

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**БРАТСКИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ**  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Специальность 250401  
Технология деревообработки

## **МОДУЛЬ**

**по дисциплине**

**«Гидротермическая обработка и консервирование древесины»  
раздел «Консервирование»**

Братск 2012

Составила (разработала) Жилко Э.В.,  
преподаватель кафедры деревообрабатывающих дисциплин

Рассмотрено на заседании кафедры деревообрабатывающих дисциплин

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012г.

\_\_\_\_\_  
(подпись зав.кафедрой)

Одобрено и утверждено редакционным советом

\_\_\_\_\_  
(подпись председателя)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012г.

№ \_\_\_\_\_

## Содержание

Введение	4
1 Характеристика и содержание модулей раздела «Консервирование древесины. Тепловая обработка древесины»	7
2 Тема 2.1 Процессы химической защиты	9
2.1 Консервирование, антисептирование древесины. Препараты химической защиты	9
2.2 Практическая работа № 11 «Определение защитных свойств»	13
2.3 Классификация способов пропитки. Облегченные способы пропитки	15
3 Тема 2.2 Технология пропитки	19
3.1 Технология пропитки. Оборудование цехов защитной обработки	19
3.2 Качество защитной обработки. Охрана труда и окружающей среды	26
3.3 Практическая работа № 12 «Выбор защитных средств для пропитки круглых сортиментов»	29
3.4 Практическая работа № 13 «Выбор защитных средств для пропитки пиломатериалов»	32
4 Тема 2.3 Тепловая обработка древесины	36
4.1 Пропаривание, проваривание древесины	36
4.2 Практическая работа № 14 «Определение удельного расхода тепла на оттаивание древесины. Определение продолжительности оттаивания древесины»	47
4.3 Практическая работа № 15 «Расчет варочного бассейна»	54
Заключение	61
Список использованных источников	62
Приложение А	63
Приложение Б	66

## Введение

Защита древесины от разрушения биологическими агентами – сложный и трудный процесс. К ней, как к природному материалу, приспособлено очень много разрушителей, способных преодолевать те барьеры, которые ставит на их пути человек.

Кроме того, древесина сама по себе очень изменчивый материал, условия её службы различны, требования к средствам и способам защиты достаточно строги. Знания об особенностях строения древесины и её физико-химических свойств дают возможность уяснить условия, при которых могут возникнуть процессы гниения и раскрыть возможности более рационального использования древесины в строительстве.

Пропитанная антисептиками и антипиренами древесина широко используется для изготовления самых различных сооружений, при этом сохраняются её положительные конструктивные качества и древесина избавляется от таких природных недостатков, как гниение, деформация, возгораемость, чем и оправдывает расходы на пропитку.

Изучение необходимых сведений о причинах, создающих условия для развития дереворазрушающих грибов и насекомых, и о мерах защиты древесины от поражения биологическими разрушителями позволяет решить проблему, связанную с получением качественной и долговечной готовой продукции.

Тепловая обработка – нагревание древесины и поддержание её температуры на заданном уровне. Нагревание древесины (как и любых твердых тел вообще) основано на передаче тепла материалу от того или иного теплоносителя, то есть на явлениях теплообмена. Основные технологические цели, которые преследует тепловая обработка, заключается в снижении твердости (для улучшения качества её механической обработки), в повышении податливости древесины (для облегчения гнутья и прессования) и ускорения процессов склеивания древесины.

Тепловая обработка является неотъемлемой частью технологических процессов при подготовки древесины к распиловке, лущению и других операций механической обработки и позволяет получить конечную продукцию высокого качества.

Данное методическое пособие содержит 5 практических работ по разделу «Консервирование древесины, тепловая обработка древесины».

В результате выполнения практических работ по темам «Процессы химической защиты» и «Технология пропитки» студенты приобретают практические навыки по выбору защитных средств древесины для обеспечения защиты от тех или иных разрушителей в зависимости от условий её эксплуатации; научиться читать обозначение антисептиков и антипиренов, подразделять на группы в зависимости от их состава; используя аналитический метод студенты научатся определять значение показателей качества пропитки.

В ходе выполнения работ по разделу «Тепловая обработка древесины» студенты закрепят теоретические знания, приобретут практические навыки при

определении полезной площади варочного бассейна для оттаивания древесины на лесопильных заводах; научатся производить расчеты по определению удельного расхода тепла на оттаивание древесины, продолжительности полного и дополнительного времени оттаивания для достижения положительной температуры в определенной точке сортимента. Студенты ознакомятся со схемами бассейнов, предназначенных для тепловой обработки древесины по мягким и жестким режимам, и научатся, используя табличные данные, диаграммы и формулы определять табличную и фактическую продолжительность тепловой обработки, рассчитывать производительность бассейнов, тепловую мощность бассейнов.

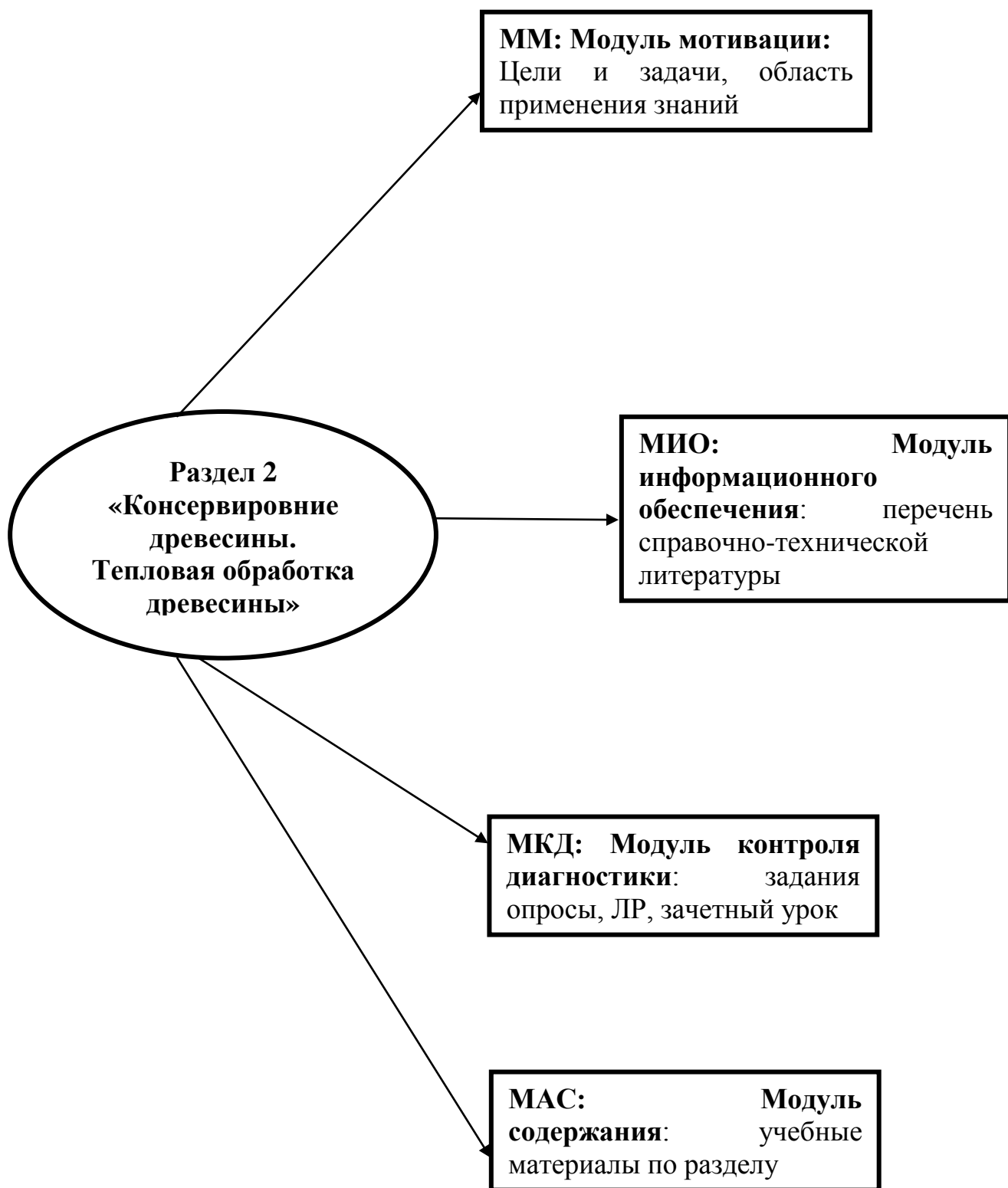


Рисунок 1 – Структурная схема процесса обучения

# **1 Характеристика и содержание модулей раздела «Консервирование древесины. Тепловая обработка древесины»**

## **1.1 Модуль мотивации (ММ)**

Цели и задачи ММ:

- а) изучить методы и средства защиты;
- б) ознакомиться с видами и группами микроорганизмов, поражающих древесину;
- в) изучить способы пропитки древесины;
- г) изучить технологию пропитки, оборудование пропиточных цехов;
- д) изучить показатели и методы оценки качества защитной обработки;
- е) изучить процессы тепловой обработки древесины.

Область применения знаний, умений и навыков:

- а) умение определять защитные средства;
- б) умение работать с учебной, методической и справочной литературой;
- в) умение работать с ГОСТами;
- г) привитие навыков расчета норм расхода защитных средств при разных условиях эксплуатации древесины;
- д) привитие навыков расчета затрат тепла на оттаивание древесины и времени дополнительного оттаивания;
- е) умение рассчитывать площадь варочных бассейнов.

## **1.2 Модуль информационного обеспечения (МИО)**

МИО содержит перечень учебной, методической, справочной литературы.

Перечень учебной, справочной и методической литературы:

1. ГОСТ 20022.0-82, ГОСТ 20022.1-80, ГОСТ 20022.2-80 «Защита древесины».
2. Кречетов И.В. «Сушка древесины» / Кречетов И.В. - М. Лесная промышленность, 1987. – 440с.
3. Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / Серговский П.С., Расев А.И.: учебник для вузов. – 4-е изд. перераб. И доп. – М.: «Лесная промышленность», 1987. – 360 с.
4. Бывших М.Д. Защитная обработка древесины : Учебник для техникумов / Бывших М.Д., Федоров Н.И. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 144с.

## **1.3 Модуль контроля и диагностики (МКД)**

МКД включает в себя индивидуальные и групповые задания; контрольные вопросы для защиты практических работ; тестовые задания.

## **1.4 Модуль содержания (МС)**

МС содержит учебный материал в логической последовательности, который изучается на лекционных и практических занятиях, самостоятельно.

Раздел 2 «Консервирование древесины. Тепловая обработка древесины» рассчитан на 20 часов (смотреть структурную схему – рисунок 2), в том числе: 10 часов теоретических занятий и 10 часов практических работ.

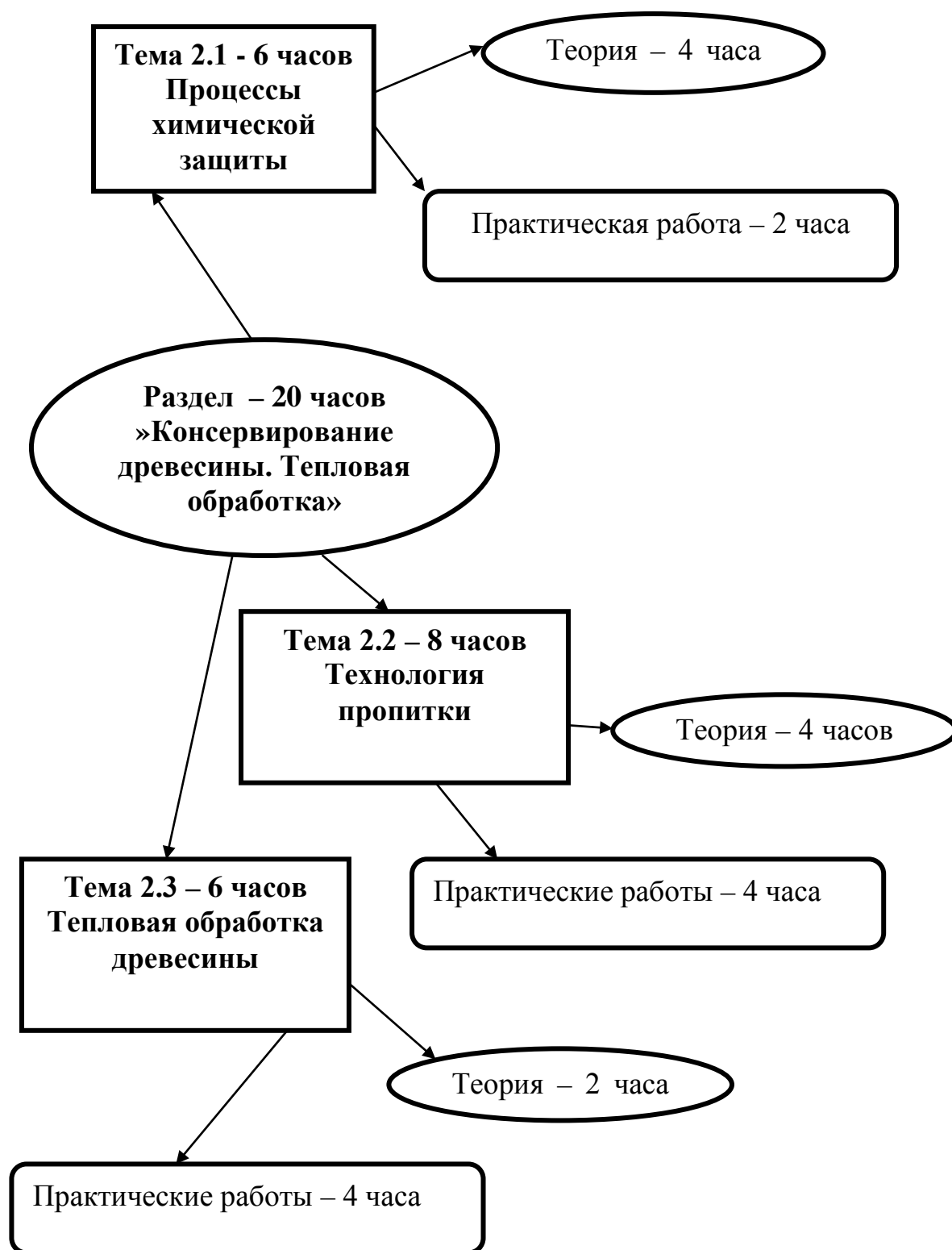


Рисунок 2 – Структурная схема учебного процесса модульной системы обучения – раздел 2 «Консервирование древесины. Тепловая обработка древесины »



## 2 Тема 2.1 Процессы химической защиты

Модуль мотивации:

- а) изучить методы и средства защиты;
- б) иметь представление о процессах химической защиты, средствах защиты;
- в) знать требования, предъявляемые к препаратам;
- г) знать причины порчи древесины;
- д) иметь представление об облегченных способах пропитки древесины;
- е) знать классификацию способов пропитки.

Модуль информационного обеспечения:

- Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / Серговский П.С., Расев А.И.: учебник для вузов. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: «Лесная промышленность», 1987. – 360 с.
- Бывших М.Д. Защитная обработка древесины : Учебник для техникумов / Бывших М.Д., Федоров Н.И. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 144с.
- Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине: Лесная промышленность, 1989. – 296с.
- Конспекты лекций:

Тема - Консервирование, антисептирование древесины. Препараты химической защиты.

Тема – Классификация способов пропитки. Облегченные способы пропитки.

- Методические указания по выполнению практических работ

Модуль контроля и диагностики:

- а) конспекты лекций;
- б) контрольные вопросы;
- в) Практическая работа № 11 «Определение защитных средств»;
- г) индивидуальные карточки с заданием для выполнения практических работ;
- д) тестовые задания

Модуль содержания:

Тема 2.1 « Процессы химической защиты» рассчитана на 6 часов , в том числе 4 часа теоретических занятий и 2 часа – практических работ.

### 2.1 Консервирование, антисептирование древесины. Препараты химической защиты

Древесина, являясь органическим материалом, может подвергаться разрушениям, если изделие и сооружения их не эксплуатируются в неблагоприятных условиях. *Разрушение древесины вызывают :*

1. *Грибы.* Грибы размножаются спорами, которые ветром и насекомыми разносятся на значительные расстояния. Попадая в древесину, споры при благоприятных условиях прорастают, образуя невидимые глазом нити — гифы,

которые разрастаются в грибницу. Гифы прорастают через стенки клеток, сильно их повреждают. Грибница может развиваться и на поверхности древесины или в трещинах в виде пушистых налетов, тяжей, похожих на вату образований различных цветов и оттенков.

2. *Определенные виды насекомых* (жуков, термитов), которые прогрызают в древесине ходы, снижающие прочность изделий и сооружений.

3. *Некоторые виды моллюсков*(морские древоточцы), воздействующие на древесину подобно насекомым.

4. *Пожары*. Один из недостатков древесины как конструкционного материала – легкая воспламеняемость и горючесть. Стойкость к горению древесины у разных пород – неодинакова.

5. *Атмосферные воздействия*, связанные с многократным увлажнением древесины, способные при солнечной активности вызывать деструкцию древесины.

6. *Механические воздействия*, приводящие к истиранию (полы), смятию (шпалы, переводные брусья), расщеплению (причалы, платформы) и т.д.

Для продления службы деревянных изделий необходима защита древесины от влияния выше перечисленных факторов. От механических и атмосферных воздействий древесина может быть защищена надлежащим конструированием изделий и сооружений, покрытием защитным слоем (покраска, штукатурка).

Для защиты от огня и биологических разрушителей применяют химические методы защиты.

Химическая защита древесины, необходима в тех случаях, когда ее увлажнение в процессе эксплуатации просто неизбежно. Конструкции, которые берутся под эксплуатацию на открытом воздухе, в земле, в толще ограждающих конструкций зданий и в других случаях, к примеру, конструкции мостов, мачт, свай, неизбежно увлажняются атмосферной, грунтовой или конденсационной влагой. *Химическая защита таких конструкций от загнивания заключается в том, что необходимо пропитать или покрыть их ядовитыми для грибов веществами, которые называются антисептиками.*

*Наиболее надежная защита древесины от огня обеспечивается пропиткой её огнезащитными составами, называемыми антипиренами.*

В зависимости от глубины введения защитных средств в древесину и сроков действия препаратов различают процессы:

1. *Антисептирование* – процесс введения химических препаратов в неглубокие слои древесины с целью кратковременной защиты древесины (в процессе атмосферной сушки, при перевозках древесины).

2. *Консервирование* - процесс введения химических препаратов в глубокие слои древесины с целью длительной защиты древесины.

Развитие грибов в древесине происходит лишь при определенных влажностно-температурных условиях. Грибы не развиваются при: температуре ниже 0-5 °С и выше 45-50°С; влажности ниже 18-20% и выше 120-150%. Поэтому в ряде случаев применяются методы, основанные на поддержании

определенных влажностно-температурных условий, исключающих жизнедеятельность грибов. К ним относятся:

1. *Сушка*. Надежный метод длительной защиты древесины, эксплуатируемой в условиях, исключающих её повторное увлажнение.

2. *Затопление, дождевание*. Основаны на принципе повышения влажности. Используют для сезонной защиты древесного сырья (бревен, кряжей).

3. *Замораживание*. Основано на понижении температуры древесины в зимний период.

4. *Пропаривание*. Основано на повышении температуры древесины, обеспечивает её стерилизацию.

Область применения консервирования:

1. Крупномерные лесоматериалы, используемые для изготовления шпал, переводных брусьев, деталей опор линий электропередач.

