

ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ И СТРОЕНИЙ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Федяев Артур Александрович

к.т.н., доц. каф. Технологии материалов,
конструкций и сооружений из древесины

Каф. 3-022

Литература

- Запруднов В.И., Стриженко В.В. Конструкции деревянных зданий. М.: ИНФРА – М, 2013, 304 с.
- Левинский Ю.Б. и др. Деревянное домостроение. СПб.: издательство «Стратегия будущего», 2008 г. – 303 с.
- Расев А. И., Косарин А. А., Красухина Л. П. Технология и оборудование защитной обработки древесины: учебник. — М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. — 171 с.
- Чубинский А.Н. и др. Каталог оборудования деревообрабатывающих производств. Учебное пособие. СПб.: СПбГЛТА, 2011. - 152 с.
- Чубинский А.Н., Тамби А.А., Федяев А.А. Проектирование лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств. Проектирование деревоперерабатывающих производств: учебное пособие. СПб.: СПбГЛТУ, 2013. – 80 с.
- Чубинский А.Н., Тамби А.А., Шаталова Т.А. Основы проектирования предприятий. Технологическое проектирование деревообрабатывающих производств.

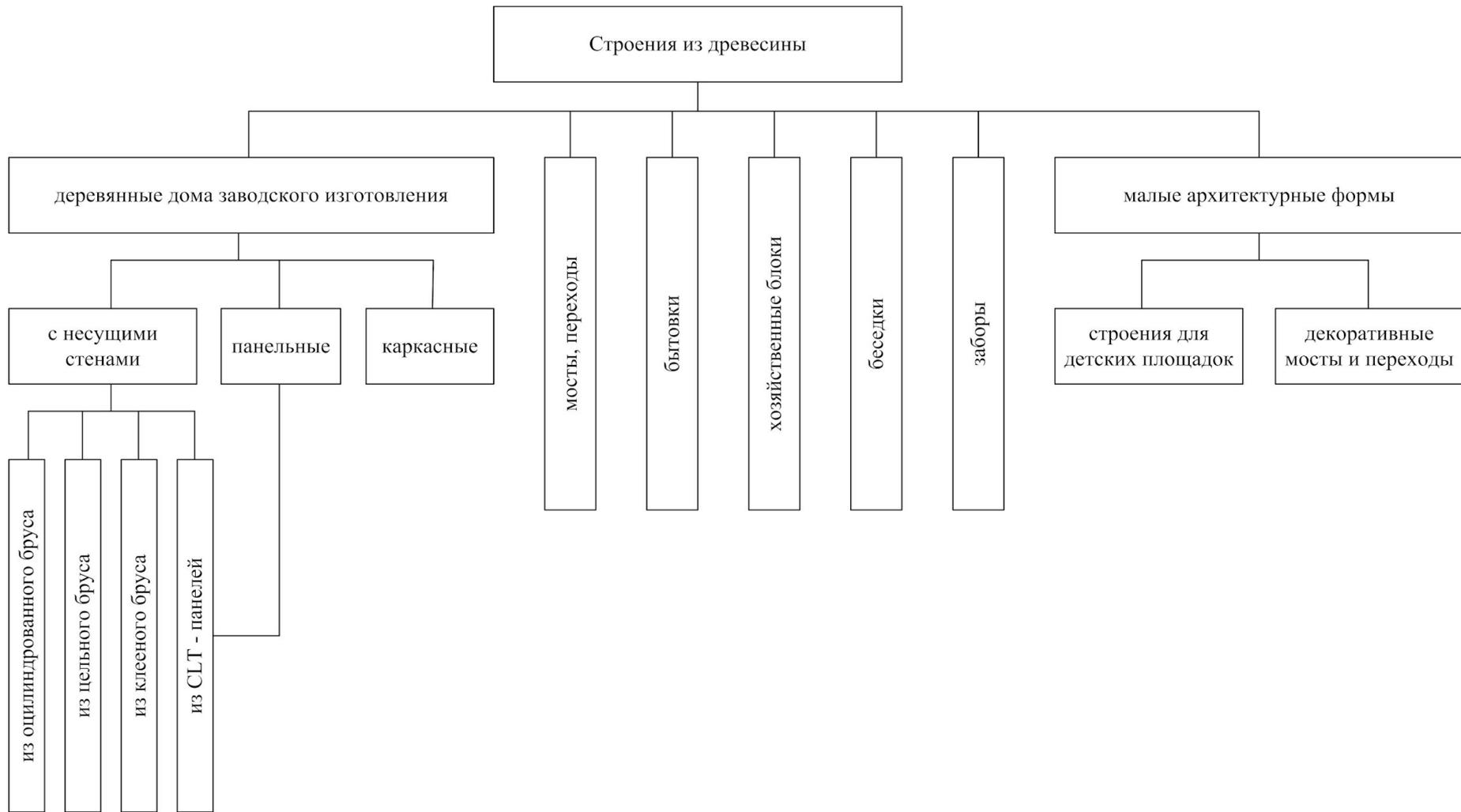
Виды деталей и строений из древесины и древесных материалов

Известно, что технология производства, выбор оборудования для её реализации во многом зависят от формы, размеров и требуемых эксплуатационных свойств будущей продукции.

В этой связи, необходимо знать виды строений из древесины (рис. 1), понимать для каких элементов (деталей) строений будут использованы материалы из древесины: выполняющих несущие или ограждающие функции, эксплуатируемые внутри или вне помещений.

Следует понять какие материалы из древесины могут быть использованы для изготовления деталей строений, классификация которых приведена на рис. 1.

С этой целью следует уяснить классификацию деталей (структурных элементов) строений из древесины (рис. 2).



