблюдается промерзание кладки, выпадение конденсата на древесине.

2. **Атмосферная влага** в виде дождя, снега и града опасна для надземной части открытых сооружений, а также древесины и древесно-плитных материалов в зданиях. Проникая в пространство под крышей через неплотности и повреждения в кровле, атмосферные осадки увлажняют элементы стропильной системы, утеплитель и деревянные чердачные перекрытия. Косой дождь увлажняет стены, что приводит к загниванию стеновых бревен, брусьев, дощатых обшивок. Переувлажнение обшивок из плитных материалов вызывает коробление последних и, как следствие, деформации стеновых панелей, нарушение стыковых соединений.

3. **Эксплуатационная влага** в капельно-жидком и парообразном виде может явиться одним из основных источников увлажнения древесины и древесных материалов в зданиях различного назначения. В жилых помещениях значительную роль в повышении относительной влажности воздуха играет влага, выделяемая при приготовлении пищи, стирке и сушке белья, мытье полов, пользовании ванными и т.п. В бассейнах деревянные конструкции постоянно увлажняются паром, поднимающимся с поверхности воды. В производственных зданиях эксплуатационное увлажнение может быть связано с особенностью технологических процессов.

4. **Капельно-жидкая влага** проникает в конструкции из-за протечек, вызванных неисправностями сетей водопровода, канализации и санитарно-технического оборудования.

5. **Влага**, которая попадает на деревянные элементы конструкций в результате **конструкционных ошибок**, допущенных при проектировании или в процессе строительства.

6. **Монтажная влага** попадает в конструкции зданий при их возведении. Количество такой влаги зависит от многих причин. Основные: местные климатические условия, время года, свойства строительных материалов, условия перевозки и хранения материалов на строительной площадке и т.п. Большое количество влаги может быть внесено в здание во время строительства, при использовании сырой древесины, применении кладочных растворов, бетонировании и др. Например, в 1 м^2 кирпичной стены толщиной 51 см содержится до 100 л воды; а 1 м^3 древесины влажностью до 23% при высыхании до влажности 10...12% выделяет до 10 л воды.

Сырая древесина в зданиях, просыхающая естественным путем, в течение длительного времени находится под угрозой загнивания. За этот период, если не были предусмотрены химические меры защиты, древесина, как правило, поражается домовыми грибами в такой степени, что конструкции приходят в полную негодность.

Несвоевременная укладка кровельных листов приводит к сильному намоканию утеплителя и элементов каркаса во время дождя. Влага, попавшая в минерало-ватные плиты утеплителя, удаляется из них очень медленно, что способствует поддержанию высокой влажности древесины в конструкциях длительное время, создавая условия для процесса гниения. Кроме того, намокший утеплитель теряет свои теплотехнические свойства, и зимой наблюдается промерзание плит.

7. Поверхностная конденсация – это осаждение водяных паров воздуха на охлажденных поверхностях конструкций, имеющих температуру ниже точки росы для водяных паров, содержащихся в воздухе данного помещения.

Конденсация водяного пара в толще конструкции (*внутренняя*) может быть:

1) *систематической*, когда пористая воздухопроницаемая конструкция разделяет 2 различные по температуре зоны с различным содержанием водяных паров в воздухе каждой из них.

Через такую конструкцию будет проходить перемещение и охлаждение теплого воздуха. По мере того как охлаждается перемещающийся воздух и водяные пары смешиваются с воздухом, заключенным в порах материала, начинается конденсация водяного пара внутри конструкции при достижении им температур ниже точки росы для данного насыщения воздуха парами. Вследствие этого происходит глубокое внутреннее увлажнение конструкций;

2) *дифференциальной*, которая вызывается температурным отставанием из-за различной тепловой инерцией материалов.

При резком переходе температур от пониженных к повышенным масса материала в конструкциях большого сечения не успевает прогреваться по всему объему со скоростью, равной повышению температуры окружающего воздуха из-за незначительной теплопроводности и большой теплоемкости конструкций. Этим обстоятельством вызывается температурное отставание. При одновременном повышении температуры воздуха, окружающего древесину, и его абсолютной влажности, которая обычно повышается параллельно температуре, водяные пары окружающего воздуха перемещаются вместе с теплым воздухом в массу древесины, где и происходит конденсация их в отстающей по температуре зоне.

Дифференциальную конденсацию можно наблюдать в деревянных элементах больших сечений (бревнах, брусках) даже при отсутствии атмосферных осадков в условиях континентального климата. Связанное с дифференциальной конденсацией образование внутренней гнили в бревнах и брусках – одна из главных причин замедления процесса высыхания, а в районах с влажным климатом – даже полного прекращения воздушной сушки лесоматериалов.

8.2. Конструкционная защита древесины при эксплуатации

Химические способы защиты древесины, безусловно, эффективны, но они не всегда могут быть применены по ряду причин. Например, ограничения в их применении возникают из-за определенной токсичности препаратов, из-за технологических и организационно-производственных сложностей обработки лесоматериалов, изделий и конструкций. Поэтому стремятся с максимальным эффектом использовать конструктивные методы защиты древесины.

Вероятность и скорость биоразрушения древесины в конструкциях зависят главным образом от температурно-влажностных условий, в которых она эксплуатируется. Как правило, в области конструкционной защиты древесины изыскивают простые и доступные меры по устройству либо тепло-, пароизоляции, либо вентиляции, а также обеспечению надежных стыков, защите от атмосферных воздействий и т.п., направленных на поддержание «сухого» режима. Отечественный и зарубежный опыт эксплуатации малоэтажных домов заводского изготовления показывает, что при соблюдении в процессе проектирования и строительства правил конструкционной противогнилостной профилактики эти дома могут служить длительное время.

Появляются новые типы индустриальных несущих и ограждающих конструкций, для изготовления которых используют древесину камерной сушки, плитные материалы. Эффективные утеплители, гидроизоляционные и герметизирующие материалы, с одной стороны, в значительной мере сняли остроту проблемы, а с другой – поставили ряд новых вопросов, связанных со спецификой проектирования и строительства зданий и сооружений с их применением. Так, например, широкое внедрение древесно-клееных конструкций при возведении зданий и сооружений потребовало разработки мер по предохранению их не столько от биоразрушения, сколько от расслаивания. При использовании древесно-плитных материалов для обшивок стеновых панелей, плит покрытий (перекрытий), а также в качестве основания под рулонную кровлю и полы требуется решать вопросы, связанные с защитой их от увлажнения и коробления. Кроме этого еще велика доля использования древесины как местного строительного материала при возведении сельхоззданий, индивидуальных домов, хозяйственных построек, навесов,

автодорожных мостов и т.п., строительство которых ведется, как правило, с использованием недосушенной или даже сырой древесины. Таким образом, вопросы конструкционной защиты древесины не только не потеряли сегодня своей актуальности, но приобрели большую остроту.

Значение конструкционной профилактики трудно переоценить, если учесть, что она в ряде случаев является единственной и достаточной мерой защиты деревянных конструкций от неблагоприятных эксплуатационных воздействий. **Конструкционная противогнилостная профилактика деревянных конструкций должна осуществляться во всех зданиях и сооружениях независимо от срока службы.**

Основные требования конструкционной противогнилостной профилактики:

1) предохранение древесины конструкций от непосредственного увлажнения атмосферными осадками, грунтовыми и поверхностными водами, а также от промерзания и конденсационного увлажнения;

2) систематическая просушка древесины конструкций путем обеспечения осушающего температурно-влажностного режима (вентиляция помещения);

3) применение для конструкций древесины, которая прошла атмосферную или камерную сушку (при влажности менее 18% грибы не развиваются).

Особое значение для сохранности конструкций имеет искусственная (камерная) сушка древесины. Ценность такой сушки заключается в том, что под действием высокой температуры древесина становится менее гигроскопичной и стерильной, так как гибель грибов наступает значительно быстрее при действии повышенных температур во влажном воздухе. Так, в воздухе с относительной влажностью 100% при температуре 65⁰С гибель мицелия настоящего домового гриба происходит в 3 раза быстрее, чем в сухом воздухе.

Сохранность строительных конструкций из древесины в течение длительного времени эксплуатации обеспечивают также правильный выбор материалов по теплотехническим показателям, специальная защитная обработка отдельных компонентов и изделий в целом и точное определение температурно-влажностного режима помещений. В табл. 8.1 приведены рекомендуемые теплотехнические показатели для соответствующих условий использования ограждающих строительных конструкций.

Рассмотрим подробнее защитные мероприятия в зависимости от особенностей конструкции и условий ее эксплуатации.

Таблица 8.1

Рекомендуемые теплотехнические характеристики для ограждающих конструкций в зависимости от расчетной наружной температуры

Расчетная наружная температура, °С	Показатели	Бесчердачные покрытия			Перекрытия			Наружные стены
		теплые	полутеплые	холодные	чердачные	над холодным подвалом	над проездом	
- 5	К	1,2	2,4	3,6	1,5	1,2	1,0	2
	R ₀	0,85	0,42	0,28	0,67	0,85	1,0	0,5
- 10	К	1,0	2,0	3,0	1,35	1,0	0,75	1,5
	R ₀	1,0	0,5	0,33	0,75	1,0	1,35	0,67
- 20	К	0,75	1,5	2,25	1,0	0,75	0,55	1,1
	R ₀	1,35	0,67	0,45	1,0	1,35	1,8	0,9
- 30	К	0,65	1,3	1,8	0,8	0,65	0,45	0,9
	R ₀	1,5	0,77	0,55	1,25	1,5	2,2	1,1
- 40	К	0,55	1,1	1,5	0,65	0,55	0,37	0,75
	R ₀	1,8	0,91	0,67	1,5	1,8	2,7	1,35
- 50	К	0,45	0,9	1,3	0,55	0,45	0,33	0,65
	R ₀	2,2	1,1	0,7	1,8	2,20	3,0	1,50

Примечания: 1. К – коэффициент общей теплопередачи ограждения, ккал/(м²·ч·°С), показывающий величину теплового потока через 1 м² площади ограждения (панели) в течение 1 ч при разнице температур в 1 °С.

2. $R_0 = \frac{1}{K}$, °С·м²·ч/ккал – сопротивление теплопередаче.

8.2.1. Перекрытия первых этажей.

Как известно, в зданиях чаще всего подвергаются гниению полы и перекрытия первых этажей, что связано с ошибками проектирования, строительства и эксплуатации (промерзанием цоколя, отсутствием гидроизоляции, плохой вентиляцией подполья, отсутствием подготовки под полы и т.п.).

По данным натуральных наблюдений, в зависимости от тех или иных конструктивных недостатков, допущенных при устройстве пола, влажность древесины в подполье может колебаться в течение года от 8 до

30 % и выше. Таким образом, влажность древесины и влажность воздуха благоприятствуют развитию дереворазрушающих грибов.

Профилактические мероприятия по защите полов и перекрытий первых этажей сводятся к следующему.

1. Устройство *цоколей с достаточным термическим сопротивлением.*

В строительстве малоэтажных домов преимущественно применяют сплошные цоколи из керамического кирпича. Данному условию соответствуют цоколи толщиной не менее 2 кирпичей, препятствующие чрезмерному охлаждению подпольного пространства.

2. При устройстве цоколей меньшей толщины (1...1,5 кирпича) происходит промерзание их зимой, температурно-влажностный режим в подполье резко ухудшается – развивается сырость, способствующая появлению на древесине дереворазрушающих грибов. Чтобы устранить чрезмерное охлаждение подполья, по периметру цоколя с внутренней стороны производят *утепляющую отсыпку* керамзитовым гравием.

3. Для отвода атмосферных осадков от цоколя необходимо предусматривать устройство *асфальтовой отмостки* шириной 75 см с уклоном 2%. Расстояние от отмостки до нижней кромки стены должно быть не менее 40 см, в противном случае брызги от стекающей с крыши воды будут попадать на стену и увлажнять ее.

4. В домах с полами по лагам в цокольной части предусматривают устройство *горизонтальной и вертикальной гидроизоляции.* Горизонтальную гидроизоляцию устраивают на 15 см выше отмостки и по верху цоколя, а вертикальную – по его боковой поверхности. Горизонтальная и вертикальная гидроизоляции должны быть соединены между собой. Горизонтальную гидроизоляцию выполняют из 2 слоев рулонного материала на битумной мастике (рубероид, изол, гидроизол), а вертикальную – путем нанесения на поверхность цоколя 2 слоев горячего битума.

5. Как при холодных, так и при теплых полах (рис. 8.2) перед их устройством срезают и *удаляют растительный слой земли.* Грунты насыпные или с нарушенной структурой перед устройством полов очищают от примесей древесно-строительного мусора и уплотняют ручными трамбовками. Для устройства насыпного слоя лучше брать глубинные грунты, так как они почти не содержат органических примесей.

6. *Конструкция пола* устанавливается в зависимости от структуры грунта (насыпной или с ненарушенной структурой), уровня поверхности грунта относительно уровня отмостки, уровня грунтовых вод.

7. Подполье с помощью *вентиляционных решеток*, устраиваемых в полах по углам каждой комнаты, или *щелевых плинтусов* должно сообщаться с комнатным воздухом. Эта мера направлена на выравнивание температур воздуха в помещении и подполье настолько, чтобы исключить

возможность образования конденсата на нижних поверхностях настила пола.

8. Конструкции цокольного перекрытия должны опираться либо на обвязку (панельный вариант), либо на кирпичные или бетонные столбики (щиты по балкам) через консервированные деревянные подкладки.

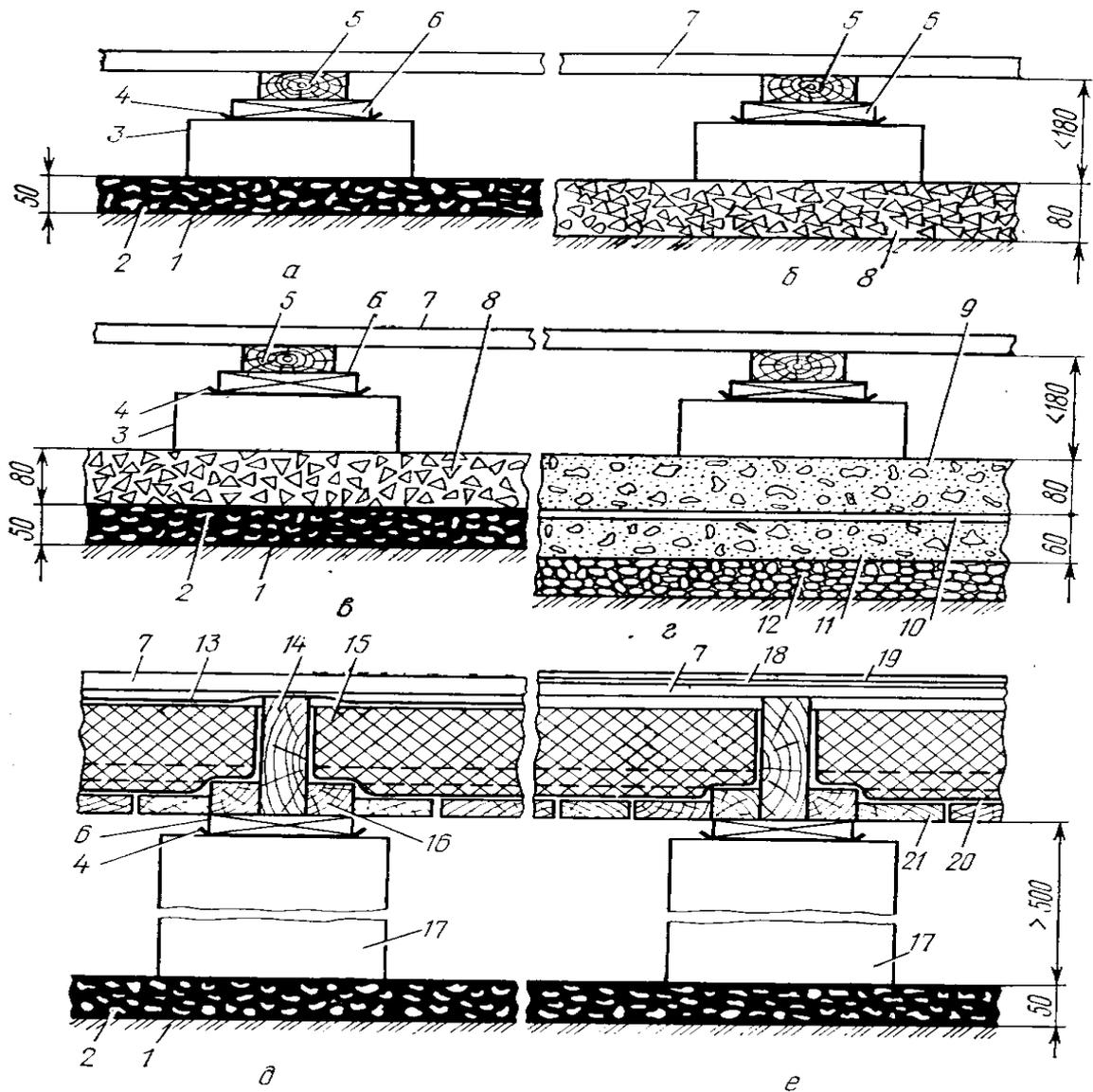


Рис. 8.2. Конструкции полов над утепленным (а...г) и холодным (д...е) подпольем: 1 – грунт основания; 2 – слой щебня с пропиткой битумом или дегтем; 3 – бетонная или кирпичная подкладка; 4 – гидроизоляция из 2 слоев толя на дегтевой мастике; 5 – лага; 6 – подкладка; 7 – доски пола; 8 – подстилающий слой из гравия или щебня; 9 – подстилающий слой из бетона марки 100; 10 – гидроизоляция (изол, гидроизол на прослойке из битумной мастике или толь на прослойке из дегтевой мастике); 11 – стяжка из бетона марки 100; 12 – щебень, втрамбованный в грунт; 13 – пароизоляция (синтетические пленочные материалы или толь); 14 – балка перекрытия; 15 – утеплитель; 16 – черепной брусок; 17 – бетонный или кирпичный столбик; 18 – ДВП марки Т-350 на клеющей мастике; 19 – линолеум или поливинилхлоридные плитки; 20 –

8.2.2. Стены

Конструкционная противопожарная профилактика стен, помимо связанной с устройством цокольной части здания, сводится к следующим основным приемам:

- устройство широкого (не менее 50 см) *свеса кровли*, защищающего стену от косога дождя или снега;
- оформление сопряжения стены с цоколем таким образом, чтобы плоскость стены выступала на 2...3 см наружу (*западающий цоколь*), что позволяет устранить скапливание атмосферной воды у нижней части стены;
- с этой же целью в нижней части стены устраивают *сливник*. При использовании наружных обшивок из древесно-плитных материалов и досок с вертикальным расположением сливник может быть образован напуском обшивки; а при использовании обшивок с горизонтальным расположением досок сливник устраивают из оцинкованной кровельной стали (рис. 8.3);
- в панельных стенах – применение *пароизоляционного слоя* и осушающего режима путем устройства *вентиляционных продухов*.

Панельные стены. Долговечность наружных стен, выполненных из панелей на основе древесины и древесно-плитных материалов, во многом зависит от обеспечения осушающего режима.

1. Стеновые панели должны обладать *теплоустойчивостью и сопротивлением теплопередаче, соответствующими данной климатической зоне*.

Взаимное расположение материалов в конструкции должно обеспечить постепенное падение упругости водяных паров воздуха, проходящего через толщу конструкций в направлении от более высоких температур внутри помещения к более низким температурам снаружи. В противном случае водяные пары конденсируются в толще стены и увлажняют не только утеплитель, но и древесину каркаса и обшивки. В результате снижаются теплозащитные свойства ограждения, начинается биоразрушение древесины, коробление обшивок и появление в них опасных влажностных напряжений.