2. Строительная индустрия – жилищное, промышленное, сельскохозяйственное и другие.

3. Элементы деревянных судов, вагонов, памятников истории и культуры.

Интенсивность разрушения древесины, в том числе и консервированной зависит от условий её службы (активность биоразрушения и особенность увлажнения древесины, скорость вымывания защитного средства и т.д.). По ГОСТ 20022.2-80 условия службы консервированной древесины разделены по интенсивности разрушений и расконсервирования на 18 классов. Класс условий службы возрастает с повышением интенсивности вымывания защитного средства. При одинаковой интенсивности вымывания на класс условий службы влияет годовая продолжительность активного биологического разрушения древесины, определяемая климатическими условиями.

Для защиты древесины от грибов и насекомых применяются различные химические соединения. Эти вещества губительно действуют на вредителей и не допускают их развития.

*Химические средства, применяемые для защитной обработки древесины должны удовлетворять следующим основным требованиям:*

1) Обладать высокой токсичностью – способностью убивать грибницу дереворазрушающих грибов;

2) Обладать постоянством химических свойств при длительном хранении и после введения в древесину;

3) Хорошо проникать в древесину и создавать высокую концентрацию яда;

4) Не вымываться из строительных материалов и не разрушаться под действием солнечных лучей;

5) Не вызывать коррозии металлов;

6) Быть безвредными для здоровья человека и животных;

7) Не иметь неприятного запаха и допускать последующую обработку;

8) Не повышать гигроскопичность древесины и не снижать её прочность; не ухудшать её способность склеиваться, окрашиваться, полироваться;

9) Быть доступными и дешёвыми;

10) Для защиты от огня – способностью снижать её возгораемость и уменьшать тление.

Средства химической защиты, которые удовлетворяли бы всем перечисленным требованиям отсутствуют. В каждом конкретном случае выбор защитного средства определяется назначением изделия и условиями его эксплуатации. При выборе антисептика следует по возможности обеспечить максимальное соблюдение основных требований с учетом методов пропитки, наличия оборудования и влажности получаемой древесины. При применении защитных средств следует помнить, что чем больший спектр воздействия на древесину имеет вещество, тем опаснее оно для человека.

Все защитные материалы для дерева классифицируются по: характеру действия; растворимости и вымываемости.

*По характеру действия защитные средства классифицируются:*

1. *Антисептики* – для защиты от биологических разрушителей (грибы, насекомые). По своему составу подразделяются на три группы:

- *фторсодержащие* – высокотоксичные, хорошо проникают в древесину, не снижая её прочности, способности к склеиванию и окрашиванию, не изменяют цвет древесины, без запаха. Однако легко вымываются из древесины и вызывают коррозию черных металлов.

- *хромсодержащие* – относятся к невымываемым и трудновымываемым препаратам, токсичны; при контакте с древесиной образуют вещества нерастворимые в воде. Данные препараты не рекомендуют нагревать свыше 60 °С во избежание преждевременного выпадения нерастворимых осадков.

- *фенолсодержащие* – хорошо растворимы в воде, весьма токсичны; вызывают коррозию цветных металлов.

2. *Антипирены* – для защиты от огня. Огнезащитные пропитки делятся на 2 группы: одна из них обеспечивает трудносгораемость древесины, а вторая - трудновоспламеняемость.

Эти вещества, введенные в основу древесины, при опасном нагреве начинают плавиться или разлагаться, покрывая ее огнезащитными пленками или газовыми оболочками, которые не дают дальше доступ кислорода к древесине, которая при этом может только медленно разлагаться и тлеть, не создавая открытого пламени и не распространяя огня.

В среднем пропитанная антипиренами древесина имеет предел огнестойкости 40 мин, в течение которых могут быть приняты меры для тушения огня.

Завершив наружную и внутреннюю обработку древесины, рано считать, что все окончено. Хозяину дома на протяжении всего срока его эксплуатации надо тщательно следить за наружным покрытием, которое находится под воздействием перепада температур, влаги, УФ-излучения, и через три-четыре года обновлять его.

Пропитка древесины антипиренами производится с одновременной пропиткой антисептиками.

3. *Комбинированные средства защиты (биоогнезащитные препараты)* –

препараты комбинированного действия, содержат в качестве компонентов как антисептики, так и антипирены.

*По растворимости защитные средства подразделяются на :*

1. *Водорастворимые препараты.* К ним относятся вещества и смеси, вводимые в древесину в виде водных растворов или наносимых на поверхность лесоматериалов в виде паст. Вещества не имеют цвета и запаха, безвредные для людей, например фтористый и кремнефтористый натрий. Они используются для защиты древесины в закрытых помещениях, где возможно пребывание людей и нет опасности вымывания антисептиков водой. Существуют и другие виды водорастворимых антисептиков, некоторые из них ядовиты и для людей. По направленности действия могут быть антисептиками, антипиренами и биоогнезащитными препаратами. Обозначаются «ВР».

2. *Органикорастворимые препараты.* Антисептические препараты хорошо растворимые в легких органических растворителях. В воде практически не растворяются. Обозначаются «Л».

3. *Антисептические масла* – органические масла, обладающие высокой токсичностью по отношению к биоразрушителям (каменноугольное, антраценовое, сланцевое). Масла негигроскопичны, не снижают механической прочности древесины, не вымываются из древесины, не вызывают коррозию металлов, но окрашивают древесину в темно-бурый цвет и затрудняют её окраску, несколько повышают горючесть древесины, обладают резким запахом. Применяют для защиты сооружений, эксплуатируемых на открытом воздухе. Обозначаются «М».

*По вымываемости защитных материалов подразделяются на : легко вымываются (ЛВ), вымываемые (В), трудновымываемые (ТВ) и невымываемые (НВ).*

## **2.2 Практическая работа № 11 «Определение защитных средств»**

Цель работы: Закрепление теоретических сведений по теме «Консервирование, антисептирование древесины. Препараты химической защиты»; привитие практических навыков чтения обозначений защитных средств и подразделения на группы в зависимости от их состава.

Оснащение работы: Практикум по ГТО, раздел «Консервирование»; ГОСТ 20022.0-82, 20022.2-80 «Защита древесины»; карточки задания

Порядок выполнения работы:

1. Повторение теоретических сведений по теме «Консервирование, антисептирование древесины. Препараты химической защиты».
2. Разбор приемов и способов выполнения.

### 3. Индивидуальное выполнение:

3.1 Используя приложение ГОСТа 20022.2-80 (стр.6) распределить защитные препараты по направленности действия – антисептики, антипирены, биоогнезащитные препараты.

3.2 Защитным средствам дать техническую характеристику, обозначить классификацию по растворимости и вымываемости.

3.3 Данные рекомендуется снести в таблицу 1.

Таблица 1 - Краткая технологическая характеристика антисептиков

Наименование защитного средства	Обозначение	Растворимость и вымываемость защитного средства	Характеристика защитного средства
<i>Пример заполнения</i>			
1. Антисептики			
Фтористый натрий	ФН	ВР-ЛВ	Без запаха, не окрашивает древесину, не вызывает коррозию черных металлов, не ухудшает склеивание и окрашивание

### 3.4 Защита практической работы

#### Вопросы к защите:

1. Какие организмы и процессы вызывают разрушение древесины?
2. Какие химические методы защиты используют для защиты древесины?
3. В каких случаях применяют процессы консервирования и антисептирования?
4. Какие методы защиты, основанные на поддержании определенных влажностно-температурных условий используют для защиты древесины от биологического разрушения? На каких принципах основаны данные методы?
5. Какова область применения консервирования, антисептирования и огнезащиты древесины?
6. Что характеризует класс условий службы? От чего зависит интенсивность разрушения древесины?
7. По каким признакам классифицируются защитные средства?
8. На какие группы подразделяются защитные средства по направленности действия? Дать характеристику каждой группе.
9. На какие три группы подразделяются антисептики по составу? Каковы особенности каждой группы препаратов?
10. На чем основано действие антипиренов?
11. На какие группы подразделяются защитные средства по растворимости? Каковы особенности каждой группы? Как обозначаются в маркировке?
12. На какие группы подразделяются защитные средства по вымываемости? Как обозначаются в маркировке?
13. Какие требования предъявляются к защитным средствам?

### 2.3 Классификация способов пропитки. Облегченные способы пропитки

Способы пропитки древесины выбираются в зависимости от назначения пропитываемого материала, условий его службы и вида защитного состава. По физической природе проникновения пропиточной жидкости различают три основных способа пропитки древесины: капиллярная, диффузионная, пропитка под давлением.

*Капиллярная пропитка древесины* основана на проникновении в сухую или подсушенную древесину жидкости под действием капиллярных сил. К капиллярным относятся:

- *Пропитка нанесением на поверхность древесины раствора защитного средства с помощью кисти, валика, опрыскивателя.* Глубина пропитки 1-2 мм для здоровой и 5 мм для старой, разрыхленной древесины.

- *Погружением в пропиточный раствор* (продолжительность погружения устанавливается в секундах или минутах). Проникновение жидкости в древесину происходит под действием капиллярных сил и незначительного гидростатического давления. Глубина зависит от вязкости жидкости, проницаемости древесины и срока выдержки. Она немногим больше, чем при предшествующем способе.

- *Панельная пропитка (рисунок 3).* Способ заключается в наложении гидроизолирующей панели на поверхность древесины и непрерывной передачи под неё антисептика. Панельная пропитка используется для защитной обработки уникальных деревянных построек без их разборки.

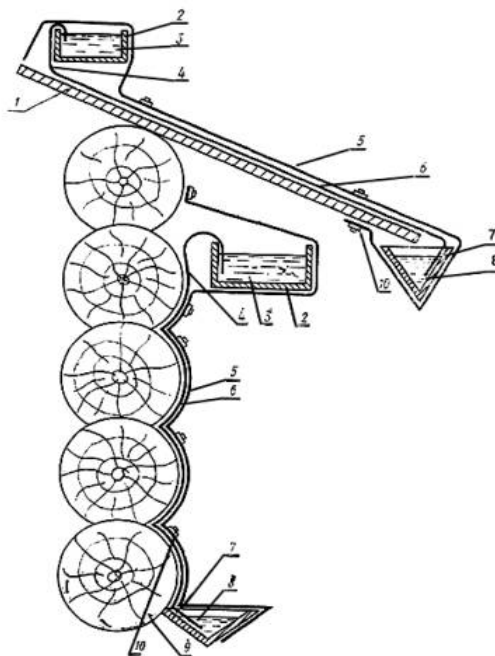
К вертикальной или наклонной поверхности обрабатываемого объекта прикрепляют пропиточную панель, состоящую из плотно примыкающего к древесине внутреннего слоя (листов мягкого пористого материала, например фильтровальной бумаги) и наружного водонепроницаемого слоя. Верхний конец внутреннего слоя опускают в раствор пропитывающего вещества, 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 ее глубины, состояния древесины (плотная, рыхлая), свойств пропитывающей жидкости и температуры окружающей среды. В среднем она колеблется от 15 до 30 суток.

*Капиллярные способы пропитки малоэффективны, так как обеспечивают только поверхностную пропитку.*

*Диффузионная пропитка* основана на проникновении в сырую древесину веществ под действием разности их концентрации на поверхности и внутри древесины. К ним относятся:

- *Пропитка нанесением паст.* Применяется для консервирования небольших партий столбов (деталей опор линий электропередачи и связи.) Сырые окоренные сортаменты обмазывают со всех сторон пастой, содержащей

водорастворимый антисептик; затем их укладывают в плотные пакеты, тщательно укрывают гидроизоляционными чехлами из толя, рубероида или полиэтиленовой пленки и выдерживают (в теплое время года) в течении 2-3 месяцев. Затем пакеты раскрывают, столбы подсушивают на открытой площадке (5-7 суток) и отправляют потребителю.



- 1 - тесовая крыша,
- 2 - верхний резервуар,
- 3 - пропиточная жидкость,
- 4 – питатель,
- 5 - наружный слой панели,
- 6 - внутренний слой панели,
- 7 - нижний резервуар,
- 8 - остаток пропиточной жидкости,
- 9 - бревенчатая стена,
- 10 - крепление панели;

Рисунок 3 – Схема панельной пропитки бревенчатой стены и дощатой кровли

- *Бандажная пропитка.* Применяют для консервирования столбов различного назначения. Ее особенность состоит в том, что она происходит во время эксплуатации. При установке столбов в грунт их часть, наиболее подверженную загниванию (в зоне границы земля-воздух), обертывают бандажом, т.е. лентой гидроизоляционного материала, на внутреннюю поверхность которой нанесена антисептическая паста. Бандаж крепят к столбу проволокой или гвоздями.

- *Пропитка вымачиванием в растворе.* Отличается от капиллярной пропитки начальной влажностью древесины и длительностью ее выдержки в ванне. В ванну с концентрированным раствором антисептика загружают не подсушенные, а сырые сортаменты, проникновение в которые защитного



средства происходит путем диффузии. Длительность выдержки определяется в зависимости от требуемого уровня защищенности в соответствии с классом условий службы и колеблется от 2 – 3 часов до нескольких недель. При длительной выдержке обеспечивается проникновение молекул пропитывающего вещества на большую глубину. Производительность ванн при этом способе пропитки очень невелика, но зато обеспечивается надежная защита древесины труднопропитываемых пород.

*Диффузионная пропитка чрезвычайно длительна и требует больших затрат ручного труда. Кроме того, она возможна при использовании только неорганических водорастворимых пропитывающих веществ.*

*Пропитка под давлением.* Основана на проникновении пропиточной жидкости в древесину под действием давления выше атмосферного.

- *Пропитка в ваннах с предварительным нагревом* имеет несколько технологических вариантов. Наиболее распространен вариант с использованием двух (горячей и холодной) ванн. Пакет пропитываемых сортиментов нагревают в ванне с горячей пропитывающей жидкостью, после чего перегружают в ванну с холодной жидкостью, при выдержке в которой и происходит собственно пропитка.

Реже применяют вариант с использованием одной (горяче-холодной) ванны. После прогрева загруженного в ванну пакета горячую жидкость в ней быстро заменяют холодной путем перекачки насосами. Качество пропитки здесь несколько выше, чем в первом варианте, что объясняется отсутствием контакта нагретой древесины с воздухом во время перегрузки, при которой в открытые полости клеток попадают воздушные включения, замедляющие движение жидкости в древесине.

*Способ горячих и холодных ванн эффективнее капиллярных способов и применялся в прошлом достаточно широко. Однако, этот способ из-за малого избыточного давления не обеспечивает достаточной глубокой, а тем более сквозной пропитки.,*

- *Совмещение нагревания и камерной сушки.* Штабель пиломатериалов или заготовок сразу после сушки в камере до требуемой для пропитки влажности (25 – 30 %) помещают в ванну с холодным пропитывающим раствором. После выдержки в ванне штабель вновь помещают в камеру и сушат до конечной (эксплуатационной) влажности.

- *Автоклавные способы пропитки,* обеспечивающие глубокое проникновение в древесину пропитывающих веществ при малой продолжительности процесса и относительно невысоких затратах труда и энергии. Метод ВАД — автоклавная пропитка древесины под атмосферным давлением с применением начального и конечного вакуума. Метод ВДВ — автоклавная пропитка древесины под давлением выше атмосферного с применением начального и конечного вакуума. Древесина должна быть сухой или подсушенной непосредственно перед пропиткой в автоклаве.

*Пропитка древесины способом ВАД, ВДВ в специальном оборудовании даёт наилучший результат по параметрам огнебиозащищённости.*

Контрольные вопросы:

1. От чего зависит выбор способа пропитки?
2. Как классифицируются способы пропитки по физической природе проникновения пропиточной жидкости?
3. На чем основаны капиллярные способы пропитки?
4. Какие способы относятся к капиллярным? Какова их сущность?
5. Какие требования предъявляются к древесине по влажности при использовании капиллярных способов ?
6. Почему капиллярные способы пропитки малоэффективны?
7. На чем основаны диффузные способы пропитки? Какие требования предъявляются к древесине по влажности при данных способах?
8. Какие способы относятся к диффузным? Какова их сущность?
9. Какие пропиточные средства можно использовать при диффузных способах?
10. На чем основаны способы пропитки древесины под давлением?
11. Какие способы пропитки наиболее эффективны и почему?

### 3 Тема 2.2 Технология пропитки

Модуль мотивации:

- а) знать последовательность технологических операций пропитки;
- б) иметь представление о подготовке древесины к пропитке;
- в) знать основное и вспомогательное оборудование пропиточных цехов;
- г) иметь представление о показателях качества;
- д) знать методы определения качественных показателей;
- е) знать мероприятия по охране труда и окружающей среды;
- ж) иметь навыки расчета поглощения и подбора защитного средства при пропитке сортиментов;
- з) привитие практических навыков работы со справочной литературой, ГОСТами.

Модуль информационного обеспечения:

- Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / Серговский П.С., Расев А.И.: учебник для вузов. – 4-е изд. перераб. И доп. – М.: «Лесная промышленность», 1987. – 360 с.
- Бывших М.Д. Защитная обработка древесины : Учебник для техникумов / Бывших М.Д., Федоров Н.И. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 144с.
- Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине: Лесная промышленность, 1989. – 296с.
- Конспекты лекций:
  - Тема – Технология пропитки. Оборудование цехов защитной обработки.
  - Тема – Качество защитной обработки. Охрана труда и окружающей среды
- Методические указания по выполнению практических работ

Модуль контроля и диагностики:

- а) конспекты лекций;
- б) контрольные вопросы;
- в) Практическая работа № 12 «Выбор защитных средств для пропитки круглых лесоматериалов»;
- г) Практическая работа № 13 «Выбор защитных средств для пропитки пиломатериалов»;
- д) индивидуальные карточки с заданием для выполнения практических работ;
- е) тестовые задания

Модуль содержания:

Тема 2.2 «Технология пропитки» рассчитана на 8 часов, в том числе 4 часа теоретических занятий и 4 часа – практических работ.

#### 3.1 Технология пропитки. Оборудование цехов защитной обработки

Во всех случаях древесина должна быть надежным образом подготовлена к пропитке. К подготовительным операциям относятся сортировка, окорка,

сушка, механическая обработка и накалывание. Некоторые из этих операций необходимы во всех случаях, другие проводят лишь при определенных способах пропитки или при использовании древесины определенных пород.

*Сортировка.* Сортировка лесоматериалов по признакам, характеризующим качество древесины: порода, влажность, крупнослойность, соотношение заболони и ядра, способы доставки (сухопутный транспорт или сплавом) и т. п.

*Окорка древесины.* Необходима при всех способах пропитки. Поверхность сортиментов должна быть гладкой, полностью очищенной от коры и луба.

При капиллярной и пропитке под давлением древесину следует окоривать заблаговременно и как можно раньше, чтобы использовать это время для сушки. При диффузной пропитке – непосредственно перед пропиткой, не допуская подсушки древесины. При небольших объемах заготовки опор или деталей к ним раньше применяли ручные струги. Однако в настоящее время струги применяются только для окончательной зачистки столбов после их механической окорки.

*Сушка древесины.* Степень и способ сушки перед пропиткой определяют в каждом отдельном случае назначением сортимента.

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 нужно стремиться к тому, чтобы пропитывать древесину при влажности, равной эксплуатационной. Так если влажность древесины больше эксплуатационной, то при дальнейшей сушке происходит растрескивание материала и обнаженные непропитанные участки древесины могут подвергнуться гниению.