Строительные детали (структурные элементы) из древесных материалов

выполняющие несущие функции

балки

детали несущих рам и коробок

колонны (стойки)

детали лестниц

детали настилов

связки

выполняющие ограждающие
(теплоизоляционные, ветрозащитные и др.)
ненесущие функции

детали щитов,
панелей и полотен

детали покрытий и
перекрытий

выполняющие декоративные функции

плинтусы

карнизы

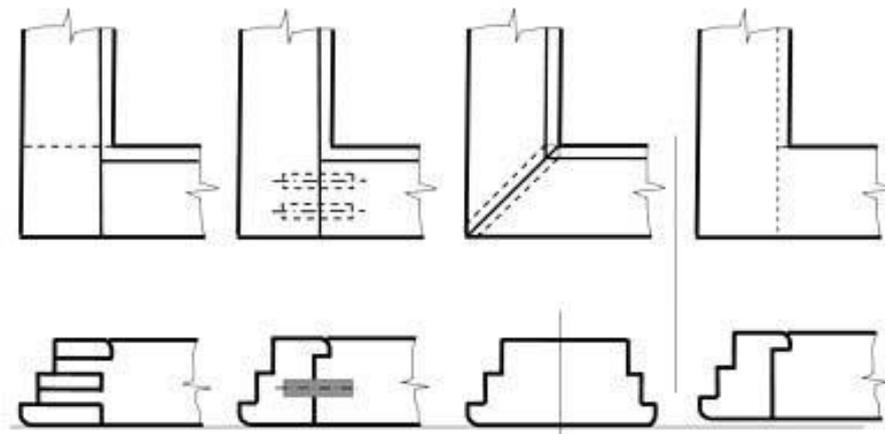
наличники и др.

Особое внимание необходимо уделить требованиям к древесине и древесным материалам для изготовления несущих деталей различных сооружений, в первую очередь деталей большепролетных конструкций для мостов, плавательных бассейнов и концертных залов, а также к технологии их изготовления и выбору клеящих и защитно-декоративных материалов (клеёв, антисептиков, антипиренов, лакокрасочных материалов).

На практике используют научно обоснованные рекомендации для выбора вида древесного материала, породы древесины, клеящих и защитно-декоративных веществ для изготовления различных сооружений из древесины. Высокой несущей способностью обладают клеёные балки из шпона (LVL), клеёный брус из пиломатериалов. Необходимо знать основные механические свойства этой продукции, понимать от чего они зависят, как влияют свойства породы древесины, клеящих и защитно-декоративных веществ на эксплуатационные свойства этой продукции.

Известно также, что технология производства деталей и строений из древесных материалов зависит от вида соединения отдельных деталей в конструкции. Вот почему, прежде чем приступить к изучению основ производства строительных элементов из древесины и древесных материалов студенту необходимо уяснить основные виды соединений древесных деталей в изделии.

Для соединения деталей могут использовать различные виды столярных вязок при изготовлении дверных и оконных рам и коробок (рис. 3), столярных (плотницких) вязок при изготовлении стен с несущими стенами (рис. 4) а также различные виды металлических

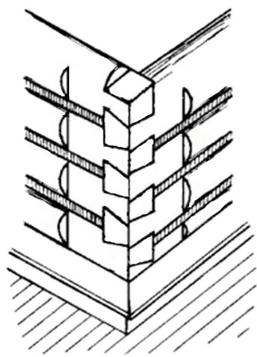


а – на прямой (рамный) шип

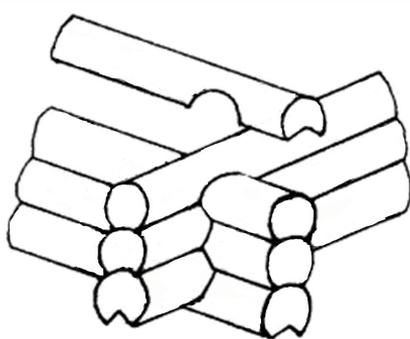
б – на шкантах, с фрезерованием контрпрофиля на торцах