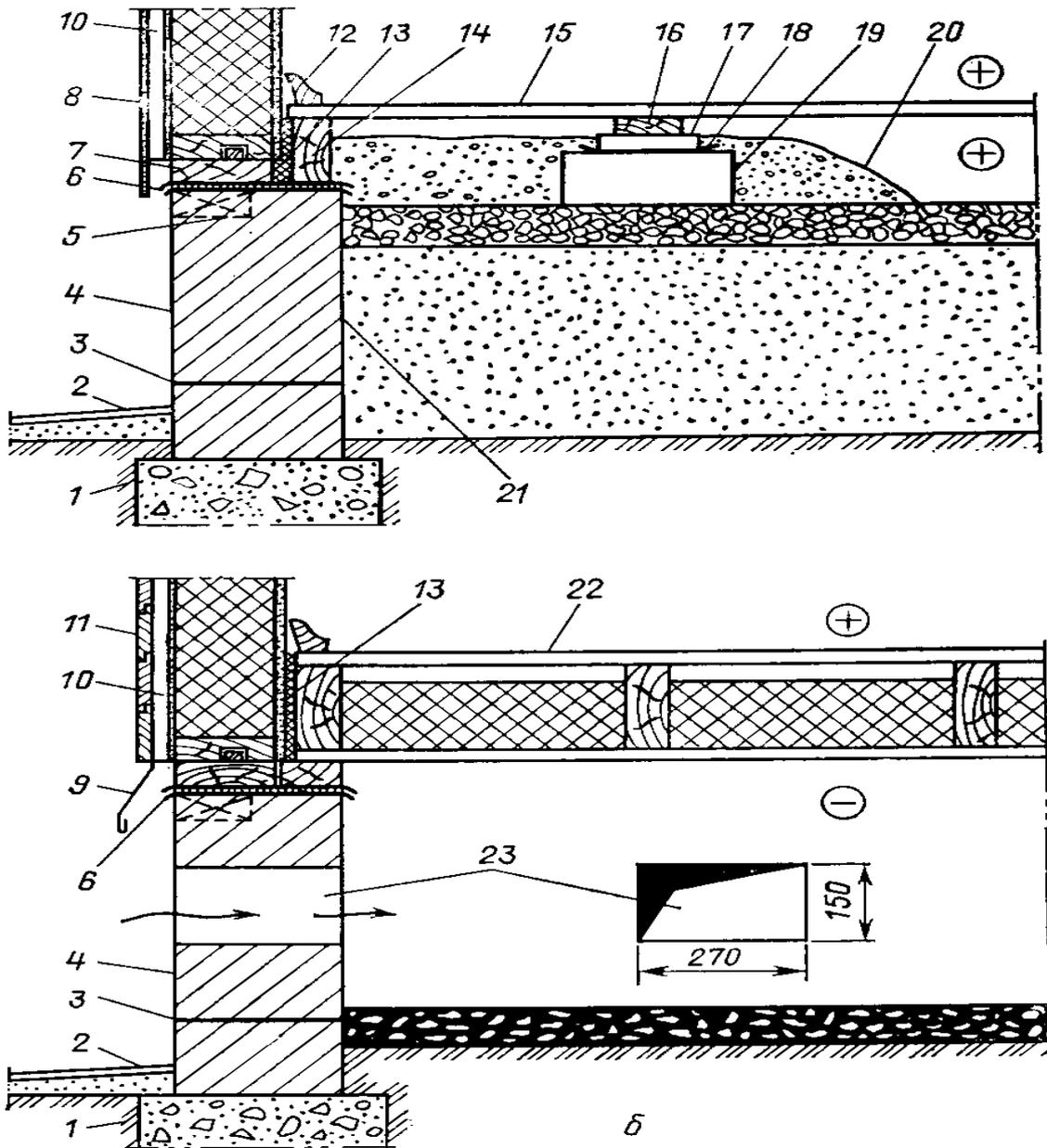


Рис. 8.3. Варианты устройства цоколя и сопряжения с ним стеновых панелей, холодного (а) и теплого (б) полов: 1 – фундамент; 2 – отмостка; 3 – гидроизоляция из 2 слоев рубероида или толя с прокладкой мастики; 4 – кирпичный цоколь; 5 – деревянная пробка; 6 – гидроизоляция из 2 слоев толя с термоизоляционной прокладкой между ними; 7 – обвязка; 8 – наружная обшивка (экран) из ДПМ; 9 – сливник из оцинкованной стали; 10 – вентиляционный продух; 11 – дощатая обшивка; 12 – плинтус; 13 – упругая прокладка; 14 – тепловой брус; 15 – покрытие пола; 16 – лага; 17 – подкладка; 18 – гидроизоляция из 2 слоев толя на дегтевой мастике; 19 – кирпичный или бетонный столбик; 20 – утепляющая засыпка; 21 – вертикальная гидроизоляция (обмазка горячим битумом 2 раза); 22 – панель цокольного перекрытия; 23 –

Избежать этого можно, разместив в панели со стороны помещения *пароизоляционный слой*. Необходимость устройства в панелях пароизоляции и вид ее устанавливаются расчетом. Часто в качестве пароизоляции используют *полиэтиленовую пленку*, которую укладывают между каркасом и внутренней обшивкой сплошным слоем (рис. 8.4). *Непрерывность пароизоляционного слоя* имеет существенное значение для влажностного режима ограждающей конструкции. Разрывы от ввода коммуникаций, укладка пленки в виде двух и более полотен без их сварки (склеивания) между собой и пр. могут резко снизить, а иногда и свести к нулю эффективность пароизоляционного слоя. Недопустимо укладывать в конструкции утеплитель, упакованный в полиэтиленовую пленку (в виде пакетов). При таком способе укладки утеплителя улучшаются санитарно-гигиенические условия при производстве работ, исключается возможность намокания утеплителя при монтаже, но получить непрерывный пароизоляционный слой невозможно. Между пакетами и ребрами каркаса остаются зазоры и неплотности, куда из помещения свободно проникают пары теплого воздуха. Древесина элементов каркаса в этом случае остается незащищенной от эксплуатационного увлажнения и не может быстро просыхать, так как находится в паронепроницаемой «рубашке» из полиэтиленовой пленки. Конденсат, образующийся зимой в зоне контакта пакетов с ребрами

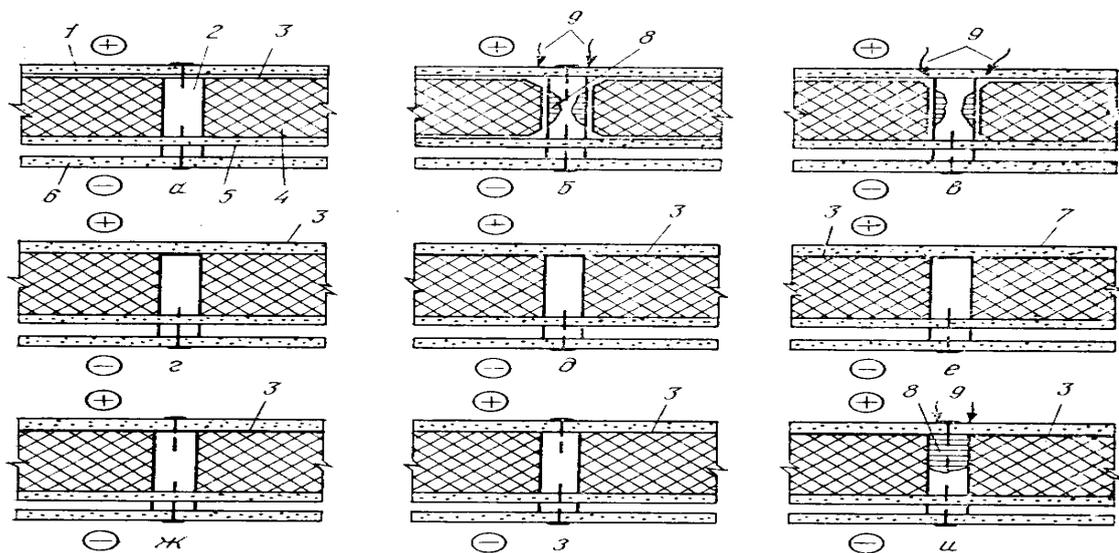


Рис. 8.4. Варианты устройства пароизоляции в стеновых панелях (а...в – пленочная; г...и – окрасочная, обмазочная): а, г, д, ж, з – **рекомендуемые**; б, в, е, и – **нерекомендуемые**; 1 – внутренняя обшивка; 2 – ребро каркаса; 3 – пароизоляция; 4 – утеплитель; 5 – наружная обшивка; 6 – экран; 7 – влагозащитное покрытие; 8 – очаги гниения; 9 – раскладка

каркаса, стекает вниз и, скапливаясь под пленкой, усугубляет положение. В результате в древесине каркаса и материале обшивки создаются условия, благоприятные для биоразрушения.

Более приемлема *окрасочная* или *обмазочная* пароизоляция. Непременное условие применения для пароизоляции окрасочных и обмазочных материалов – использование способов нанесения, гарантирующих равномерность распределения материалов по поверхности обшивки, постоянный расход на единицу площади поверхности и обеспечение требуемого сопротивления паропрооницанию в течение срока эксплуатации конструкции.

В панелях с обшивками из древесно-плитных материалов наиболее целесообразно применять окрасочную пароизоляцию, размещаемую на внешней поверхности внутренней обшивки. В этом случае пароизоляция выполняет также функцию покрытия, предохраняющего обшивку от увлажнения. В качестве такой пароизоляции могут использоваться покрытия на основе перхлорвиниловых, пентафталиевых и уретановых эмалей толщиной не менее 120 мкм (допускается применение других покрытий, обладающих достаточным для данной конструкции сопротивлением паропрооницанию, при необходимости к окрасочной пароизоляции могут быть приклеены обои с помощью клеев типа «Бустилат»).

Для обмазочной пароизоляции используют мастичные составы, например, резинобитумные, которые наносят на внутреннюю поверхность обшивок. Наносить покрытия на обе поверхности внутренней обшивки нежелательно, так как в случае использования на внутренней поверхности более мощного пароизоляционного слоя в материале обшивки, например, полиэтиленовой пленки, не исключено накопление влаги при эксплуатации.

4. Особое внимание следует обратить на необходимость устройства *осушающих продухов*, способствующих удалению из панелей парообразной влаги, проникающей из помещений. Осушающие продухи оказывают положительное влияние не только на влажностный режим ограждения, но и долговечность наружной обшивки.

Наилучшими теплотехническими характеристиками обладает вентилируемая панель (рис. 8.5). Отсутствие воздушной вентиляционной прослойки приводит к тому, что влага, диффундируя из помещения в полость панели и встречая на своем пути наружную обшивку, обладающую большим по сравнению с внутренней обшивкой сопротивлением паропрооницанию, накапливается в конце марта в виде инея вблизи наружной обшивки. С повышением температуры наружного воздуха иней тает, и, поскольку максимальное водопоглощение минераловатных плит менее 79%, часть воды стекает в нижнюю часть

панели, что приводит к дополнительному увлажнению древесины каркаса и обшивок.

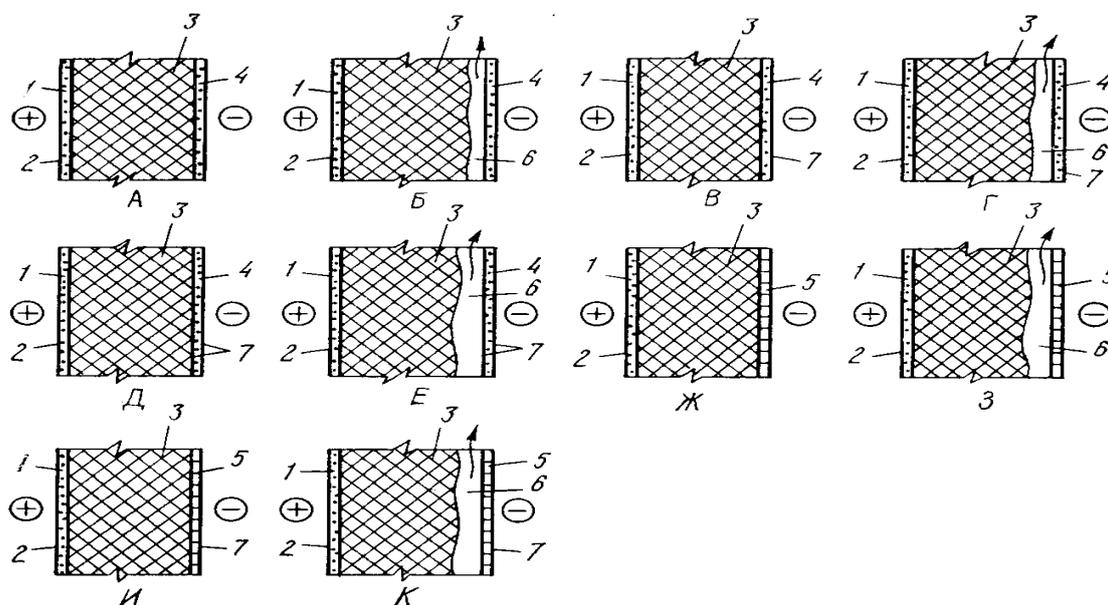


Рис. 8.5. Типы утепленных панелей с обшивками из ЦСП:

А, В, Д, Ж, И – неветилируемые; Б, Г, Е, З, К – вентилируемые;
 1 – внутренняя обшивка из ЦСП толщиной 10 мм; 2 – пароизоляционный слой (покрытие ПФ-115 толщиной 120 мкм); 3 – утеплитель толщиной 150 мкм; 4 – наружная обшивка из ЦСП толщиной 10 мм; 5 – то же, пропитанная петролатумом с поглощением 65 кг/м^3 ; 6 – воздушная прослойка толщиной 30 мм, сообщающаяся с наружным воздухом;

5. Традиционные массивные *ограждающие конструкции* (из легких бетонов) на фасадных поверхностях защищают покрытиями с хорошими гидрозащитными свойствами, но свободно пропускающими пары воздуха. К защитной обработке листовых и плитных материалов требования иные: покрытия не должны пропускать ни капельно-жидкую, ни парообразную влагу. Если эти требования не будут выполняться, то коробление обшивок будет неизбежно.

6. Когда обшивки панелей выполнены из древесно-плитных материалов, применяют любые конструкционные *меры по защите кромок плит* от увлажнения атмосферными осадками (рис. 8.6). При этом торцы плит рекомендуется дополнительно защищать влагостойкими составами (красками, эмалями, герметиками).

7. Сохранность наружных обшивок стеновых панелей зависит также и от способа их крепления к каркасу. Чаще всего обшивки крепят податливыми соединениями: гвоздями, шурупами или скобками (рис. 8.7). Эти крепежные элементы все же стесняют (иногда довольно значительно) влажностные деформации обшивок. Идеальным можно считать крепление обшивок с помощью раскладок и алюминиевых профилей. Такое решение в наибольшей степени отвечает условиям эксплуатации древесно-плитных материалов на открытом воздухе, так как не ограничивает свободных перемещений обшивок при влажностных деформациях и, кроме того, обеспечивает одновременно хорошую защиту кромок от дождя. Обязательное условие этого способа крепления – уплотнение пазов профилей мастиками или герметизирующими лентами.

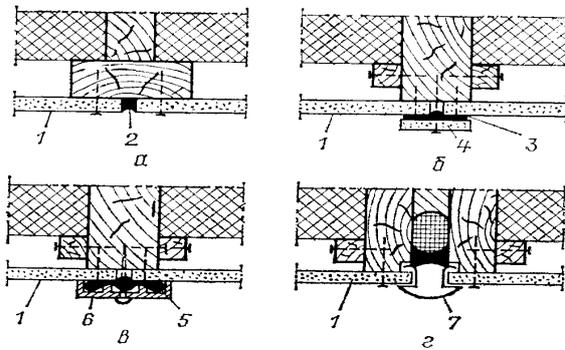


Рис. 8.6. Защита кромок листов наружной обшивки *а* – мастикой, *б* – герметизирующей лентой с плоским нащельником, *в* – эластичной прокладкой с профильным нащельником, *г* – нащельником из оцинкованной стали: 1 – наружная обшивка; 2 – герметизирующая мастика; 3 – лента Герлен-Т; 4 – нащельник плоский; 5 – эластичная прокладка; 6 – профильный алюминиевый нащельник; 7 – нащельник из оцинкованной стали

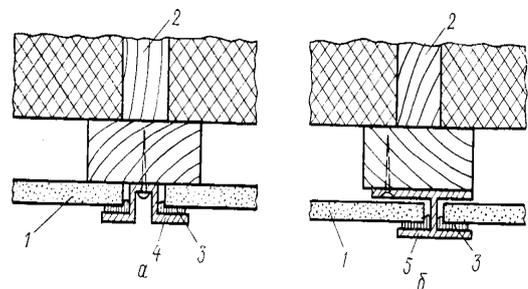


Рис. 8.7. Крепление обшивок из ДПМ с помощью профиля (*а*) и профильной раскладки (*б*): 1 – наружная обшивка; 2 – ребро каркаса; 3 – герметизирующая мастика; 4 – алюминиевый профиль; 5 – раскладка

8. В случае использования для наружной обшивки (экрана) досок устройство вентиляционного зазора между обшивкой и утеплителем также обязательно (рис. 8.8). *Воздушный зазор* устраивают так, чтобы исключить непосредственное попадание в него атмосферных осадков. Вентилирование осуществляется воздухом, поступающим под наружную обшивку с нижнего цокольного опорного узла. Поднимаясь вверх, воздух выходит наружу у карниза.

Толщину вентилируемой воздушной прослойки в наружных стенах малоэтажных домов принимают в пределах 19...25 мм.

Обшивку можно устраивать с вертикальным либо горизонтальным (рис. 8.9) расположением досок. Вертикальное расположение досок способствует более быстрому отводу воды, поэтому его предпочтительнее использовать для незащищенных фасадов без козырька над входными дверями.

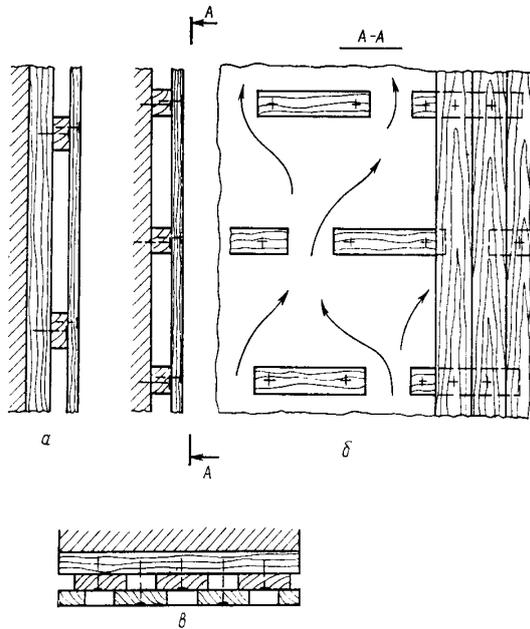


Рис. 8.8. Варианты крепления обшивки с вертикальным расположением досок: а – к обрешетке из вертикальных и горизонтальных брусков; б – к горизонтально расположенным

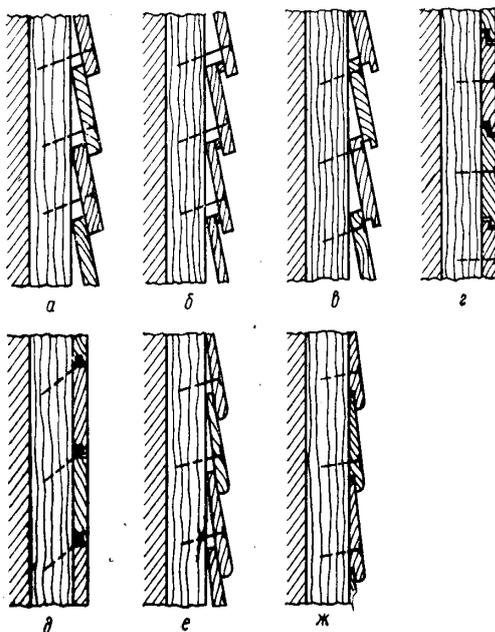


Рис. 8.9. Варианты крепления обшивки с горизонтальным расположением досок

Стены из бревен и бруса.

Основная причина преждевременного выхода таких стен из строя – их биоразрушение. Этому в значительной степени способствуют глубокие трещины усушки, являющиеся воротами для проникновения в глубокие слои древесины атмосферной воды и грибной инфекции, которые вызывают поражение внутренней зоны бревна или бруса.

По степени вероятности развития гнили трещины делятся:

- на активные, к которым относятся трещины, образующиеся в верхней четверти наружной стороны бревна;
- нейтральные, образующиеся на границе между активными и пассивными трещинами;
- пассивные, образующиеся в нижней четверти бревна.

