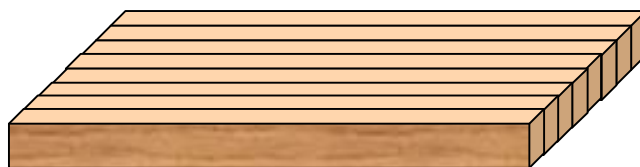
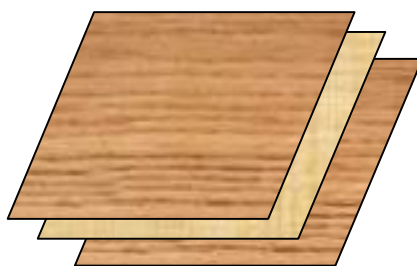




В.Н. ВОЛЫНСКИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ КЛЕЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ВУЗОВ



2003

В.Н. Волынский

ТЕХНОЛОГИЯ
КЛЕЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ
(Учебное пособие)

Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Технология деревообработки"

Архангельск
2003

УДК (674.213:624.011.14)

Волинский В.Н. Технология клееных материалов: Учебное пособие для вузов. (2-е изд., исправленное и дополненное). Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2003. 280 с.

В пособии обобщен и систематизирован материал, накопленный в нашей стране и за рубежом в области технологии использования клеев и производства клееных материалов из шпона и массивной древесины. Приведены справочные материалы для выполнения технологических расчетов.

Предназначено для студентов лесотехнических специальностей вузов. Может быть полезно инженерно - техническим работникам фанерных и столярно-мебельных производств.

Илл. 143. Табл. 173. Библиогр. 29 назв.

ISBN 5-261-00095-5

© В.Н.Волинский, 2003

Необходимость издания пособия по данной тематике связана с большими изменениями в мире синтетических клеев, с появлением принципиально новых связующих, клеильного оборудования и технологических приемов склеивания. Без операций склеивания невозможно производство фанеры, плит, мебели, столярно-строительных изделий, многих товаров народного потребления. Особую актуальность проблемам, рассматриваемым в данном пособии, придает резко возросший спрос на мебель из массивной древесины, в основе которой лежат клееные реечные щиты.

В пособии рассматриваются основные марки отечественных и импортных клеев, используемых во всех областях деревообработки. Указана химическая природа клеев, приведены основные показатели и методы их определения, преимущества и недостатки, области применения связующих. Рассмотрены технология и оборудование для производства шпона (в том числе строганого) и фанерной продукции. Значительное место уделено склеиванию массивной древесины по длине, толщине и ширине в производстве самых разнообразных материалов и изделий из древесины.

Уделено внимание выполнению важнейших технологических расчетов, связанных с производством клееной продукции из шпона и массивной древесины - определению необходимых объемов сырья и материалов, вторичных ресурсов, расчету производительности оборудования, составляющих себестоимости клееных материалов и пр. Показаны варианты организации рабочих мест для различного оборудования.

Пособие будет полезно всем работникам фанерных и столярно-мебельных производств, а также тем, кто занимается проектированием новых или реконструкцией действующих цехов и участков по производству клееной продукции из древесины.

Во втором издании исправлены замеченные недостатки, добавлены новые иллюстрации, а также дана новая информация по клеям, процессам склеивания и клеильному оборудованию, появившаяся за истекшие 4 года.

Введение

Роль склеивания в деревообработке невозможно переоценить. Область применения данной технологической операции довольно обширна:

- получение нового продукта из качественного сырья;
- получение нового продукта из низкокачественного и маломерного сырья;
- облицовывание материалов с целью улучшения их эстетического вида и повышения прочности;
- получение крупногабаритных изделий;
- ремонт и реставрация изделий.

Клееные древесные материалы можно классифицировать с учетом использованного сырья.

1) **Клееная массивная древесина.** Сюда относятся материалы и изделия, изготовленные из пиломатериалов и заготовок. Это клееные погонажные изделия, где использовано склеивание только по длине маломерных пиломатериалов, например клееные доски пола, доски обшивки (так называемая вагонка), плинтусы и т.п. (рис.1.1,а). К более сложным материалам из массивной древесины относятся клееные реечные щиты, где применено склеивание по ширине реек, предварительно склеенных или не склеенных по длине (рис.1.1,б). В случае склеивания пиломатериалов по длине, ширине и толщине получают детали клееных строительных элементов весьма больших размеров - сечением до 500 х 2000 мм и длиной до 50 м (рис.1.1,в).