присоединяемых брусков; в – на ус, на зубчатый шип; г – Г-образное

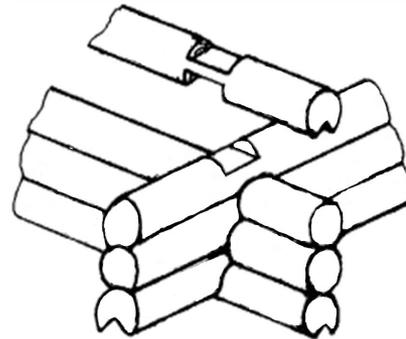
соединение на зубчатый шип



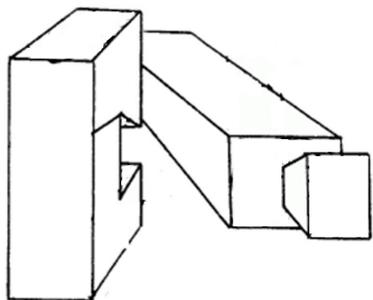
а



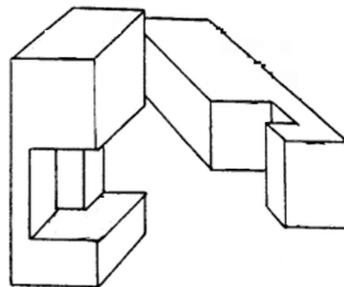
б



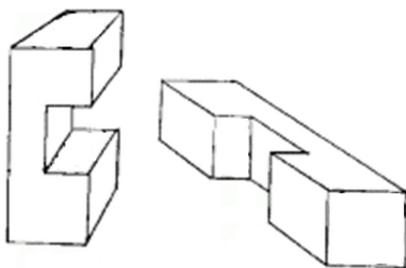
в



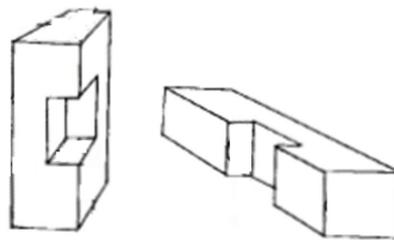
г



д