Предпропиточная сушка – вопрос проблематичный. Атмосферная сушка – длительная, камерная и сушка в жидкостях – применение в широком объеме не реально из-за отсутствия необходимого оборудования. Поэтому в настоящее время получили распространение специальные способы пропитки, которые предусматривают совмещение пропитки и предварительной сушки.

*Механическая обработка.* Направлена на придание сортиментам заданных размеров и формы. Она заключается в окорке, распиловке, строгании, сверлении и т. д. Все виды механической обработки должны предшествовать пропитке, а в отдельных случаях сушке (распиловка бревен на пиломатериалы). При выполнении данных условий - повышается срок службы пропитанной древесины; снижается расход защитного средства на пропитку; исключаются затраты, связанные с техникой безопасности при механической обработке пропитанной древесины.

Если по каким-то причинам некоторые механические операции приходится выполнять только после пропитки, то обнаженные участки следует обрабатывать путем 2-3-х кратного нанесения на них защитного средства.

*Накальвание.* Накальванию подлежат сортименты из труднопропитываемой древесины (ель, пихта) для обеспечения равномерного введения в них пропитывающих жидкостей на заданную глубину.

Для накальвания используют станки, инструментами которых служат специальные ножи. Ножи вводят в древесину на определенную глубину, при этом древесные клетки раздвигаются и частично прирезаются, в результате чего пропитывающая жидкость проникает на глубину наколов и распространяется на поверхности сортимента за счет перемещения вдоль волокон. Глубина наколов 10-20 мм, в зависимости от требуемой глубины наколов; а их расположение должно обеспечивать равномерную пропитку.

В станках для накальвания по плоскости (например, пиломатериалов, шпал, брусьев) ножи монтируют на вращающихся барабанах, между которыми пропускаются обрабатываемые сортименты. Для накальвания круглых сортиментов применяют станки, в которых ножи совершают возвратно-поступательные движения, а круглый накальваемый сортимент вращается.

Расположение прорезей определяется группой растворимости защитных препаратов.

#### *Устройства для антисептирования пиломатериалов*

*1. Антисептирующие установки для опрыскивания пиломатериалов, устанавливаемые на сортировочных устройствах с поперечным движением пиломатериалов.*

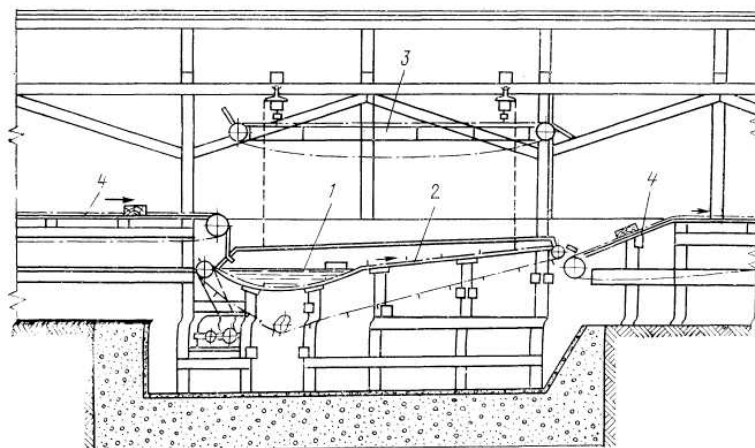
Данные установки требуют равномерного и упорядоченного движения их по сортплощадке, могут быть рекомендованы только для заводов небольших мощностей или для сортировочных устройств с продольным перемещением пиломатериалов.

*2. Установки, в которых антисептирование проводят путем погружения пиломатериалов в раствор антисептика.*

Основная часть таких установок – ванна с раствором антисептика, в которую погружают древесину (рисунок 4).

Ванну оборудуют конвейером, состоящим из 3-4 цепей, верхние ветви которых свободно провисают по профилю её дна. Этот конвейер выносит пиломатериалы из ванны на сортплощадку. Колебания раствора, возникающие при падении в него пиломатериалов, способствуют перемещению их после всплытия вдоль ванны к захватам конвейера.

Вместимость ванны определяется минимальным количеством раствора, необходимого для погружения и выноса пиломатериалов, с определенным интервалом поступающих в ванну. Длина ванны должна обеспечить стекание избытка раствора с пиломатериалов до выхода их на сортплощадку и обычно принимается около 12 м. Место для установки ванны выбирают с таким расчетом, чтобы все не подлежащие антисептированию пиломатериалы могли быть отобраны.



- 1 – ванна с раствором,
- 2 – цепи конвейера,
- 3 – дополнительный конвейер,
- 4 – цепи конвейера сорт площадки;

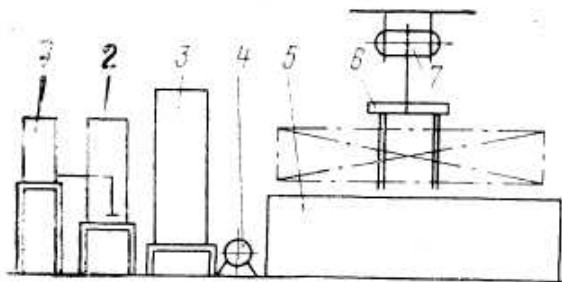
Рисунок 4 – Установка для антисептирования пиломатериалов, встроенная в сортплощадку

Для обеспечения бесперебойной работы сортировочного устройства при временном (ремонт, чистка) или продолжительном (в зимнее время) прекращении антисептирования предусматривается дополнительный горизонтальный конвейер, устанавливаемый на боковых стенках ванны в период, когда установка не работает. Во время работы антисептирующей установки этот конвейер поднимают над ванной и крепят к балкам перекрытия сортплощадки.

Антисептирование пиломатериалов на сортплощадке обеспечивает высокое качество защиты, так как пиломатериалы обрабатываются непосредственно после распиловки и не требует дополнительных операций на сортплощадке и участия дополнительных рабочих. Однако организация встречает некоторые трудности, к которым относят: ручную разборку мокрых пиломатериалов, необходимость упорядоченного движения досок на сортплощадке и др.

### 3. Антисептирование пиломатериалов, уложенных в пакет

Антисептирование пиломатериалов осуществляют как в плотных пакетах, так и в пакетах на прокладках при кратковременном погружении их в раствор антисептика. На рисунке 5 приведена схема антисептирующей установки конструкции ЦНИИМОД, в которой пакеты погружаются в ванну с раствором электроталю.



- 1 – бак для раствора,
- 2 – бак для рабочего раствора,
- 3 – расходный бак,
- 4 – насосы,
- 5 – ванны,
- 6 – захватное устройство,
- 7 – электродаль;

Рисунок 5 – Схема установки для антисептирования пиломатериалов в пакетах

Управляют электродалью из кабины. Захваты собственной массой погружают пакет в раствор. С помощью такой тали пакет не только погружается в ванну с раствором, но и перемещается в пределах установки. Обработанный пакет сначала на некоторое время устанавливается на эстакаду за ванной, где с него стекает избыток раствора, а затем на буферную площадку, откуда потом его увозят автолесовозом на склад. Стекающий с пакета раствор, пройдя фильтр, поступает обратно в ванну. Установку обслуживают двое рабочих.

Пакетное антисептирование пиломатериалов можно осуществлять у сортплощадки, на складе пиломатериалов или в другом удобном месте.

#### 4. *Ванные конвейерные установки с принудительным движением пропитываемого материала*

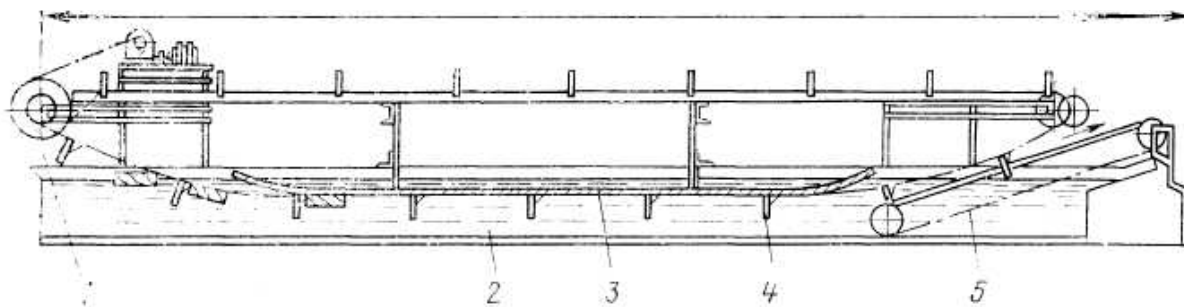
Данные установки применяют для скоростной пропитки столярно-строительных изделий (рам, панелей, дверей) в собранном виде. Одна из схем установки конвейерного типа показана на рисунке 6.

Установка состоит из ванны с раствором, в которой размещен рабочий конвейер с упорами, направляющий щит и разгрузочный конвейер; имеется привод.

#### 5. *Устройства для пропитки древесины с предварительным нагревом*

При технологии, предусматривающей нагрев и постепенное охлаждение древесины в одной ванне с антисептиком, а также нагрев и охлаждение в разных ваннах, пропитка древесины может проводиться в устройствах подобного устройству, приведенному на рисунке 5.

При технологии, предусматривающей нагрев и охлаждение в одной ванне со сменой жидкости, применяют пропиточное устройство, показанное на рисунке 7.



- 1 – привод,
- 2 – ванна с рас твором,
- 3 –направляющий щит,
- 4 – рабочий конвейер с упорами,
- 5 – разгрузочный конвейер;

Рисунок 6 – Конвейерная установка для пропитки столярно-строительных изделий

Эта установка, предназначенная для пропитки по способу горяче-холодной ванны, состоит из металлической сварной ванны, бака-резервуара для горячей жидкости и другого оборудования. Установку для пропитки древесины антисептиками можно применять для пропитки антипиренами.

#### 6. Устройства автоклавного типа для пропитки древесины

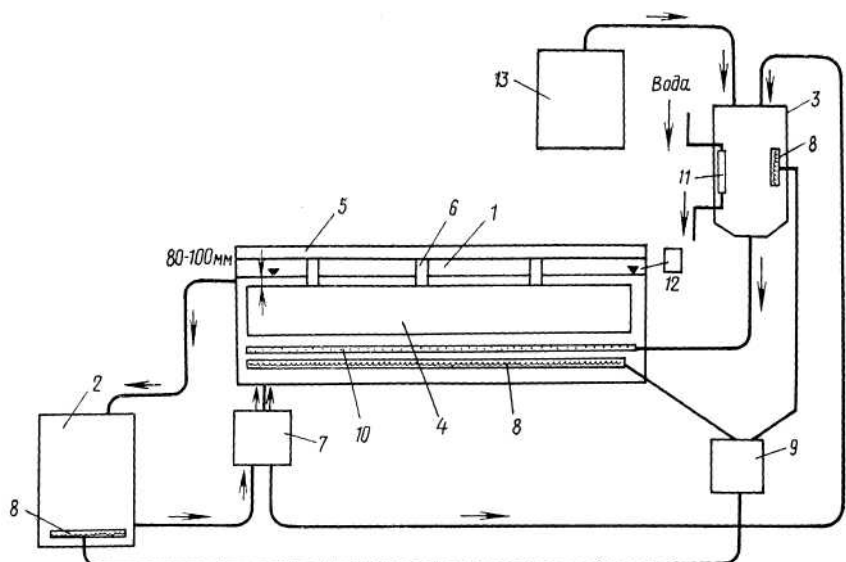
Схема устройства данного типа представлена на рисунке 8.

Главная часть установок - пропиточный цилиндр, или автоклав. Другое оборудование носит второстепенное значение и его состав в различных установках несколько отличен.

Автоклав представляет собой цилиндрический стальной резервуар, у которого в одном конце имеется сферическое днище, а в другом - герметически закрываемая дверка. В нижней части автоклава прокладывают рельсовую колею для закатки вагонеток с материалом. Параллельно рельсам устанавливают специальные реечные предохранители от вымывания материала. Между рельсами в нижней части монтируют паровой змеевик - калорифер. Размеры автоклава зависят от требуемой производительности и размеров обрабатываемых сортиментов.

Другая важная часть установки - маневровый автоклав, который обычно устанавливается горизонтально над пропиточным. При таком расположении жидкость из маневрового автоклава переливается в пропиточный самотеком. Обычно на два пропиточных автоклава устанавливают один маневровый. Его вместимость должна обеспечивать заполнение жидкостью пропиточного автоклава, включая и жидкость, поглощаемую древесиной.





- 1 – пропиточная ванна,
- 2 – бак для горячей жидкости,
- 3 – бак для холодной жидкости,
- 4 – пакет пропитываемого материала,
- 5 – крышка ванны,
- 6 – упоры против всплывания материала,
- 7 – насос,
- 8 – нагреватель,
- 9 – пульт с терморегуляторами,
- 10 – перфорированная труба для подачи в ванну холодной жидкости,
- 11 – охладитель (проточной водой),
- 12 – уровнемер,
- 13 – запасной резервуар жидкости;

Рисунок 7 – Схема пропиточной установки для антисептирования и антипирирования древесины с предварительным подогревом

Для измерения уровня жидкости предусматривают мерник - герметически закрытый резервуар с устройством для замера.

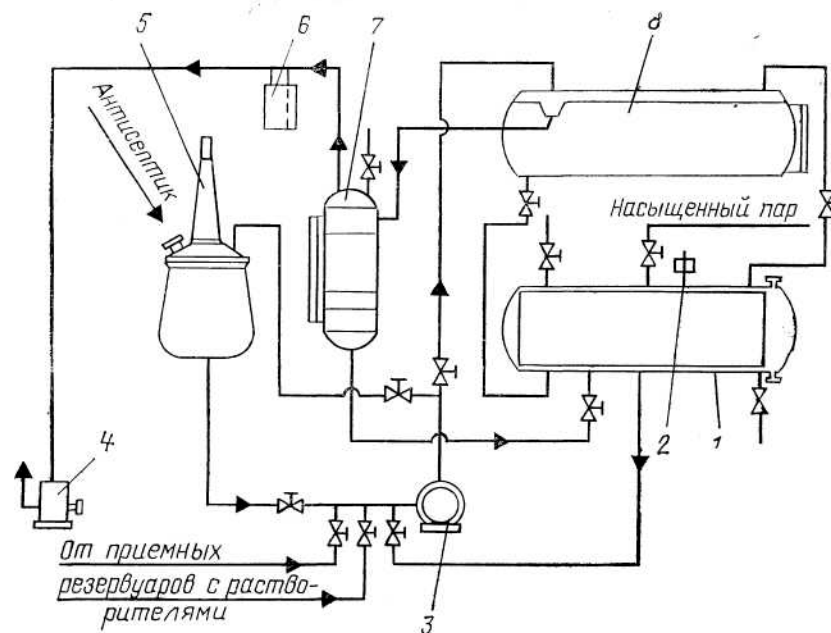
Для создания вакуума в пропиточном автоклаве устанавливают вакуум-насос.

Жидкостный насос в установке предназначен для перекачки жидкости, но он может быть использован и для создания жидкостного давления.

Компрессор служит для создания в пропиточном и маневровом автоклавах воздушного давления, а также для перекачки жидкости из пропиточного автоклава в маневровый.

Резервуары предназначены для хранения, подогрева антисептиков и в случае необходимости смешивания их. Они иногда оборудуются паровыми подогревателями и воздушными или механическими мешалками. Резервуары,

кроме того, могут быть и дозаторами подаваемых на смешивание жидкостей, поэтому их снабжают мерными устройствами.



- 1 – пропиточный автоклав,
- 2 – предохранительный клапан,
- 3 – насос,
- 4 – вакуум-насос,
- 5 – резервуар,
- 6 – конденсатор,
- 7 – мерник,
- 8 – маневренный автоклав;

Рисунок 8 – Схема пропитки древесины под давлением

К вспомогательному оборудованию относятся:

- вагонетки для перемещения и подачи древесины в пропиточные автоклавы;
- дробилки для размельчения твердых антисептиков;
- отстойники или сепараторы (центрифуги) для очистки пропиточных жидкостей;
- весы, дозаторы и контрольно-измерительные приборы (манометры, вакуумметры, термометры и др.).

### 3.2 Качество защитной обработки. Охрана труда и окружающей среды

От качества пропитки древесины во многом зависит срок службы изделий. Установлено, что при недостаточных дозах антисептика и при его

пониженной токсичности грибы развиваются даже интенсивнее, чем в непропитанной древесине; в то же время избыточное количество введенного антисептика удорожает стоимость строительства и создает ряд неудобств в эксплуатации.

Параметрами защищенности древесины являются - величина поглощенного антисептика, глубина и равномерность его распределения по древесине, токсичность и вымываемость антисептиков.

*Глубину проникновения пропитывающего вещества и его распределение в сортиментах определяют по цвету древесины путем отбора проб из контрольных образцов.*

*Глубиной проникновения называется расстояние в миллиметрах от наружной поверхности заболони до границы слоя, на котором обнаруживается антисептик.*

Пробы отбирают из заболони и ядра отдельно при помощи бура, имеющего внутренний диаметр 5-10 мм.

При взятии пробы необходимо, чтобы образцы не имели сучков, трещин или других пороков. Бурение следует производить строго по радиусу к центру, высверливая часть непропитанного столба, и извлекая образец из бура неразломанным.

При пропитке маслянистыми и другими антисептиками, окрашивающими древесину, глубину проникновения антисептика определяют измерением окрашенной зоны древесины. При пропитке древесины бесцветными антисептиками глубину пропитки определяют с помощью химических индикаторов.

Глубину пропитки оценивают в процентах от толщины просверливаемой заболони. ГОСТ 20022.5-76 предусматривает глубину пропитки не менее 85 % заболони. Заболонь толщиной менее 40 мм пропитывается полностью. Глубина пропитки ядровой древесины до 5 мм.

Количество проб определяется размерами сортиментов и способом пропитки.

*Величина поглощения определяется количество антисептика, впитавшегося в древесину (кг/м<sup>3</sup>).*

Контроль за поглощением ведут различным образом в зависимости от способа пропитки:

- взвешиванием пропитываемых сортиментов до и после пропитки;
- измерение расхода антисептика по снижению уровня жидкости в мернике или расходном баке.

Нормы поглощения устанавливаются в зависимости от группы растворимости защитного средства:

- для масляных пропиточных жидкостей – в килограммах на 1 м<sup>3</sup> пропитываемых лесоматериалов;
- для водных растворов солей – в килограммах сухой соли или раствора определенной концентрации на 1 м<sup>3</sup> древесины.

Нормы расхода пропиточной жидкости зависят от:

- способа пропитки;

- породы древесины;
- назначения пропитываемых сортиментов;
- влажности древесины;
- предварительной обработки древесины перед пропиткой.

Регулирование поглощения при пропитке осуществляется изменением параметров режима процесса (продолжительность, уровень давления) или изменением концентрации пропитывающего раствора.

*Вымываемость антисептиков из древесины определяют методом последовательного вымывания пропитанных образцов в ваннах.* По этому методу образцы древесины помещают в ванну с дистиллированной водой количество вымытого антисептика определяют аналитическим методом. По полученным данным строят кривые вымываемости. Продолжительность испытания 30 суток. Воду меняют через 1, 2, 3, 5, 10 и 20 суток. Химический анализ промывочных вод позволяет определить темп вымываемости активных компонентов защитного средства и степень их фиксации на древесине. Степень фиксации и количество вымытых веществ выражают в процентах к исходному содержанию в древесине после пропитки исследуемого компонента.