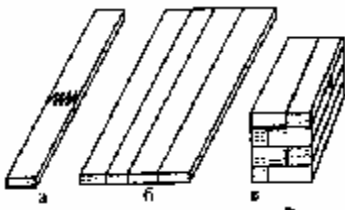


Рис.1.1. Образцы клееной массивной древесины: а- погонажные изделия, б- реечные щиты, в- детали клееных деревянных конструкций

2) **Клееная слоистая древесина.** В основе этого материала лежит лущеный шпон толщиной обычно от 0,6 до 2-3 мм. Из него изготавливают фанеру и фанерные плиты, древеснослоистые пластики, гнuto- и плоскоклееные детали из шпона.

3) **Клееные материалы из измельченной древесины.** Сюда относятся древесностружечные и древесноволокнистые плиты, изделия из прессмасс.

4) **Клееная комбинированная древесина.** Это материалы, где могут объединяться, например, массивная и слоистая древесина, образуя столярную плиту, или измельченная и слоистая древесина, образуя обычный мебельный щит.

Глава 1. Клеи и процессы склеивания

До начала XX века промышленное значение клеев и склеивания было невелико. В столярно-мебельном производстве использовались в основном клеи животного и растительного происхождения. Толчком к совершенствованию клеев явилось развитие фанерной промышленности и разработка водостойких видов фанеры. Патент на способ получения водостойкого синтетического клея получил в 1907 году английский химик Л.Бакеленд, а русский ученый Г.С.Петров в 1912 году впервые осуществил реакцию отверждения такого клея при комнатной температуре. В начале тридцатых годов в нашей стране началось серийное производство синтетических смол и клеев на их основе. Сегодня химическая промышленность выпускает большой ассортимент синтетических смол для самых различных целей, в том числе для склеивания, отделки, получения пластмасс, пропитки и т.д.

1.1. Классификация клеев для древесины

Все многообразие клеев, используемых в деревообрабатывающей промышленности, можно классифицировать по таким признакам:

1) *По происхождению:*

- животного происхождения (мездровый, казеиновый, костный, альбуминовый, рыбный);
- растительного происхождения (крахмальный, или декстриновый, нитроцеллюлозный);
- минеральные клеи (силикатный, битумный, цементный);
- синтетические клеи.

2) *По составу:* одно- и многокомпонентные клеи.

3) *По способу получения* (для синтетических клеев):

- **поликонденсационные**, когда в результате реакции двух или более компонентов получают новое высокомолекулярное вещество и низкомолекулярные продукты, которые затем удаляются и делают реакцию необратимой; Реакцию поликонденсации можно упрощенно изобразить в таком виде: $A + B = AB + \text{н.м.п.}$ Здесь А и В исходные низкомолекулярные продукты, способные реагировать друг с другом и давать высокомолекулярный продукт АВ; н.м.п. – низкомолекулярные продукты, обычно вода и некоторые газы.

- **полимеризационные** клеи, получаемые в результате реакции полимеризации, когда мономер последовательно превращается в высоковязкий олигомер (вещество средней молекулярной массы), а затем в твердый полимер за счет удлинения молекул и усложнения их структуры (например, получение полиэтилена из этилена, поливинилацетата из винилацетата и т.п.)

4) *По отношению к теплу:*

- **термореактивные**, которые при повышении температуры сначала плавятся, а затем необратимо отверждаются;
- **термопластичные**, которые при нагревании плавятся и остаются жидкими, а при остывании снова переходят в твердое состояние.

Обычно поликонденсационные клеи являются термореактивными, а поликонденсационные – термопластичными.

5) *По водостойкости*: низкой, средней и высокой водостойкости, эксплуатируемые соответственно в комнатных, наружных защищенных или атмосферных условиях.

6) *По виду растворителя*: водо- и спирторастворимые, с органическими растворителями.