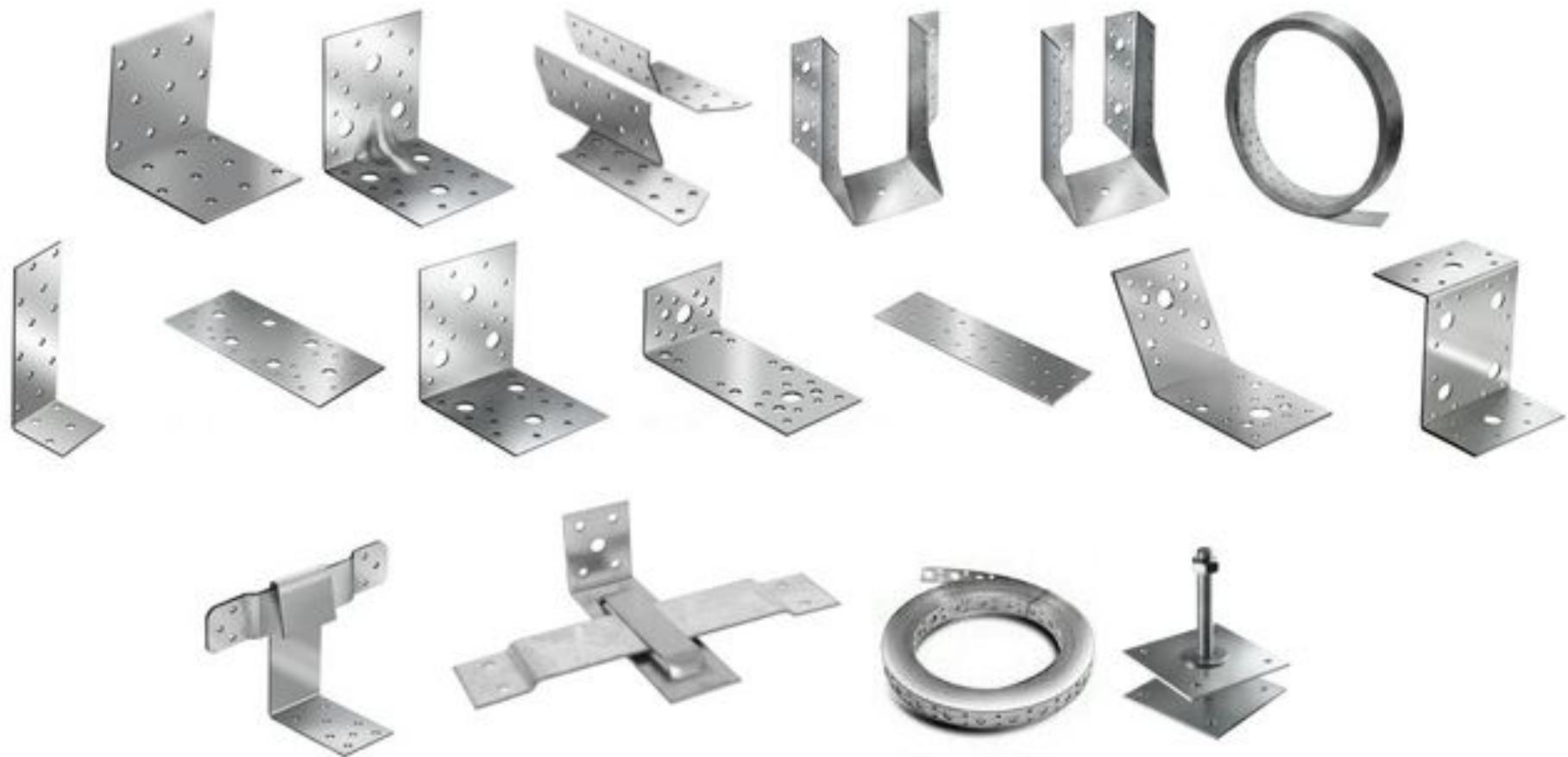


е

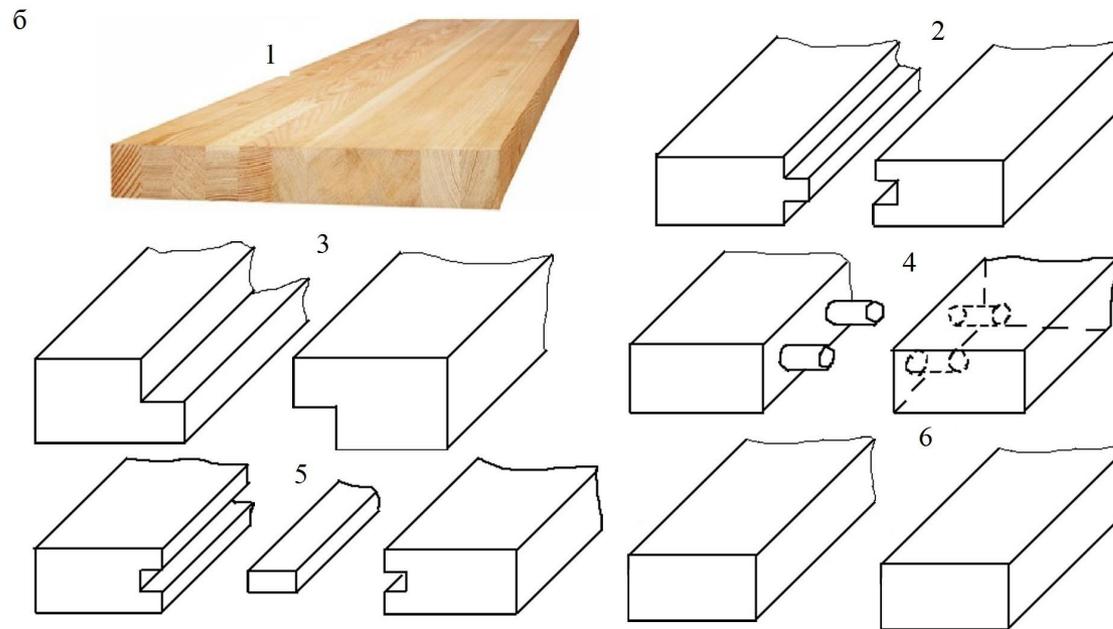


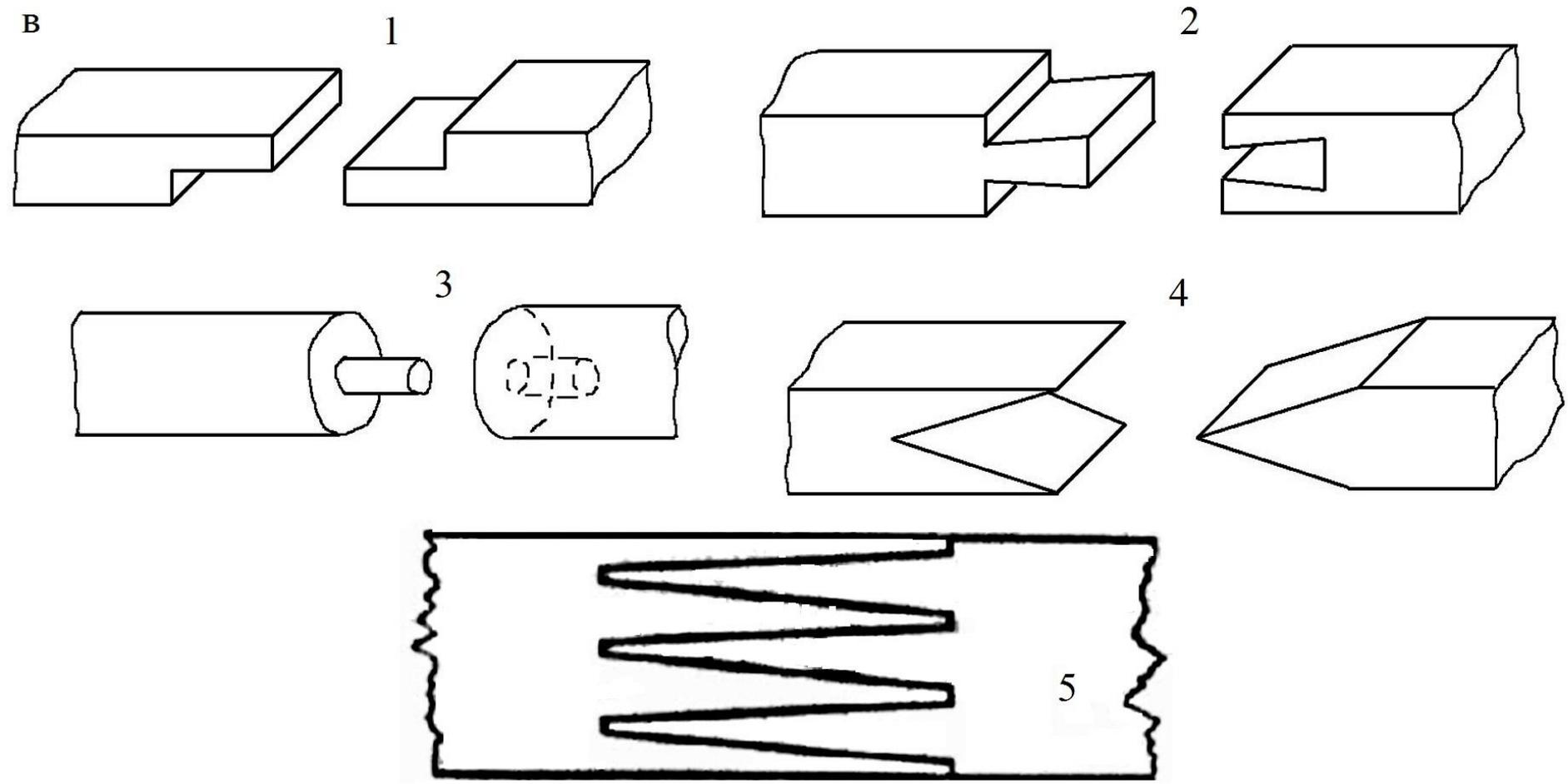
ж

а – в лапу; б – в чашу; в – в обло; г – с потайным косым шипом «ласточкин хвост»; д – с прямой ступенчатой накладкой; е – крестовидное соединение с прямой накладкой вполдерева; ж – крестовидное соединение с посадкой в одно гнездо.