*Токсичность антисептика характеризуется предельной дозой, представляющей минимальное содержание его в древесине, при котором развитие дереворазрушающих грибов не происходит.*

Оценка токсичности антисептиков основана на учете реакции дереворазрушающего гриба на введение в древесину яда. Показатель предельной дозы определяется как отношение массы сухого антисептика к массе абсолютно сухой древесины, выраженное в процентах или в килограмм на метр кубический. Для одного и того же вида антисептика значение предельной дозы может изменяться в зависимости от состава питательной среды, штампа гриба и его разрушительной активности.

#### *Охрана труда и окружающей среды*

Некоторые из применяемых для защитной обработки древесины пропитывающих веществ при неосторожном обращении с ними могут быть вредными для здоровья людей. Важно соблюдать персоналом деревопропитывающих цехов и участков определенные правила техники безопасности:

- Допускается использование только препараты, разрешенные к применению Минздравом России;
- Помещения должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию и быть приспособленными к влажной уборке;
- Полы должны иметь уклон не менее 1/100 для надежного удаления пролитых жидкостей и промывочных вод;
- Работа с пропитывающими веществами только в спецодежде: резиновые сапоги или кожаные ботинки, комбинезон, прорезиненный или брезентовый фартук, резиновые рукавицы или перчатки; при работе с распылением или разбрызгиванием антисептиков обязательное использование защитных очков и респираторов;

- Соблюдение правил личной гигиены. Во время работы нельзя курить, принимать пищу, прикасаться не сняв перчаток к открытым участкам кожи. После работы обязателен прием пищи. При попадании препаратов на кожу необходимо сразу смыть их теплой водой с мылом.

При соблюдении этих правил и выполнения общих для всех мероприятий мер предосторожности работы на пропиточных установках не представляет никакой опасности для обслуживающего персонала.

Процессы защиты и консервирования древесины имеют большое природоохранное значение, так как, продлевая срок службы древесины в подверженных гниению и разрушению огнем сооружениях и в несколько раз уменьшая расход древесины на их возобновление, эти процессы сохраняют от вырубки значительные по площади лесные массивы.

В то же время деятельность деревопропитывающих предприятий может наносить вред природе окружающих эти предприятия районов, если имеют место бесконтрольные сбросы технологических и промывочных сточных вод, содержащих токсичные вещества, в реки, озера и другие водоемы. Что совершенно недопустимо. Все стоки от основного и вспомогательного пропиточного оборудования должны поступать на очистные устройства. При выполнении этого требования неблагоприятные воздействия процессов пропитки на окружающую среду полностью исключаются.

### **3.3 Практическая работа № 12 «Выбор защитных средств для пропитки круглых лесоматериалов»**

Цель работы: Закрепление теоретических сведений по темам «Способы пропитки древесины», «Технология пропитки»; получение практических навыков подбора защитных средств древесины, обеспечивающих защиту на требуемый срок службы в зависимости от условий эксплуатации; определения параметров защищенности.

Оснащение работы: Практикум по ГТО, раздел «Консервирование»; ГОСТ 20022.0-82, 20022.2-80 «Защита древесины»; карточки задания; счетная техника

Порядок выполнения работы:

1. Повторение теоретических сведений по теме «Классификация способов пропитки. Облегченные способы пропитки», «Технология пропитки. Оборудование цехов защитной обработки».
2. Разбор приемов и способов выполнения.
3. Индивидуальное выполнение:
  - 3.1 Выписать исходные данные:
    - объект защиты;
    - порода древесины;

- средний срок службы, годы;
- класс условий службы.

3.2 На основании исходных данных в соответствии с ГОСТ 200.22.2 – 80 установить следующие параметры:

- *Вымывание защитного средства и период активного биологического разрушения, мес.* Определяются по таблице 3, стр. 61.
- *Группу пропитываемости древесины.* Определяется в зависимости от породы по таблице 2, стр. 61;

3.3 Используя ГОСТ 20022.0 – 82 (таблица 1, стр. 3) в зависимости от класса условий службы, группы пропитываемости и среднего срока службы *выявить способы пропитки и защитные средства*, обеспечивающие требуемый срок службы.

3.4 *Выбрать один из способов пропитки и используемое защитное средство.* Выписать краткую технологическую характеристику защитного средства (растворимость и вымываемость, обозначение, назначение средства, характеристика).

Расшифровка препаратов – ГОСТ 20022.2 – 80, стр. 65.

Расшифровка способов пропитки – ГОСТ 20022.1 – 80, стр. 7-9.

Условное обозначение способов пропитки – ГОСТ 20022.0 – 82, стр. 44.

3.5 Для выбранного способа пропитки и защитного средства, используя ГОСТ 20022.0 – 82 (таблица 1, стр. 3) *определить общее поглощение и глубину пропитки.*

3.6 По формуле *определить искомое общее поглощение.*

Для круглых лесоматериалов искомое поглощение защитного средства вычисляется по формуле

$$P_{1,2} = \rho \cdot \frac{d^2 \cdot (d_1 - q)}{d_1^2 \cdot (d - q)}, \quad (1)$$

- где  $P_{1,2}$  - искомое поглощение защитного средства,  $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$ ;  
 $\rho$  – общее поглощение, указанное в таблице 1 (ГОСТ 20022. – 82);  
 $d$  – диаметр, пропитываемых лесоматериалов, равный 0,2 м;  
 $d_1$  – средний диаметр пропитываемых лесоматериалов (исходные данные), м;  
 $q$  – заданная глубина пропитки (ширина ЛПЗ составляет 21 мм), м.

Для свай общее поглощение защитного средства следует увеличивать на 15 – 20%.

3.7 Анализ полученных результатов

3.8 Защита практической работы

**Пример 1.** *Определить общее и искомое поглощение защитного средства для деревянных деталей опор линий электропередач диаметром 22*

см из древесины сосны с шириной заболони 25 мм на срок службы 40 ÷ 45 лет в условиях XII класса.

Согласно таблицы 2 ГОСТ 20022.-80 сосна обыкновенная относится к 1 группе – легкопропитываемые.

Для XII класса условий службы согласно таблицы 3 ГОСТ 20022.-80 для деревянных деталей опор линий электропередач:

- вымывание защитное средства – умеренное III степени;
- период активного биологического разрушения – до 6 месяцев.

Согласно таблице 1 ГОСТ 20022.0 – 82 требуемый срок службы 40-45 лет в условиях XII класса можно обеспечить, применяя пропитку:

- каменноугольным пропиточным или антраценовыми маслами, способом давление – давление – вакуум;
- сланцевым маслом, способом давление – вакуум;
- защитным средством ХМ – 11, способом вакуум – давление – вакуум.

Выбираем пропитку каменноугольным маслом способом давление – давление – вакуум.

Каменноугольное пропиточное масло по ГОСТ 2770-74 (КМ) – продукт каменноугольной смолы. По направленности действия – антисептик. По растворимости – масла; по вымываемости – невымываемый препарат.

Каменноугольное масло окрашивает древесину в темно-бурый цвет, не вызывает коррозии металлов, пропитанная древесина трудно склеивается и не окрашивается, приобретает запах масла.

Пропитка древесины способом давление-давление-вакуум (ДДВ) - автоклавная пропитка древесины под давлением выше атмосферного с применением начального воздушного давления и конечного вакуума.

Согласно таблицы 1 ГОСТ 20022.0 – 82:

- общее поглощение - 90 – 120 кг · м<sup>-3</sup>;
- глубина пропитки - 85% от ширины легко пропитываемой зоны (ЛПЗ = 21 мм)

Определяем искомое поглощение защитного средства по формуле 1.

При  $\rho = 90$  и  $120$  кг · м<sup>-3</sup>;  $d = 20$  см;  $d_1 = 22$  см;  
 $q = 85\%$  ЛПЗ = 21 мм.

$$P_1 = 90 \cdot \frac{0,2^2 \cdot (0,22 - 0,1785)}{0,22^2 \cdot (0,2 - 0,1785)} = 143,55 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

$$P_2 = 120 \cdot \frac{0,2^2 \cdot (0,22 - 0,1785)}{0,22^2 \cdot (0,2 - 0,1785)} = 191,40 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

*Искомое общее поглощение защитного средства составляет  $143,55 \div 191,40 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ .*

*Расчеты показали, что для обеспечения защиты деревянных деталей линий электропередач на срок 40-45 лет необходимо увеличить норму расхода защитного средства.*

Вопросы к защите:

1. Какова последовательность технологических операций при пропитке древесины?
2. С какой целью древесину окаривают? Когда необходимо окаривать древесину при использовании различных способов пропитки?
3. С какой целью древесину накалывают? Какие приспособления используют для накалывания?
4. От чего зависит расположение прорезей?
5. Какие устройства применяют на деревообрабатывающих предприятиях для антисептирования древесины?
6. Для каких целей древесину сушат перед пропиткой?

### **3.4 Практическая работа № 13 «Выбор защитных средств для пропитки пиломатериалов»**

Цель работы: Закрепление теоретических сведений по темам «Качество защитной обработки. Охрана труда и окружающей среды»; получение практических навыков подбора защитных средств древесины, обеспечивающих защиту на требуемый срок службы в зависимости от условий эксплуатации; определения параметров защищенности.

Оснащение работы: Практикум по ГТО, раздел «Консервирование»; ГОСТ 20022.0-82, 20022.2-80 «Защита древесины»; карточки задания; счетная техника

Порядок выполнения работы:

1. Повторение теоретических сведений по теме «Качество защитной обработки. Охрана труда и окружающей среды».
2. Разбор приемов и способов выполнения.
3. Индивидуальное выполнение:
  - 3.1 Выписать исходные данные:
    - объект защиты;
    - порода древесины;



- средний срок службы, годы.

3.2 На основании исходных данных в соответствии с ГОСТ 200.22.2 – 80 установить и занести в таблицу 2 следующие параметры:

- *Класс условий службы.* Определяется в зависимости от источника, объекта защиты, периода активного биологического разрушения по таблице 3, стр. 61;
- *Вымывание защитного средства и период активного биологического разрушения, мес.* Определяются по таблице 3, стр. 61.
- *Группу пропитываемости древесины.* Определяется в зависимости от породы по таблице 2, стр. 61;

3.3 Используя ГОСТ 20022.0 – 82 в зависимости от класса условий службы, группы пропитываемости и среднего срока службы *выявить способы пропитки и защитные средства, обеспечивающие требуемый срок службы:*

- для пилопродукции толщиной 40 мм и более – по таблице 2, стр.12;
- для пилопродукции толщиной до 40 мм – по таблице 3, стр.19.

3.4 *Выбрать один из способов пропитки и используемое защитное средство.* Выписать краткую технологическую характеристику защитного средства (растворимость и вымываемость, обозначение, назначение средства, характеристика).

Расшифровка препаратов – ГОСТ 20022.2 – 80, стр. 65.

Расшифровка способов пропитки – ГОСТ 20022.1 – 80, стр. 7-9.

Условное обозначение способов пропитки – ГОСТ 20022.0 – 82, стр. 44.

3.5 Для выбранного способа пропитки и защитного средства, используя ГОСТ 20022.0 – 82 (таблица 2, стр.12 – для пилопродукции толщиной 40 мм и более; таблица 3, стр. 19 – для пилопродукции толщиной до 40 мм) *определить общее поглощение и глубину пропитки.*

3.6 По формуле *определить искомое общее поглощение.*

Для пилопродукции толщиной 40 мм и более искомое поглощение защитного средства вычисляется по формуле

$$P_{1,2} = \rho \cdot \frac{a \cdot b \cdot (a_1 + b_1 - 2q)}{a_1 \cdot b_1 \cdot (a + b - 2q)}, \quad (2)$$

где  $P_{1,2}$  - искомое поглощение защитного средства, кг · м<sup>-3</sup>;  
 $\rho$  – общее поглощение для брусев сечением 180x220 мм, указанное в таблице 2 (ГОСТ 20022.0 – 82), кг · м<sup>-3</sup>;  
 $a_1$  и  $b_1$  – толщина и ширина сортимента, подлежащих пропитке, м;  
 $a$  и  $b$  – ширина и толщина сортимента, на которые в таблице 2 (ГОСТ 20022.0 – 82), приведено поглощение (180x220 мм), м.

Для пилопродукции толщиной до 40 мм общее поглощение следует рассчитывать по формуле (2). При этом параметры защищенности следует смотреть по таблице 3 ГОСТ 20022.0 – 82. (Общее поглощение защитных средств указано для пилопродукции сечением 22x110 мм).

3.7 Анализ полученных результатов

### 3.8 Защита практической работы

**Пример 2.** Найти общее поглощение защитного средства для досок наружной обшивки (на несущие детали) деревянных малоэтажных зданий сечением 16 x 110 мм из заболони сосны на срок службы 30 – 35 лет в условиях V класса.

Согласно таблицы 2 ГОСТ 20022.-80 сосна обыкновенная относится к I группе – легкопропитываемые.

Для V класса условий службы согласно таблицы 3 ГОСТ 20022.-80 для деревянных деталей опор линий электропередач:

- вымывание защитного средства – слабое;
- период активного биологического разрушения – свыше 6 месяцев.

Согласно таблице 3 ГОСТ 20022.0 – 82 требуемый срок службы 30-35 лет в условиях V класса для ненесущих конструкций можно обеспечить, применяя пропитку:

- КФН, способом ВДВ;
- ХМХЦ, способом ВАД;
- ХХЦ, способом ВАД;
- ХМХЦ, способом ППВ;
- ХХЦ, способом ППВ;
- ХМ-11, способом Вп;
- ХМББ-3239, способом Вп;
- ХМФ-532, способом Вп;
- ХМК-221, способом Вп;
- ППБ-255, способом Вп.

Выбираем пропитку способом ХМ-11, способом Вп.

Бихромат натрия технический по ГОСТ 23787.8-80 (ХМ-11). По направленности действия – антисептик. По растворимости – водорастворимый препарат; по вымываемости – невымываемый препарат.

Растворимость в воде более 10 %, без запаха, вызывает коррозию черных металлов, окрашивает древесину в зеленоватый цвет, пропитанная древесина склеивается и окрашивается, снижает прочность древесины. Особенно эффективен против грибов умеренной гнили, менее эффективен против домовых грибов.

Пропитка древесины способом Вп – способом вымачивания (индекс «п» - продолжительность вымачивания в часах). Капиллярная и (или) диффузная пропитка, древесины выдерживанием в пропиточной жидкости.

Согласно таблицы 3 ГОСТ 20022.0 – 82:

- *общее поглощение* -  $3 - 5 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ ;
- *глубина пропитки* -  $2 \text{ мм}$  (ТПЗ).

*Определяем искомое поглощение защитного средства по формуле 2.*

При  $\rho = 3 \text{ и } 5 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ ;  $a = 22 \text{ мм}$ ;  $v = 110 \text{ мм}$ ;  
 $a_1 = 16 \text{ мм}$ ;  $v_1 = 110 \text{ мм}$ ;  
 $q = 2 \text{ мм}$ .

$$P_1 = 3 \cdot \frac{0,022 \cdot 0,11 \cdot (0,016 + 0,11 - 2 \cdot 0,002)}{0,016 \cdot 0,11 \cdot (0,022 + 0,11 - 2 \cdot 0,002)} = 3,92 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

$$P_2 = 5 \cdot \frac{0,022 \cdot 0,11 \cdot (0,016 + 0,11 - 2 \cdot 0,005)}{0,016 \cdot 0,11 \cdot (0,022 + 0,11 - 2 \cdot 0,005)} = 6,55 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

*Искомое общее поглощение защитного средства составляет  $3,92 \div 6,55 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ .*

*Расчеты показали, что для обеспечения защиты досок для наружной обшивки на срок 30-35 лет необходимо увеличить норму расхода защитного средства.*

Контрольные вопросы:

1. На какие показатели влияет качество пропитки?
2. Какие параметры защищенности необходимо контролировать?
3. Что такое глубина пропитки? Как осуществляется контроль распределения и глубины проникновения защитного средства?
4. От чего зависит равномерность распределения защитного средства и глубина его проникновения в древесину?
5. Что такое поглощение?
6. Какие методы используют для оценки поглощения?
7. От чего зависит норма расхода защитного препарата?
8. На чем основан метод последовательного вымывания пропитанных образцов?
9. Чем характеризуется токсичность защитного средства?
10. Как оценивается токсичность препаратов? От чего зависит значение предельной дозы препаратов?
11. Какие мероприятия по охране труда и технике безопасности проводятся в пропиточных цехах?
12. Почему процессы пропитки имеют большое природоохранное значение?
13. При каких условиях деятельность пропиточных цехов может нанести вред окружающей среде?
14. От чего зависит выбор защитного средства для обеспечения требуемых условий защиты пропитанной древесины?
15. Чем определяется качество защиты древесины?

## 4 Тема 2.3 Тепловая обработка древесины

Модуль мотивации:

- а) знать процессы тепловой обработки;
- б) иметь представление о режимах проваривания и пропаривания;
- в) знать оборудование для тепловой обработки;
- г) иметь навыки расчета затрат тепла на оттаивание древесины и времени потребного для оттаивания;
- д) иметь навыки расчета площади варочного бассейна в зависимости от объемов производства;
- е) привитие практических навыков работы со справочной литературой.

Модуль информационного обеспечения:

- Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / Серговский П.С., Расев А.И.: учебник для вузов. – 4-е изд. перераб. И доп. – М.: «Лесная промышленность», 1987. – 360 с.
- Конспекты лекций:
  - Тема – Пропаривание, проваривание древесины.
- Методические указания по выполнению практических работ

Модуль контроля и диагностики:

- а) конспекты лекций;
- б) контрольные вопросы;
- в) Практическая работа № 14 »Определение удельного расхода тепла на оттаивание древесины. Определение продолжительности оттаивания древесины»;
- г) Практическая работа № 15 »Расчет варочного бассейна»;
- д) индивидуальные карточки с заданием для выполнения практических работ;
- е) тестовые задания

Модуль содержания:

Тема 2.3 « Тепловая обработка древесины» рассчитана на 6 часов , в том числе 2 часа теоретических занятий и 4 часа – практических работ.

### 4.1 Пропаривание, проваривание древесины

*Способы тепловой обработки древесины*

*Способы тепловой обработки древесины по используемым видам теплообмена и по применению агента сушки различают:*

*1. Основанные на конвективном теплообмене:*

- тепловая обработка в открытых бассейнах вводе умеренной температуры (до 20<sup>0</sup>С);

- *тепловая обработка в специальных варочных бассейнах при 40-90 °С, называемая провариванием*; отличается сравнительной простотой и не требует значительных затрат. Расход пара на нагрев 1 м<sup>3</sup> чураков составляет 90-130 кг.

- *тепловая обработка насыщенным водяным паром, называемая пропариванием*;

- тепловая обработка горячим воздухом или топочным газом;

## 2. *Основанные на других видах теплообмена:*

- кондуктивная тепловая обработка;

- радиационная тепловая обработка;

- диэлектрическая тепловая обработка.

При кондуктивной, радиационной и диэлектрической обработки наблюдается снижение влажности, то есть сушка. При конвективной тепловой обработке в газовой среде влажность материала может повышаться, понижаться или оставаться стабильной в зависимости от состояния среды и её начальной влажности. При нагревании в воде влажность древесины повышается, сырой – незначительно, сухой – довольно существенно за счет сорбции.

Выбор тех или иных способов тепловой обработки древесины определяется технологической целью процесса и характером влагообмена.

*К основным технологическим целям тепловой обработки относятся:*

1. *Снижение твердости древесины* (для улучшения качества её механической обработки). Твердость сырой древесины с понижением температуры повышается и резко возрастает при температуре ниже нуля, когда свободная влага превращается в лед. Механическая обработка мерзлой древесины (резание, лущение, строгание) сопряжена с получением продукции низкого качества. Такое сырье требует предварительного оттаивания. При лущении и строгании шпона твердость древесины следует снижать в большей степени, чем это может быть обеспечено только оттаиванием. Сырье должно быть нагрето до более высоких температур. Для оттаивания и прогрева древесины применяют процессы пропаривания и проваривания.