При наличии активных трещин на незащищенных от попадания атмосферных осадков венцах развитие гнили неизбежно. Опыт показывает, что в домах из бревен и бруса чаще всего загнивание выводит из строя нижние венцы. Это происходит из-за прямого попадания на них атмосферных осадков, а также вследствие конденсации, которая наблюдается при укладке деревянных элементов крупных сечений

непосредственно на каменный цоколь без термоизоляционной прокладки между ними. Весной, когда амплитуда колебаний температуры наружного воздуха наиболее значительна, массивный каменный цоколь в дневное время прогревается намного медленнее, чем древесина. В результате в массе древесины по плоскости контакта с цоколем будет происходить конденсация водяного пара атмосферного воздуха. Следствием этого может быть внутреннее загнивание бревен нижнего венца.

Продлить срок службы бревенчатых и брусчатых стен можно за счет выполнения следующих мер.

1. Для отвода атмосферных осадков от нижней части стены во втором венце выбирают паз и вставляют в него *фартук* из кровельной стали (рис. 8.10). Фартук должен быть такой ширины, чтобы он нависал над цоколем не менее чем на 5 см (при наличии дощатой обшивки фартук можно заводить под доски обшивки).

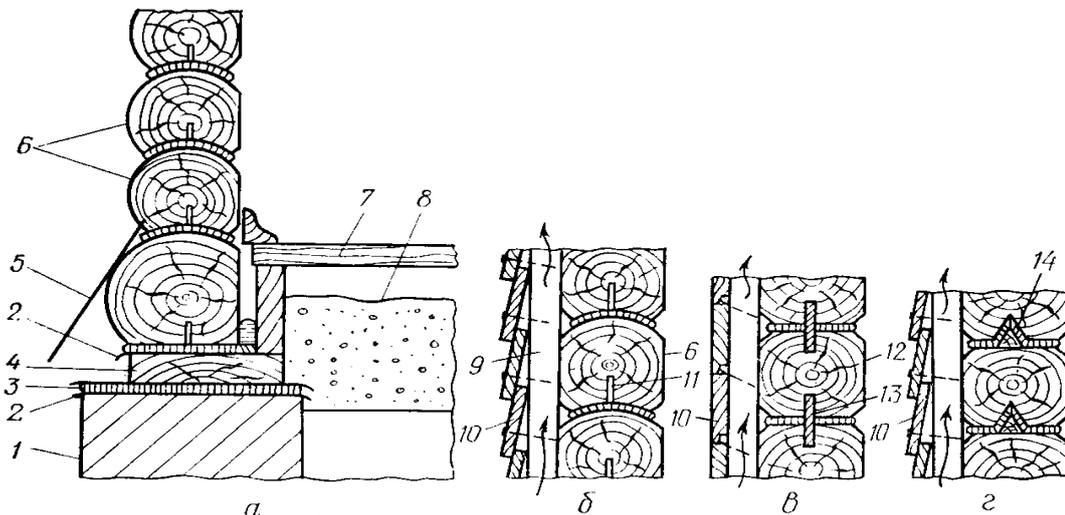


Рис. 8.10. Меры конструктивной профилактики при устройстве стен из бревен и брусьев: *а* – сопряжение нижней части стены с цоколем; *б* – стена из бревен с пропилами на одной грани; *в* – стены из брусьев с пропилами на двух гранях и рейками из антисептированной древесины или фанеры; *г* – стены из брусьев с треугольными пропилами на нижней грани; *1* – фундамент; *2* – рулонная гидроизоляция; *3* – термоизоляционная прокладка; *4* – деревянная подкладка; *5* – фартук из оцинкованной стали; *6* – венцы; *7* – доски пола; *8* – утепляющая засыпка; *9* – продух; *10* – доски обшивки; *11* – пропил; *12* – стеновой брус; *13* – рейка или фанера; *14* – треугольная рейка

2. С целью устранения образования конденсации в нижних венцах между ними и цоколем размещают *термоизоляционную прокладку* (антисептированный войлок, паклю и т.п.), заключенную между двумя

слоями рулонной гидроизоляции, затем укладывают законсервированную доску и еще один слой термоизоляции.

3. Для предотвращения образования глубоких трещин усушки на свежесрубленных бревнах, а также брусьях делают 1...2 *продольных пропила*. Укладку бревен и брусьев производят пропилом вниз. Пропилы предотвращают также продуваемость бревен при сильном ветре.

4. Для защиты стен от атмосферных осадков рекомендуется *обшивать стены досками*, располагая их *с зазором*. Зазор, образующийся между обшивкой и плоскостью стены, обеспечит хорошее проветривание и просыхание досок при эксплуатации.

5. *Обшивка досками торцов* брусьев или бревен, так как проникновение влаги через торец происходит в десятки раз быстрее и глубже, чем в поперечном направлении.

Несущие древесно-клееные конструкции. Длительными наблюдениями за изменениями эксплуатационной влажности древесно-клееных конструкций в зданиях с различным микроклиматом установлено, что клееная древесина увлажняется меньше, чем цельная. Клеевые швы тормозят проникновение влаги в клееный элемент, так как полости клеток древесины в зоне клеевого шва заняты затвердевшим клеем, к тому же гигроскопичность просушенной древесины несколько снижается под воздействием повышенных температур в процессе камерной сушки. Так, отмечено, что влажность элементов из массивной древесины в условиях повышенной влажности воздуха в помещении достигает 24% с сезонными колебаниями 5...6%. У клееных элементов периферийная зона толщиной 3...5 мм в период наибольшего влагонакопления увлажняется до 19...20%, высыхая летом до 13...14%.

Установлено, что на влажностное состояние клееных элементов (при эксплуатации в одних и тех же условиях) оказывает влияние толщина слоев. Так, минимальная влажность наблюдается в элементах со слоями в 20мм, максимальная – в 45 мм. В помещении со среднегодовой относительной влажностью воздуха около 85% влажность клееных элементов со слоями толщиной 20 и 45 мм держится на уровне 10...11 и 14...15% соответственно.

Обследования древесно-клееных конструкций, эксплуатируемых в отапливаемых и неотапливаемых зданиях, показывают, что выход их из строя в результате биоразрушения – явление исключительно редкое. В подавляющем большинстве случаев причины биоразрушения – местное переувлажнение древесины капельно-жидкой влагой (атмосферными осадками, попадающими на конструкции через поврежденную кровлю, или конденсатом, когда нет условий для последующей просушки древесины).

В зданиях, где наблюдается образование конденсата на покрытии, имеют место случаи загнивания несущих древесно-клееных конструкций в

местах соприкосновения с кровельными материалами и щитами, где проветривания древесины не происходит.

8.2.3. Перекрытия

В жилых домах используют 3 вида перекрытий: цокольные, межэтажные и чердачные. Условия эксплуатации их различны, поэтому и меры конструкционной защиты также имеют свои особенности для каждого вида перекрытий.

Общим для цокольного и чердачного перекрытий является необходимость утепления, так как они отделяют теплое помещение от холодного, а также требуют устройства пароизоляции.

Межэтажные перекрытия разделяют помещения с одинаковой температурой, поэтому они не нуждаются ни в утеплении, ни в пароизоляции.

Общим для цокольного и межэтажного перекрытий являются возможные источники увлажнения – бытовая влага и протечки в результате неисправности сантехнического оборудования.

Цокольные перекрытия. Наиболее распространенная конструкция перекрытия над проветриваемым подпольем представляет собой щиты, укладываемые по черепным брускам деревянных балок, с заполнением полости между покрытием пола и щитами минераловатными плитами или полужесткими матами на синтетическом связующем.

Цокольные перекрытия над проветриваемым подпольем устраивают с паронепроницаемой защитой чистого пола (полиэтиленовые пленки, толь и т.п.).

В конструкциях перекрытий с полами из линолеума, плиток ПВХ и из керамических плиток пароизоляционный слой по верху утеплителя можно не укладывать, поскольку эти материалы сами обладают высоким сопротивлением паропроницанию.

Межэтажные перекрытия. В перекрытиях балочного типа со щитовым накатом наибольшей опасности подвержены концы балок в местах опоры на наружные каменные стены, где они могут увлажняться монтажной влагой и конденсатом, выпадающим зимой на передней стенке опорного гнезда вследствие притока теплого воздуха из помещения.

Наибольшее распространение получила глухая заделка концов балок (рис.8.11), которая выполняется следующим образом. Торец балки скашивают под углом $60...75^{\circ}$, затем конец балки, включая торец, обрабатывают раствором антисептика или антисептической пастой на длину 50...75 см, после чего обработанные поверхности, исключая торцовую, гидроизолируют. Конец балки, подготовленный таким образом, укладывают в нишу каменной (кирпичной) стены так, чтобы между стенкой гнезда и торцом балки оставался зазор не менее 3 см.

Гидроизоляционный слой при этом должен выступать из гнезда в сторону помещения на 5...10 см. Гнездо со стороны помещения тщательно замуровывают и затирают цементным раствором для того, чтобы теплый воздух из помещения не проникал внутрь и не образовывал там конденсата при соприкосновении с более холодными наружными стенками гнезда.

При опоре деревянных балок на внутренние каменные стены гнезда могут быть открытыми (рис. 8.12). Подготовка концов балок в этом случае

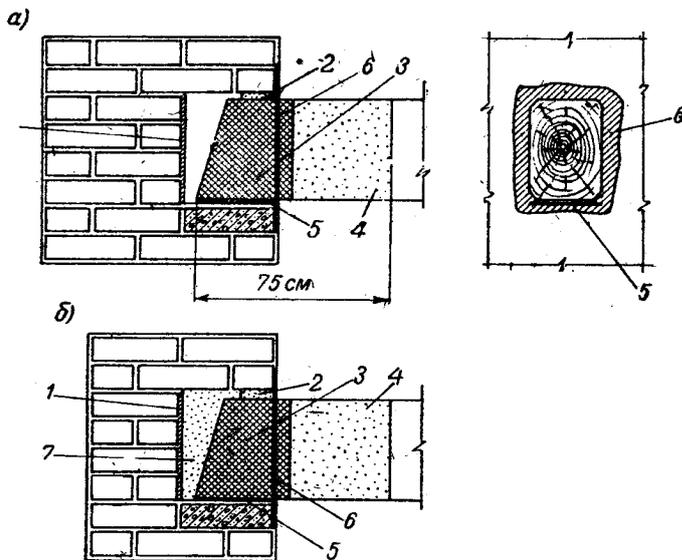


Рис. 8.11. Глухая заделка концов балок в наружные каменные стены *а* – при толщине стены в 2,5 кирпича; *б* - при толщине стены в 2 и менее кирпичей: 1 – затирка цементным раствором; 2 – заделка гнезда цементным раствором; 3 – обертка из рулонного материала; 4 – антисептическая паста; 5 – подкладка из рулонного материала; 6 – штукатурка цементным раствором; 7 - утеплитель

перекрытий – применение сырой или

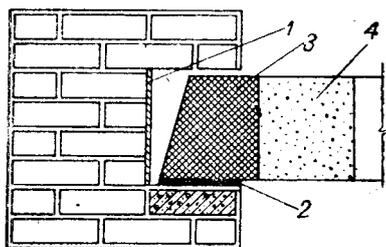


Рис. 8.12. Открытая заделка концов балок в каменные стены: 1 – затирка цементным раствором; 2 – подкладка из рулонного материала; 3 – обертка из рулонного материала; 4 – антисептическая паста

производится так же, как и при глухой заделке.

Значительно реже открытые гнезда применяют при опоре балок на наружные каменные стены (при толщине стен более 51 см, при влажности древесины балок более 25%). Поскольку открытые гнезда не замуровывают, они постоянно сообщаются с теплым воздухом помещения. Во избежание

конденсатообразования стенки гнезд со стороны каменной кладки тщательно утепляют, а изнутри гидроизолируют. При выполнении этих требований открытые гнезда будут вполне надежны.

Одна из причин загнивания межэтажных недостаточно высушенной древесины и отсутствия условий для ее просыхания. Обеспечить сушку деревянных элементов перекрытий можно с помощью *целевых* *плинтусов* (рис. 8.13). Плинтус состоит из 2 реек – верхней и нижней,

установленных между ними прокладок, которые образуют щель шириной 15...20 мм. После того, как древесина приобретет равновесную влажность (обычно через 2...3 года), щелевые плинтусы заменяют обычными.

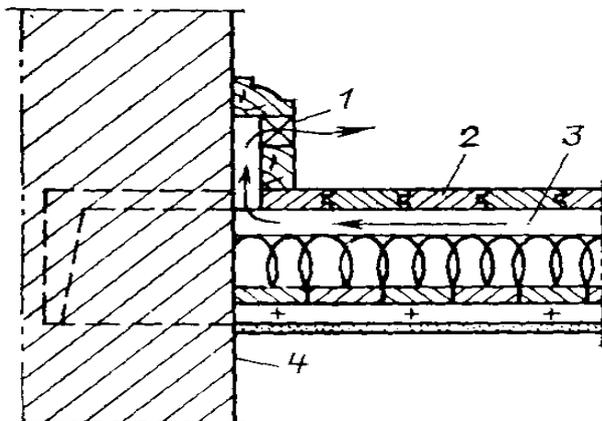


Рис. 8.13. Аэрация межэтажного деревянного перекрытия с помощью щелевых плинтусов: 1 – плинтус; 2 – доска пола; 3 – зазор; 4 – стена

Чердачные перекрытия. При устройстве перекрытий по балкам должны строго выполняться те же меры по защите концов балок, что и при устройстве межэтажных перекрытий. Кроме того, необходимо предусмотреть меры по предотвращению увлажнения деревянных элементов

перекрытий:

- атмосферными осадками, проникающими на чердак через неисправности в кровле;
- конденсатом, образующимся в толще перекрытия из-за промерзания (недостаточная толщина утеплителя, отсутствие или неправильное размещение пароизоляционного слоя).

В индивидуальном строительстве традиционный материал для утепления чердачных перекрытий – сухой, просеянный шлак (рис. 8.14). По шлаковой засыпке рекомендуется устраивать сверху стяжку из разбавленной песком глины толщиной 15...20 мм. Такая стяжка не препятствует удалению через утеплитель паров, проходящих через перекрытие снизу, и в то же время предохраняет утеплитель от случайного

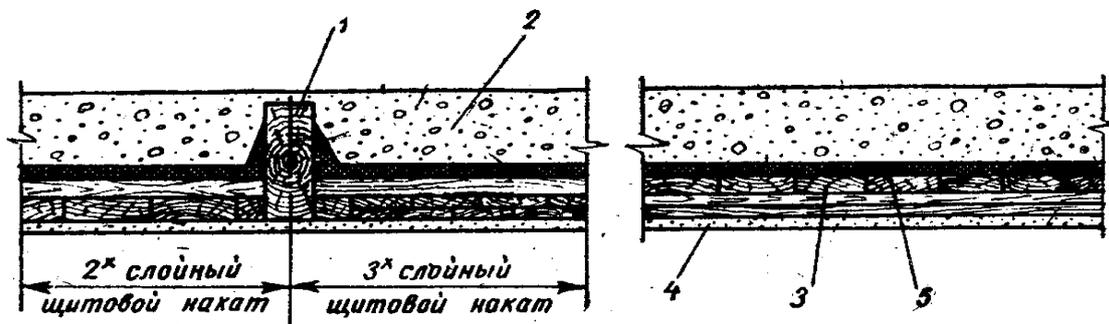


Рис. 8.14. Чердачное перекрытие с щитовым накатом: 1 – балка; 2 – шлак; 3 – сплошной несущий поперечный настил; 4 – штукатурка; 5 – смазка

увлажнения сверху.

Возможно использование перекрытий панельного типа, состоящих из древесно-плитной обшивки, пароизоляции и утеплителя. Наличие в плитах верхней обшивки резко снижает вероятность увлажнения утеплителя и деревянного каркаса капельно-жидкой влагой, капающей сверху. При этом верхняя обшивка должна иметь надежную защиту от биоразрушения. Влагозащитные покрытия на ее поверхности могут быть

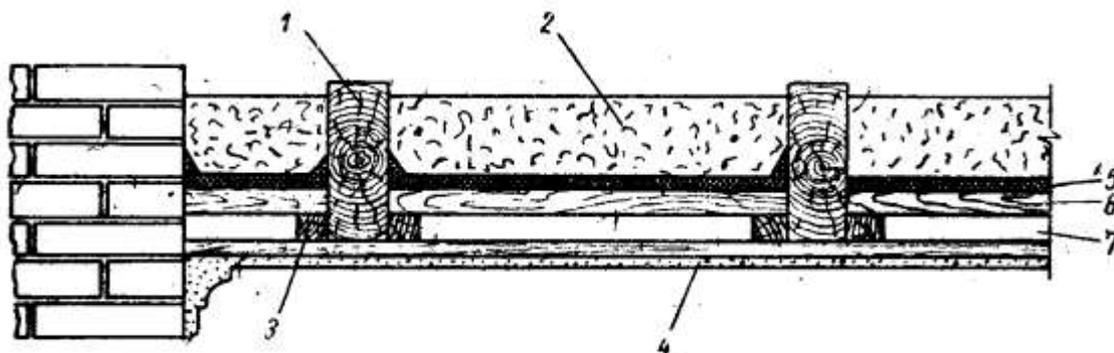


Рис. 8.15. Чердачное перекрытие с разрезным накатом: 1 – балка; 2 – шлак; 3 – черепной брусок; 4 – штукатурка; 5 – смазка; 6 – накат; 7 – зазор

допущены только в том случае, если плита снабжена вентиляционными продухами (рис. 8.15). Пароизоляционный слой размещают между внутренней обшивкой и утеплителем. Способы укладки пароизоляции и вид ее аналогичны используемым в стеновых панелях.

8.2.4. Стропильные системы

Эксплуатация древесины в условиях чердака намного лучше, чем в совмещенных покрытиях. При правильном устройстве вентиляции чердачного помещения древесина строительных конструкций находится в воздушно-сухом состоянии, и опасаться за выход ее из строя в результате загнивания нет оснований.

В практике строительства одна часть покрытия может решаться как совмещенная, а другая – с отдельной кровлей. Режим эксплуатации части покрытия с отдельной кровлей, которое можно рассматривать как чердачное, резко отличается от режима эксплуатации обычных чердачных помещений. В результате происходит опасное для древесины увлажнение не только влажным воздухом, но и конденсатом, выпадающим на нижней поверхности кровельных листов.

Сохранность элементов стропильной системы (ферм, стропил, стоек и т.п.) во многом зависит от температурно-влажностного режима в чердачном помещении.

Неплотности дверей и люков, ведущих в чердачное помещение, несут зимой теплый воздух с большим влагосодержанием, вызывая обильную конденсацию на холодных поверхностях кровли и элементах стропильных систем. Существенное влияние на температурно-влажностный режим чердачного помещения оказывает наличие там санитарно-технических систем (дымоходов, труб отопительной системы, вентканалов, газоходов и т.п.). В результате поступления тепла в чердачные помещения от различных источников температура там зимой на $4...8^{\circ}\text{C}$ выше температуры наружного воздуха.

Неудовлетворительный режим чердачных помещений главным образом связан с отсутствием должного воздухообмена. При кровлях из листовой стали и других плотных воздухонепроницаемых покрытиях естественная вентиляция чердака должна осуществляться через *щелевые продухи*, устраиваемые в карнизной части и по коньку крыши (рис. 8.16).

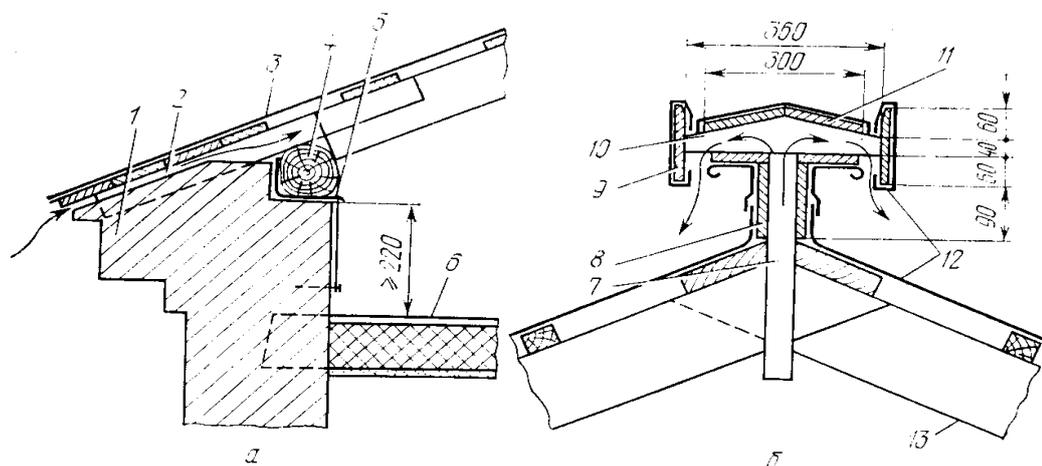


Рис. 8.16. Схема вентилирования чердачного помещения при помощи приточных (а) и вытяжных (б) продухов: 1 – наружная каменная стена; 2 – приточный карнизный щелевой продух; 3 – кровля; 4 – мауэрлат; 5 – гидроизоляция; 6 – чердачное перекрытие; 7 – стойка; 8 – обшивка из досок; 9 – отражатель из досок; 10 – кобылка; 11 – обрешетка коньковой щели; 12 – кровельная сталь; 13 – стропильная

Под коньковым продухом во избежание скапливания конденсата, который может образовываться при прохождении теплого воздуха, рекомендуется подвешивать воронкообразные лотки.