7) *По внешнему виду*: жидкие, пастообразные, пленочные, порошкообразные, в виде гранул.

Синтетические клеи в значительной степени вытеснили из промышленности клеи природного происхождения в силу следующих преимуществ: дешевизна исходных продуктов, использование непищевого сырья, практическая неисчерпаемость сырья, возможность широкого регулирования свойств клеев, высокая скорость отверждения и малый расход клея. Вместе с тем есть области применения, где клеи природного происхождения остаются вне конкуренции, обычно по экологическим соображениям.

К клеям для древесины предъявляют целый ряд требований, подчас противоречащих друг другу. Эти требования можно разделить на такие группы:

А) *Эксплуатационные* - способность склеивать и прочно удерживать склеенные материалы. Первое свойство оценивается понятием **адгезии**, то есть способности прилипнуть, а второе - понятием **когезии**, то есть собственной прочности клеевого шва. Клеи должны обладать этими двумя свойствами для того, чтобы удерживать материалы за счет сил адгезии и обладать достаточной прочностью за счет высокой когезии клеевого шва. К эксплуатационным требованиям относятся также водостойкость и атмосферостойкость клеевых соединений, долговечность клеевых швов.

Б) *Технологические* - удобство приготовления и нанесения клея. Сюда следует отнести оптимальную вязкость свежеприготовленного клея, достаточный срок жизнеспособности клея после введения отвердителя, высокую скорость отверждения, возможность очистки оборудования (низкая адгезия к металлу), длительный срок хранения клеев.

В) *Экономические* - малый расход клея, низкая стоимость сырья, простота приготовления клея.

Г) *Экологические* - нетоксичность синтетических смол и других компонентов клеев, малая коррозионная опасность клеев.

Д) *Специальные* - диэлектрическая проницаемость (при склеивании в поле высокой частоты), прозрачность клеевого шва, бензо- и маслостойкость и некоторые другие.

1.2. Основные компоненты и способы регулирования свойств синтетических клеев

Основной частью клея является *синтетическая смола*, то есть смесь высокомолекулярных продуктов, способных при определенных условиях к отверждению. Кроме смолы в клеи могут быть следующие компоненты.

- *Отвердитель* для ускорения процесса отверждения, особенно при комнатной температуре. Для кислотоотверждаемых смол это, как правило, кислоты типа молочной, щавелевой и т.п. Для резорциновых смол - щелочные отвердители, ко-

торые более благоприятны по отношению к древесине и клеенаносящему оборудованию.

- *Растворитель* для регулирования вязкости клея и удлинения срока его пригодности. Основную массу связующих в деревообработке составляют водорастворимые смолы, в мебельной промышленности находят использование органические растворители, в фанерном производстве - метанол для пропиточных смол.

- *Наполнитель* для снижения усадки клея, его удешевления и регулирования некоторых его свойств. Сюда относится широкий класс материалов, обычно в виде порошков - мел, тальк, гипс, древесная и пшеничная мука и т.п.

- *Пластификатор* для уменьшения хрупкости клеевого шва. Это вещества, обеспечивающие скольжение молекул в отвердевшем шве относительно друг друга - дибутилфталат, себацинат и др.

- *Стабилизатор* для удлинения срока хранения смолы. Для кислотоотверждаемых смол стабилизатором может служить ацетон.

- *Антисептики* для повышения биостойкости клеевого шва. Особенно важно введение антисептиков для белковых клеев, подверженных загниванию. Например, для казеиновых клеев таковым является известь.

- *Антипирены* для повышения огнестойкости клееной продукции.

- *Гидрофобные добавки* для получения водоотталкивающих свойств плит, например парафиновая эмульсия для связующих, используемых в производстве стружечных плит.

- *Вспенивающие добавки* для увеличения объема клея и снижения его расхода. При нанесении клея методом экструзии применяют поверхностно-активные вещества (ПАВ), например альбумин.

На предприятия, не имеющие собственного производства синтетических смол, могут поступать клеи с добавкой необходимых компонентов, но без отвердителя. На месте использования клеев имеются богатые возможности для регулирования их свойств в нужном направлении. Способами регулирования свойств клеев являются их наполнение, пластификация и модификация.