2. *Повышение податливости древесины* (для облегчения её гнутья или прессования). Для данных процессов целесообразно применять процессы пропаривания. Наибольшую податливость имеет нагретая древесина с влажностью, равной пределу насыщения клеточных стенок и выше.

3. *Ускорение процессов склеивания*. Склеиванию подвергаются сухие заготовки или детали, их увлажнение не допустимо. Поэтому применяют кондуктивное, радиационное, диэлектрическое нагревание или конвективное в газообразной среде.

### *Обработка в открытых бассейнах*

Применяется на лесопильных заводах, где сортировка и хранение промежуточного запаса сырья (бревен) перед распиловкой осуществляется в воде.

Для проведения оттаивания сырья в зимнее время необходимо обеспечить надлежащую длительность хранения в воде и предотвратить замерзание бассейна, что осуществляется подачей в него пара или горячей воды. Температура воды в зимнее время для обеспечения оптимальной глубины оттаивания (равной толщине заболони) должна поддерживаться на уровне 10 °С. На практике чаще всего оттаивание бревен производят в течение одной смены (7 – 8 часов).

Бассейны бывают естественные и искусственные.

Искусственные бассейны устраивают в специально вырытых котлованах глубиной не менее 1,5 м, с укрепленными стенками. Заполняют искусственные бассейны из естественных водоемов через каналы, если уровень воды в них одинаков. В случае, когда уровень воды в водоеме ниже требуемого уровня воды в бассейне, применяют насосы.

Стенки и дно бассейнов бетонные или дощатые. В дощатых бассейнах швы между досками должны быть проконопачены и просмолены, а между деревянной обшивкой и грунтом проложен толстый уплотненный слой глины. Дно бассейна настилают досками. Во время чистки наливных бассейнов воду спускают через спусковые отверстия.

Длина и ширина бассейна определяется с учетом возможного размещения бревен для оттаивания и создания минимального запаса сырья для нормальной работы лесопильных цехов.

Естественные бассейны обычно устраивают путем отгораживания бонами или стенками необходимой акватории в существующем водоеме (реке, озере, заливе), на берегу которого расположен лесопильный завод. Этот участок водоема отделяют стенками из шпунтованных досок или другого материала. Заключенная в нем вода с помощью специальных устройств подогревается до 35-40° С конденсатом, отработанным паром, горячим воздухом или дымовыми газами от роликовых сушил или других агрегатов. Равномерный нагрев кряжей в таких устройствах осуществляется за 2-3 суток. Этот способ отличается высокой экономичностью.

### *Проваривание*

Проваривание применяют в фанерной промышленности для обработки чураков перед лущением. Для получения качественного шпона температура древесины должна поддерживаться в определенном диапазоне, например для ольхи и березы 30 – 50 °С, мягких хвойных пород 35 – 55 °С, лиственницы 40 – 60 °С.

Различают проваривание по мягким и жестким режимам.

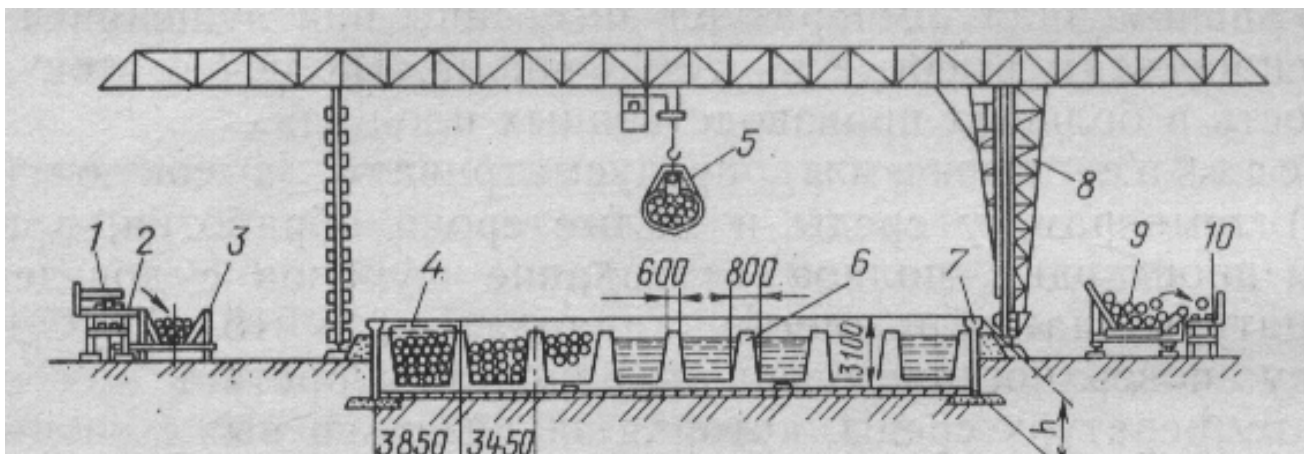
*Мягкие режимы* характеризуются температурой среды (воды) 35 – 45 °С и длительностью обработки. Важное преимущество данных режимов – древесина прогревается равномерно, обеспечивается высокое качество шпона. Их недостаток – потребность в больших производственных площадях.

*Жесткие режимы* предусматривают высокую температуру среды (70 – 80 °С) и малые сроки обработки, при которых происходит полное оттаивание чураков с доведением температуры на окружности карандаша до 15 – 20 °С. По

окончании тепловой обработки чураки выдерживаются в помещении для снижения температуры поверхностной зоны чурака до оптимальной для лущения. В процессе выдержки происходит перераспределение температуры – на поверхности понижается, а в центре повышается, но все же остается неравномерной. Данные режимы для лущения менее предпочтительны, но при их применении нет необходимости в больших производственных площадях.

При применении мягких режимов используют варочные бассейны следующих конструкций:

1. Размещаемые на открытой площадке



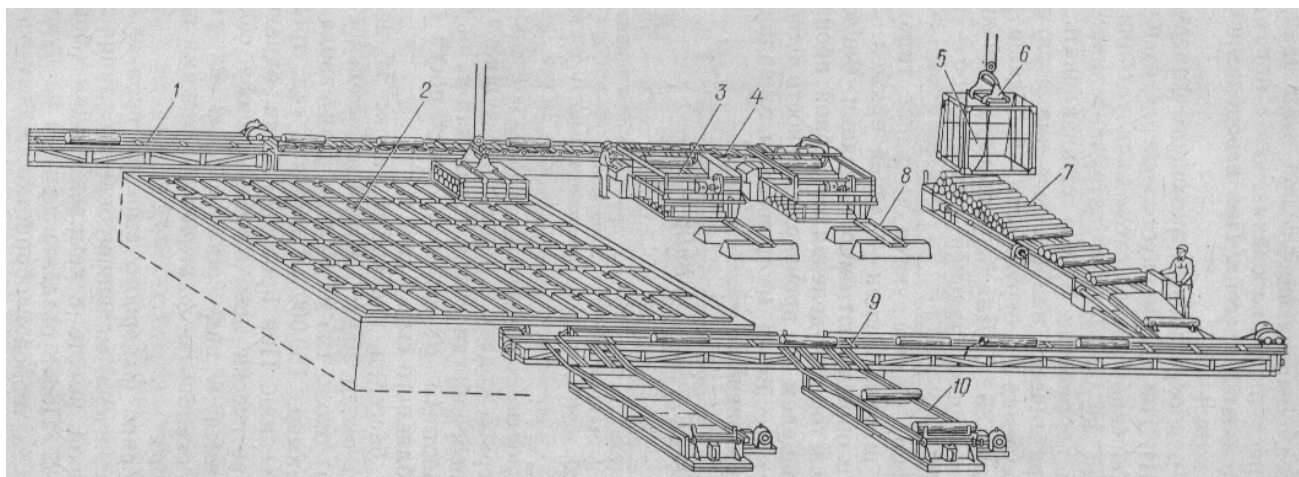
- 1 - сбрасыватель,
- 2 – загрузочный цепной конвейер,
- 3 – накопитель кряжей,
- 4 – съемные крышки,
- 5 – грейферный захват,
- 6 – парные тумбы,
- 7 – бассейн,
- 8 – консольно-козловой кран,
- 9 – передвижной перегрузчик,
- 10– разгрузочный конвейер;

Рисунок 9 – Механизированный бассейн для тепловой обработки фанерных кряжей

Бассейн состоит из нескольких железобетонных секций, ширина которых соответствует максимальной длине обрабатываемых кряжей. Сырье крупного диаметра помещается в бассейн и выгружается из него с помощью подъемного крана без применения контейнеров, будучи увязанным в пучок.

При работе бассейна одна из секций всегда находится под загрузкой и разгрузкой. В остальных секциях происходит прогрев древесины. Теплоснабжение бассейна может происходить различными способами. Наиболее простой – нагревание воды непосредственно в бассейне посредством впуска в неё пара через трубы с отверстиями.

## 2. Механизированная линия ЦНИИФа



- 1 - цепной конвейер,
- 2 - бассейн,
- 3 – укладчики,
- 4 – роликовый конвейер,
- 5 – контейнер,
- 6 – мостовой кран с автоматическими захватами,
- 7 – раскатчик,
- 8 – съемные крышки,
- 9 – сортировочный конвейер,
- 10 – накопитель;

Рисунок 10 – Механизированная линия ЦНИИФ

В бассейн, представляющий собой железобетонную яму, древесину загружают в контейнерах, покрытыми съемными крышками, образующими в полностью загруженном бассейне сплошной щит, который препятствует парообразованию и уменьшению теплопотерь. В контейнере - древесина одной породы.

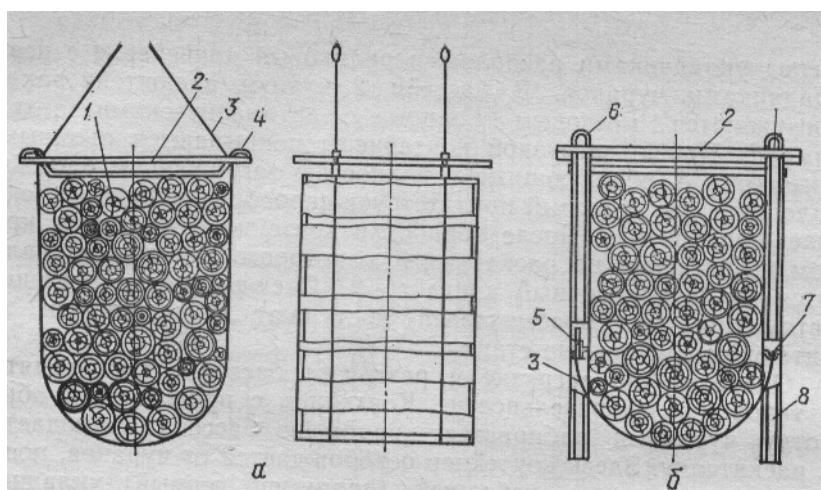
Перемещение металлических контейнеров подъемным краном позволяет освободить обслуживающий персонал от сравнительно тяжелой физической работы, благодаря чему производительность труда увеличивается в несколько раз.

В бассейн заливается вода, которая нагревается до определенной температуры и устанавливается время проваривания, которое зависит от диаметра и исходной температуры сырья.

Для использования в данной установке применяют контейнеры:

- Тросовые (рисунок 11, а);
- Комбинированные (рисунок 11,б) – по сравнению с тросовыми исключают боковые деформации пачек чураков в бассейне, приводящих к расслаблению тросов и в отдельных случаях к рассыпанию груза.





- а – тросовый,
- б – комбинированный,
- 1 – чураки,
- 2 - крышка,
- 3 – строп,
- 4 – зажим стропа,
- 5– поворотный крюк,
- 6 – петля подвески,
- 7 – неподвижный крюк,
- 8 – металлический каркас;

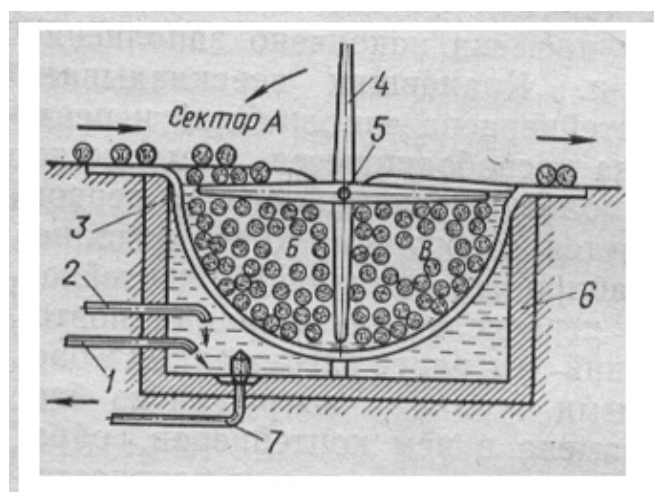
Рисунок 11 – Контейнер для чураков

*При применении жестких режимов используют бассейны с мотовилами.*

Бассейн (рисунок 12) представляет собой вырытую в земле яму, стенки которой выполняют из кирпича, бетона или подобного материала и оштукатурены цементным раствором. При работе на сравнительно мелком сырье (24-30 см) бассейн для облегчения загрузки и выгрузки оборудуется мотовилом. На дне бассейна укладывается несколько дугообразных рельсов, что способствует перемещению в нем чураков при поворачивании мотовила. Выгрузка чураков из бассейна осуществляется путем размещения некоторого дополнительного их количества на одном из крыльев мотовила со стороны загрузки, благодаря чему возникает разница в весе чураков, расположенных по обе стороны вертикальной оси, проходящей через центр вращения мотовила, что и заставляет поворачиваться его на некоторый угол.

В рабочем состоянии нижние секторы *Б* и *В* заполнены древесиной. При поступлении чураков в сектор *А* масса древесины, находящаяся в передней половине бассейна, становится больше, чем в задней. Мотовило поворачивается, выгружая чураки из сектора *В* и перемещая на их место древесину из сектора *Б*; сектор *А* в это время заполняется свежими чураками.

Загрузка и выгрузка производится периодически через отрезки времени  $\tau/2$ , где  $\tau$  – заданная продолжительность обработки.



- 1- паропровод,
- 2- водопровод,
- 3- направляющие,
- 4- мотовило,
- 5- ось,
- 6- бассейн,
- 7- сливная труба;

Рисунок 12 – Схематический разрез бассейна с мотовилами

Бассейн с мотовилами имеет существенные недостатки. В них нередко случаи перекоса и заклинивания чурakov; интенсивное парообразование, создает неблагоприятные условия для работы персонала (интенсивное парообразование с открытой поверхностью бассейна).

Трудозатраты при этом способе термообработки составляют около 1,7 человека-час на 1 м<sup>2</sup> фанеры.

В последнее время указанные устройства несколько модернизировали. Мотовилу сообщено принудительное движение от электродвигателя или гидропривода с помощью зубчатой передачи. Благодаря увеличению разницы в уровнях загрузочной и разгрузочной сторон загрузка и выгрузка чурakov значительно облегчены. Объем бассейна увеличен в 1,8 раза.

### *Пропаривание*

Тепловую обработку пропариванием применяют в спичечной промышленности (оттаивание чурakov перед лущением), при изготовлении строганного шпона, когда недопустима варка сырья некоторых пород древесины из-за изменения их цвета (нагревание ванчесов перед строганием) и в производстве изделий из древесины (обработка заготовок перед гнутьем или прессованием).

Древесину пропаривается в парильных камерах, автоклавах, парильных ямах или парильных барабанах.

### *1. Парильные камеры*

В парильные камеры сырье загружается с помощью вагонеток. Нагрев древесины ведется насыщенным паром, нагнетаемым внутрь указанных устройств. Парильные камеры, отличаясь простотой устройств, из-за трудности надежной теплоизоляции стенок и неплотного закрытия дверей дают большие потери тепла.

В одну парильную камеру в зависимости от её длины входят 2 – 3 тележки. На тележку укладывают распиленные брусья одной породы, каждый ряд разделяют деревянными прокладками. В камеру подбирают брусья примерно одинакового объёма, так как режим пропаривания рассчитывается в зависимости от породы, объёма древесины и времени года. Чем толще брус, тем дольше тепловая обработка. Мерзлую древесину перед загрузкой в камеры выдерживают в помещении для оттаивания примерно 24-72 часа.

### *2. Парильные ямы*

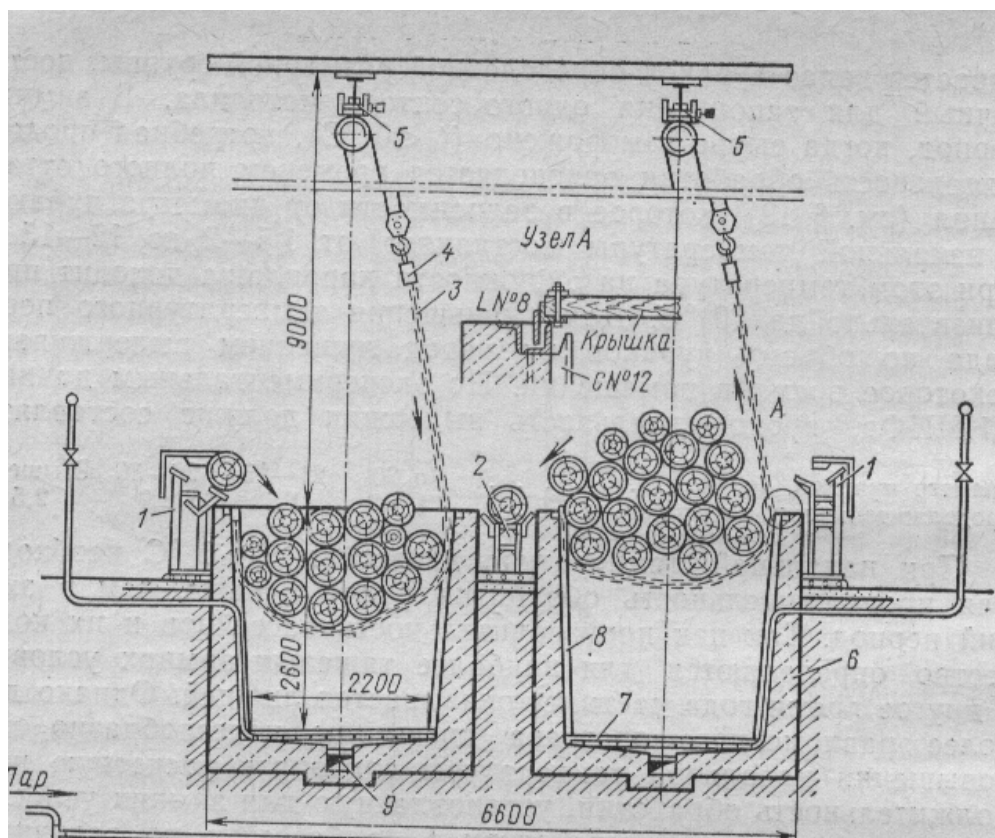
Парильные ямы 6 заглублены в грунт (рисунок 13), размещаются блоком в два ряда. Ширина ямы равна (с некоторым запасом) длине обрабатываемых чураков. Между рядами парильных ям размещают разгрузочный контейнер 2, по которому обработанные чураки подаются в луцильный цех. Вдоль наружного фронта каждого ряда ям установлены два разгрузочных конвейера 1, имеющие сбрасыватели против каждой из ям. Вверху над ямами проложены монорельсы с электроталями 5. Роль разгрузочно-разгрузочного приспособления играют цепи 3, скрепленные подвеской 4.