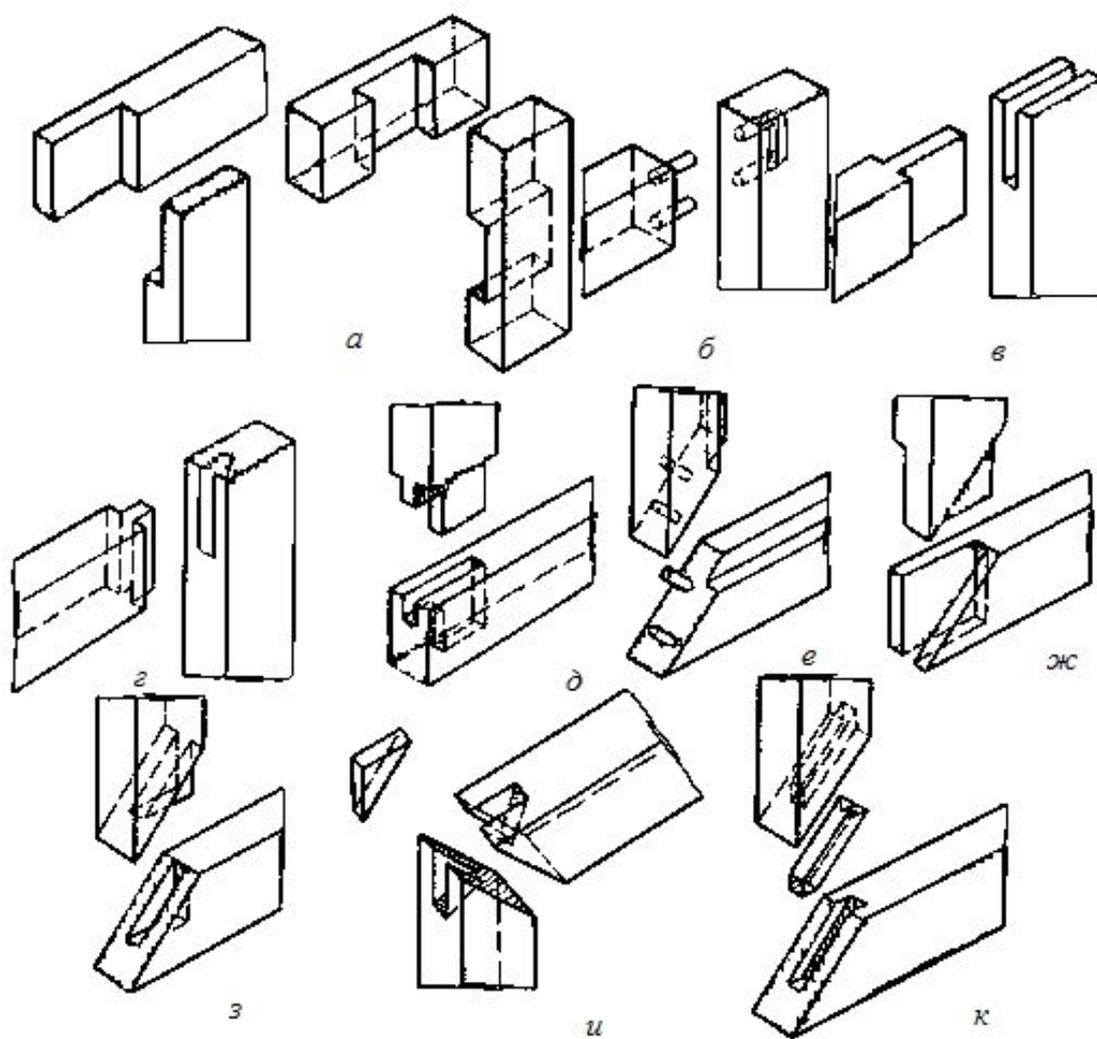


Основные из них студенту необходимо знать. Пиломатериалы могут соединять между собой по пласти (для получения клееного бруса и бруска (рис. 6 а), по кромке (для получения клееного щита (рис. 6 б), по длине (как правило на зубчатый шип для получения длинномерных деталей или для склеивания короткомерных отрезков (рис. 6 в). При изготовлении рамок и коробок соединения различают угловые, концевые и срединные, рамные и ящичные. Эти соединения отличаются между собой формой шипа и количеством шипов (рис. 7).





Способы соединения пиломатериалов: а – по пласти (общий вид клееных брусков и брусьев); б – по кромке: 1 – общий вид клееного щита, 2 – соединение в шпунт и ребень, 3 - соединение в полдерева, 4 – соединение на шкант, 5 – соединение на вставную рейку, 6 – на гладкую фугу; в – по длине: 1 – вполдерева, 2 – ласточкин хвост, 3 – на шкант, 4 – на ус (клиновидное), 5 – на зубчатый шип



Шиповые соединения древесины: а -соединения в полдерева; б - на вставных круглых шипах; в - на одиночный открытый шип; г - на глухой открытый одиночный шип; д - на одиночный шип в полпотемок; е - на ус со вставными круглыми шипами; ж -открытым шипом на односторонний ус; з — на ус глухим потайным шипом; и, к — на ус вставным открытым шипом.

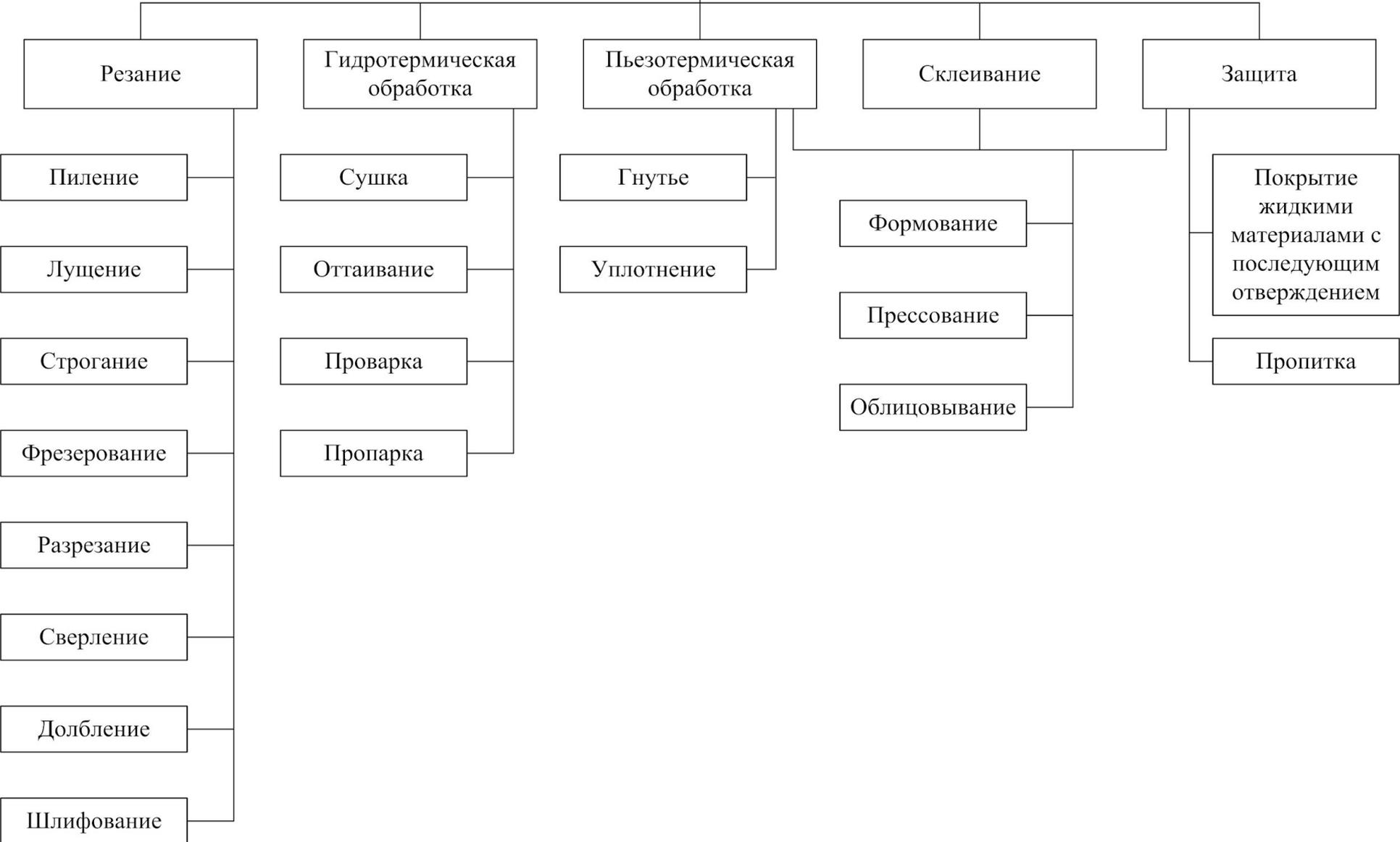
Основы производства строительных элементов из древесины и древесных материалов