В карнизной части вентиляционные отверстия устраиваются в виде сплошной щели шириной 20...25 мм или в виде отдельных отверстий размером 200х200 мм, размещаемых в подкарнизной части чердачного

помещения равномерно по периметру стен здания и защищаемых с наружной

стороны сетками с ячейками 20x20 мм. Вдоль конька крыши вытяжное отверстие устраивают в виде сплошной щели шириной не более 50 мм.

При отсутствии щелевых продухов или при невозможности их устройства по каким-либо причинам проветривание чердаков в зимний период можно осуществлять и через слуховые окна. При этом интенсивность воздухообмена будет больше, чем при вентиляции через продухи и щели, теплотери жилых помещений при этом несколько увеличатся, что вызовет необходимость дополнительного утепления чердачного помещения.

Кроме организации надлежащего воздухообмена, необходимо предусмотреть следующие меры конструкционной противогнилостной профилактики:

- люки (двери), ведущие на чердак, устраивать двойными и плотно закрывать;
- термоизолировать размещенные на чердаке санитарно-технические устройства;
- вентиляционные стояки, проходящие через чердачное перекрытие, выводить выше крыши (рис. 8. 17).

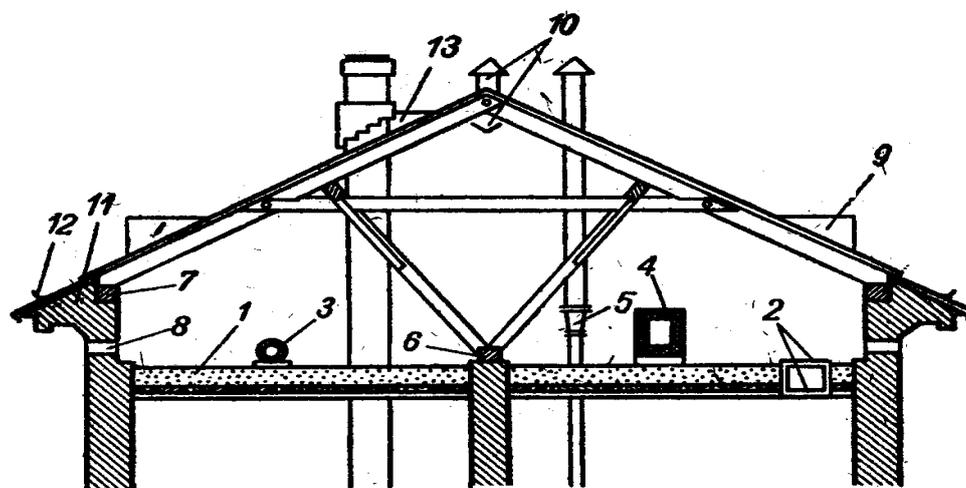


Рис. 8.17. Конструктивное оформление чердачного перекрытия, чердака и крыши: 1 – утепленные перекрытия; 2 – двойные люки; 3 – термоизолированные агрегаты центрального отопления; 4 – термоизолированные вентиляционные каналы; 5 – канализационный стояк, выведенный наружу; 6 – антисептированный и гидроизолированный нижний прогон;

7 – антисептированные и гидроизолированные мауэрлаты; 8 – вентиляционные окна; 9 – слуховые окна; 10 – отдушины; 11 – венчающие карнизы, покрытые кровельной сталью; 12 – водосточные желоба; 13 – распалубка

При применении в качестве несущих конструкций крыши деревянных ферм, в частности дощатых, в последнее время проектировщики размещают нижний пояс в слое утеплителя, что противоречит основным правилам конструкционной противогнилостной профилактики. Чердачное перекрытие в таких случаях рекомендуется делать подвесным с таким расчетом, чтобы нижний пояс ферм не доходил до утеплителя на 15...20 см.

Не допускается заделывать наглухо в каменную кладку опорные узлы ферм. Гнезда для опор ферм должны быть открытыми. Мауэрлаты, опирающиеся на наружные каменные стены, необходимо размещать выше уровня утеплителя чердачного перекрытия не менее чем на 3 ряда кирпичной кладки. Необходимо также предусмотреть антисептирование мауэрлата и изоляцию его от кладки рулонным гидроизоляционным материалом.

8.2.5. Совмещенные покрытия

Влажностное состояние древесины в таких конструкциях зависит от температурно-влажностного режима помещения, начальной влажности, момента ввода покрытия в эксплуатацию, вида кровельного материала, наличия вентиляционных продухов и ряда других факторов.

Для зданий с повышенной влажностью воздуха большое значение имеет, в какое время года они введены в эксплуатацию и какова начальная влажность древесины. В случае окончания строительства в осенний период и начала эксплуатации с наступлением холодов, покрытие в первый год эксплуатации не будет сохнуть, а лишь дополнительно увлажняться, что особенно характерно для покрытий с рулонной кровлей, которая обладает высоким сопротивлением паропрооницанию. В связи с этим период последующего высыхания древесины в покрытии до среднего влагосодержания, при котором возникает замедление естественной сушки, может не закончиться в течение одного летнего периода. Если при этом начальная влажность древесины была выше 20%, то опасность ее биоразрушения возникает в первый же год эксплуатации, особенно в районах с влажным климатом, где просыхание конструкции протекает очень медленно.

В сухом районе древесина с начальной влажностью 23% сохраняет вероятность биоразрушения в течение 1,5 лет эксплуатации, а с влажностью 16% - в течение полугода. Во влажном районе эти сроки возрастают соответственно до 7 и 5 лет, в течение которых поражение древесины неизбежно.

Совмещенные покрытия с кровлей из волнистых асбестоцементных листов имеют более благоприятный для древесины влажностный режим и

меньшую вероятность биоразрушения. Сушка древесины в таких покрытиях идет значительно быстрее, чем в покрытиях с рулонным ковром. Однако и в покрытиях с асбестоцементной кровлей влажность древесины в процессе эксплуатации может превысить предельно допустимую, что вызывается ошибками при проектировании и строительстве (негерметичные стыки, плохая пароизоляция, недостаточная толщина утеплителя и др.).

8.3. Защита конструкций при перевозке, хранении и монтаже

Конструкции и элементы из древесины, и древесно-плитных материалов поступают на строительную площадку уже защищенными от эксплуатационных воздействий (окрашенными, антисептированными и т.д.). Некоторые виды защитной обработки могут предохранить конструкции на время перевозки, хранения и монтажа от всех видов атмосферных воздействий, которым деревянные конструкции могут подвергаться в этот период. Например, конструкции открытых сооружений (опоры ЛЭП, шпалы, элементы мостов и др.), которые имеют, как правило, глубокую пропитку трудновываемыми антисептиками, не требуют дополнительной защиты на время перевозки, хранения и монтажа. Другие виды конструкций, например, эксплуатируемые внутри помещений, к внешнему виду которых предъявляются высокие эстетические требования (отделанные лаком, эмалью), требуют бережного обращения и хорошей защиты от воздействия атмосферных осадков и солнечных лучей.

Требуют защиты при перевозке, хранении и монтаже конструкции и их элементы, пропитанные водорастворимыми антисептиками, пастами и другими препаратами, которые могут вымываться из древесины.

Защита конструкций при перевозке. Прямолинейные конструкции и элементы при перевозке на дальние расстояния рекомендуется укладывать в плотные пакеты без прокладок. Пакеты укрывают водонепроницаемой бумагой или полимерной пленкой с трех сторон и крепят скрутками через деревянные прокладки или металлические уголки.

При перевозке обработанных водорастворимыми антисептиками или отделанных лакокрасочными покрытиями конструкций и их элементов по территории строительной площадки во время дождя их также следует укрывать рулонными или пленочными материалами.

Плиты покрытий и подвесного потолка перевозят в горизонтальном положении в плотных стопках по 8...10 шт. без прокладок, обеспечивая жесткость стопок. Стеновые панели перевозят в вертикальном положении. Если в панелях применен утеплитель, который при перевозке может сместиться, допускается перевозка панелей в горизонтальном положении.

При перевозке плит и панелей на большие расстояния используют контейнеры. В таких случаях целесообразно предусмотреть упаковку стоп в гидроизоляционный материал.

При перевозке на короткие расстояния панели и плиты можно защищать от атмосферных воздействий, укладывая поверх стоп щиты, обеспечивающие сток воды. С этой же целью на плиты покрытий под рулонную кровлю рекомендуется прямо на заводе-изготовителе наклеивать первый слой рулонного ковра.

Защита конструкций при складировании и хранении.
Конструкции как несущие, так и ограждающие, рекомендуется хранить:

- на базисных складах – в закрытых помещениях или под навесом;
- на перегрузочных и складах на объектах – под навесом или на открытых площадках.

Открытые площадки для хранения конструкций отводят на сухом месте и предварительно тщательно очищают от органических примесей (травы, щепы, мусора), а зимой – от снега, выравнивают и уплотняют. При планировке площадки необходимо обеспечить отвод грунтовых, талых и дождевых вод. Поверхность грунта на территории площадки обрабатывают 5...10%-ным раствором железного купороса с расходом 0,6...0,8 л/м² или другим антисептиком.

Несущие конструкции хранят в штабелях либо в рассортированном виде. Штабель укладывают на подстопные брусья, пропитанные трудновываемым антисептиком, и укрывают от атмосферных осадков покрытием из досок, асбестоцемента, рулонных гидроизоляционных материалов и др. Покрытия укладывают так, чтобы стекающая с них вода и косой дождь не попадали на конструкции. Укладка конструкций непосредственно на грунт не допускается.

Ограждающие конструкции (плиты, панели) хранят в проектном и близком к нему положении. При хранении на открытой площадке стопы с плитами или панелями укладывают на подстопные брусья и укрывают щитами, обеспечивающими сток воды.

8.4. Эксплуатационная профилактика загнивания деревянных конструкций

Для обеспечения длительной эксплуатации необходимо, чтобы полностью была исключена возможность увлажнения деревянных частей зданий. Данное требование выполняется за счет следующих мероприятий.

Кровли, водостоки, окна, системы вентиляции, канализации и водопровода должны быть в исправном состоянии. Железные кровли нужно красить через каждые 2...3 года. Ежегодно, не реже 1 раза, железную крышу и водосточные трубы надо очищать от листьев, хвои, пыли, так как в местах засорения получается застой воды, отчего кровли и трубы ржавеют и начинают протекать. Если кровля черепичная, по ней должны быть уложены ходовые доски с поперечными рейками для ходьбы при ремонте кровли и чистке дымовых труб.

Особое внимание необходимо обращать на вентиляцию помещений с повышенной влажностью, обеспечивая нормальную эксплуатацию кухонь, уборных, душевых, ванных и чердаков. Углы чердаков не следует заваливать хламом, который не только увеличивает пожарную опасность, но и способствует развитию дереворазрушающих грибов.

Необходимо создавать условия для достижения деревянными деталями в строительных конструкциях равновесной влажности. Если деревянные полы имеют значительные щели, то после окончательного высыхания досок (обычно не ранее чем через год после их настила) надо произвести сплачивание полов и простружку провесов. После этого можно покрасить полы масляной краской, которую по мере износа возобновляют. В течение первого года после настила полы только грунтуют и покрывают олифой. Категорически запрещается мытье вновь настланных полов, имеющих щели (до сплачивания). Допустима только протирка полов мокрой тряпкой.

Подготавливая отапливаемые помещения к зиме, следует, где это не обеспечено строительной конструкцией, утеплить цоколи, водопроводные трубы, окна и двери, защитить чердаки от заноса снега. Зимой нужно своевременно деревянными лопатами удалять с крыш снег и лед.

В жилых помещениях зимой во всех комнатах следует поддерживать одинаковую температуру, так как в противном случае в более холодных комнатах может образоваться конденсационная влага, которая весной явится причиной развития дереворазрушающих грибов.

8.5. Ремонт загнивших деревянных конструкций

Грибные поражения деревянных построек обусловлены чаще всего наличием трех причин:

- недостаточно качественной подготовкой пиломатериалов, поступающих в строительство (зараженность древесины, повышенная влажность и т.п.);
- несоблюдением основных правил строительной профилактики;
- нарушением требований по эксплуатации деревянных строений и исключением ремонтно-восстановительных мероприятий из обслуживания объектов.

Все деревянные конструкции должны обследоваться на поражение грибами и жуками. Тщательный периодический осмотр здания и своевременный текущий ремонт исключают необходимость капитального ремонта.

Существует много внешних признаков, которые заблаговременно и убедительно показывают, какая из конструкций находится под угрозой грибного поражения. При этом обследовании *необходимо установить причины поражения и выявить конструктивные дефекты*, приведшие к увлажнению древесины и ее загниванию, так как без исправления подобных дефектов восстановление конструкций в прежнем виде может нередко привести к возобновлению процессов загнивания деревянных частей и повторному их ремонту уже через 1...2 года. При предварительном обследовании намечают также способы химической защиты древесных материалов по каждой отдельной конструкции.

Противогнилостный ремонт можно разбить на следующие этапы:

- наружный осмотр;
- ликвидация источников увлажнения;
- вскрытие конструкций;
- ремонтно-восстановительные работы;
- дезинфекционные мероприятия.

Любое обследование зданий начинают с **наружного осмотра**, который дает возможность выявить многие дефекты скрытых конструкций, в том числе очаги грибных поражений. При наружном осмотре внимание уделяется всем визуально устанавливаемым дефектам здания. Детальное обследование здания начинают с подвала и заканчивают конструкциями кровли и крыши. Такой порядок целесообразен потому, что визуально устанавливаемые дефекты потолка помещения (водяные пятна, трещины штукатурки, прогибы и т.д.) указывают на грибные поражения конструкций вышележащего перекрытия.

Мокрый, влажный или имеющий водяные пятна цоколь фундамента свидетельствует о том, что фундамент увлажняют грунтовые или почвенные воды, вызывая гниение полов первого этажа.

Водяные пятна на наружных стенах здания сразу над цоколем показывают, что над цоколем нет гидроизоляции или она не действует, вследствие чего деревянные перекрытия не только первого этажа, но и второго находятся под угрозой грибного поражения.

Трещины в наружных стенах, отклонение стен от вертикали, дефекты балконов, минеральные «высолы» и водяные пятна, а также разрушения отделки фасадов могут быть причиной грибных поражений тех деревянных конструкций, которые сопряжены с дефектными участками стен.

Деформации, вздутия, отвалы и трещины штукатурки, отклонение стен от вертикали или нарушение их плоскостности свидетельствуют о том, что в деревянных стенках несущие конструкции разрушаются грибами.

Деформация наружных стен деревянных зданий, техническое состояние дощатой обшивки их и наличие летных отверстий говорят о необходимости ремонта.

Отклонение конька крыши от прямой линии или горизонтали является результатом грибных поражений стропил, стропильных ног, мауэрлатов и т.д.

Поэтажное обследование здания проводят, руководствуясь следующими признаками грибных поражений.

При массовом и длительном поражении деревянных конструкций в помещениях чувствуется затхлый запах. Иногда на досках пола появляются плодовые тела грибов.

При сильном разрушении конструктивных элементов перекрытия пол проседает, становится дряблым и шатким, причем эти явления прогрессируют.

Доски пола деформируются, щели между досками увеличиваются.

Если каменные стены по какой-либо причине увлажнены, сопряженные с ними деревянные элементы могут быть поражены грибами.

Водяные пятна на потолке помещения говорят о том, что на этих участках перекрытие вышележащего этажа поражено грибами.

Растрескавшаяся и отвалившаяся штукатурка потолка или перегородок свидетельствует о том, что деревянные конструкции разрушаются грибами.

Горизонтальная трещина штукатурки между потолком и деревянной перегородкой показывает, что в перегородке идет процесс биоразрушения.

Перекос дверных коробок указывает на то, что в перегородках или в перекрытиях есть биопоражение древесины.

При обследовании здания во всех участках, где обнаружены признаки грибных поражений, необходимо отбирать образцы древесины. Снижение прочности пораженного деревянного элемента можно определить по объемному весу образца.

Ликвидация источников увлажнения, вызвавших грибные поражения деревянных элементов, является основным мероприятием и должна быть выполнена до начала противогнилостного ремонта. В объем

этих работ входит устранение течи кровли, неисправности водосточных труб и желобов, санитарного оборудования, канализационной и водопроводной коммуникации, проникновения влаги через цоколь фундамента, неисправности балконов и т.д.

Вскрытие конструкций позволяет установить характер и объем грибного поражения, открывает доступ к пораженным элементам для их удаления или механической и химической обработки.

Обычно после вскрытия определяют, какие элементы подлежат удалению, а какие можно оставить в конструкции. Единственно правильное решение – полное удаление всех, даже незначительно пораженных деревянных элементов, и тщательное антисептирование оставленных в конструкциях здоровых элементов, а также новой древесины. В противном случае нет гарантии сохранности конструкций.

На практике чаще всего делают выборочный противогнилостный ремонт, когда из конструкций удаляют только сильно разрушенные (с потерей несущей прочности более 40%) деревянные элементы. Остальные оставляют в конструкциях при обязательном условии их антисептирования. Опыт показывает, что во многих случаях после такого ремонта через год- другой в том или ином элементе снова обнаруживается присутствие биоразрушителей.

Пораженные грибами элементы деревянных конструкций необходимо удалять полностью независимо от степени их поражения совместно со здоровыми на вид участками конструкций на расстоянии 50 см от зоны поражения.

При условии последующего усиленного антисептирования пораженную древесину можно оставлять в конструкциях в следующих случаях:

- при сплошном массовом поражении несущих элементов, когда полная их разборка экономически нецелесообразна. В таких случаях необходимо усилить отдельные элементы конструкций;
- при очаговом поверхностном поражении межэтажных и чердачных перекрытий, доступных для механической и химической обработки без полной разборки конструкций. При этом также может потребоваться укрепление и усиление несущих элементов. Загнившие наружные слои деревянных элементов удаляют обтесыванием.

Влажность древесных материалов, используемых при ремонтных работах, не должна быть более 20...23%. Содержание влаги в мелких строительных деталях (нагилях, вкладышах, шпонках) не должно превышать 15%.

После удаления разрушенной грибами древесины все оставленные конструктивные элементы тщательно очищают от загрязнений, грибных образований и т.д. Кроме того, тщательно удаляют все остатки грибных образований с каменной кладки, металлических элементов и т.п.

При удалении из ремонтируемых помещений пораженную древесину дезинфицируют 5%-ным раствором медного купороса, укладывают в ящик с крышкой, который выносят из помещения. Гнилую и пораженную древесину уничтожают сразу же после ее удаления путем сжигания на кострах или в топках. Ни в коем случае нельзя использовать пораженную древесину в качестве топлива в домах, хранить ее на дровяных складах или в хозяйственных постройках.

Несгораемые материалы (засыпки, штукатурку и т.п.) вывозят на свалку за пределы построек и засыпают слоем земли толщиной не менее 0,5 м, предварительно обработав антисептиком.

Химическая обработка только части древесных материалов, которые укладывают в постройку, не обеспечивает надежной защиты древесины от загнивания, равно как и распространенный способ антисептирования только поверхностей этих материалов водными растворами фтористых солей. Следует применять пропитку под давлением, в горяче-холодных ваннах или антисептическими пастами, применение которых при ремонтных работах легко осуществить.