В процессе работы одна из ям всегда находится под загрузкой, а другая (расположенная в смежном ряду) под разгрузкой.

При загрузке чураки, сбрасываемые с конвейера, попадают в кошелю, образованный цепями. Оператор, управляющий талью, опускает подвижной конец цепей до тех пор, пока кошелю не заполнит всей ямы. Затем яму закрывают съемной крышкой 10, и в нее через трубу 7 впускают пар. При разгрузке оператор постепенно поднимает цепи и чураки скатываются на разгрузочный конвейер.

Чтобы бетонные ограждения ям не разбивались и не истирались цепями, в них заделывают швеллерные направляющие 8 или внутреннюю поверхность покрывают сталью толщиной 2-3 мм.

Обработку чураков ведут по следующему режиму. После загрузки ямы и открытия парового вентиля температуру доводят до 95-100 °С и поддерживают в течение срока, необходимого для оттаивания до диаметра 12 см. Образовавшийся конденсат стекает в сборный канал 9, оттуда в канализацию. Затем прекращают подачу пара и сырье выдерживают в яме при постепенно понижающейся температуре. При отстое за счет аккумулированного тепла оттаивание чурака продолжается до диаметра примерно до 8 см. После чего чураки выгружают и отправляют на лущение.



- 1 – загрузочный конвейер,
- 2 – разгрузочный конвейер,
- 3 – цепи,
- 4 – подвеска,
- 5 – электротали,
- 6 – бетонная яма,
- 7 – труба впуска пара,
- 8 – швеллерные направляющие,
- 9 – сборный канал конденсата,
- 10 – съемная крышка;

Рисунок 13 – Парильные ямы с цепной загрузкой

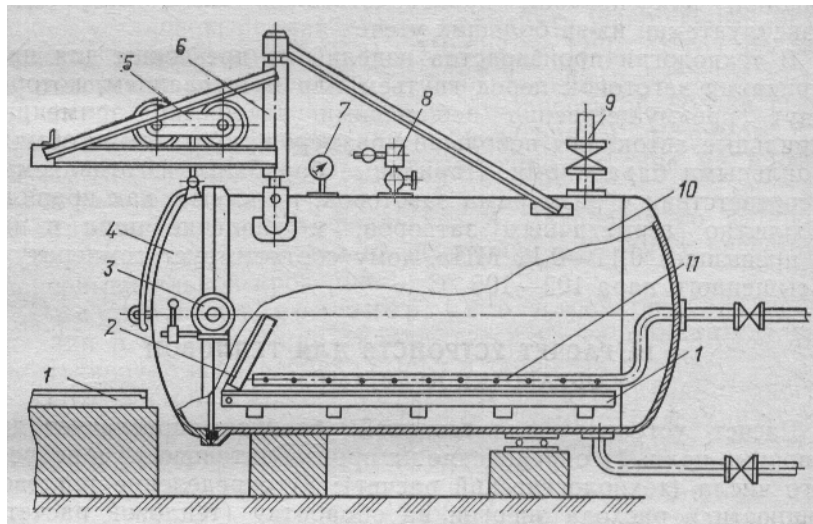
Полная продолжительность цикла складывается из трех составляющих – продолжительности собственно оттаивания, продолжительности отстоя и продолжительности загрузки и выгрузки. Длительность обработки в зависимости от диаметра сырья и времени года составляет в среднем 20-30 часов.

При использовании данных устройств не предусмотрена сортировка сырья по диаметрам, поэтому продолжительность обработки необходимо назначать по наибольшему диаметру сырья.

### 3. Автоклавы

Несколько удобней металлические автоклавы, теплоизоляция которых может быть достаточно хорошей, а закрытие крышек - плотным.

Автоклав (рисунок 14) представляет собой стальной цилиндр, герметически закрываемый съемной крышкой, прижимаемой к цилиндру через уплотнительную прокладку запорным устройством. В нижней части автоклава расположена труба с отверстиями для ввода пара. Размеры автоклава определяются его заданной вместимостью (5 – 10 м<sup>3</sup> древесины).



- 1 – стационарные рельсы,
- 2 – откидные рельсы,
- 3 – запорный механизм,
- 4 – съемная крышка,
- 5 – каретка,
- 6 – кронштейн,
- 7 – манометр,
- 8 – предохранительный клапан,
- 9 – выхлопная труба,
- 10 – корпус автоклава,
- 11 – парораспределительная труба;

Рисунок 14 – Схема парильного автоклава

Ванчesy, погруженные на вагонетку, закатывают в автоклав, при отодвинутой в сторону крышке по рельсовому пути. После загрузки и запираения крышки в автоклав подают пар. Обработка происходит при давлении порядка 0,3 МПа и температуре среды 130 °С. По её окончании из автоклава удаляют пар и сливают конденсат. Открывать крышку можно только когда давление внутри автоклава сравняется с атмосферным.

Оптимальная температура ванчесов при строгании, обусловленная качеством шпона, составляет для древесины твердых лиственных пород 45-65 °С, для древесины лиственных пород 70-80 °С. Для достижения нужной температуры необходимо назначить различную продолжительность пропаривания в зависимости от размеров ванчесов, породы, начальной температуры она может колебаться в очень широких пределах, от 3-4 до 50-60

часов. После выгрузки из автоклава ванчesy перед строганием рекомендуется для выравнивания их температуры выдерживать 2-3 часа в помещении цеха.

Автоклавное пропаривание имеет недостаток, который в некоторых случаях можно считать существенным. Поверхностные зоны подвергаются воздействию повышенной температуры (до 130 °С), в результате чего наблюдается снижение прочности и потемнение древесины.

#### 4. Парильные барабаны

Представляют собой парильные автоклавы небольших размеров.

Парильные барабаны, изготавливаемые в соответствии с размерами заготовок, не имеют, как правило, абсолютно герметичных затворов, и давление пара в них не превышает 0,11-0,12 МПа, чему соответствует температура насыщенного пара 102-105 °С.

*Тепловая обработка древесины – очень важный процесс, от правильного выбора режима которого зависит качество древесины.*

Качество тепловой обработки определяется ее режимами, основным фактором которых является длительность нагрева, зависящая от размера чураков, начальной их температуры, температуры нагревающей среды, физических свойств древесины, требуемой степени нагрева и т. д.

Например, если древесина будет не доварена или не пропарена, строгание не производят, так как заданной пластичности волокон не будет, шпон при строгании будет ломаться и крошиться. В этом случае тепловую обработку необходимо продолжить.

Если древесина будет переварена или перепарена, то при строгании поверхность строгаемого шпона будет напоминать мочало, волокна также потеряют свою пластичность, под лезвием ножа волокна будут мяться, а не срезаться. Такое может случиться с обработкой мягких лиственных пород – осины, тополя, некоторыми породами красного дерева. В этом случае перепаренную древесину откладывают в сторону для частичного остывания, а затем строгают.

Для каждой породы древесины существует свой технологический режим тепловой обработки, который отличается по времени года - "зимний" и "летний". Переход с зимнего режима на летний зависит от температуры воздуха – при  $t^{\circ}$  выше  $+12^{\circ}$  устанавливается летний режим тепловой обработки.

Летом при достаточно увлажненной древесине для изготовления тонкого шпона сырье можно не нагревать.

#### Контрольные вопросы:

1. С какой целью древесину подвергают тепловой обработке?
2. Как классифицируются способы тепловой обработки древесины по видам теплообмена?
3. Какие способы основаны на конвективном теплообмене?
4. Почему способы тепловой обработки древесины, не основанные на конвективном теплообмене применяются редко?

5. Чем определяется выбор того или иного способа тепловой обработки?
6. Каковы основные технологические цели тепловой обработки древесины?
7. Каковы основные условия обработки древесины в открытых бассейнах?
8. Что такое проваривание древесины?
9. Какие режимы используют при проваривании? Каковы их достоинства и недостатки?
10. Варочные бассейны каких конструкций применяют при мягких режимах?
11. Каково назначение контейнеров при проварке древесины?
12. Какие устройства применяют при жестких режимах проваривания древесины? Каковы особенности работы данных устройств?
13. Что такое пропаривание?
14. Какие устройства используют для пропаривания древесины? Каковы особенности и условия работы данных устройств?
15. От чего зависит качество тепловой обработки?
16. К каким последствиям может привести недоваривание и недопаривание древесины?
17. К каким последствиям может привести переваривание и перепаривание древесины?
18. С какой целью древесину оттаивают?
19. От чего зависит время оттаивания?
20. Из чего складывается удельный расход теплоты на оттаивание древесины?
21. От чего зависит продолжительность оттаивания?

#### **4.2 Практическая работа № 14 «Определение удельного расхода тепла на оттаивание древесины. Определение продолжительности оттаивания древесины»**

Цель работы: Закрепление теоретических сведений по теме «Тепловая обработка древесины»; получение практических навыков расчета расхода тепла на оттаивание древесины и определения продолжительности оттаивания древесины; работы с диаграммами.

Оснащение работы: Практикум по ГТО, раздел «Консервирование»; карточки задания; счетная техника

Порядок выполнения работы:

1. Повторение теоретических сведений по теме «Тепловая обработка древесины».
2. Разбор приемов и способов выполнения.
3. Индивидуальное выполнение:
  - 3.1 На основании исходных данных произвести расчеты удельного расхода теплоты на оттаивание древесины.

Время оттаивания мерзлой древесины зависит от температуры воды в бассейне, диаметр бревен, глубины оттаивания и влажности древесины.

Влажность ядра и спелой древесины свежесрубленного дерева близка к точке насыщения волокон и содержание в них льда даже при полном промерзании бревен не велико.

Поэтому оптимальная глубина оттаивания пиловочного сырья хвойных пород принимается равной толщине заболони. Так как зимой теплопотери больше, то оттаивание в основном происходит при  $t_{\text{воды}} = 5 \div 10^\circ\text{C}$ , при этом продолжительность оттаивания на оптимальную глубину при  $d_{\text{бр.}} = 30$  см составляет 25 часов.

На производстве обычно глубину оттаивания не зависимо от диаметра принимают, равной  $3 \div 4$  см, продолжительность оттаивания  $7 \div 8$  часов.

При этом в бассейне должен быть размещен запас бревен примерно на одну смену.

Удельный расход теплоты на оттаивание древесины складывается из её затрат на нагревание замороженной древесины от отрицательной начальной температуры  $t_0$  до  $0^\circ\text{C}$  и на плавление содержащего в древесине льда и определяется по формуле

$$q_{\text{от}} = \rho \cdot c_{(-)} \cdot (-t_0) + \rho_B \frac{W - W_{\text{с.ж.}}}{100} \cdot y, \quad (3)$$

- где  $q_{\text{от}}$  – удельный расход тепла на оттаивание древесины, Дж/м<sup>3</sup>;  
 $\rho$  – плотность древесины при её средней базисной плотности, кг/м<sup>3</sup> (определяется по рисунку А1, Приложения А);  
 $C_{(-)}$  – удельная теплоемкость замороженной древесины, Дж/(кг·°C) (определяется по рисунку А2 Приложения А при  $t_0/2$ );  
 $t_0$  – начальная температура мерзлой древесины, °C;  
 $\rho_B$  – базисная плотность древесины, кг/м<sup>3</sup> (определяется по таблице Б2 Приложения Б);  
 $W$  – влажность древесины, %;  
 $W_{\text{с.ж.}}$  – относительное содержания связанной влаги, оставшейся в замороженной древесине в жидком состоянии (зависит от температуры замороженной древесины, определяется по таблице Б1 Приложения Б) %;  
 $y$  – скрытая теплота плавления льда, принимается равной  $335 \cdot 10^3$  Дж/кг.

### 3.2 Произвести расчеты продолжительности оттаивания, общее время обработки.

В начале процесса оттаивания древесины температура той или иной точки тела повышается от отрицательной величины до нуля. Затем она остается постоянной (близкой к нулю). В течение этого времени вода в наружной зоне превращается из твердого состояния в жидкое. В конце процесса температура



снова начинает повышаться, стремясь к температуре окружающей среды или к температуре предела охлаждения (при нагревании только в воздухе).

При расчете продолжительности оттаивания решаются в основном две практические задачи:

- Определение времени, необходимого для оттаивания сортимента на заданную глубину;
- Определение времени, необходимого для доведения той или иной точки сортимента до заданной положительной температуры после его полного оттаивания по всему сечению.

*Для круглых сортиментов расчеты производятся по следующим формулам:*

Продолжительность оттаивания круглых сортиментов (бревен, чураков) определяется по формуле

$$\tau_{п.о.} = \Phi \cdot \frac{q_{от}}{\lambda t_c}, \quad (4)$$

где  $\tau_{п.о.}$  - продолжительность полного оттаивания круглых сортиментов, сек. или час;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности, Вт/(м · °С);

$t_c$  – температура среды, °С;

$\Phi$  – критерий глубины оттаивания определяют по рисунку А3 Приложения А при диаметре оттаивания  $d_{от}$ ), м.

Диаметр оттаивания определяют по формуле

$$d_{от} = d - 2x, \quad (5)$$

где  $d_{от}$  – диаметр оттаивания, см;

$d$  – диаметр круглого сортимента, оси;

$x$  – глубина оттаивания, см.

Коэффициент теплопроводности древесины зависит от её температуры, влажности, породы, направления потока тепла относительно волокон. Определение коэффициента теплопроводности древесины березы ( $\rho_B = 500$  кг/м<sup>3</sup>) поперек волокон (в радиальном и тангенциальном направлениях) по диаграмме (рисунок А4 Приложения А). Для определения коэффициента теплопроводности древесины других пород в различных направлениях можно с небольшой погрешностью пользоваться той же диаграммой (рисунок А4 Приложения А) и формулой

$$\lambda = \lambda_{ном} \cdot K_p \cdot K_x, \quad (6)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности древесины, Вт/(м · °С);

$\lambda_{\text{ном}}$  – номинальное значение коэффициента теплопроводности, Вт/(м · °С); определяется при средней температуре оттаявшей зоны и влажности сортимента по рисунку А4 Приложения А;  
 $K_p$  – коэффициент, учитывающий влияние базисной плотности древесины, определяется по таблице Б3 Приложения Б;  
 $K_x$  – коэффициент, учитывающий влияние направления теплового потока, определяется по таблице Б4 Приложения Б.

Продолжительность полного оттаивания круглых сортиментов (бревен, чураков) определяется по формуле

$$\tau_{\text{п.о.}} = \frac{D^2}{16} \cdot \frac{q_{\text{ом}}}{\lambda t_c}, \quad (7)$$

где  $\tau_{\text{п.о.}}$  – продолжительность полного оттаивания круглых сортиментов, сек. или час;  
 $\lambda$  – коэффициент теплопроводности, Вт/(м · °С);  
 $t_c$  – температура среды, °С;  
 $D$  – диаметр сортимента, м.

Так как все диаграммы составлены для условий равномерного распределения начальной температуры по объему тела, то при окончании оттаивания это условие не соблюдается даже приблизительно. Поэтому при определении продолжительности доведения температуры в той или иной зоне сортимента до требуемой положительной величины после его полного оттаивания необходимо определить дополнительное время нагревания в диапазоне положительной температуры по формуле

$$\tau_{\text{доп.}} = \frac{0,096D^2}{a} \lg \left[ \frac{t_c}{t_c - t} \left( 1 - \frac{d}{D} \right) \right], \quad (8)$$

где  $\tau_{\text{доп.}}$  – дополнительное время нагревания в диапазоне положительных температур, сек. или час;  
 $t$  – переменная температура заданной точки, °С;  
 $d$  – диаметр цилиндра, на поверхности которого лежит эта точка, м;  
 $D$  – диаметр круглого сортимента, м;  
 $a$  – коэффициент температуропроводности оттаявшей древесины, м<sup>2</sup>/с.

$$a = \frac{\lambda}{C \cdot 10^3 \cdot \rho}, \quad \text{м}^2/\text{с} \quad (9)$$

$c$  – удельная теплоемкость определяется по рисунку А2

Приложения А при  $t_c/2$ , Дж/(кг · °С).

По уравнению 7 в отдельных случаях могут получиться отрицательные величины  $\tau_{\text{доп.}}$ . Это значит, что при данных  $D$  и  $t_c$  температура  $t$  в точке с координатой  $d$  достигается в процессе оттаивания и в назначении дополнительного времени нет необходимости.

Общее время обработки определяется по формуле

$$\tau = \tau_{\text{п.о.}} + \tau_{\text{доп.}}, \quad (10)$$

где  $\tau$  – общее время обработки, сек. или час.

*Для прямоугольных сортиментов сечением  $S_1 \times S_2$  ( $S_1$  - меньший размер) расчеты производятся по следующим формулам:*

Продолжительность полного оттаивания определяется по формуле

$$\tau_{\text{п.о.}} = \frac{S_1^2}{4} \cdot \frac{q_{\text{от}}}{\lambda t_c} \cdot C_\tau, \quad (11)$$

где  $\tau_{\text{п.о.}}$  - продолжительность полного оттаивания, сек. или час.;  
 $q_{\text{от}}$  – удельный расход теплоты на оттаивание, Дж/м<sup>3</sup>;  
 $\lambda$  – коэффициент теплопроводности; определяется по формуле 6;  
 $C_\tau$  – коэффициент, определяющий зависимость поперечных размеров сортимента и безразмерной температуры  $\Theta_{\text{ц}}$  на его центральной оси;  
 $t_c$  – температура среды, в которой обрабатывается (оттаивает) древесина, °С;  
 $S_1$  – меньший размер сортимента, м.

Коэффициент  $C_\tau$  определяется при отношении  $S_1 / S_2$  и безразмерной температуре  $\Theta_{\text{ц}}$  по рисунку А5 Приложения А.

Безразмерная температура на центральной оси сортимента определяется по формуле

$$\Theta_{\text{ц}} = \frac{100}{100 - t_0}, \quad (12)$$

где  $\Theta_{\text{ц}}$  - безразмерная температура на центральной оси сортимента.