Наполнение клеев может дать следующие эффекты: увеличить вязкость клея, уменьшить проникновение клея в поры древесины, снизить усадку клея, повысить прочность клеевого шва, изменить деформационные свойства клеевого шва и снизить внутренние напряжения в клеевом соединении.

Наполнители можно разделить на органические и неорганические. К первым относятся древесная мука, пшеничная или ржаная мука, крахмал, лигнин. Они хорошо разбухают в воде и снижают внутренние напряжения в клеевом соединении. Неорганическими наполнителями являются каолин, мел, асбест, гипс, сажа и др. Они не растворяются и не набухают в воде, поэтому вязкость клея меняют слабо, зато хорошо закрывают поры древесины, увеличивают твердость и хрупкость клеевого шва.

Наполнители разделяют также на инертные и активные. Активные улучшают клеящие свойства полимера, упрочняют шов, повышают его модуль упругости (крахмал, мука, диоксид титана). Инертные наполнители не изменяют свойств клея (мел, каолин, тальк), а только заполняют объем клеевого шва и поры древесины.

По структуре наполнители делятся на тонкодисперсные и волокнистые (асбест). Тонкодисперсные с поперечным размером частиц 1-20 мкм меньше осаждаются и активно увеличивают вязкость клея. Количество наполнителя колеблется в широких пределах - от 0,5 до 40 %. Их вводят в готовый клей за несколько часов до его использования.

Пластифицирование выполняют с целью снижения твердости и хрупкости клеевых швов, что способствует их долговечности, снижает затупление режущего инструмента при обработке клееной продукции. Пластификатор должен совмещаться с клеевым раствором и не ухудшать его адгезионные свойства. Обычно эффективность пластификатора заключается в гибкости его молекул, которые располагаются между молекулами основного полимера и увеличивают его подвижность (межструктурная пластификация). Содержание пластификатора невелико, до 1 %. Пластификаторами являются такие вещества, как глицерин, дибутилфталат, сахара и др. Пластифицирующее действие оказывают и наполнители, содержащие клейковину.

У поливинилацетатных клеев пластификатор вводится непосредственно в дисперсию. Он придает клеевому шву необходимую пластичность, но одновременно ухудшает такой показатель, как морозостойкость.

Модификацией называют направленное изменение свойств клея. Обычно это делается путем добавки в основной клей какого-либо другого клея, совместимого с ним. Например, модификация фенольного клея возможна добавкой каучука, который повышает теплостойкость и эластичность клеевого шва. Карбамидные клеи можно модифицировать латексами, ПВА, фенолом и др. компонентами, а также воздействуя на него *ультразвуком*. При продолжительности обработки 15-30 мин время желатинизации сокращается на 15-35 %, снижается вязкость смолы в 1,8 - 4,7 раза, содержание свободного формальдегида уменьшается вдвое, а прочность фанеры при скалывании по клеевому слою возрастает на 13 - 40%.

Известен также способ *механической модификации* карбамидных смол. Связующее подвергается обработке на дезинтеграционной установке (центрифуге) при скорости 120 м/с. В результате этого вязкость клея снижается в 10-40 раз, сокращается время отверждения и улучшается структура клеевого шва. Эти эффекты объясняются тем, что механическое воздействие разрушает глобулы, состоящие из высокомолекулярной части в низкомолекулярной оболочке. Потеря гидратной оболочки способствует реакции поликонденсации и формированию развитой трехмерной структуры клеевого шва.

1.3. Основные типы клеев, применяемых в деревообработке

В табл.1.1. дан краткий обзор клеев для древесины. Таблица может помочь в выборе типа клея для конкретной продукции. Более подробные сведения о клеях даны в последующих разделах данной главы.

В 1994 году половина всего мирового производства термореактивных смол приходилась на формальдегидные смолы. Основными производителями их были США, Япония, Германия, Россия. В России в деревообработке используется примерно 85% выпуска карбамидных смол и только 15% фенолоформальдегидных. Непрерывный синтез смол производится на 17 химических предприятиях,

а периодический - на 39 деревообрабатывающих. Всего в России имеются мощности по производству синтетических смол в объёме 712,5 тыс. т (1996 г.), а коэффициент использования мощности предприятий колеблется от 38 до 85%.