При ликвидации возникших очагов загнивания следует с чердачных и межэтажных перекрытий полностью удалять увлажненные засыпки и после предварительной просушки древесины основной конструкции укладывать новую засыпку, а в ответственных случаях добавлять к ней антисептик. Возобновляемые засыпки не должны содержать органические примеси.

Участки конструкций, примыкающих к пораженным, а также рабочий инструмент по окончании ремонтных работ подвергают дезинфекции раствором антисептика. Обработанные деревянные элементы до закрытия конструкции должны быть просушены.

Поверхность каменных или кирпичных стен, находящихся в контакте с пораженной древесиной, надо прокалывать паяльной лампой с соблюдением мер противопожарной безопасности или же обработать 1...2 раза раствором антисептика.

Приступать к замене пораженных элементов конструкций новыми можно только после удаления пораженной древесины и мусора, после антисептирования конструкций, контактирующих с пораженной древесиной, и просушки вскрытой конструкции. Нельзя завершать противогрибковые ремонтные работы, если в помещении еще имеются остатки пораженной грибами древесины. Перед заделкой вскрытых частей конструкций рекомендуется дезинфицировать помещение парами формалина.

Древесину, вновь употребляемую в дело, консервируют.

Для химической обработки концов деревянных балок, заделанных в стены, можно применять метод уколов или просверливания отверстий. Для

полной пропитки балки необходимо влить 3,5...4 л антисептического раствора.

Качество защитных мероприятий должно систематически контролироваться. Оценка качества проводится с учетом:

- полноты и тщательности очистки конструкций от пораженной грибами и жуками древесины и мусора, а также дезинфекции вскрытых частей конструкций;
- качества химической обработки древесины (глубины проникновения антисептика в древесину, отсутствия пропусков, обработки торцов и врубок), наименования и расхода антисептиков;
- качества обезвреживания изъятых материалов;
- влажности конструкций;
- качества засыпки перекрытий;
- качества работы вентиляционных устройств.

8.6. Соотношение между химическими и конструктивными мерами защиты древесины

Почти любую строительную деталь можно защитить лишь конструктивными мерами без применения химических средств или, наоборот, только с их использованием. Однако эффективная защита большинства объектов может быть осуществлена лишь при сочетании конструктивных и химических мер при оптимальном для каждого условий 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;
- возможности применения конструктивных или химических мер защиты;
- экономическим соображениям.

Химические меры обязательны в случаях контакта древесных конструкций с грунтом и водой или при атмосферном увлажнении, когда конструктивные меры не способны обеспечить необходимую степень защиты.

Химическая защита деталей и узлов, загнивающих под влиянием конденсационного увлажнения или при контакте с влажными

строительными материалами, является в известной степени *страховой* 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 сочетания химических мер защиты с более простыми и дешевыми конструкционными мерами.

Химические средства являются *излишними*, когда конструкции построены из сухой древесины и им не угрожает увлажнение. Исключение составляют условия, когда древесина может быть разрушена насекомыми.

8.7. Технологические основы защитной обработки строительных лесоматериалов и конструкций

Химическая защита деревянных изделий, в том числе строительных элементов конструкций, обеспечивает значительное увеличение сроков службы объектов и сохранение начальных свойств лесоматериалов. Пожалуй, единственным препятствием для широкомасштабного антисептирования продукции строительного назначения является токсичность применяемых препаратов и связанное с ней действие на человека. Для обработки элементов деревянных домов применяют водорастворимые, маслянистые и растворимые в органических жидкостях химикаты.

Технология пропитки подбирается с учетом геометрических параметров и физико-химических характеристик обрабатываемых лесоматериалов, выставленных требований к качеству и глубине насыщения древесины защитным продуктом, свойств и процедурных возможностей препарата, а также условий эксплуатации строений. Для консервирования элементов деревянных домов заводского изготовления пропитку часто осуществляют *способом горяче-холодных ванн*, не представляющим значительных технических сложностей; и *пропиткой под давлением в автоклавах*, которая обеспечивает больший эффект защищенности древесины вследствие глубокого и равномерного распределения солей в толще материала. Однако технико-технологическое обеспечение процесса в последнем случае усложняется весьма значительно, а сама процедура обработки требует высокой точности регулирования и управления параметрами состояния среды, материала и оборудования. Как правило, способ автоклавной обработки рекомендуется для наиболее ответственных конструктивных элементов, работающих при жестких и интенсивных разрушающих воздействиях. *Поверхностная защитная обработка* деревянных заготовок и элементов строительных конструкций достаточно широко используется в индустриальном домостроении.

Строительные конструкции по уровню опасности и характеру загнивания могут быть выделены в 4 группы, и для каждой из них имеются свои рекомендации по защитной обработке.

1. Конструкции, работающие в условиях постоянного вымывающего действия воды. К ним относятся деревянные основания сооружений (сваи), защитно-ограждающие конструкции, работающие в водной среде, грунте и т.п.

Рекомендации:

- глубокая пропитка маслянистыми и трудновымываемыми препаратами.

2. Конструкции, находящиеся в среде постоянного увлажнения. Это деревянные основания сооружений, расположенные в земле, но выше переменного уровня грунтовых вод, конструкционные элементы стен, полов, перекрытий, находящиеся в непосредственной близости от земли и пребывающие в режиме практически постоянного увлажнения.

Рекомендации:

- использовать способы, обеспечивающие консервирование древесины, и применять трудновымываемые антисептики;
- при использовании вымываемых антисептиков обеспечивать обработанные элементы строений гидроизоляционной защитой.

3. Конструкции с периодическим увлажнением, работающие в условиях различных температурно-влажностных режимов сезонного характера (концы деревянных балок, нижние венцы бревенчатых и строений из бруса, лаги, настилы полов).

Рекомендации:

- использование конструктивных решений, которые исключают попадание строительных элементов в условия постоянного увлажнения и обеспечивают режим эксплуатации в воздушно-сухом состоянии;
- обработка деталей конструкций водорастворимыми антисептиками с высокой концентрацией защитного препарата;
- применение гидроизолирующих прокладок.

4. Конструкции с временным длительным увлажнением (стены, полы, перекрытия, перегородки), содержащие определенное количество влаги, способствующей появлению признаков грибного поражения древесины в течение первых двух-трех лет после сооружения объекта.

Рекомендации:

- антисептическая защита деревянных элементов в виде неглубокой поверхностной пропитки, предохраняющей от загнивания лишь на период времени, достаточный для полной просушки конструкции;
- применение вымываемых антисептиков.

Учитывая особенности группирования объектов, условия строительства и эксплуатации деревянных домов, необходимо индивидуально подходить к проблеме обеспечения защиты древесины и решению технологических задач в этой области. Для получения различной степени защиты, антисептирования или консервирования следует назначать определенные нормы расхода антисептиков на 1 м² поверхности или 1 м³ материала, рационально использовать препарат и применять наиболее эффективные для конкретных условий способы и средства обработки (табл. 8.2).

Общие рекомендации по выбору способов и средств обработки конструкционных строительных материалов с целью обеспечения их долговечной защиты от разрушающего воздействия факторов среды и условий эксплуатации объектов приведены в табл. 8.3.

Подбор материалов для защитной обработки древесины, используемой в конструкциях и изделиях, выполняют также с учетом требований по качеству и эффективности защиты, санитарно-экологической чистоте продукта и технологической применимости антисептиков и антипиренов в конкретных условиях производства, строительства и эксплуатации объектов.

Таблица 8.2

Основные способы антисептической обработки, нормы расхода антисептика

Условия применения	Основные антисептические составы	Норма расхода	
		Наименование антисептика	Количество
А. ПОВЕРХНОСТНАЯ АНТИСЕПТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА			
<i>I. Влажное антисептирование</i> (удержание антисептика, г/м ²)			
1	2	3	4

<p>Применяется при кратковременных монтажных увлажнителях, главным образом для невыдержанного «мелкого» лесоматериала, когда ему обеспечены быстрое высыхание в конструкции и сухой режим по окончании строительства. Производится опрыскиванием из гидропульта или обмазкой кистями за 2 раза с перерывом в 15 мин</p>	<p>а) 3%-ный водный раствор фтористого натрия;</p>	Фтористый натрий	24
	<p>б) 3%-ный водный раствор фтористого натрия, приготовленный из кремнефтористого натрия и кальцинированной соды;</p>	Кремнефтористый натрий	20
	<p>в) 3%-ный водный раствор фтористого и кремнефтористого натрия, взятых в пропорции 3:1;</p>	Фтористый натрий	18
	<p>г) 4%-ный водный раствор динитрофенолята натрия;</p>	Кремнефтористый натрий	6
	<p>д) 15%-ный водный раствор парофазной фенольной смолы;</p>	Динитрофенол	32
<p>е) 3%-ный водный раствор фтористого натрия со фтористым аммонием</p>	Фенольная парофазная смола	140	
			19,4
II. Усиленное влажное антисептирование (удержание антисептика, г/м²)			
<p>Применяется для поверхностного антисептирования элементов, высыхание которых в конструкции может быть затруднено или для которых не может быть обеспечен непрерывный сухой режим при эксплуатации. Производится опрыскиванием из гидропульта или обмазкой кистями за 2 раза с перерывом в 2—3 ч</p>	<p>а) 10% - ный водный раствор фтористого натрия со фтористым аммонием</p>	Кремнефтористый натрий	65
	<p>б) 5% - ный водный раствор оксидифенолята натрия</p>	Оксидифенил	35
	<p>в) 5% - ный водный раствор пентахлорфенолята натрия</p>	Пентахлорфенол	37

Продолжение табл.8.2

1	2	3	4
III. Антисептическая обработка вымачиванием в ваннах (поглощение раствора антисептика, л/м³)			
<p>а) В холодных ваннах с водным раствором антисептика («холодные водные ванны» и «усиленные холодные водные ванны»)</p>			

<p>Применяется для массового антисептирования элементов мелкого или среднего сортамента, обладающих повышенной влажностью или первоначально сухих, но подверженных монтажным увлажнениям, а также элементов, которым не может быть обеспечено быстрое высыхание в конструкции (накаты, брусья сборных конструкций и т. п.). Выдержка в ванне не менее 15 мин; рекомендуется 1 1/2—2 ч и более</p>	<p>Нормальные или концентрированные водные растворы антисептика, указанные в пунктах I и II</p>	<p>Пропиточный состав (водный раствор)</p>	<p>0,5-0,7</p>
<p>б) В горячих ваннах с водным раствором антисептика («горячие водные ванны» и «усиленные горячие водные ванны»)</p>			
<p>Применяется в тех же случаях при выдержке в ваннах не менее 15 мин; рекомендуется 1,5—2 ч и более. При возможности выдержки в течение 4—8ч этот способ может быть применен наравне с горяче-холодными ваннами.</p>	<p>Водные растворы антисептиков, указанные в пунктах I и соотв. II</p>	<p>Пропиточный состав</p>	<p>0,6-1,0 1,25-1,75 до 2,5</p>
<p>в) В горячих ваннах с маслянистым антисептиком</p>			
<p>Применяется для неглубокой пропитки мелких деталей (шашек, торцовых полов, подкладок, вкладышей и т. п.), когда не может быть обеспечен достаточно сухой режим при эксплуатации; с выдержкой в ванне в среднем до 30 мин; рекомендуется 1,5—2 ч и более</p>	<p>Маслянистые антисептики 100%-ные (без разбавления)</p>	<p>Каменноугольное креозотовое масло</p>	<p>6-1,0 л/м² 60-65 л/м³ 1,25-1,75</p>

Окончание табл.8.2

1	2	3	4
<p>Б. КОНСЕРВИРОВАНИЕ (поглощение раствора антисептика, л/м³)</p>			
<p>I. Пропитка в горяче-холодных ваннах с нормальным или концентрированным водным</p>			

раствором или маслянистым антисептиком и выдержкой в каждой ванне не менее 1-2 ч			
Применяется для пропитки элементов, находящихся в условиях неустранимого увлажнения грунтовыми водами или грунтовой сыростью, а также в случаях периодического увлажнения: а) для среднего размера сортиментов б) для крупноразмерных сортиментов (круглых лесоматериалов)	Любой из перечисленных в пунктах 1 и II водных растворов антисептика, а также маслянистые антисептики 100%-ной концентрации	Водный пропиточный состав или каменноугольное креозотовое масло	100
	Те же антисептические составы		150
Примечание. Для крупных пиломатериалов поглощение раствора будет приближаться или быть меньше нормы, указанной для среднего сортамента			
в) для шашек торцовых полов, дощатых подкладок и других мелких деталей	Те же антисептические составы	Преимущественно каменноугольное креозотовое масло	180-190
II. Пропитка под давлением в пропиточных цилиндрах (автоклавах) на пропиточных заводах			
Применяется для крупных элементов, находящихся в условиях постоянного вымывающего действия воды или сырого грунта	а) Водные растворы антисептиков: 3%-ный раствор УЛТАНа 3%-ный раствор СЕНЕЖ; б) Маслянистые антисептики (каменноугольное креозотовое масло чистое или в смеси с зеленым маслом, мазутом и др.)	Водный пропиточный состав Каменноугольное креозотовое масло	80-150 в зависимости и от режима пропитки 80—150 в зависимости и от режима пропитки

Таблица 8.3

Способы защитной обработки различных деревянных конструкций и изделий

Конструкции и изделия	Способы защитной обработки
1	2
<p><i>Несущие конструкции</i> Фермы, рамы, арки, балки, стропила, обрешетки, мауэрлаты, наружные поверхности обшивок панелей (цельные и клееные): при влажности окружающей среды в период эксплуатации 75% и более</p> <p>при влажности окружающей среды в период эксплуатации менее 75%</p>	<p>Окраска влагозащитными материалами (пентафталевые, уретановые, перхлорвиниловые)</p> <p>Пропитка в ваннах растворами антипирена (50 кг/м³) и антисептика (2,5...3,6 кг/м³) с предварительным прогревом деталей</p> <p>Окраска влагозащитными материалами (пентафталевые и уретановые лаки, меламиноалкидные эмали) Поверхностная обработка комбинированным раствором защитных солей или пастами</p>
<p><i>Ограждающие конструкции</i> Детали каркаса и внутренних поверхностей обшивок клееных панелей</p> <p>Детали каркаса неклееных панелей и детали каркаса зданий, внутренняя поверхность обшивок и наружная поверхность обшивок под рулонным ковром</p> <p>Торцы и места соприкосновения деревянных несущих конструкций, свай, стоек, опор, частей сооружений и изделий с конструкциями из других материалов и между собой: лаги, доски для полов (снизу, по кромкам)</p> <p>Коробки оконных и наружных дверных блоков, подоконные доски</p> <p>Изоляционные и уплотнительные материалы преимущественно на растительной основе (пакля, войлок)</p>	<p>Поверхностная обработка комбинированными растворами антисептика повышенной концентрации (40 г/м²) и огнезащитными солями</p> <p>Поверхностная обработка комбинированными огнезащитными растворами солей с последующим нанесением атмосферостойких лакокрасочных материалов</p> <p>Обработка антисептическими пастами марок 100, 150, 200, 300</p> <p>Поверхностная обработка водными растворами антисептиков повышенной концентрации в местах соприкосновения с другими материалами. Обработка пастами</p> <p>Обработка водными растворами антисептиков из расчета 1,2...1,8 кг на 1 кг материала</p>

Технология защитной обработки древесины на предприятии, выпускающем продукцию строительного назначения или комплекты домов, как правило, достаточно хорошо отлажена и технически обеспечена. В основном, все работы выполняются на отдельном участке или в специализированном цехе (помещении) – от приготовления химического состава до товарной подготовки изделий. На рис. 8.18

приведен один из вариантов организации пропиточного участка для антисептической обработки древесины.

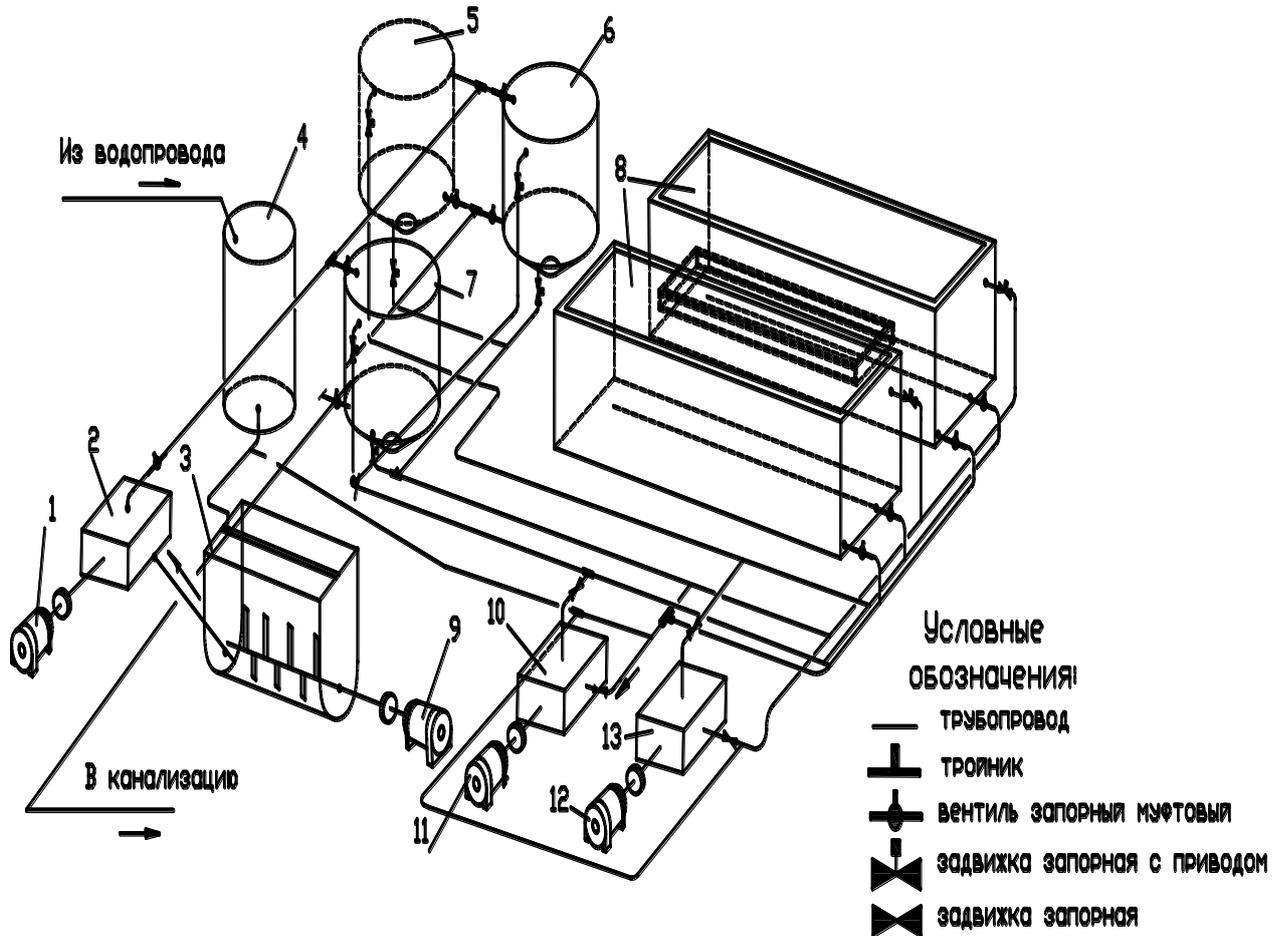


Рис.8.18. Схема организации пропитки древесных заготовок и пиломатериалов антисептиком на домостроительном предприятии: 1,9,11,12 – электродвигатели; 2 – центробежный насос, 3 – устройство для перемешивания компонентов антисептирующего состава; 4 – дозировочное устройство – мерник; 5 – емкость для теплого раствора; 6 – емкость для горячего раствора; 7 – емкость для холодного раствора; 8 – пропиточные ванны; 10, 13 – центробежные насосы

В данном случае процесс обработки осуществляется по способу пропитки материала в ваннах с изменяемым температурным режимом. Ванны представляют собой металлические емкости с плотно закрывающимися крышками и нагревательными устройствами, которые располагаются на дне и защищены от механических повреждений специальными ограждающими сетками. Подача растворов из емкостей в ванну осуществляется с помощью насосов через перфорированные трубопроводы. Горячий раствор откачивается из ванн насосом через трубу, установленную ниже пакета обрабатываемых деталей. Для удобства

работы, механизации погрузочно-разгрузочных операций и оперативности выполнения всех вспомогательных перемещений используют специальные контейнеры, устройства для их переноса в ванну и извлечения пакетов по окончании процесса обработки. Емкости, в которых создается технологический запас раствора, оснащены охлаждающими или нагревающими системами в виде змеевиков – теплообменников или радиаторных «рубашек». Примерные рекомендации по режиму обработки лесоматериалов в ваннах приведены в табл. 8.4. В зависимости от различных факторов, характеризующих сам объект обработки, используемое защитное средство и условия пропитки, параметры режима могут быть существенно изменены.