3.3 Анализ полученных результатов

3.4 Защита практической работы

**Пример 3:** *Замороженные сосновые бревна диаметром 20 см, имеющие начальную температуру  $t_0 = -10$  °С, погружены на оттаивание в бассейн с водой ( $t_c = 10$  °С). Найти продолжительность обработки, необходимую для доведения температуры  $t$  внутри бревна на окружности диаметром 4 см до  $8$  °С при начальной влажности 90 %.*

*Для расчета удельного расхода тепла используем формулу (3). Находим входящие в неё величины:*

- плотность  $\rho = 760$  кг/м<sup>3</sup> (по рисунку А1 Приложения А);
- базисная плотность  $\rho_B = 400$  кг/м<sup>3</sup> (по таблице Б2 Приложения Б);
- удельная теплоемкость  $C_{(-)} = 2,3 \cdot 10^3$  Дж/(кг·°С) (по рисунку А2 Приложения А при средней температуре  $t_0/2 = -10/2 = -5$  °С);
- содержание незамерзшей воды  $W_{с.ж} = 23\%$  (по таблице Б1 Приложения Б);

*Учитывая заданные условия имеем*

$$q_{от} = 760 \cdot 2,3 \cdot 10^3 \cdot 10 + 400 \cdot \frac{90 - 23}{100} \cdot 335 \cdot 10^3 = 107,5 \cdot 10^6 \text{ Дж/м}^3$$

*Для расчета продолжительности полного оттаивания используем формулу (8). Находим входящие в неё величины:*

- коэффициент теплопроводности (по рисунку А4 Приложения А, при средней температуре оттаявшей зона  $+5$  °С и поправках  $K_p = 0,87$  и  $K_x = 1,0$ )  
 $\lambda = 0,37 \cdot 0,87 \cdot 1,0 = 0,32$  Вт/(м·°С);

*Подставляем найденные значения в формулу (8), имеем*

$$\tau_{п.о.} = \frac{0,2^2}{16} \cdot \frac{107,5 \cdot 10^6}{0,32 \cdot 10} = 83,98 \cdot 10^3 \text{ сек.}, \text{ или } \sim 23,32 \text{ час.}$$

*Для расчета дополнительного времени нагревания в диапазоне положительных температур используем формулу (8). Находим входящие в неё величины:*

- коэффициент температуропроводности оттаявшей древесины определяем, используя формулу 9

$$a = \frac{0,32}{2,95 \cdot 10^3 \cdot 760} = 1,43 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$$

*при удельной теплоемкости  $c = 2,95$  Дж/(кг·°С) (по рисунку А2 Приложения А)*

*Подставляя значения в формулу (8) имеем*

$$\tau_{\text{доп.}} = \frac{0,096 \cdot 0,2^2}{1,43} \cdot 10^7 \cdot \lg \left[ \frac{10}{10-8} \left( 1 - \frac{0,04}{0,2} \right) \right] = 16,17 \cdot 10^3 \text{ сек.} \cdot \text{или} \cdot 4,49 \text{ час.}$$

Общее время обработки определяем, используя формулу (10).

$$\tau = 23,32 + 4,49 = 27,81 \text{ час.}$$

**Пример 4:** Дубовые замороженные брусья сечением 18 x 25 см, имеющие начальную температуру  $-25^\circ\text{C}$  и влажность 75 %, обрабатываются в среде насыщенного пара атмосферного давления ( $t_c=100^\circ\text{C}$ ). Рассчитать продолжительность их полного оттаивания.

Для расчета удельного расхода тепла используем формулу (3). Находим входящие в неё величины:

- плотность  $\rho = 980 \text{ кг/м}^3$  (по рисунку а1 Приложения А);
- базисная плотность  $\rho_B = 560 \text{ кг/м}^3$  (по таблице Б2 Приложения Б);
- удельная теплоемкость  $C_{(-)} = 2,15 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$  (по рисунку А2 Приложения А при средней температуре  $t_o/2 = -25/2 = -12,5^\circ\text{C}$ );
- содержание незамерзшей воды  $W_{с.ж} = 17\%$  (по таблице Б1 Приложения Б);

Учитывая заданные условия имеем

$$q_{\text{от}} = 980 \cdot 2,15 \cdot 10^3 \cdot 25 + 560 \cdot \frac{75-17}{100} \cdot 335 \cdot 10^3 = 161,5 \cdot 10^6 \text{ Дж/м}^3$$

Для расчета продолжительности полного оттаивания используем формулу (10). Находим входящие в неё величины:

- коэффициент теплопроводности (по рисунку А4 Приложения А, при средней температуре оттаявшей зона  $+50^\circ\text{C}$  и поправках  $K_p = 1,14$  и  $K_x = 0,93$ )  
 $\lambda = 0,43 \cdot 1,14 \cdot 0,93 = 0,46 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$ ;

- коэффициент  $C_\tau = 0,9$  (по рисунку А5 Приложения А, при  $S_1/S_2 = 18/25 = 0,72$  и безразмерной температуре  $\Theta_u = \frac{100}{100 - (-25)} = 0,8$ ).

Для расчета  $\Theta_u$  использовалась формула (11).

Подставляем найденные значения в формулу (10), имеем

$$\tau_{\text{п.о.}} = \frac{0,18^2}{4} \cdot \frac{161,5 \cdot 10^6}{0,46 \cdot 100} \cdot 0,9 = 25,6 \cdot 10^3 \text{ сек.}, \text{ или } \sim 7,1 \text{ час.}$$

### 4.3 Практическая работа № 19 «Расчет варочного бассейна»

Цель работы: Закрепление теоретических знаний по теме «Тепловая обработка древесины», привитие практических навыков при расчетах продолжительности тепловой обработки древесины и производительности варочного бассейна.

Оснащение работы: Практикум по ГТО, раздел «Консервирование»; карточки задания; счетная техника

Порядок выполнения работы:

1. Повторение теоретических сведений по теме «Тепловая обработка древесины».
2. Разбор приемов и способов выполнения.
3. Индивидуальное выполнение:

3.1 Определить фактическую продолжительность прогрева

Наиболее распространенным способом тепловой обработки является прогрев древесины горячей водой в варочных бассейнах, имеющих кирпичные (бетонированные) дно и стенки.

Различают два вида обработки при жестких режимах с температурой воды выше 60°C и при мягких – с температурой 40°C .

Продолжительность прогрева определяется диаметром сырья, породой, температурой воздуха и температурой среды (воды).

Исходные режима прогрева приведены в таблице Б5 Приложения Б для жестких режимов и в таблице Б6 Приложения Б для мягких режимов.

После гидротермической обработки чураки вылеживаются 1,5 ÷ 3 часа ( в зависимости от диаметра) в помещении с температурой воздуха 18 ÷ 30°C.

Для уточнения продолжительности гидротермической обработки хвойных пород древесины в зависимости от способа доставки и хранения сырья рекомендуется пользоваться поправочными коэффициентами.

Фактическая продолжительность прогрева определяется по формуле

$$P_{\text{п}} = P_{\text{т}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{х}}, \quad (13)$$

- где  $P_{\text{п}}$  – фактическая продолжительность прогрева, час.;
- $P_{\text{т}}$  – продолжительность прогрева (таблица Б5 или таблица Б6 Приложения Б в зависимости от режима), час;
- $K_{\text{п}}$  – коэффициент породы древесины (для сосны, ели, кедр – 1,0; для лиственницы – 1,2);
- $K_{\text{д}}$  – коэффициент, зависящий от способа доставки (для сплавного сырья – 1,2; для сырья, доставляемого железной дорогой – 1,0);
- $K_{\text{х}}$  – коэффициент, зависящий от способа хранения (дождевание, водное хранение – 1,0; влагозащитные замазки – 1,2; плотная укладка более 2 месяцев – 1,4).

3.2 Определить сменную производительность бассейна

Сменная производительность бассейна с мотовилами, парильной ямы или варочного бассейна без мотовила определяется по формуле

$$\Pi = A_0 \cdot V_{\text{ч}}, \text{ м}^3, \quad (14)$$

где  $\Pi$  – сменная производительность,  $\text{м}^3$ ;  
 $A_0$  - количество проваренных чураков (ванчесов), шт.  
 $V_{\text{ч}}$  - объем чурака или ванчеса,  $\text{м}^3$

Количество проваренных чураков в варочном бассейне с мотовилами определяется по формуле

$$A_0 = \frac{[2 \cdot (R_{\text{м}})^2 \cdot T \cdot K_1 \cdot K_2]}{(d_{\text{ч}})^2 \cdot P_{\text{н}}}, \quad (15)$$

где  $T$  – продолжительность смены, час. (в расчетах принимается 8 час.);  
 $R_{\text{м}}$  – радиус крестовины (мотовила), равный 1.9 м; 2.15 м; 2.4 м;  
 $K_1$  - коэффициент плотности укладки, равный 0,7 – 0,75;  
 $K_2$  – коэффициент загрузки бассейна, равный 0,7 - 0,8;  
 $d_{\text{ч}}$  – средний диаметр чураков, м;  
 $P_{\text{н}}$  – продолжительность гидротермической обработки чураков, час;

Количество пропаренных чураков или ванчесов в парильной яме или варочном бассейне без мотовила определяется по формуле

$$A_0 = \frac{B \cdot H \cdot T \cdot K_1 \cdot K_2}{F \cdot (P_{\text{н}} + Z)}, \quad (16)$$

где  $B$  - ширина парильной ямы (бассейна), м;  
 $H$  - полезная высота (глубина) ямы (бассейна), м;  
 $F$  - площадь поперечного сечения чурака или ванчеса,  $\text{м}^2$ ;  
 $Z$  - продолжительность вспомогательных операций по загрузке и выгрузке ванчеса из ямы (бассейна), ч; в расчетах принимается 1,5 – 8 час.

Сменная производительность проваренных чураков в открытом бассейне определяется по формуле

$$\Pi = \frac{L \cdot B \cdot H \cdot K_z \cdot K_y \cdot K_p \cdot T}{P_{\text{н}}}, \quad (17)$$

где  $\Pi$  - сменная производительность проваренных чураков в открытом бассейне,  $\text{м}^3$ ;

$L, B, H$  – длина, ширина и глубина секции, м;

$K_z$  – коэффициент загрузки при работе в пучках;  $K_z = 0,9$ ;

$K_y$  – коэффициент плотности укладки сырья;  $K_y = 0,7$ ;

$K_p$  – коэффициент рабочего времени;  $K_p = 0,95$ ;

Размеры открытых бассейнов зависят от выбранного грузоподъемного оборудования. Например, пролет крана ККУ-10 составляет 20 м, поэтому длину секции бассейна можно принять равной 18 м. Ширина секции 7 м (из расчета максимальной длины кряжа - 6,2 м), глубина секции 2 м.

При малой загрузке можно уменьшить размеры секции бассейна. Например, для прогрева чураков ширина секции может составлять не более 2 м, а длина 6 или 12 м.

### 3.3 Определить тепловую мощность бассейна

Расчеты тепловой мощности бассейна осуществляются в следующей последовательности:

3.3.1 Полезный расход теплоты при нагревании не замороженной древесины определяется по формуле

$$q_{\text{пр}} = \rho \cdot c \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{п.н}}), \quad (18)$$

где  $q_{\text{пр}}$  – полезный расход теплоты не замороженной древесины от положительной начальной температуры до требуемой (средней),  $\text{кДж}/\text{м}^3$ ;

$\rho$  – плотность древесины,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ; (определяется по рисунку А1 Приложения А);

$c$  – удельная теплоемкость древесины, определяется по рисунку А2 Приложения А при  $t_c / 2$ ,  $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$t_{\text{п.н}}$  – положительная начальная температура древесины,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{к}}$  – средняя требуемая температура,  $^\circ\text{C}$ .

Средняя требуемая температура древесины  $t_{\text{к}}$  определяется породой, назначением и жесткостью режима тепловой обработки. В среднем при расчетах принимается 15 - 20 $^\circ\text{C}$ .

### 3.3.2 Определение теплотерь

Тепловые потери складываются из конвективной теплоотдачи с открытой поверхностью воды, затрат теплоты на испарение воды, теплотерь через ограждение установки, теплового излучения в окружающую среду, затрат теплоты на начальной прогрев ограждений и транспортных средств.

Точный расчет тепловых потерь во всем этим элементам невозможен, поскольку факторы, определяющие их, нестабильны. Кроме того, некоторые элементы (тепловое излучение, прогрев ограждений и транспортных средств) в общем, тепловом балансе играют незначительную роль и ими можно пренебречь.



•Теплопотери от конвективной теплоотдачи с открытой водной поверхности определяются по уравнению Ньютона:

$$Q_{\text{конв.}} = F \cdot J \cdot (t_c - t_{\text{возд}}) \cdot 10^{-3}, \quad (19)$$

где  $Q_{\text{конв.}}$  - теплопотери от конвективной теплоотдачи с открытой водной поверхности, кВт;

$F$  – площадь теплоотдающей поверхности (бассейна), м<sup>2</sup>;

$J$  – коэффициент теплообмена; в ориентировочных расчетах он может приниматься равным 25 – 30 Вт/(м<sup>2</sup> · °С);

$t_c$  – температура обрабатываемой среды (воды), °С;

$t_{\text{возд.}}$  – температура, окружающая воздух, °С.

• Затраты тепла на испарение воды с поверхности бассейна определяются по формуле

$$Q_{\text{исп.}} = 2490 \cdot F \cdot i, \quad (20)$$

где  $Q_{\text{исп.}}$  - затраты тепла на испарение воды с поверхности бассейна, кВт;

$i$  – количество воды, испаряющейся с 1 м<sup>2</sup> поверхности в секунду.

Эта величина определяется уравнением Дальтона. Приблизительно её можно принимать равной, кг/(м<sup>2</sup> · °С):

- при температуре воды	5 – 10°С	$i = 0,6 \cdot 10^{-4}$
- при температуре воды	25 – 30°С	$i = 2,5 \cdot 10^{-4}$
- при температуре воды	40 – 50°С	$i = 5,0 \cdot 10^{-4}$
- при температуре воды	70 – 80°С	$i = 20 \cdot 10^{-4}$

• Тепловые потери через ограждение рассчитываются по формуле

$$Q_{\text{огр.}} = \Sigma F \cdot K \cdot (t_c - t_{\text{возд}}) \cdot 10^{-3}, \quad (21)$$

где  $Q_{\text{огр.}}$  – тепловые потери через ограждение, кВт;

$\Sigma F$  – площадь ограждений (стены, перекрытия), м<sup>2</sup>;

$K$  - коэффициент теплопередачи, кВт / (м<sup>2</sup> · °С); в расчетах принимать – для бетонных ограждений – 0,7; для металла – 0,6.

• Удельный расход теплоты на потери, отнесенный к 1 м<sup>3</sup> обрабатываемой древесины определяется по формуле

$$q_{\text{пот}} = \frac{Q_{\text{конв.}} + Q_{\text{исп.}} + Q_{\text{огр.}}}{\Pi} \cdot T, \quad (22)$$

где  $q_{\text{пот}}$  - удельный расход теплоты на потери, отнесенный к  $1 \text{ м}^3$  обрабатываемой древесины,  $\text{кДж/м}^3$ ;  
 $T$  – продолжительность смены, сек.; в расчетах принимать 28800 сек.

• Суммарный удельный расход теплоты на обработку определяется по формуле

$$q = (q_{\text{пр}} + q_{\text{пот}}) \cdot 1,15, \quad (23)$$

где  $q$  - суммарный удельный расход теплоты на обработку,  $\text{кДж/м}^3$ ;  
 1,15 – коэффициент, учитывающий дополнительные элементы потерь, не определенные специальным расчетом.

### 3.3.3 Определение тепловой мощности

Тепловая мощность установки определяется по формуле

$$Q_{\text{полн}} = \frac{q \cdot \Pi}{T}, \quad (24)$$

где  $Q_{\text{полн}}$  - тепловая мощность установки, кВт.

**Пример 5:** *Определить фактическую продолжительность прогрева, сменную производительность и тепловую мощность открытого варочного бассейна при следующих условиях:*

*диаметр бревен  $d=28$  см,*

*длина бревен – 6,0 м,*

*порода – осина,*

*влажность древесины –  $W_n = 80\%$ ,*

*температура обрабатываемой среды (воды) –  $t_c = 40^\circ\text{C}$ ,*

*температура окружающей среды (воздуха) –  $t_{\text{возд.}} = 40^\circ\text{C}$ ,*

*начальная положительная температура древесины -  $t = +2^\circ\text{C}$ ,*

*средняя требуемая температура древесины -  $t_k = 15^\circ\text{C}$ .*

*способ доставки – железной дорогой,*

*способ хранения – плотная укладка более 2-х месяцев*

*Фактическую продолжительность прогрева определяем, используя формулу (13). Находим входящие в неё величины:*

*• продолжительность прогрева (по таблице Б6 Приложения Б при температуре воды  $40^\circ\text{C}$ , для осины)  $P_m = 18$  час.;*

*• коэффициент породы древесины осины  $K_n = 1,0$ ;*

*• коэффициент, зависящий от способа доставки для сырья, доставляемого*

*железной дорогой)  $K_d = 1,0$ ;*

*• коэффициент, зависящий от способа хранения при плотной укладке*

более 2 месяцев  $K_x = 1,4$ .

Подставляем найденные значения в формулу (13), имеем

$$P_n = 18 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,4 = 25,2 \text{ час.}$$

Для расчета сменной производительности варочного бассейна используем формулу (14). Находим, входящие в неё величины:

Для расчета количества проваренных бревен  $A_0$  используем формулу (16).

- ширина варочного бассейна принимается  $B = 7 \text{ м}$ ;
- глубина бассейна принимается  $2 \text{ м}$ ;
- для расчета площади поперечного сечения бревен используем формулу

площади круга  $F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ , при этом  $F = \frac{3,14 \cdot 0,28^2}{4} = 0,062 \text{ м}^2$ ;

- продолжительность вспомогательных операций по загрузке при выгрузке бревен из бассейна принимаем  $Z = 1,5 \text{ час}$ ;

$$A_0 = \frac{7 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,7 \cdot 0,8}{0,062 \cdot (25,2 + 1,5)} = 37,89 \text{ час.}$$

- объем бревна определяем по таблице объемов;  $V_b = 0,453 \text{ м}^3$ ;

Подставляем найденные значения в формулу (14), имеем

$$\Pi = 37,89 \cdot 0,453 = 17,16 \text{ м}^3$$

Для расчета полезного расхода теплоты при нагревании незамороженной древесины используем формулу (18). Находим входящие в неё величины:

- плотность древесины при базисной плотности осины  $\rho_b = 360 \text{ кг/м}^3$  (таблица Б2 Приложения Б) и начальной влажности древесины  $W_n = 80 \%$   $\rho = 650 \text{ кг/м}^3$  (рисунок А1 Приложения А);

- удельная теплоемкость древесины при  $40/2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $W_n = 80 \%$   $c = 2,92 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$  (рисунок А2 Приложения А);

Подставляем найденные значения в формулу (18), имеем

$$q_{np} = 650 \cdot 2,95 \cdot (15 - 2) = 24927,5 \text{ кДж/м}^3$$

Для расчета теплопотерь от конвективной теплоотдачи с открытой водной поверхности используем формулу (19). Находим входящие в неё величины:

- площадь теплоотдающей поверхности бассейна определяется по формуле  $F = B \cdot L = 18 \cdot 7 = 126 \text{ м}^2$ ;
- коэффициент теплообмена в ориентировочных расчетах принимается равным  $J = 25 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$ ;

Подставляем найденные значения в формулу (19), имеем

$$Q_{\text{конв.}} = 126 \cdot 25 \cdot (40 + 10) \cdot 10^{-3} = 157,5 \text{ кВт}$$

Для расчета затрат тепла на испарение воды с поверхности бассейна используем формулу (20). Находим входящие в неё величины:

- количество воды, испаряющейся с  $1 \text{ м}^2$  поверхности в секунду при температуре воды  $t_c = 40 \text{ }^\circ\text{C}$  приближенно принимаем равной  $i = 5 \cdot 10^{-4} \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ .

Подставляем найденные значения в формулу (20), имеем

$$Q_{\text{исп.}} = 2490 \cdot 126 \cdot 5 \cdot 10^{-4} = 156,87 \text{ кВт}$$

Для расчета тепловых потерь через ограждение используем формулу (21). Находим входящие в неё величины:

- площадь ограждений (стены) бассейна определяется  $\Sigma F = [(18 \cdot 2) + (7 \cdot 2)] \cdot 2 = 100 \text{ м}^2$ ;
- коэффициент теплопередачи для бетонных ограждений принимается  $K = 0,7 \text{ кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ ;

Подставляем найденные значения в формулу (21), имеем

$$Q_{\text{огр.}} = 100 \cdot 0,7 \cdot (40 + 10) \cdot 10^{-3} = 3,5 \text{ кВт}$$

Для расчета удельного расхода теплоты на потери, отнесенного к  $1 \text{ м}^3$  обрабатываемой древесины используем формулу (22).

$$q_{\text{пот}} = \frac{157,15 + 156,87 + 3,5}{17,16} \cdot 28800 = 532900,68 \text{ кДж}/\text{м}^3$$

Для расчета суммарного удельного расхода теплоты на обработку используем формулу (23).

$$q = (24927,5 + 532900,68) \cdot 1,15 = 641502,4 \text{ кДж}/\text{м}^3$$

Для расчета тепловой мощности установки используем формулу (24).

$$Q_{\text{полн}} = \frac{641502,4 \cdot 17,16}{28800} = 382,23 \text{ кВт}$$

## Заключение

Методическое пособие разработано по модульной системе обучения предмета «Гидротермическая обработка и консервирование», раздел «Консервирование древесины. Тепловая обработка древесины».