1.1. Обзор свойств клеев для древесины

Тип клея	Отвердитель	Механизм отверждения	Преимущества	Недостатки	Область применения
Карбамидоформальдегидный (КФ)	Щавелевая кислота для холодного отверждения или хлористый аммоний для горячего отверждения	Поликонденсация	Низкая стоимость клеев, высокая прочность соединений, малое время горячего отверждения	Ограниченная водо- и теплостойкость, хрупкость клеевого шва, большая усадка клея, коррозионность шва	Производство рядовой фанеры для внутренних работ, стружечных плит, облицовка мебельных щитов
Фенолоформальдегидный горячего отверждения (СФЖ)	Без отвердителя	Поликонденсация	Высокая водо- и атмосферостойкость клееной продукции	Высокая токсичность, малая скорость отверждения	Производство водостойкой фанеры и древеснослоистых пластиков
Фенолоформальдегидный холодного отверждения	Бензосульфокислоты (БСК)	Поликонденсация	Высокая водо- и атмосферостойкость клееной продукции	Токсичность смолы и отвердителя, малая скорость отверждения, малый сухой остаток	Производство деталей клееных деревянных конструкций
Фенолорезорциноформальдегидный (ФРФ)	Параформальдегид с древесной мукой	Поликонденсация	То же, наличие щелочного отвердителя	Высокая стоимость, большое время отверждения	То же
Поливинилацетатный (ПВА)	Без отвердителя	Удаление воды и углубление полимеризации	Простота использования, малое время холодного отверждения, высокая пластичность шва, большой срок хранения клеев.	Низкая водо- и теплостойкость шва, ползучесть под нагрузкой	Производство реечных щитов, облицовка ДСтП синтетическими материалами, производство мебели
Клеи - расплавы	Без отвердителя	Охлаждение расплава	Отсутствие растворителей, большой срок хранения, экологиче-	Низкая водо- и теплостойкость швов, невысокая	Облицовка кромок стружечных плит пластиком,

			ская безопасность, очень малое время отверждения	когезия, высокая вязкость, ползучесть под нагрузкой, необходимость спец. оборудования	ребросклеивание шпона, приклеивание декора к лакированным поверхностям щитов
Полиуретановый	Обычно двухкомпонентный	Полимеризация	Высокая прочность, водо- и термостойкость	Токсичен, малая скорость отверждения	Склеивание металлов и неметаллических материалов в производстве мебели
Каучуковый	Без отвердителя	Удаление растворителя	Эластичные и водостойкие клеевые швы, противостоящие ударам и вибрации	Невысокая прочность, ползучесть под нагрузкой, малый сухой остаток	Склеивание тканей и др. материалов в производстве мягкой мебели
Казеиновый	Без отвердителя	Гидратация	Высокая прочность шва, нетоксичность, умеренная водостойкость, простота приготовления и использования клея	Малая жизнеспособность клея, склонность к загниванию, жесткий клеевой шов	Производство детской и медицинской мебели, игрушек, склеивание речных щитов

1.4. Основные показатели синтетических смол и клеев

Под синтетической смолой понимается высокомолекулярный продукт химического производства, не содержащий добавок, способных сократить срок годности продукта. Клеем называется конечный продукт, полученный добавкой в смолу технологически важных компонентов, главным образом, отвердителя. Существует большое число однокомпонентных клеев, отверждающихся без отвердителей (резиновые, поливинилацетатные и др.).

Для определения показателей смол с целью входного контроля их качества (соответствия ГОСТ) для наиболее распространенных карбамидных смол предписана следующая процедура. Берут точечные пробы с помощью металлической трубки или пробоотборника в равных количествах от каждой упаковочной единицы. Из бочки пробы отбирают погружением трубки до дна, а из цистерны из трех точек - из середины и на расстоянии 20 см от дна и от верхнего уровня смолы. Пробы соединяют вместе, перемешивают и берут для испытаний не менее 1 кг, из которых половину отправляют в лабораторию, а половину хранят в течение гарантийного срока при температуре 5 - 20 °С. На обеих пробах должна

быть этикетка с указанием предприятия - изготовителя и его товарного знака, марки смолы, номера партии, даты изготовления, даты и места отбора пробы.