Таблица 8.4

Продолжительность выдержки деталей в пропиточной ванне

Толщина деталей, мм	Время выдержки деталей, мин, в ванне		Толщина деталей, мм	Время выдержки деталей, мин, в ванне	
	горячей	холодной		горячей	холодной
При влажности древесины до 20%			При влажности древесины более 20%		
До 25	30	30	До 25	45	45
25—50	45	45	25—50	60	60
От 50 до 100	60	До 75	От 50 до 100	75	75-90

8.8. Защитная обработка деревянных конструкций на объектах строительства

Антисептирование элементов строений может быть проведено непосредственно при монтаже объектов, если нет возможности выполнить защитную обработку заготовок, деталей и конструкций в пропиточных цехах. В этом случае применяют специальные пасты или водные растворы антисептиков. Препарат наносят на поверхность обрабатываемых заготовок равномерно с помощью гидропульты, кисти или специально предназначенного для этой цели устройства. Антисептическими пастами защищают, в частности, элементы из сырой древесины (влажность 35...50%) и детали строительных конструкций, увлажнение которых может происходить в процессе эксплуатации (балки, доски для покрытия пола, оконные и дверные коробки).

Если элементы строений будут подвергаться увлажнению, то, кроме покрытия их пастами, должна быть применена дополнительно гидроизоляция из нефтебитума, каменноугольного лака или других водоотталкивающих составов. Рекомендуемые антисептические пасты и их характеристики приведены в табл. 8.5.

Таблица 8.5

Антисептические пасты, применяемые для защитных покрытий деревянных конструкций и изделий

Вид пасты	Компоненты	Характеристика	Область применения
Паста антисептическая на каменноугольном лаке и фтористом натрии	Фтористый натрий, каменноугольный лак, каолин, вода	Темно-серого цвета, имеет резкий запах во время высыхания растворителя, не способствует коррозии металла	Для открытых деревянных поверхностей, выходящих непосредственно во внутреннее пространство помещений жилых и общественных зданий
Паста антисептическая на каменноугольном лаке и буре	Бура, каменноугольный лак, каолин, вода	То же	То же
Паста антисептическая на латексе, морозостойкая (ПАЛМ-Ф)	Фтористый натрий, эмульсия латекса морозостойкая, каолин, вода	Светло-бежевого цвета, не имеет запаха, не способствует коррозии металла, морозостойкая	Для открытых деревянных поверхностей, выходящих непосредственно во внутреннее пространство помещений и хранилищ
Паста антисептическая, экстрактовая, на фтористом натрии	Фтористый натрий, экстракт сульфитных щелочков или заменители - каолин	Не имеет запаха, не способствует коррозии металла, светло-коричневого цвета	Для мокрых фрезерованных наклонных и вертикальных плоскостей (во избежание стекания)
Паста антисептическая на поливинилацетатной эмульсии (ПАФ-ПВА)	Фтористый натрий, поливинилацетатная эмульсия, каолин, вода	Густая, вязкая масса светло-бежевого цвета, без запаха, неморозостойкая	Для открытых деревянных поверхностей, выходящих непосредственно во внутреннее пространство помещений
Паста латексная на буре	Бура, эмульсия латекса, каолин, вода	Светло-бежевого цвета, без запаха, не способствует коррозии металла, неморозостойкая	То же

После обработки конструкций и их фрагментов пастообразными антисептиками и гидроизоляционными составами проводится технологическая выдержка в оптимальных условиях среды для диффузионного продвижения антисептика в материал и высыхания слоя гидроизоляции.

Одним из наиболее простых способов защиты элементов конструкций в готовом или строящемся объекте является поверхностная обработка древесины водными растворами антисептиков. Нанесение защитного препарата на детали деревянных каркасов, обшивки со стороны утеплителя, настилы под паркет, строительно-кровельные конструкции и

т.п. осуществляется методом распыления (разбрызгивания) раствора по поверхности с помощью опрыскивателей и краскопультов. Обрабатываются преимущественно те конструкционно-строительные фрагменты, которые имеют повышенную влажность и, следовательно, предрасположены к загниванию. Такая защита является временной на срок 2...3 месяца (до просыхания элементов).

Технические параметры: концентрация препарата 8-10%; рабочая температура раствора 45-50°C; расход продукта при распылении 600-700г/м².

Для поверхностной защиты деревянных конструкций и обеспечения необходимой гидроизоляции применяют *окрасочные составы* специального назначения, фасадные эмали и водоотталкивающие покрытия (разд. 6.9).

Технология поверхностной обработки материалов и элементов конструкций в готовых строениях зависит от уровня требований по обеспечению пожарной безопасности объекта, применяемых огнезащитных составов и условий эксплуатации зданий и сооружений.

Типовые рекомендации к обработке состоят в следующем:

- рабочая температура поверхностно-пропиточных составов, паст, обмазок не выше 60°C;
- температура древесины от 10°C и выше, влажность воздуха – до 70%;
- влажность древесины – до 25%;
- при неоднократном послойном нанесении защитных составов на поверхности деталей периодичность покрытий от 4 до 12 ч.

8.9. Особенности защиты строений окрашиванием фасадных поверхностей

Под воздействием солнечного излучения и проникающей в древесину влаги происходят изменения, которые сопровождаются структурными разрушениями, появлением трещин, цветowych пятен и признаков действия грибов (плесень, синева и т.п.). Окраска деревянных конструкций и, в частности, фасадов зданий является одним из наиболее распространенных и эффективных способов защиты строений. Лакокрасочные покрытия дают также декоративно-художественный эффект. Условия окружающей среды, тип и свойства материалов для окраски, состояние древесины, характер ее обработки, наличие пороков и дефектов – все это влияет на качество покрытий, периодичность их обновления, расход ЛКМ и защищенность конструкций, например деревянных фасадов, от разрушающего воздействия факторов среды.

В обшивках фасадов деревянных строений и стеновых панелей используют преимущественно строганные пиломатериалы из древесины

хвойных пород, фанеру и древесные плиты. Во всех случаях выполнения фасадных покрытий древесина должна быть сухой и по возможности пропитанной грунтовочной краской, например, двухкомпонентной полиуретановой или эпоксидной.

Обработка поверхностей перед покраской, или **предварительная подготовка**, состоит в *очистке от загрязнений* и защите лицевого слоя материала, обеспечении различными способами хорошей впитываемости и адгезионной способности грунтовочного состава и краски. Если на поверхности имеются следы плесени, окрашивания древесины развивающимися в ней микроорганизмами и т.п., то проводится промывка водой, водным 2%-ным раствором гипохлорида или отбеливателем с последующей сушкой конструкций перед покраской. Необходимо учитывать, что многие грунтовки нового поколения уже содержат в своем составе антисептические компоненты.

При использовании гвоздевых креплений для обработки имеющихся снаружи шляпок применяют антикоррозионную краску.

Для обновления лакокрасочных покрытий на деревянных фасадах строений необходимо очищать поверхность от шелушащейся и отторгнутой краски шлифовальной шкуркой, скребком, стальной щеткой или другим механическим инструментом. Когда старая поверхность не повреждена, ограничиваются удалением пыли и промывкой поверхностей водой. В случаях применения специальных химических средств для удаления краски после обработки поверхности проводится тщательная промывка водой, ополаскивание и сушка в течение 4-8 недель.

Грунтование поверхностей под покраску является обязательной и высокоэффективной подготовительной процедурой, цель которой – защита древесины перед нанесением лакокрасочного покрытия. Грунтовка улучшает адгезионные свойства, препятствует проникновению влаги в древесину, ограничивает активное развитие микроорганизмов (грибок синевы, плесневый грибок, дереворазрушающий грибок) и в некоторых случаях пигментирует основу. Грунтовочные составы подбираются в зависимости от ряда технологических факторов и эксплуатационных требований к изделию. Это могут быть специальные грунтовочные антисептики, масляные и алкидно-масляные грунтовочные краски и другие продукты.

После нанесения грунтовочного покрытия следует устранить имеющиеся на обрабатываемой поверхности трещины, вырывы и шероховатости с помощью замазок и шпатлевок на алкидной и масляной основе.

Окрашивание фасадных поверхностей производится по подготовленной основе и состоит в равномерном нанесении ЛКМ с помощью кистей, валиков, краскопультов и др. В зависимости от применяемых красок и защитных средств создаются определенные

условия для влагообмена в строительных конструкциях и фасадных обшивках (рис. 8.2). На основании этой картины состояния объекта и предполагаемых условий его эксплуатации подбирают необходимые типы ЛКМ.

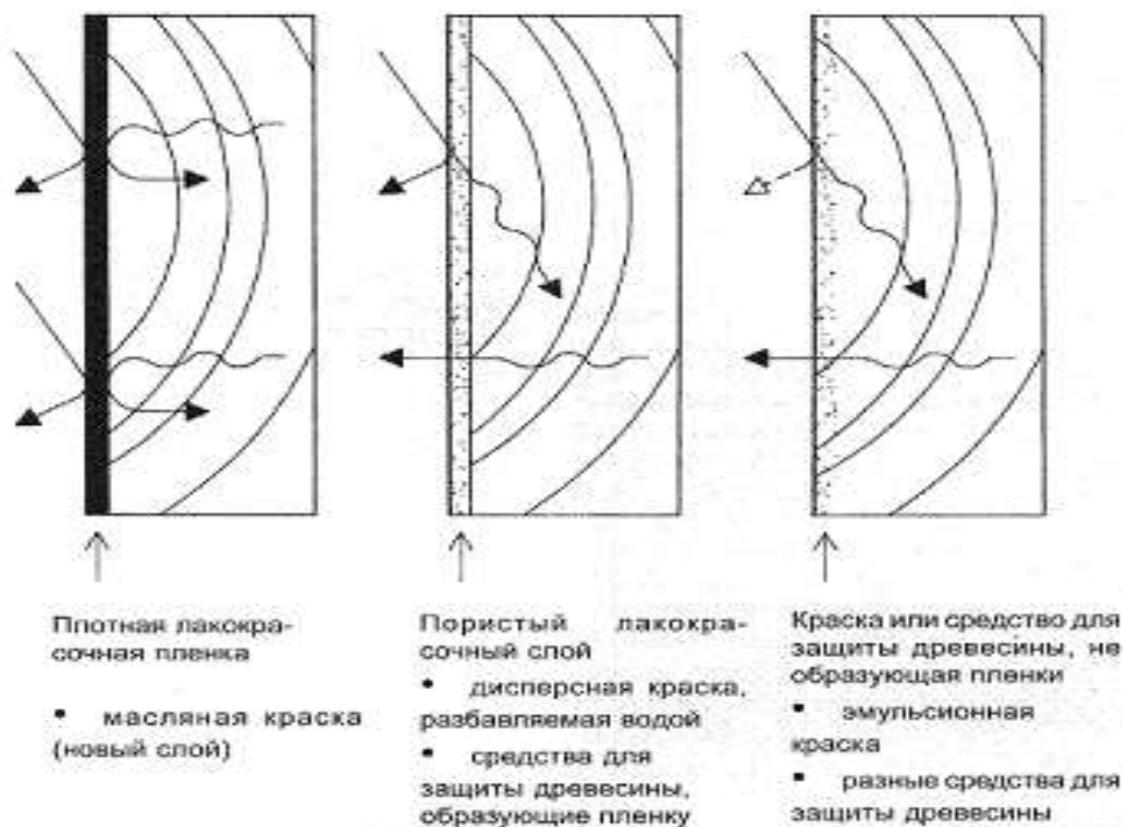


Рис. 8.9. Влияние покрытий на влагообмен обшивки

Масляные краски для наружного применения имеют в своем составе масло (обычно олифа с примесью вязкого масла) и высыхают в результате окисления. Они хорошо впитываются в древесину, создавая устойчивое и адгезионно надежное покрытие, которое со временем утрачивает блеск.

Алкидно-масляные краски отличаются тем, что в составе основы имеют два компонента – олифу и алкидную смолу. Они хуже впитываются в древесину, но лучше сохраняют блеск, медленнее выделяют меловые пятна.

В связи с длительностью высыхания этих красок обычно применяют послойное их нанесение на обрабатываемую поверхность. Первый (промежуточный) слой наносят на грунтовку, причем он выполняется разбавленным составом. Для разбавления краски используется грунтовочное средство (около 10%), олифа или уайт-спирит. При обновлении лакокрасочных покрытий масляные и алкидно-масляные краски наносят на поверхности, которые были обработаны такими же составами.

Эмульсионные краски содержат около 10% связующего вещества. Другие составляющие – вода, пигменты и специальные присадки, придающие покрытию защитные свойства. В эмульсионные красящие вещества добавляют от 5 до 10% олифы, чтобы уменьшить прилипание загрязнений к окрашенной поверхности. Предварительная подготовка поверхности к покрытию эмульсионными красками заключается в очистке ее от пыли и загрязнений. Грунтовка не наносится, а краска укладывается в 1...2 слоя и высыхает за несколько часов. При обновлении окрашенных поверхностей эмульсионная краска может наноситься на те же деревянные поверхности, которые ранее были обработаны таким же составом.

Дисперсионные краски, разбавляемые водой и предназначенные для наружных поверхностей, обладают хорошей атмосферостойкостью и адгезионной прочностью. Они хуже, чем масляные, впитываются в древесину, но легко наносятся на основание и быстро высыхают. При двукратном нанесении покрытия сушка завершается по истечении нескольких часов. Пленка дисперсионной краски проводит влагу и водяной пар быстрее, чем масляная. Во избежание высокой проницаемости древесины обрабатывают грунтовочным составом, например, алкидно-масляной грунтовочной краской. Дисперсионные краски, являясь латексами, обладают хорошей пластичностью, что значительно уменьшает растрескивание покрытий в процессе эксплуатации.

8.10. Защита элементов деревянных строений от возгорания

Защита деревянных конструкций и строений от возгорания обеспечивается двумя способами:

- применением конструктивных решений по объекту строительства, которые уменьшают или исключают опасность свободного интенсивного возгорания (облицовка стен негорючими материалами, использование минераловатных заполнителей, устройство брандмауэрных стен и т.п.);
- пропиткой древесины или покрытием поверхностей строительных конструкции огнезащитными составами

По аналогии с антисептированием древесины пропитка антипиренами может производиться под давлением в горяче-холодных ваннах в специализированных цехах или непосредственно на стройплощадке путем нанесения на поверхность конструкций огнезащитных препаратов и покрытий. Основные рекомендации по огнезащитной обработке приведены в табл. 8.6.

Древесина, которая подвергается пропитке огнезащитными препаратами, должна иметь влажность не выше 25%. Для более эффективной обработки и быстрого насыщения материала антипиреном

температура раствора доводится до $60 \pm 5^\circ\text{C}$, а поверхности деталей подготавливаются накалыванием.

Таблица 8.6

Способы огнезащитной обработки деревянных конструкций

Способы огнезащитной обработки	Элементы конструкций и изделий, подлежащие огнезащитной обработке
Поверхностная обработка водными растворами огнезащитных солей	Деревянные стропила, фермы, арки, прогоны в каменных зданиях высотой 3 этажа и более; в деревянных одно- и двухэтажных общественных зданиях
Поверхностная обработка огнезащитными красками или обмазками	То же
Покрытие асбоцементными или гипсовыми листами, штукатуркой толщиной не менее 15 мм	Стены деревянные, перегородки, перекрытия, деревянные лестничные клетки, и лестницы в деревянных одно и двухэтажных зданиях

8.11. Контроль качества защитной обработки строительных материалов и конструкций

Для итоговой оценки качества и эффективности защитной обработки строительных элементов принимаются результаты лабораторных исследований состояния древесины, которое характеризуется показателями плотности, прочности, огнестойкости, водопоглощения и т.п. Для конкретных объектов контроля составляется акт, являющийся документальным основанием оценки их соответствия по степени защищенности установленным требованиям (табл. 8.7).

Таблица 8.7

Акт – анализ № _____ отбора проб древесины и определения глубины проникновения фтористо-натриевых антисептиков.

Объект Организация – заказчик

Адрес Организация – исполнитель

Договор № _____ Дата _____

№ пробы и характеристика*	Объект	Конструкционный элемент	Место взятия пробы	Технические параметры образца			Защитная обработка		Лабораторные испытания				
				Влажность	Плотность	Размеры	Способ	Дата	Глубина пропитки	Равномерность	Прочность	Сохранность массы**	

- * Проводится описательная характеристика по внешнему виду, структуре, породе древесины и т.д.
- ** Значение количественно определяемого показателя, например, потеря массы при испытаниях на огнестойкость.

В общем виде формируется заключение с указанием следующих квалификационных позиций.

1. *Качество антисептирования можно считать удовлетворительным, если:*
 - а) при небольшой глубине пропитки на поверхности образца хорошо сохранен антисептический слой, а материал (древесина) имеет оптимальное воздушно-сухое состояние;
 - б) при глубокой пропитке (5...20 мм) отсутствует слой соли антисептика на поверхности образца любой влажности.
2. *Качество защитной обработки неудовлетворительное, если:*
 - а) глубина пропитки небольшая, и на поверхности не обнаруживается наличие антисептического слоя;
 - б) не проявляются признаки проникновения антисептика вглубь древесины (слабое обесцвечивание реактива);
 - в) отсутствует антисептик на поверхности (глубина 1...5 мм), но содержится на глубине в 5...10 мм. Причина такого состояния – вымывание значительной массы антисептика из поверхностных слоев материала;
 - г) сохраняется поверхностный антисептированный слой, но не наблюдается проникновения препарата внутрь древесины при ее повышенной влажности (влажность более 35%).

9. Особенности защиты клееной древесины и древесно-плитных материалов

9.1. Защита клееной древесины

Для клееной древесины, эксплуатируемой в условиях переменной влажности, наибольшую опасность представляют возникающие при этом деформации усушки и разбухания. В цельной древесине массивного сечения образование трещин в большинстве случаев воспринимается архитекторами как естественное, красивое и своеобразное проявление. Трещины же клееной древесины почти всегда приводят к дефектам.

Создание на поверхности клееного элемента или конструкции барьера для прохождения влаги приводит к резкому снижению внутренних напряжений и благоприятно сказывается на долговечности клееной древесины. Добиться стабилизации влажностного состояния клееной

древесины можно несколькими путями. Наиболее прост и доступен метод нанесения *влагозащитных лакокрасочных покрытий*.

Защитные покрытия для древесно-клееных конструкций (ДКК) должны:

- обладать стойкостью к климатическим воздействиям, перепадам влажности, температуры и т.п.;
- соответствовать по токсичности санитарным нормам как в процессе нанесения, так и во время эксплуатации;
- не оказывать отрицательного влияния на свойства древесины;
- обладать достаточной адгезией как после нанесения, так и в процессе эксплуатации (долговечным будет покрытие с высокой влагопроницаемостью и хорошей эластичностью);
- поддаваться ремонту и возобновлению.

Необходимо также учитывать, что конструкции в период транспортирования, хранения и монтажа находятся на открытом воздухе, подвергаясь атмосферным воздействиям. Влияние некоторых из этих воздействий можно избежать путем дополнительной защиты отделанных конструкций гидроизоляционными материалами. Клееные конструкции, транспортируемые в районы Крайнего Севера и Сибири, защищают морозостойкими покрытиями независимо от того, в каких условиях они будут потом эксплуатироваться.

У клееных элементов и конструкций сплошного массивного сечения увлажнению и растрескиванию наиболее подвержены торцы, которые, как правило, эксплуатируются в наиболее неблагоприятных условиях, чем остальные поверхности (опорные части колон, концы балок, прогонов и т.п.). Необходимо учитывать, что вдоль волокон древесины влага поступает в десятки раз быстрее, чем в поперечном. В силу этого обстоятельства именно торцовые поверхности требуют надежной и долговременной защиты от увлажнения. Антисептические пасты, традиционно применяемые для защиты концов элементов конструкций, а также ЛКП для этих целей оказываются не пригодными. Первые совершенно не изолируют торцы деревянных конструкций от переменных влажностных воздействий и не препятствуют появлению в них трещин, расслоений. ЛКМ не применяют для влагозащиты торцов из-за малого срока службы покрытий (не более 3...4 лет), а также из-за необходимости нанесения большого количества слоев (4...6) для получения защитной пленки достаточной толщины.