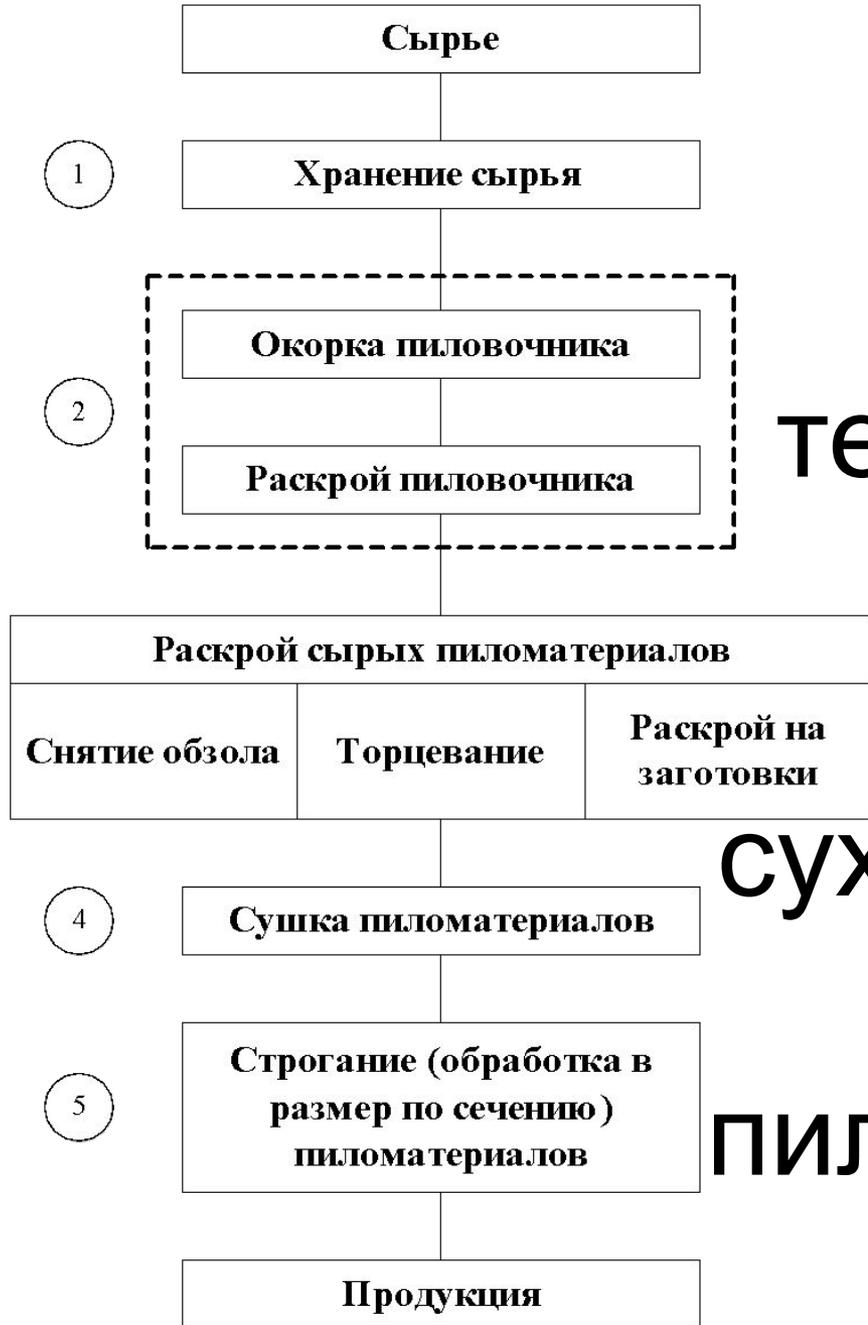
Специалисту в области строительства нужно знать основы принципиальной технологии строительных деталей и конструкций, т. е. перечень технологических процессов (рис. 8) и их назначение, так как от применяемых методов и средств обработки зависит качество продукции.

В качестве примеров приведены структуры технологических процессов производства пиломатериалов (рис. 9) и клееного бруса и щита (рис. 10).

Точность формы и размеров, шероховатость поверхности древесных строительных элементов зависят от технологии обработки древесины резанием, а их механические свойства – от выполнения операции сушки и склеивания древесины. В строительстве необходимо использовать сухие пиломатериалы, высушенные до равновесной эксплуатационной влажности, а если пиломатериалы подвергаются склеиванию, то до технологической влажности. Сухие пиломатериалы обладают большей прочностью и биостойкостью, в меньшей степени подвержены короблению.

Процессы обработки древесины





Структура технологического процесса производства сухих строганных пиломатериалов из цельной древесины



Важным представляется знание студентом основных видов клеев, областей их применения, способов склеивания и требований к клеевым соединениям и клееным деревянным деталям и конструкциям.

Студенту необходимо усвоить факторы, влияющие на качество клеевых соединений (рис. 11), понимать как обосновывают режимы склеивания.

Факторы

Условия подготовки древесины

Влажность

Плоскостность и параллельность склеиваемых поверхностей

Шероховатость поверхности

Внутренние напряжения

Загрязненность поверхности

Активность поверхности (старение)