1.4.1. Массовая доля сухого остатка (концентрация) смол

Этот показатель выражает ту часть связующего, которая остается после отверждения клея и удаления всех летучих веществ, %,

$$K = \frac{q_1}{q_2} 100,$$

где K - концентрация смолы, %; q_1 - масса сухого остатка, г; q_2 - начальная масса смолы, г.

Концентрация, например, вакуумированных карбамидных смол составляет 66%. Это довольно высокий показатель, свидетельствующий о том, что летучие вещества (главным образом, вода) составляют примерно 1/3 от массы смолы. Высокая концентрация клеев сокращает их время отверждения, обеспечивает более плотный клеевой шов с малыми внутренними напряжениями, но одновременно увеличивает вязкость клея, что затрудняет его нанесение и ведет к повышенному расходу связующего. В некоторых производствах, например при производстве стружечных плит, приходится по этим причинам снижать концентрацию клея до 50 % путем разбавления смолы водой. Для продукции из массивной древесины высокая концентрация клеев является положительным фактором, так как обеспечивает более надежное и равномерное нанесение клея.

Массовую долю сухого остатка смол можно определять прямо или косвенно. В первом случае используют взвешивание и высушивание навески смолы с целью удаления летучих веществ. К сожалению, нет единого стандарта для определения данного показателя для всех или большинства связующих. Для карбамидных смол (ГОСТ 14231 - 88) навеску смолы 1 - 2 г высушивают в стеклянном стаканчике со снятой крышкой в термощкафу при температуре 105 ± 2 °С в течение 2 часов. Затем крышку закрывают и стаканчик выдерживают в течение не более 45 минут в эксикаторе с прокаленным хлористым кальцием (во избежание увлажнения сухого остатка от влаги воздуха). Затем проводят повторное взвешивание и рассчитывают концентрацию смолы K по формуле, %,

$$K = \frac{m - m_1}{m_2 - m_1} 100,$$

где m_1 - масса тары, г; m_2 - навеска смолы до сушки, г; m - навеска смолы после сушки, г.

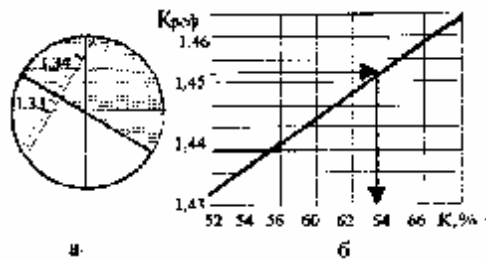
Это испытание требует точности взвешивания не ниже 0,01 г и занимает несколько часов. За результат испытания принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допустимое расхождение между которыми не должно превышать 0,8%.

При косвенном измерении сначала определяют коэффициент рефракции прозрачной карбамидной смолы на специальном приборе - рефрактометре. Коэффициент рефракции есть отношение синуса угла падения светового луча к синусу угла его преломления в данной среде. Он зависит от плотности материала, которая в свою очередь тесно связана с содержанием сухого остатка. Метод не отличается высокой точностью, но требует минимальных затрат времени и применяется только для прозрачных материалов (в основном карбамидных смол).

Рефрактометр РЛУ имеет измерительную призму, на которую наносят испытуемый раствор, через который пропускают луч света. В результате преломления лучей на границе жидкость - стекло в объективе рефрактометра можно видеть границу света и тени (рис.1.2). Перемещая окуляр, устанавливают границу в перекрестие окуляра и по шкале считывают значение коэффициента преломления. Целесообразно периодически проверять показания рефрактометра на дистиллированной воде (коэффициент рефракции равен 1,333), которая дает четкую границу светотени и позволяет настроиться на полную резкость изображения с помощью компенсатора. Для синтетической смолы граница выглядит достаточно размытой, и требуются определенные навыки для ее определения.