В данных методических указаниях представлен материал по 3 темам.

Модульное обучение достигает целей по предлагаемым темам.

В методическом пособии представлены лекции в объеме 10 часов, в которых рассматриваются вопросы химической защиты древесины от поражения микроорганизмами и огнем; технологии пропитки; качества защитной обработки; охраны труда и окружающей среды; тепловой обработки древесины.

В методических указаниях даны пояснения по выполнению практических работ в объеме 10 часов и рассмотрены примере их выполнения.

В результате практических работ студенты закрепляют теоретические знания и получают практические навыки по определению и выбору защитных средств; расчету поглощения защитных средств при пропитке; расчетов тепла на оттаивание древесины и времени потребного на оттаивание; расчету площадей варочного бассейна.

Знания и умения, полученные при выполнении практических работ, позволяют будущим специалистам участвовать в совершенствовании технологии консервирования и тепловой обработки древесины.

Кроме того при выполнении практических работ студенты приобретают навыки самостоятельной работы с технической и справочной литературой.

Для контроля знаний студентов составлены контрольные вопросы для самопроверки по каждой теме и разработаны индивидуальные тестовые задания.

## Список использованных источников

1 ГОСТ 20022.0-82, ГОСТ 20022.1-80, ГОСТ 20022.2-80 «Защита древесины».

2 Кречетов И.В. «Сушка древесины» / Кречетов И.В. - М. Лесная промышленность, 1987. – 440с.

3 Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / Серговский П.С., Расев А.И.: учебник для вузов. – 4-е изд. Перераб. и доп. – М.: «Лесная промышленность», 1987. – 360 с.

4 Бывших М.Д. Защитная обработка древесины : Учебник для техникумов / Бывших М.Д., Федоров Н.И. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 144с.

## Приложение А

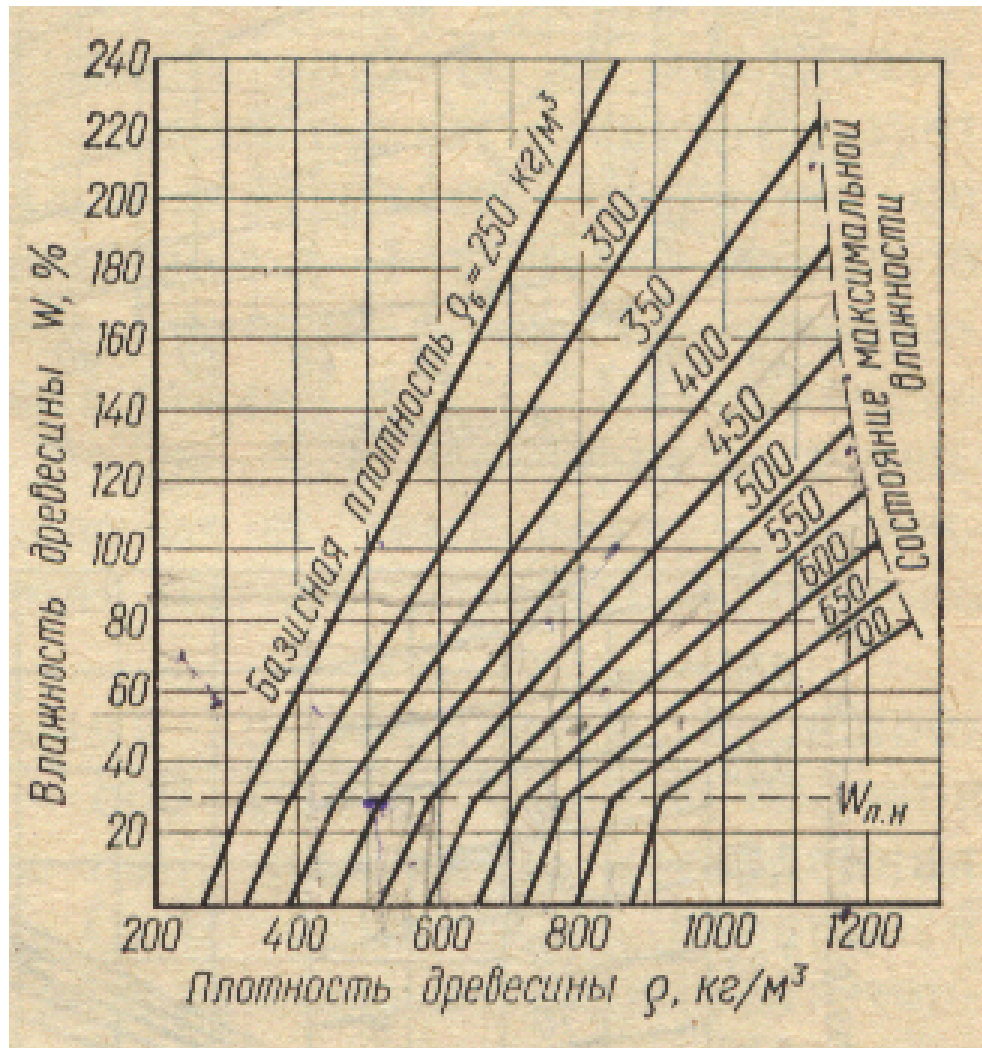


Рисунок А1 - Диаграмма плотности древесины

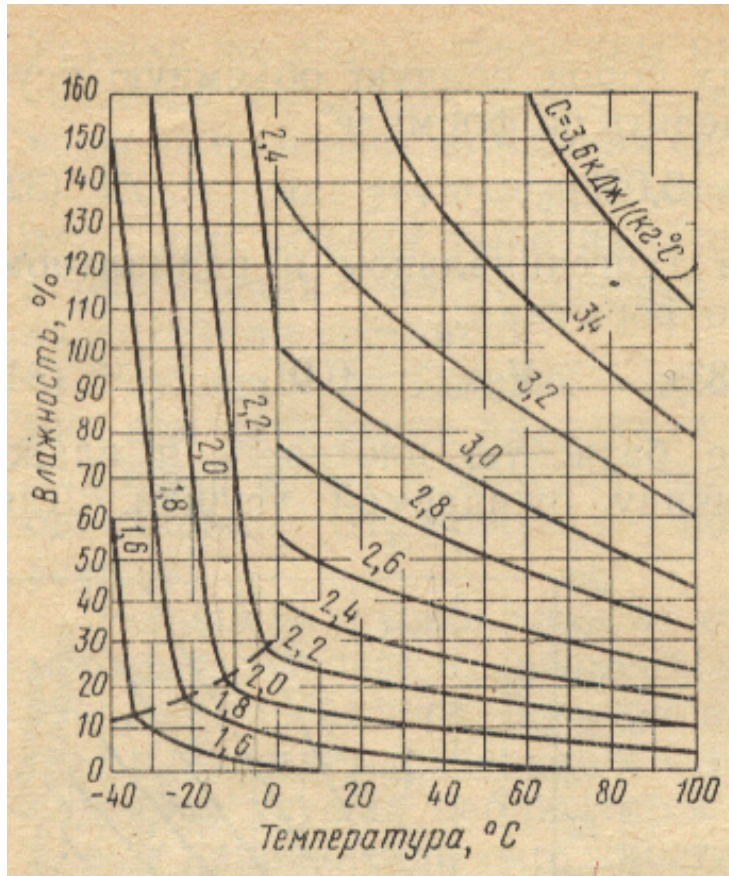


Рисунок А2 – Диаграмма удельной теплоемкости древесины

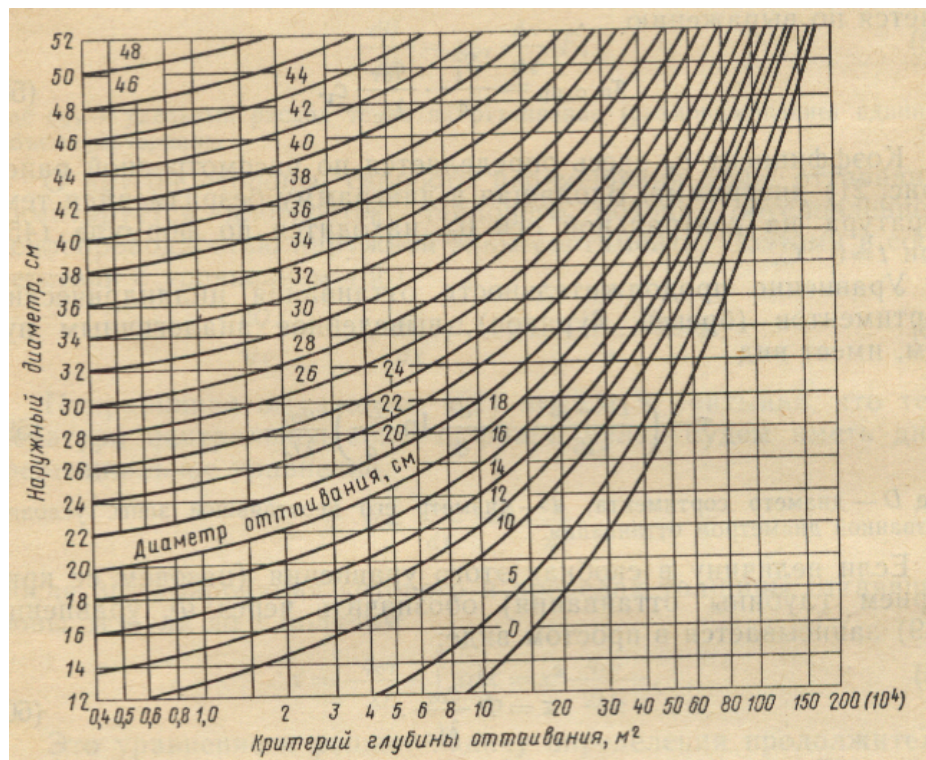


Рисунок А3 – Номограмма критерия глубины оттаивания круглых сортиментов



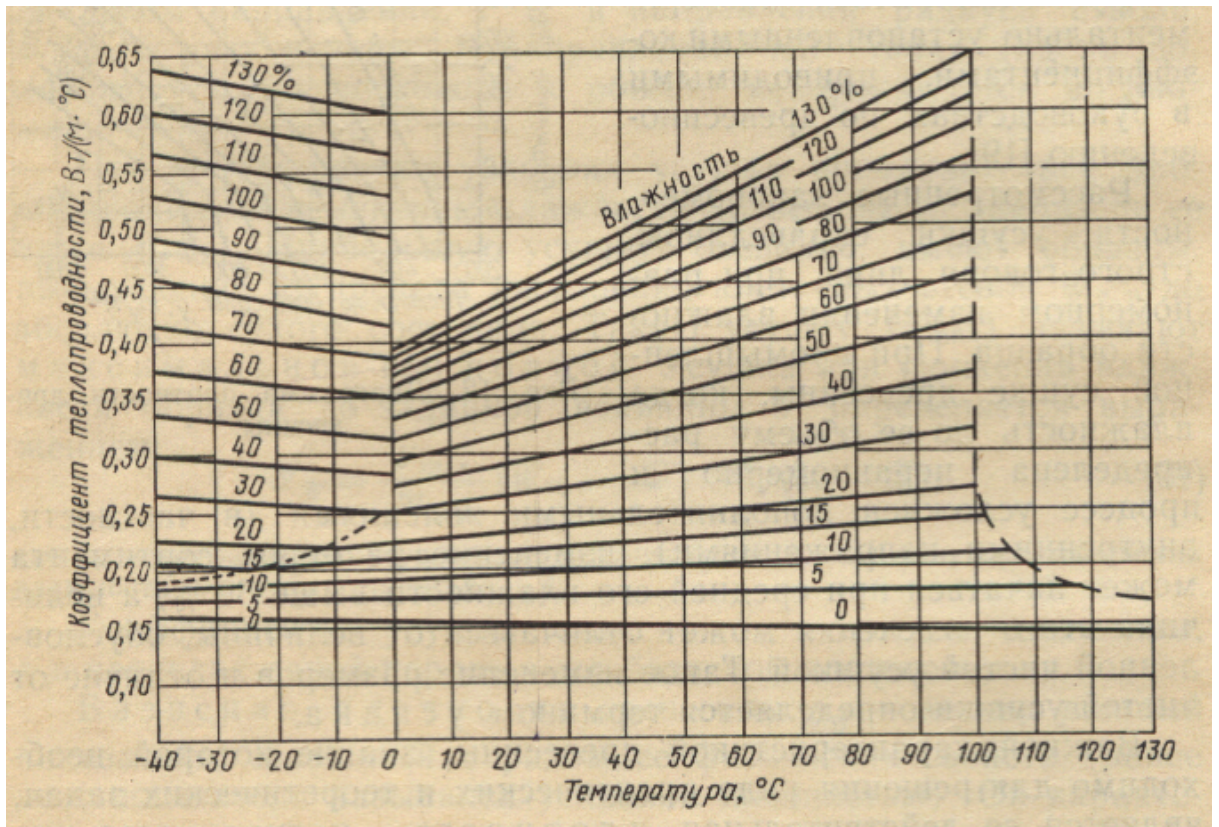


Рисунок А4 – Диаграмма коэффициента теплопроводности древесины поперек волокон

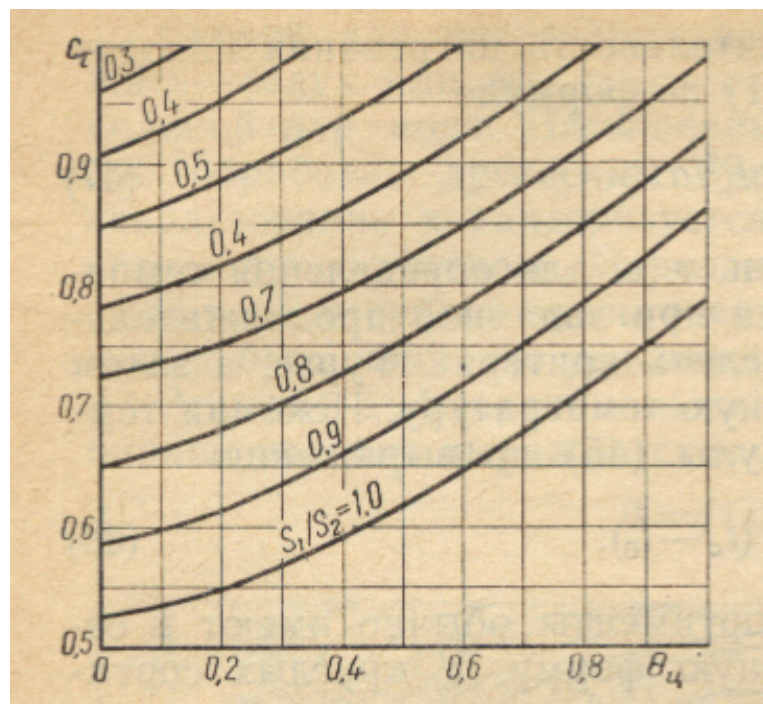


Рисунок А5 – Диаграмма коэффициента  $C_\tau$  в зависимости от отношения  $S_1/S_2$  и безразмерной температуры  $\Theta_{ц}$  на его центральной оси

## Приложение Б

Таблица Б1- Величина относительного содержания связанной воды, оставшейся в замороженной древесине в жидком состоянии

$t_0, ^\circ\text{C}$	- 50	- 40	- 30	- 25	- 20	- 15	- 10	- 5
$W_{\text{сж}}, \%$	12	14	15	17	18	20	23	27

Таблица Б2 - Средняя базисная плотность древесины важнейших пород

Порода	$\rho_B, \text{кг/м}^3$	Порода	$\rho_B, \text{кг/м}^3$	Порода	$\rho_B, \text{кг/м}^3$
Кедр	350	Ольха	420	Бук	530
Ель, тополь	360	Береза	500	Ясень	540
Сосна	400	Лиственница	520	Дуб	560

Таблица Б3 - Значение коэффициента  $K_p$

$\rho_B, \text{кг/м}^3$	350	400	450	500	550	600	650
$K_p$	0,81	0,87	0,93	1,0	1,11	1,26	1,45

Таблица Б4 - Значение коэффициента  $K_x$

Группа пород	Коэффициент $K_x$ при направлении теплового потока		
	радиальном	тангенци- альном	вдоль волокон
Хвойные	1,0	1,0	2,2
Лиственные с неразвитыми сердцевинными лучами (березы, осина и др.)	1,0	1,0	2,0
Лиственные с развитыми сердцевинными лучами (дуб, бук, клен и др.)	1,0	0,87	1,6

Таблица Б5 - Исходные режимы гидротермической обработки сырья в бассейнах с температурой воды 60 ÷ 80°C

Диаметр сырья, см	Температура воды в бассейнах, °С				
	60	70 ÷ 80			
	Продолжительность гидротермической обработки, час., при температуре воздуха, °С				
	выше 0	от 0 до - 10	от -11 до - 20	от -21 до - 30	от -31 до - 40
Лиственные породы древесины (береза, ольха).					
до 20	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
21 ÷ 25	2,0	3,0	3,5	4,5	6,0
26 ÷ 30	3,5	5,0	6,0	7,0	8,0
31 ÷ 35	5,0	7,0	8,5	10,0	12,0
36 и более	7 ÷ 8	8 ÷ 10	9 ÷ 11	11 ÷ 13	14 ÷ 16
Лиственные породы древесины (осина, тополь).					
до 25	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
25 ÷ 30	2,5	3,5	4,5	5,5	7,0
31 ÷ 35	3,5	5,0	6,5	7,5	9,0
36 и выше	4 ÷ 6	6 ÷ 8	7,5 ÷ 10	9 ÷ 11	11 ÷ 13
Хвойные породы древесины (сосна, лиственница).					
до 20	1,5 – 2,0	2,0	2,5	3,0	4,0
21 ÷ 25	2,5 – 3,0	4,5	5,0	6,0	7,5
26 ÷ 30	3,0 – 5,0	6,0	7,0	8,0	9,5
31 ÷ 35	4,0 – 6,0	8,0	10,0	12,0	15,0
36 и более	7,0 – 9,0	9 ÷ 11	12 ÷ 14	14 ÷ 16	18 ÷ 19

Таблица Б6 - Исходные режимы гидротермической обработки сырья в бассейнах с температурой воды 40°C

Диаметр сырья, см	Продолжительность гидротермической обработки, час., в бассейнах с температурой воды 40 °С при температуре воздуха, °С				
	выше 0	От 0 до - 10	от -11 до - 20	от -21 до - 30	от -30 до - 40
Лиственные породы					
до 20	5	7	10	12	14
21 – 25	7	10	14	16	18
26 – 30	10	18	24	28	30
31 – 35	16	23	30	35	40
36 – 60	16 – 24	23 – 60	30 – 84	35 – 98	40 – 112
Хвойные породы древесины					
до 25	6 – 8	11	16	17	19
20 – 35	12 – 17	22	30	34	39
36 – 45	21 – 23	35	50	56	65
46 – 60	38 – 50	68	84	98	116