Условия нанесения клея

Расход

Способ нанесения

Количество склеиваемых поверхностей, на которые наносится клей

Условия подготовки клеевого слоя

Вязкость клея непосредственно перед наложением давления

Глубина проникновения клея в древесину

Степень переноса клея с одной поверхности на другую

Количество отвержденных продуктов в клее перед наложением давления

Условия пьезотермообработки

Режим давления

Режим температуры

Время пьезотермообработки

Состояние окружающей среды

Температура

Относительная влажность

Загрязненность

Защитные покрытия строительных элементов из древесины и древесных материалов

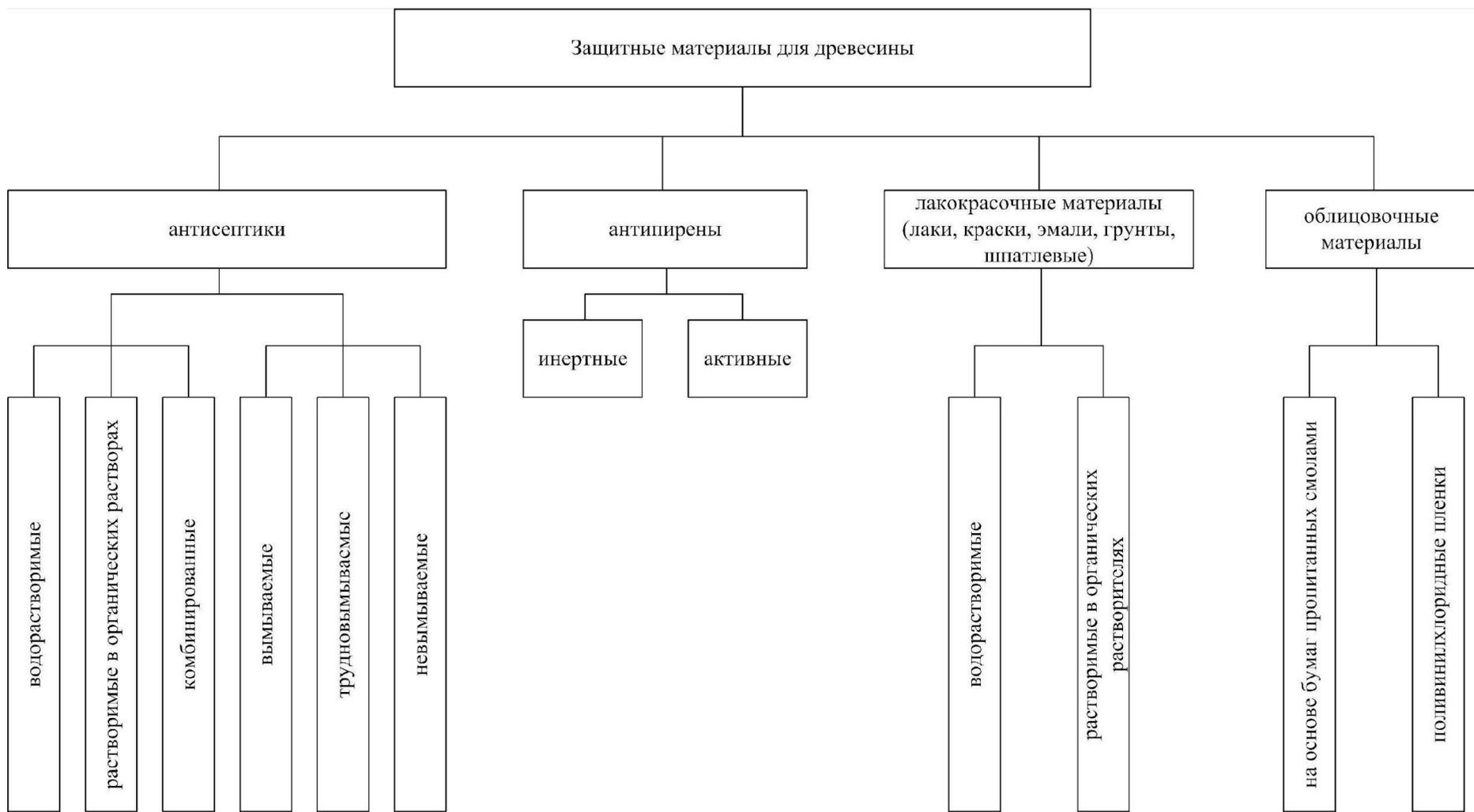
Изучение этой темы следует начать с уяснения видов и назначения защитных покрытий, материалов, используемых в качестве антисептиков, антипиренов, а также для создания защитно-декоративных покрытий (лаков, красок и эмалей).

Для повышения долговечности и надежности строений и конструкций из древесины её необходимо защищать от гниения, возгорания, взаимодействия с водой (в капельно-жидком и газообразном виде, заражения и т.п.). Для защиты древесины используют различные пропитывающие или плёнкообразующие жидкие вещества, а также синтетические и искусственные пленки, рис. 12.

В качестве антисептиков (защиты древесины от гниения) используют каменноугольные, сланцевые и другие масла, растворимые в органических растворителях, различные препараты на основе фтора, хрома, меди и другие веществ.

Антипирены замедляют воспламенение и горение, так как содержат вещества замедлители горения (фосфаты аммония, бора, хлоридаммония).

Лакокрасочные материалы и облицовочные материалы выполняют как защитные (воздействие влаги, солнечной радиации, загрязнения), так и декоративные (улучшающие архитектурно-художественные свойства изделий) функции.



Методы создания защитных покрытий деталей и строений из древесины

пропитка

поверхностное нанесение

выдержка в пропиточных растворах
(вымачивание)

метод горяче-холодных пар

метод вакуум-давление-вакуум

нанесение лакокрасочных покрытий

вручную кистью, валиком

окунанием

распылением

вальцеванием

наливом

облицовывание

горячее

холодное

в прессах
периодического действия

в прессах
непрерывного действия

Контрольные вопросы.

Виды строительства.

Применение древесины в строительстве.

Классификация строительных элементов из древесины, применяемых в строительстве.

Типы строений из древесины и древесных материалов.

Основные виды конструкций в гражданском и промышленном строительстве.

Клееные деревянные конструкции.

Большепролетные деревянные конструкции.

LVL.

Характеристика домов из клееного бруса.

Характеристика каркасных домов.

Характеристика домов из CLT-панелей.

Основные требования к мостам из древесных материалов.

Характеристика хозяйственных блоков.

Деревянные беседки.

Основные виды несущих конструкций.

Виды декоративных строительных деталей из древесины.

Виды ненесущих ограждающих конструкций.

Виды соединения пиломатериалов по кромке.

Виды соединения пиломатериалов по длине.

Виды шиповых соединений древесины.

Виды столярных вязок дверных и оконных рам.

Виды столярных вязок при изготовлении стен с несущими стенами.

Основные требования к изделиям из древесины, эксплуатируемые внутри помещения.

Основные требования к изделиям из древесины, эксплуатируемые вне помещения.

Виды строений для детских площадок из древесины.