В ГОСТ 14231-88 коэффициент рефракции не является нормируемым показателем. Для оценки концентрации смолы по этому косвенному показателю используют графики взаимосвязи между двумя показателями.

Рис.1.2. Определение коэффициента рефракции синтетических смол: а - картина, видимая в окуляр прибора для дистиллированной воды; б - график взаимосвязи коэффициента рефракции с концентрацией карбамидных смол.



Для термопластичных ПВА - дисперсий весовой метод выглядит принципиально иначе. Вместо стеклянных стаканчиков используют алюминиевые или жестяные чашки диаметром 80 - 90 мм, высотой 8 - 10 мм и толщиной стенок около 1 мм. Пара таких чашек высушивается, охлаждается и взвешивается с точностью не более 0,0002 г. На середину наружной поверхности одной чашки из пары наносят $1 \pm 0,1$ г дисперсии, накрывают ее поверхностью другой чашки, прижимают и взвешивают с той же погрешностью. После взвешивания дисперсию равномерно распределяют по всей поверхности трением одной чашки о другую, избегая вытекания клея за края чашки. Чашки разъединяют и помещают в сушильный шкаф для сушки по следующим режимам:

Дисперсия	Температура, °С	Время, мин
Непластифицированная	115 ± 2	30
Пластифицированная	100 ± 2	15

После сушки чашки вынимают из сушильного шкафа, помещают на 20 мин для охлаждения в эксикатор, после чего парные чашки соединяют наружными поверхностями и взвешивают. Массовую долю сухого остатка вычисляют по формуле, %,

$$K = \frac{m - m_1}{m_2 - m_1} 100,$$

где m - масса пары чашек с сухим остатком, г; m_2 - масса пары чашек с навеской дисперсии до сушки, г; m_1 - масса пары чашек без клея (тара), г. Допускаемое расхождение двух определений не должно превышать 0,3%.

1.4.2. Вязкость синтетических смол и клеев

Вязкость жидкости есть мера ее текучести. Она измеряется в МПа·с, но для технологических целей очень часто пользуются величиной условной вязкости, обычно в единицах времени истечения данного объема жидкости через отверстие определенного диаметра. Для карбамидных смол применяют вискозиметры марок ВЗ-1 или ВЗ-4 (рис.1.3).

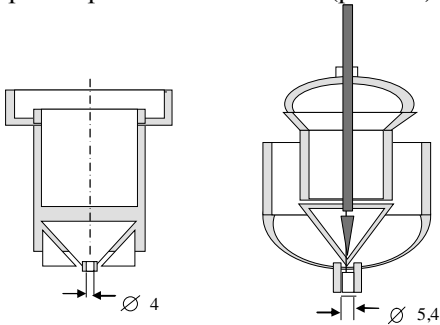


Рис.1.3. Вискозиметры для определения вязкости синтетических смол: а - марки ВЗ-4, б - марки ВЗ-1.

Вискозиметр ВЗ-4 имеет объем 100 мл и калиброванное отверстие диаметром 4 мм, ВЗ-1 соответственно 50 мл и 5,4 мм. Вязкость карбамидных смол находится в пределах 50-150 с по ВЗ-4 и может регулироваться добавлением воды (что вызывает снижение сухого остатка клея) или нагреванием (например, в проходных смолоподогревателях). В технических условиях на синтетические смолы приводятся различные показатели вязкости - как условной, так и динамической. Условная вязкость, как время истечения жидкости, измеряется в секундах с указанием марки вискозиметра (ВЗ-1, ВЗ-4, стандартная кружка ВМС - высокомолекулярных соединений). Динамическая вязкость в сантипаузах сП (МПа·с) является более универсальным показателем, но ее определение требует наличия специального оборудования - вискозиметров более сложного принципа действия.

Вязкость ПВА-дисперсий определяется с помощью стандартной кружки ВМС (рис.1.4). Тщательно перемешанную дисперсию наливают в кружку до уровня выше верхнего отверстия. При вытекании дисперсии уровень ее в кружке понижается, в момент открытия верхнего отверстия включают секундомер. В момент открытия нижнего отверстия секундомер выключают и за условную вязкость считают время истечения клея от верхнего до нижнего отверстия.