Торцы клееных элементов конструкций, эксплуатируемых на открытом воздухе, а также в помещениях с повышенной и переменной влажностью воздуха, защищают покрытиями на основе *мастик*. Мاستичные армированные покрытия рекомендуется использовать в качестве бандажей для защиты боковых поверхностей ДКК в местах пересечения утепленных ограждений.

Обработку поверхностей производят в такой последовательности:

- биозащитная обработка;
- нанесение грунтовочного слоя после полного высыхания антисептированной древесины в течение 16...20 ч при температуре 18...23⁰С;
- нанесение покровного слоя.

При устройстве армированных покрытий (бандажей) на предварительно пропитанные биозащитным составом поверхности наносят приклеивающий слой и сразу же укладывают стеклоткань (стеклоткань), которую прикатывают обрезиненным валиком через полиэтиленовую пленку и пропитывают тем же составом. Стеклоткань укладывают в 2 слоя, прикатывая ее от центра к периферии. Покровный слой наносят через 2...3 ч.

Сушка армированных и неармированных покрытий длится 24 ч при температуре 18...22⁰С. Толщина защитного слоя должна быть не менее 700мкм, что обеспечивается одноразовым нанесением мастики.

Для клеевых элементов открытых сооружений может применяться влагозащитная обработка, пропитка стабилизирующими веществами, антисептирование и консервирование. Каждый из этих видов защиты применяют отдельно или в сочетании с другими в зависимости от условий эксплуатации, требований к внешнему виду конструкций, наличия необходимых защитных материалов, технологического оборудования, условий производства работ и т.п.

Консервирование деревянных элементов можно проводить до склеивания их в конструкцию или уже готовых ДКК. Каждый из этих вариантов имеет ряд особенностей, также свои нюансы имеет использование в качестве консервантов масляных или водорастворимых препаратов.

Отдавая предпочтение пропитке клеевых элементов масляными антисептиками, следует иметь в виду и некоторые негативные явления, сопровождающие ее. Так, темный цвет древесины (особенно еловой), пропитанной маслами, приводит к сильному поглощению ею значительного количества тепловой энергии солнечных лучей. Температура поверхности пропитанной древесины в солнечный день повышается до 60⁰С, а разница температур на теневой и солнечной стороне элемента может составлять 30...40⁰С. Воздух и антисептик в нагретом наружном слое древесины расширяются, вызывая передвижение масла к поверхности и вытекание его. Одновременно с этим из наружных слоев удаляется часть влаги, содержащейся в древесине, что приводит к возникновению влажностного градиента по сечению клеевого элемента. В сочетании с температурными влажностные напряжения приводят к образованию трещин в древесине или раскрытию клеевых швов.

Склеивание древесины, пропитанной маслянистыми антисептиками, связано с рядом технологических неудобств, в частности, с загрязнением технологического оборудования и режущего инструмента пропиточным маслом, а также с повышенной пожароопасностью процесса изготовления и усложнением технологии склеивания. Так, при защите торцов клееных конструкций, пропитанных маслянистыми антисептиками, перед нанесением мастик поверхности протирают ацетоном и сушат в течение 4...5 ч.

При консервировании клееной древесины водорастворимыми антисептиками или обрабатывают уже готовые клееные изделия, или пропитывают отдельные слои с последующей их сушкой, строганием и склеиванием.

Сложность консервирования готовых элементов из клееной древесины заключается в том, что материалы, используемые для склеивания элементов, состоят в основном из труднопропитываемой древесины. Применяемые на заводах способы пропитки, включая автоклавный, не позволяют получить требуемые параметры защищенности, поэтому необходимо проводить предварительное накалывание древесины.

Существенным недостатком является то, что практически у всех элементов наблюдается значительное разбухание и коробление наружных слоев древесины, особенно тангенциальной распиловки.

Пропитка заготовок перед склеиванием возможна благодаря наличию на заводах по изготовлению ДКК высокопроизводительного оборудования по сращиванию досок по длине и ширине. Это дает возможность изготавливать конструкции комбинированного сечения, используя наряду с древесиной хвойных пород легкопропитываемую древесину березы, ольхи, тополя и т.п. Располагая древесиной лиственных пород по периферии сечения, можно получить защитную оболочку любой толщины. Заготовки из лиственной древесины сначала пропитывают водорастворимыми препаратами, сушат, а затем подают на линию сращивания вместе с заготовками из хвойной древесины.

Используя в сечении клееной конструкции пропитанные заготовки из древесины лиственных пород и варьируя их толщину, можно довольно просто решать вопросы защиты отдельных наиболее подверженных биоразрушению участков конструкций.

Для рассматриваемой технологической схемы применение тонких оболочек с большой нормой поглощения защитного вещества экономически не выгодно, так как при механической обработке пропитанных заготовок в отходы уходит тем большее количество защитного вещества, чем больше насыщена им древесина. По этим соображениям предпочтительна защитная оболочка большей толщины, но содержащая меньшее количество антисептика или антипирена.

Существенное преимущество описанного способа – более эффективное использование пропиточного оборудования, а недостатки следующие:

- перерасход антисептика при строгании пропитанных заготовок перед склеиванием и окончательной механической обработке;
- необходимость в некоторых случаях допропитки торцевых поверхностей клееных элементов;
- усложнение технологического процесса.

Клееные элементы комбинированного сечения после склеивания строгают, при этом получают поверхность, на которую можно наносить влагозащитные ЛКМ. Необходимо учитывать, что на пропитанной масляными антисептиками древесине невозможно получить ЛКП. Хотя на пропитанной водорастворимыми препаратами поверхности возможно получить лакокрасочное покрытие, но наколы и высаливание защитного вещества существенно ухудшают его качество.

9.2. Защита фанеры

Фанеру используют в строительстве как материал для обшивки каркасов ограждающих конструкций, в сборно-разборных зданиях, для опалубки, изготовления несущих конструкций (клефанерные балки, фермы и рамы с фанерными накладками в узлах) и др. широко применяют фанеру в контейнеростроении и конструкциях судов. При эксплуатации фанера может подвергаться атмосферным воздействиям (наружная обшивка стеновых панелей) и воздействиям агрессивной среды внутри помещений. В некоторых случаях она должна быть защищена как от увлажнения, так и от биоразрушения.

Выход фанеры из строя в процессе эксплуатации происходит в основном по 3 причинам:

- 1) из-за ослабления клеевых соединений в результате увлажнения, биоразрушения клеевой прослойки (при использовании белковых клеев), термической деструкции и пр.;
- 2) в результате биопоражения шпона;
- 3) из-за ослабления древесины шпона под влиянием атмосферных воздействий (растрескивание поверхностных слоев).

Долговечность фанеры может быть обеспечена только в том случае, если сохранность клеевых соединений и шпона будет примерно одинаковой. Продлить срок службы клеевого соединения можно правильным подбором клея с учетом условий эксплуатации фанеры. Долговечность шпона обеспечивается введением в нее антисептиков, гидрофобизирующей пропиткой или нанесением влагозащитных покрытий. В зависимости от условий эксплуатации и технических

требований к фанере применяют комбинированную обработку (пропитку антисептиками с последующим нанесением ЛКП).

Защита фанеры **от биоразрушения** осуществляется применением водорастворимых препаратов однонаправленного действия или комплексного (биоогнезащитного) действия.

Защиту фанеры можно обеспечить одним из следующих способов:

- пропиткой шпона антисептиком с последующим склеиванием;
- введением антисептика в клей;
- пропиткой готовой фанеры антисептиком.

При *пропитке шпона* достигается наилучшая защита фанеры от биоразрушения, поскольку в этом случае можно ввести в шпон максимально возможное количество пропиточного вещества, поэтому он широко используется для введения антипиренов. Склеивание шпона, пропитанного этим способом, требует применения специальных режимов его обработки и склеивания.

Пропитка сухого шпона требует повторной сушки, что связано с дополнительными затратами, а кроме того, влечет за собой ухудшение качества шпона. Установлено, что наличие влаги в шпоне не имеет существенного значения, большую роль играет его порода.

Введение антисептика в клей выгодно как с технической, так и с экономической точек зрения, также этот способ не оказывает отрицательного воздействия на окружающую среду.

Положительный эффект от использования такого способа зависит от многих факторов: породы древесины, толщины шпона, совместимости защитного средства и клея, вида и расхода защитного средства, который в ряде случаев оказывается недостаточным для эффективного действия против поражения грибами. Повышение же содержания антисептика в клеевом шве нарушает протекание реакций в нем, что сдерживает широкое применение этого способа защиты фанеры.

Нанесение антисептика на поверхность – наиболее простой и доступный способ. Фактическое удержание защитного вещества будет зависеть во многом от количества раствора, наносимого за один прием, от времени выдержки между обработками, температуры и концентрации раствора, режима сушки и других технологических факторов, поэтому кратность обработок фанеры водорастворимыми антисептиками может быть больше или меньше указанных в табл. 9.1.

В случае, когда промежуточная сушка фанеры между нанесениями пропиточного раствора осуществляется в камере при повышенных температурах, соль выкристаллизовывается на поверхности из-за интенсивного испарения, что препятствует дальнейшему проникновению антисептика. Поэтому кратность обработок необходимо увеличить для обеспечения заданного удержания защитного вещества.

Таблица 9.1

Кратность обработок фанеры водорастворимыми антисептиками
(при норме удержания сухой соли 50 г/м²)

Способ нанесения раствора	Концентрация раствора, %		
	5	10	15
Погружение в раствор	10	5	3
Нанесение кистью	12	6	4
Опрыскивание	20	10	7

Известно, что с *увеличением температуры пропиточного раствора* поглощение увеличивается из-за снижения его вязкости. Так, при температуре раствора 36...49⁰С поглощение увеличивается в 1,5 раза, а при температуре 78⁰С – более чем в 2 раза. Однако даже при температуре раствора 70...80⁰С все же необходима двухкратная обработка фанеры. Этот вариант пропитки обладает рядом недостатков:

- необходимость проведения пропитки в герметичных емкостях из-за вредности паров, выделяющихся в больших количествах;
- большое количество вредных паров выделяет фанера, извлеченная из горячего раствора;
- по мере испарения воды рабочий раствор становится более насыщенным, достигая предельной концентрации по растворимости для данного антисептика.

Интенсифицировать процесс пропитки можно путем использования *аккумулятивного фанерой тепла* при горячем прессовании, а также прогревая ее паром или нагретым воздухом. Пропитка нагретой фанеры является, по существу, одной из модификаций известного способа «Прогрев-холодная ванна» (ПРХВ), который отличается резким сокращением времени пропитки, возможностью регулировать поглощение пропиточной жидкости. Опыты показали, что пропитка данным способом не снижает качества склеивания и прочности фанеры на статический изгиб.

Наиболее эффективна пропитка древесины при использовании способа ПРХВ в случае, когда абсолютно исключен контакт нагретой древесины с холодным воздухом. Продолжительность такого контакта зависит от расположения технологического оборудования, наличия и типа подъемно-транспортных механизмов и не должна превышать 1...3 мин.

Для предприятий, получающих уже готовую фанеру, может быть рекомендован прогрев ее паром или горячим воздухом, что наиболее приемлемо при пропитке листов трудновываемыми хромсодержащими препаратами, которые не допускают длительного нагрева пропиточной жидкости выше 40...50⁰С. Кроме того, используя для прогрева пар или воздух с температурой 120⁰С, можно создать перепад температур до 100⁰С,

что существенно повысит качество пропитки. Следует отметить, что прогрев воздухом более предпочтителен, чем паром, так как позволяет ускорить отверждение клея, повысить поглощение, потому что не происходит переувлажнения шпона; а также снимает необходимость использования герметичных камер для предотвращения утечки пара.

Пропитка фанеры не представляет каких-либо сложностей и может осуществляться по режимам, параметры которых выбирают в зависимости от требуемой степени защищенности материала и возможностей технологического оборудования. Пропитка и сушка должны проводиться в контейнерах, снабженных зажимными устройствами, предотвращающими коробление листов.

Как правило, в технологической цепочке защитная обработка следует за отверждением клея, поэтому прогрев комбинированных балок можно считать промежуточной операцией, общей для процесса склеивания и для пропитки. Такая схема технологического процесса повышает производительность линий и удовлетворяет требованиям современного поточного производства. В то же время при пропитке комбинированных балок не исключена возможность некоторого снижения прочности клеевых соединений вследствие влажностных деформаций древесины и фанеры при защитной обработке и последующей сушке.

При *пропитке фанеры под вакуумом* как величина поглощения, так и глубина пропитки будут определяться величиной вакуума и глубиной зоны, где он создается. Естественно, что глубина такой зоны в фанере не может быть сколько угодно большой, поэтому выдержка под вакуумом имеет свою оптимальную продолжительность. Так, при пропитке фанеры и клефанерных элементов ограждающих конструкций водорастворимыми антисептиками могут быть рекомендованы режимы, которые представлены в табл. 9.2.

Таблица 9.2

Режимы пропитки фанеры под вакуумом
(при норме удержания сухой соли 50 г/м²)

Способ нанесения раствора	Концентрация раствора, %			
	5	7	10	15
<i>Вакуум</i>				
Величина, МПа	0,09	0,09	0,07	0,06
Продолжительность, мин	10	5	10	5
<i>Пропитка</i>				
Температура раствора, °С	15...20			
Продолжительность, мин	5	10	5	5

Возможности способа ПРХВ по повышению качества пропитки ограничены. Повышение температуры прогрева до 130⁰С позволяет

увеличить величину поглощения в 1,5...2 раза. Однако это связано с дополнительными энергозатратами и, кроме того, нежелательно из-за негативного влияния высоких температур на прочность древесины. Способ ВАД позволяет, не увеличивая общей продолжительности процесса, меняя только глубину вакуума от 0,06 до 0,09 МПа, повысить поглощение в 2 раза, причем такую величину поглощения способом ПРХВ достигнуть вообще не удастся.

9.3. Защита ДВП

Древесноволокнистые плиты (ДВП), как и любой материал органического происхождения, могут увлажняться и подвергаться биоразрушению. При увлажнении ДВП набухают и теряют механическую прочность. При одностороннем увлажнении и высыхании плиты коробятся, что приводит к нарушению соединений, ухудшению внешнего вида конструкций и сокращению их срока службы. Поэтому в первую очередь актуальна защита их от увлажнения.

Для защиты ДВП от эксплуатационного увлажнения чаще всего используют *лакокрасочные покрытия*. При эксплуатации в помещениях с переменным температурно-влажностным режимом ДВП рекомендуется защищать перхлорвиниловой эмалью ХСЭ-23 и пентафталиевой эмалью ПФ-115, которые эффективно защищают плиты от увлажнения атмосферными осадками, но не предохраняют их от коробления. Хорошим влагозащитным действием обладает кремнийорганическая эмаль КО-174, которая при расходе 300 г/м² снижает водопоглощение ДВП за 24 ч в 27 раз.

В отличие от незащищенных ДВП, у которых коробление вызывается в основном капельно-жидкой влагой, проникающей в плиты через лицевую поверхность, коробление окрашенных ДВП происходит главным образом из-за конвективного увлажнения. Влага из атмосферного воздуха в этом случае проникает через неокрашенную сетчатую поверхность. Влажностное состояние плит в результате этого меняется несколько раз в течение суток от 13% осенью до 5...7,5% летом. У незащищенных ДВП эти колебания влажности составляют 17,5...18% осенью и 4,1...6% летом.

Наличие на поверхности ДВП защитного покрытия благоприятно сказывается на стабилизации толщины плит. Так, разбухание окрашенных ДВП составляет 3...4%, а неокрашенных – 11%.

Исследования показывают, что независимо от наличия защитных покрытий на лицевой поверхности ДВП под влиянием атмосферных

воздействий происходит снижение как прочностных, так и упругих характеристик плит.

Эффективными способами защиты ДВП от увлажнения являются *оклеивание плит алюминиевой фольгой и напрессовка полиэтиленовой пленки*. Использование фольги в качестве защитного слоя увеличивает прочность ДВП на изгиб в 2...3 раза вне зависимости от того наклеена ли она на одну сторону или на две.

Стабилизировать влажность и снизить коробление ДВП можно путем *пропитки их гидрофобизирующими составами* (см. разд. 6.9.3) способом окунания, ПРХВ и ВАД. Затем плиты, пропитанные маслами и госсиполовой смолой, подвергают термообработке при температуре 180⁰С в течение 3 ч. В это время происходят физико-химические изменения как в пропиточных составах, так и в древесных волокнах.

Биостойкость ДВП может быть обеспечена двумя способами:

- обработкой готовых плит антисептиками;
- введением антисептических составов в древесноволокнистую массу в процессе производства плит.

Антисептирование готовых плит осуществляется нанесением растворов на их поверхность (распылением, валиком или кистью) или погружением в ванну с раствором. Этот способ не обеспечивает равномерного распределения антисептика по толщине плиты, трудоемок и требует послепропиточной сушки. Используется в основном на строительных площадках.

Способ *введения антисептика* (в сухом виде или в виде растворов) в древесноволокнистую массу до формирования ковра более эффективен и менее трудоемок. Растворы антисептиков применяются при производстве мягких плит и хорошо вписываются в существующую заводскую технологию, однако не гарантируют надежной защиты ДВП от биоразрушения, так как при формировании ковра и прессовании антисептики в большом количестве выносятся с подсеточными водами. Введение фторсодержащих антисептиков к тому же резко повышает водопоглощение, снижая качество плит, поэтому ДВП, производимые мокрым способом, обрабатывают биозащитными препаратами в готовом виде.

При сухом способе производства ДВП можно применять широкий ассортимент антисептиков в порошкообразном виде и в виде растворов, поскольку вымывание и вынос их подсеточными водами отсутствует.

9.4. Защита цементно-стружечных плит (ЦСП)

Основной недостаток ЦСП – способность быстро поглощать воду и сорбировать влагу из воздуха. Повышение влажности ЦСП более чем на

10% приводит к снижению прочности, модуля упругости и твердости при всех видах нагрузок. В водонасыщенном состоянии плиты теряют до 50% начальной прочности на изгиб, за 24 ч вымачивания разбухают в плоскости до 0,3% и по толщине до 2%. При циклических температурно-влажностных воздействиях происходит снижение механических характеристик ЦСП (предела прочности и модуля упругости при статическом изгибе, предела прочности при сжатии). Серьезным недостатком плит является также коробление, возникающее при одностороннем увлажнении и высыхании плит, что наиболее часто встречается на практике. В силу этих обстоятельств появляется необходимость защиты ЦСП от увлажнения, особенно при эксплуатации в переменных температурно-влажностных условиях.

Защита ЦСП от увлажнения и коробления может осуществляться одним из следующих способов:

- нанесением покрытий на основе ЛКМ и полимерных материалов для защиты обшивок стеновых панелей, ограждений, лоджий, балконов и т.д;
- пропиткой гидрофобизирующими составами плит, эксплуатируемых в условиях, где требуется капитальная защита ЦСП, возобновление которой в процессе эксплуатации невозможно, трудоемко или нецелесообразно по экономическим соображениям (основания под мягкую кровлю, под полы из линолеума и т.п.);
- введением в формовочную массу гидрофобизаторов.

Защита ЦСП лакокрасочными покрытиями снижает их водопоглощение. Так, эмаль КО-174 с расходом 160...180 г/м с последующей терморадикационной ее сушкой снижает водопоглощение плит в 6 раз.

Наблюдения показывают, что при эксплуатации ЦСП на открытом воздухе в условиях периодического увлажнения со временем происходит увеличение их плотности за счет увеличения кристаллообразования. У плит, защищенных с лицевой стороны ЛКП, эти процессы протекают с меньшей скоростью. Однако уменьшение плотности материала довольно ощутимо и колеблется от 7,4 до 8,3% (для неокрашенных - 11...12%), но механические характеристики увеличиваются с течением времени. В то же время установлено, что одностороннее нанесение влагозащитного покрытия на плиты не исключает коробления последних и имеет такую же величину стрелки коробления, что и неокрашенных. Направление коробления противоположное - незащищенные имеют вогнутую поверхность, а защищенные – выпуклую, так как различны характер влажностных воздействий на плиты и условия их высыхания.