Основные требования к строительным элементам из древесины для детских площадок.

Требования к большепролетным древесным конструкциям бассейнов.

Характеристика и основные требования к деталям лестниц.

Основные виды деревянных лестниц.

Структура технологического процесса изготовления пиломатериалов.

Равновесная эксплуатационная влажность пиломатериалов.

Технологическая влажность пиломатериалов.

Временные сооружения из древесины и древесных материалов.

Технологические процессы изготовления большепролетных деревянных конструкций.

Технологические процессы изготовления малых архитектурных форм из древесины и древесных материалов.

Характеристика оборудования для изготовления большепролетных деревянных конструкций.

Требования к свойствам древесины для изготовления различных конструкций промышленного и гражданского строительства.

Технологии склеивания, виды клеев и их сравнительная характеристика.

Рекомендации по выбору клеев в зависимости от условий эксплуатации.

Классификация антисептиков и антипиренов, их сравнительный анализ.

Характеристика применяемых антисептиков и антипиренов.

Классификация методов нанесения защитно-декоративных покрытий строительных элементов и конструкций.

Основные требования к клееному брусу.

Виды малых архитектурных форм.

Характеристика пород применяемой древесины при изготовлении несущих конструкций.

Типы соединений элементов из древесины и древесных материалов.

Технология изготовления деревянных элементов и конструкции для промышленного строительства.

Характеристика методов и средств защиты древесины: поверхностное нанесение, метод горяче-холодных ванн, вакуум-давление-вакуум и др.

Оборудование для реализации технологического процесса защиты древесины.

Рекомендации по применению различных защитных средств в зависимости от условий эксплуатации.

Особенности технологии производства клееного бруса.

Особенности технологии производства оконного блока.

Особенности технологии производства дверного блока.

Особенности технологии отделки строительных элементов из древесины.

Механические свойства древесины и материалов из древесины.

Деревянные дома заводского изготовления.

Характеристика домов из оцилиндрованного бруса.

Характеристика домов из цельного бруса.

Для выполнения лабораторных и практических работ применяли древесину сосны, как одну из распространенных пород для изготовления клееного бруса. Сечение пиломатериалов установлено в соответствии с рекомендациями ГОСТ 20850. Склеивание проводили с использованием двух типов применяемых в Северо-Западном Федеральном округе клеев: поливинилацетатный клей «Клебит 303.0» и эмульсионный полимер-изоцианатный клей «PREFERE 6151». Основные характеристики клеев «Клебит 303.0» и «PREFERE 6151» приведены в табл. 1 и 2 соответственно.

Основные характеристики клея «Клебит 303.0»

№ п/п	Наименование показателей	Норма
1	Основа	Поливинилацетатная дисперсия
2	Цвет клея	белый
3	Цвет отвердителя	белый
4	Соотношение компонентов	клей: отвердитель = 20 : 1
5	Уровень pH без отвердителя	3
6	Консистенция	средневязкая
7	Расход клея, г/м ²	120-200
8	Способ нанесения	Кистью, шпателем или валиком
9	Вязкость при температуре 20 °С по Брукфильд RVT Sp. 6/20 Upr, МПа·с	13 ± 2
10	Жизнеспособность с отвердителем, час	24
11	Время открытой выдержки до склеивания при температуре 20 °С, мин	6-10

Основные характеристики клея «PREFERE 6151»

№ п/п	Наименование показателей	Норма
1	Основа	Эмульсионный полимер-изоцианатный клей (конструкционный ЭПИ-клей)
2	Цвет клея	Молочно-белый
3	Вязкость (мПа*с)	6500
4	Влажность склеиваемой древесины	6 - 18%
5	Температура воздуха и древесины при работе	Позволяет проводить склеивание при температуре древесины и клея 5°C (с увеличенным временем прессования)
6	Максимальное время открытой выдержки до склеивания, мин.	7
7	Максимальное время закрытой выдержки до склеивания, мин.	20
8	Время прессования	25 - 30 мин. (в зависимости от температуры, влажности, плотности древесины). Последующая механическая обработка возможна спустя 1 час после прессования при температуре 20°C. Полная прочность и влагостойкость достигается спустя 12 часов после прессования
9	Давление пресса	0.6 – 0.8 МПа для мягких пород, и 0.8 – 1.0 МПа для твёрдых пород
11	Название соответствующего отвердителя	PREFERE 6651
12	Расход клея	250-400 г/м ²

После сушки пиломатериалы выдерживали и предварительно обрабатывали в размер по сечению на четырехстороннем продольно-фрезерном станке с целью выявления недопустимых пороков и дефектов, затем сортировали соответствии с ГОСТ 20850 «Древесина клееная массивная. Общие технические условия»: недопустимые пороки по ГОСТ 8486, вырезали на линии сращивания на зубчатый шип. Обработанные пиломатериалы сращивали на зубчатый шип по длине. После технологической выдержки, составляющей не менее трех часов, склеенные по длине ламели окончательно обрабатывали на четырехстороннем продольно-фрезерном станке для получения материала требуемой формы и размеров сечения.

Оборудование

Гидравлический пресс «Hildebrandt».

Универсальная разрывная машина Р – 5.

Вальцовый клеенаносящий станок.

Микрометр по ГОСТ 6507-60 с точностью измерения 0,01 мм.

Весы лабораторные CAS MW – 300 Т.

Пила ленточная столярная Elektra Beckum BAS 250 G.

Форматно-раскроечный станок «Altendorf F45».

Электровлагомер кондуктометрического типа марки Brookhuis.

Четырехсторонний продольно фрезерный станок.

Однопильный круглопильный станок Ц – 6.

Методика исследования прочности клеевых соединений в зависимости от влияющих факторов

Прочность клеевых соединений древесины определяли в соответствии с методикой и рекомендациями ГОСТ 15613.1 «Древесина клееная массивная. Методы определения предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон». Форма и размеры образца представлены на рис.

разрывной машине Р-5,
определяя максимальное усилие
разрушения. Предел прочности
при скалывании вдоль волокон
клеевых соединений $\tau_{ск}$
определяли по формуле:

$$\tau_{ск} = \frac{P}{F_{ск}}, \quad (1)$$

где P – усилие, Н;

$F_{ск}$ – площадь скалывания,