Применение крепежных элементов (гвоздей, шурупов) для снижения деформаций коробления может привести к появлению трещин в материале и преждевременному его разрушению, поэтому ЦСП, предназначенные для наружных обшивок, необходимо покрывать

влажностными лакокрасочными или полимерными составами с обеих сторон.

Пропитку ЦСП петролатумом можно осуществлять погружением, способом ПРХВ и ВАД, которые обеспечивают различные величины поглощения и глубины пропитки. Так, погружение ЦСП в расплав петролатума с температурой 110...140⁰С на 5...20 мин обеспечивает глубину проникновения защитного вещества 2...5 мм, а способ ПРХВ – 24 мм.

При пропитке способами погружения и ПРХВ происходит сушка ЦСП, что является недостатком в случае дальнейшего использования плит в качестве оснований под рулонную кровлю, так как в процессе эксплуатации они будут сорбировать влагу из воздуха, вследствие чего произойдет увеличение линейных размеров плит и повреждение рулонного ковра. При применении плит в качестве основания пола низкая влажность способствует снижению их теплопроводности, что является положительным моментом.

Способ ВАД позволяет получить плиты практически без снижения их влажности в процессе обработки.

Оценка атмосферостойкости пропитанных ЦСП показала, что *петролатум стабилизирует влажность плит* и почти полностью исключает их коробление. Петролатум при эксплуатации плит на открытом воздухе делает их практически не смачиваемыми, и защитный эффект его достаточно продолжителен. Отмечено, что при солнечном нагреве часть защитного вещества мигрирует наружу и на поверхности плит с большим поглощением образуется масляная пленка. Вытекания петролатума на поверхность не наблюдается при поглощении плитами менее 20%.

В отличие от незащищенных плит у пропитанных петролатумом ЦСП при эксплуатации на открытом воздухе не отмечается заметного увеличения плотности, так как гидратация цемента в этом случае невозможна, что ведет к стабилизации плотности материала на его первоначальном уровне.

Петролатум, введенный в ЦСП, стабилизирует и прочностные характеристики материала. Учитывая способность термопластичных составов стабилизировать плотность и прочность ЦСП, пропитку плит необходимо производить только после полного набора прочности.

Защита ЦСП **путем введения гидрофобизатора в формовочную массу** проще, чем пропитка гидрофобизаторами готовых плит, так как для этого не требуется специального оборудования. В качестве гидрофобизатора используется ГМЖ (гидрофобизатор микробного жира) – отход обработки нефти биологическими препаратами. При введении 1% ГМЖ водопроницаемость снижается в 1,5 раза. При увлажнении плит наибольшую влажность (до 30%) имеют наружные слои толщиной 2 мм.

Эффект от гидрофобизации наиболее ощутим первые 2...3 суток увлажнения. В реальных условиях период увлажнения не превышает 1...2 суток, поэтому гидрофобизация может оказаться эффективной мерой при защите наружных обшивок стеновых панелей в районах с малым количеством осадков.

10. Стандартизация продукции

Сертификация – это подтверждение соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям национальных стандартов и стандартов организаций или условиям договоров.

Обязательная сертификация проводится, если на объект имеется технический регламент; в остальных случаях осуществляется **добровольная сертификация**. Сертификация проводится по инициативе заявителя на основе договора между ним и органом по сертификации. Этот орган выдает сертификат соответствия на основании протокола испытаний продукции, проведенных испытательной лабораторией.

Стандартизация играет большую роль в развитии международного экономического, технического и культурного сотрудничества. Россия принимает участие в ряде международных организаций по стандартизации. Наиболее представительная из них – Международная организация по стандартизации (ИСО), в которую входят более 100 стран. Среди региональных организаций можно указать на весьма крупную – Европейский комитет по стандартизации (СЕН), включающий около 20 стран и разрабатывающий европейские стандарты (ЕН).

Международные стандарты учитываются при разработке национальных стандартов и технических регламентов.

В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27.12.2002 г., который вступил в силу с 01.07.2003 г., требования в отношении продукции, ее производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, которые обязательны к исполнению, должны рассматриваться *техническими регламентами*, а требования, исполняемые на добровольной основе, – *стандартами*. Федеральный закон определил новую по сути систему установления и применения требований к продукции, процессам производства, работам и услугам. Разработка технических регламентов в целом направлена на обеспечение безопасности и единства измерений.

Стандартизация – это деятельность, направленная на достижение упорядоченности в определенной области, в частности, в сферах производства и обращения продукции, с целью повышения ее безопасности, конкурентоспособности, обеспечения рационального

использования ресурсов, научно-технического прогресса, совместимости и взаимозаменяемости продукции, сопоставимости результатов испытаний и измерений. В итоге этой деятельности разрабатываются национальные стандарты и стандарты организаций.

Стандарт – это документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются требования к продукции, ее производству и обращению, работам и услугам.

Работами в области стандартизации в нашей стране руководит национальный орган РФ по стандартизации (Госстандарт России) через систему технических комитетов (ТК). В состав ТК входят представители федеральных органов исполнительной власти, научных и других заинтересованных организаций и объединений.

Разработка *национальных стандартов* проводится по программе, утвержденной Госстандартом России. Разработчиком проекта стандарта может быть любое юридическое или физическое лицо. Уведомление о разработке национального стандарта направляется в Госстандарт России и публикуется в информационной системе общего пользования в электронно-цифровой форме и печатном издании федерального органа по техническому регулированию.

Разработчик обеспечивает доступность проекта для ознакомления всем заинтересованным лицам, дорабатывает проект стандарта с учетом полученных замечаний и проводит публичное обсуждение проекта. Далее этот документ одновременно с перечнем полученных замечаний и результатами их обсуждения направляется в ТК, который организует экспертизу проекта и готовит мотивированное предложение об утверждении или отклонении проекта стандарта.

Госстандарт России на основании документов, представленных ТК, принимает решение об утверждении национального стандарта. Уведомление об этом публикуется в печатном издании федерального органа по техническому регулированию и в информационной системе общего пользования.

Стандарты организаций разрабатываются и утверждаются ими самостоятельно.

В настоящее время создан технический комитет по стандартизации «Лесоматериалы», который рассматривает проекты национальных стандартов и дает заключение по стандартам организаций на круглые лесоматериалы и пиломатериалы. По состоянию на 2006 г. эти виды продукции обязательной сертификации не подлежат.

Федеральный закон «О техническом регулировании» вводит ряд новых понятий и документов.

Декларация о соответствии – документ, удостоверяющий соответствие выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов.

Сертификат соответствия – документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Орган по сертификации – юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, аккредитованные в установленном порядке для выполнения работ по сертификации.

Оценка соответствия – прямое или косвенное определение соблюдения требований, предъявляемых к объекту.

Подтверждение соответствия – документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Подтверждение соответствия осуществляется в целях:

- проверки соответствия продукции, процессов производства, условий эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ и услуг техническим регламентам, стандартам, условиям договора;
- содействия потребителю в компетентном выборе продукции, работ, услуг;
- повышения конкурентоспособности продукции, работ, услуг на российском и международном рынках;
- создания условий для обеспечения свободного перемещения товаров по территории России, а также для осуществления международного экономического, научно-технического сотрудничества и международной торговли.

В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27.12.2002 г. подтверждение соответствия как одна из форм оценки носит *добровольный* или *обязательный характер* на территории РФ.

Добровольное подтверждение соответствия осуществляется в форме добровольной сертификации.

Добровольное подтверждение соответствия осуществляется по инициативе заявителя на условиях договора между заявителем и органом по сертификации. Добровольное подтверждение соответствия может осуществляться для установления соответствия национальным стандартам, стандартам организаций, системам добровольной сертификации, условиям договоров.

Объектами добровольного подтверждения соответствия являются продукция, процессы производства, условия эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работы и услуги, а также иные

объекты, в отношении которых стандартами, системами добровольной сертификации и договорами устанавливаются какие-либо требования.

Объекты сертификации, соответствие которых подтверждено требованиям системы добровольной сертификации или национальному стандарту, могут маркироваться знаками соответствия.

Обязательное подтверждение соответствия осуществляется в формах обязательной сертификации и принятия декларации о соответствии.

Обязательное подтверждение соответствия проводится только в случаях, установленных соответствующим техническим регламентом, и исключительно на соответствие требованиям технического регламента.

Объектом обязательного подтверждения соответствия может быть только продукция, выпускаемая в обращение на территории РФ.

Форма и схемы обязательного подтверждения соответствия могут устанавливаться только соответствующим техническим регламентом. Перечень продукции, в отношении которой устанавливаются требования технического регламента, будет также содержаться в соответствующем техническом регламенте.

Декларация о соответствии и сертификат соответствия при обязательной сертификации имеют равную юридическую силу и действуют на всей территории РФ.

До введения технических регламентов обязательное подтверждение соответствия продукции осуществляется на основании обязательного выполнения требований нормативных документов, указанных в «Номенклатуре продукции и услуг (работ)», и в отношении которых законодательными актами Российской Федерации предусмотрена их обязательная сертификация (Номенклатура 1) или декларирование соответствия (Номенклатура 2).

Согласно действующему законодательству защитные средства для древесины (за исключением огнезащитных) *не входят в перечень* товаров, подлежащих *обязательной сертификации*. На такие товары могут быть выданы сертификаты соответствия в добровольной системе сертификации.

Некоторые производители пользуются этим и при сертификации подтверждают соответствие продукции разработанным ими же техническим условиям. Возможны случаи, когда разработчик (или изготовитель) препарата при сертификации сам испытывает свою же собственную продукцию. Поэтому экспертиза теряет свою объективность.

Немаловажным моментом является тот, что проверять антисептики необходимо именно на культурах конкретной природно-климатической зоны, где предполагается использовать антисептик. Вот почему иногда зарубежные средства защиты древесины в России «дают осечку».

На огнезащитные и комплексные огнебиозащитные составы для древесины распространяются требования по обязательной сертификации в

системе противопожарной безопасности с последующим регулярным инспекционным контролем. Обязательна и санитарно-гигиеническая оценка продукции на соответствие требованиям безопасного хранения и применения.

Библиографический список

1. Баженов, В.А. Проницаемость древесины и ее практическое значение [Текст] /В.А. Баженов// Труды Ин-та леса. 1952. 84 с.
2. Беленков, Д.А. Защита древесины от гниения – достойное внимание [Текст] /Д.А. Беленков// Лесной комплекс. 2002. № 1. С. 34-39
3. Вакин, А.Т. Пороки древесины. [Текст] /А.Т. Вакин, О.И. Полубояринов, В.А. Соловьев // М.: Лесн. пром-сть, 1980. 112 с.
4. Варфоломеев, Ю.А. Автоклавная модульная установка для глубокой пропитки древесины защитными препаратами [Текст]/ Ю.А. Варфоломеев//Новинки лесного машиностроения. 2002. № 3. С. 18-19.
5. Варфоломеев, Ю.А. Новый отечественный завод для автоклавной пропитки древесины [Текст] /Ю.А. Варфоломеев, Д.В. Агапов// Деревообрабатывающая промышленность. 2001. №2. С. 7-9.
6. Воробьева, М.В. Исследование токсичности и защищающей способности соединений фтора и бора в качестве антисептиков для древесины [Текст]: автореф. дис. ...канд. биол. наук. /М.В. Воробьева// Екатеринбург, 2003. 20 с.
7. Горшин, С.Н. Консервирование древесины [Текст] /С.Н. Горшин// М.: Лесная пром-ть, 1977. 335 с.
8. ГОСТ 20022.2-80. Защита древесины. Классификация [Текст] М.: Изд-во стандартов, 1980. 8 с.
9. ГОСТ 20022.2 - 93. Защита древесины. Параметры защищенности [Текст] М.: Изд-во стандартов, 1993. 5 с.
10. ГОСТ 20022.6 – 93 Защита древесины. Способы пропитки [Текст] М.: Изд-во стандартов, 1993. 17 с.

- 11.ГОСТ 20022.7 – 82 Защита древесины. Автоклавная пропитка водорастворимыми защитными средствами под давлением [Текст] М.: Изд-во стандартов, 1982. 7 с.
- 12.ГОСТ 20022.10 – 83. Защита древесины. Диффузионные методы пропитки [Текст] М.: Изд-во стандартов, 1983. 5 с.
- 13.ГОСТ 9014.0-75 Лесоматериалы круглые. Хранение. Общие требования [Текст] М.: Изд-во стандартов, 1975. 11 с.
- 14.Ермолин, В.Н. Основы повышения проницаемости жидкостями древесины хвойных пород [Текст]: моногр. дис. ...докт. тех. наук. /В.Н. Ермолин// Красноярск: СибГТУ, 1999. 100 с.
- 15.Журавлев, И.И. Лесная фитопатология [Текст] /И.И. Журавлев// М.: Лесн. пром-ть, 1969. 368 с.
- 16.Калниньш, А.Я. Консервирование и защита лесоматериалов: Справочник [Текст] /А.Я. Калниньш// М.: Лесн. пром-ть, 1971. 424 с.
- 17.Калниньш, А.Я. Консервирование древесины [Текст] /А.Я. Калниньш// М.: Гослесбумиздат, 1962. 145 с.
- 18.Карякина, М.И. Лакокрасочные материалы: Технические требования и контроль качества: Справочное пособие [Текст] /М.И. Карякина// М.: Химия, 1983. М.: Лесн. пром-ть, 1986. 102 с.
- 19.Ломакин, А.Д. Защита древесины и древесинных материалов [Текст] /А.Д. Ломакин// М.: Лесн. пром-ть, 1990. 253 с.
- 20.Мартынов, К.Я. Комплексная защита древесины в строительных изделиях и конструкциях [Текст] /К.Я. Мартынов// Новосибирск: Наука, 1996. 128 с.
- 21.Научные труды. Вопросы защиты древесины [Текст] Архангельск, 1980. 118 с.
- 22.Оснач, Н.А. Проницаемость и проводимость древесины [Текст] /Н.А. Оснач// М.: 1964. 128 с.
- 23.Петри, В.Н. Разрушители древесины [Текст] /В.Н. Петри, А.Л. Дулькин// Свердлов. обл. гос. изд-во, 1950. 160 с.
- 24.ПОТ РМ 001-97 Правила по охране труда в лесозаготовительном, деревообрабатывающем производствах и при проведении лесохозяйственных работ [Текст]. Ростов н/Д., РГНИИГЭС, 1997. 287 с.
- 25.Производство, применение, свойства первого в России хромомедномышьякового (ССА) антисептика УЛТАН [Текст]: матер. Межрегион. науч.-техн. конф. Екатеринбург, 2006. 24 с.
- 26.Рипачек, В. Биология дереворазрушающих грибов [Текст] /В. Рипачек// М.: Лес. пром-ть, 1967. 276 с.
- 27.Серговский, П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины [Текст] /П.С. Серговский// М.: Лес. пром-ть, 1987. 360 с.

28. Синкевич, А.Л. Защита древесины от разрушения при конструировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений [Текст]: метод. указ. для студ. ф-та Механ. технологии древесины по курсу «Консервирование древесины». /А.Л. Синкевич// Л.: ЛЛТА, 1970. 59 с.

29. СНиП 11-25-80. Ч. 11, гл. 25: Деревянные конструкции [Текст]: М.: Изд-во стандартов, 1980. 23 с.

30. Уголев, Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения [Текст] /Б.Н. Уголев// М.: Лес. пром-ть, 1986. 248 с.

31. Харук, Е.В. Проницаемость древесины газами и жидкостями [Текст]: моногр. дис. ...докт. биол. наук. /Е.В. Харук// Новосибирск: Наука, Сиб. отд-е, 1976. 190 с.

32. ЕЖЕ: все ежедневные и еженедельные обозрения русского Интернета//www.ezhe.com

Оглавление

Введение.....	3
1. Защищенность древесины.....	4
1.1. Факторы, влияющие на расконсервирование древесины.....	5
1.2. Условия службы.....	6
1.3. Химическая защищенность объекта.....	8
1.4. Параметры защищенности.....	9
2. Строение древесины.....	10
2.1. Рост древесины.....	11
2.2. Строение клеток древесины.....	14
2.3. Химический состав древесины.....	18
2.4. Тонкая структура древесины.....	21
3. Дереворазрушающие и деревоокрашивающие грибы.....	23
3.1 Разрушители древесины.....	23
3.2 Строение и характеристика дереворазрушающих грибов.....	25
3.3 Условия, необходимые для развития грибов.....	28
3.4 Классификация грибов.....	30
3.5 Взаимное влияние грибов.....	36
3.6 Стадии порчи древесины грибами.....	37
4. Дереворазрушающие жуки.....	39
Характеристика дереворазрушающих жуков.....	42
5. Нехимические методы защиты древесины.....	46
5.1 Защита древесины на лесосеках.....	46
5.2 Защита древесины при транспортировке.....	46

5.3	Защита древесины при хранении.....	48
5.4	Профилактика заражения древесины при хранении.....	51
6.	Средства химической защиты древесины.....	52
6.1	Классификация химических средств защиты древесины.....	54
6.2	Характеристика биозащитных препаратов.....	57
6.2.1	Водорастворимые антисептики.....	57
6.2.2	Органикорастворимые антисептики.....	70
6.2.3	Пропиточные масла.....	71
6.2.4	Антисептические пасты.....	72
6.3	Антипирены.....	74
6.4	Огнезащитные покрытия.....	77
6.4.1	Невлагостойкие огнезащитные покрытия.....	77
6.4.2	Атмосферостойкие огнезащитные покрытия.....	79
6.5.	Препараты комбинированного действия.....	80
6.5.1.	Водорастворимые препараты.....	80
6.5.2.	Органикорастворимые препараты.....	80
6.6.	Оценка защитных средств.....	81
6.7.	Свойства пропитанной древесины.....	85
6.8.	Средства, отбеливающие древесину.....	90
6.9.	Средства, защищающие древесину от увлажнения.....	91
6.9.1	Лакокрасочные материалы.....	91
6.9.1.1	Долговечность ЛКП.....	93
6.9.1.2.	Стойкость ЛКП на консервированной древесине... ..	98
6.9.2	Мастичные составы.....	99
6.9.3.	Гидрофобизирующие составы.....	100
7.	Технология и оборудование пропитки древесины.....	103
7.1	Пропитываемость древесины.....	103
7.2	Подготовка сырья к пропитке.....	104
7.3	Физические явления в процессах пропитки древесины.....	106
7.4	Капиллярные способы пропитки.....	112
7.5	Диффузионные способы пропитки	117
7.6	Способы пропитки под давлением.....	119
7.7	Новые способы пропитки	126
7.8.	Упрощенные способы пропитки	127
7.9	Послепропиточная сушка древесины.....	131
7.10	Контроль качества.....	132
7.11	Требования безопасности.....	133
7.12	Охрана окружающей среды.....	136
7.13	Основное пропиточное оборудование.....	137
7.14	Передвижные пропиточные установки.....	143
7.15.	Выбор технологии пропитки	145
8.	Древесина как строительный материал	147
8.1	Источники увлажнения древесины конструкций.....	149

8.2 Конструкционная защита древесины при эксплуатации.....	152
8.2.1. Перекрытия первых этажей.....	154
8.2.2 Стены.....	157
8.2.3. Перекрытия.....	166
8.2.4 Стропильные системы.....	169
8.2.5. Совмещенные покрытия.....	172
8.3 Защита конструкций при перевозке, хранении и монтаже.....	173
8.4. Эксплуатационная профилактика загнивания деревянных конструкций.....	174
8.5 Ремонт загнивших деревянных конструкций.....	175
8.6. Соотношение между химическими и конструкционными мерами защиты древесины.....	180
.....	
8.7. Технологические основы защитной обработки строительных лесоматериалов и конструкций.....	180
8.8. Защитная обработка деревянных конструкций на объектах строительства.....	188
8.9. Особенности защиты строений окрашиванием фасадных поверхностей.....	190
...	
8.10. Защита элементов деревянных строений от возгорания.....	193
8.11. Контроль качества защитной обработки строительных материалов и конструкций.....	194
9. Особенности защиты древесно-плитных материалов.....	195
9.1. Защита клееной древесины.....	195
9.2 Защита фанеры.....	199
9.3. Защита ДВП.....	203
9.4 Защита цементно-стружечных плит.....	204
10. Стандартизация продукции.....	206
Библиографический список.....	211
Оглавление.....	213