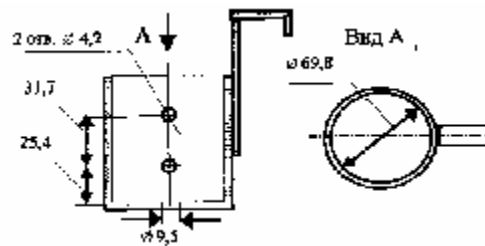


Рис.1.4. Стандартная кружка ВМС для определения вязкости ПВА- дисперсий.

Обычно в ТУ регламентирована вязкость в начальный период изготовления смолы или спустя какой-либо период после изготовления. Дело в том, что вязкость высокомолекулярных продуктов растет во времени в силу различных химических процессов, происходящих в смоле. Эти процессы не могут быть остановлены, а только замедлены добавками некоторых веществ - стабилизаторов. Ориентировочно можно считать, что верхняя граница вязкости смолы составляет примерно 300 с по ВЗ-4. Значительное загустение смолы еще не является признаком ее непригодности. Очень часто рабочая вязкость восстанавливается добавкой растворителей, если в смоле еще не начались процессы гелеобразования.

Для клеев - расплавов, как наиболее высоковязких связующих, регламентируется текучесть клея. Она измеряется в граммах клея, выдавливаемого через калиброванное отверстие при заданной температуре в течение 10 минут. Например, 100 г/ 10 мин при 160 °С. Перевод показателей вязкости по ВЗ-4 в сантипуазы возможен с помощью следующей диаграммы (рис.1.5).

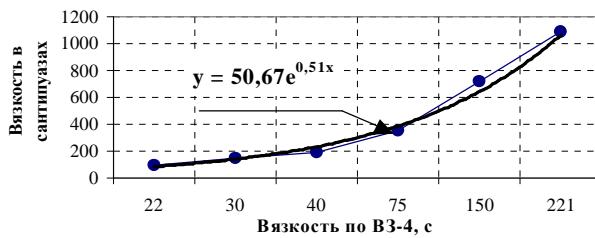


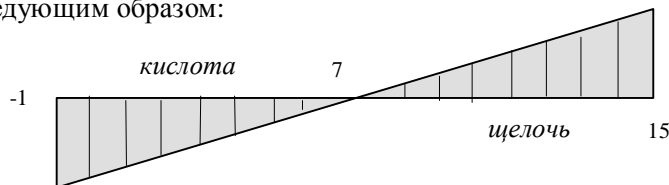
Рис.1.5. График перевода вязкости смол по ВЗ-4 в сантипуазы

1.4.3. Водородный показатель (рН) синтетических смол и клеев.

Показатель рН той или иной жидкости показывает содержание водородных ионов в ней. Численно величина рН есть обращенный десятичный логарифм числа водородных ионов (H^+) в грамм-ионах на литр:

$$pH = - \lg (H^+).$$

Для дистиллированной воды $pH = 7$, что показывает нейтральную среду. Значения $pH < 7$ характеризуют кислоты, $pH > 7$ - щелочи, что можно проиллюстрировать следующим образом:



Водородный показатель имеет значение при выборе количества отвердителя, он значительно влияет на срок годности смолы. Низкие значения рН свидетельствуют о кислотности смолы, что нежелательно для ее длительного хранения. Карбамидные смолы поставляются с рН, равной 7-8, то есть нейтральными или слабощелочными. После введения кислого отвердителя значение рН снижается до 3-4, а срок жизнеспособности клея составляет несколько часов. Величину рН смол можно регулировать добавлением щелочи, например аммиака.

Водородный показатель смол и клеев определяют простым колориметрическим способом, то есть по изменению окраски связующего после добавления в

него специального индикатора или по принципу лакмусовой бумажки. Для более точных измерений можно использовать электрические рН-метры, которые регистрируют величину тока между электродами, погруженными в данную жидкость, причем величина тока зависит от концентрации водородных ионов в исследуемой жидкости.

Электрический рН-метр марки рН-340 (рис. 1.6) представляет собой потенциометр с электродной системой. Основой прибора является лабораторный датчик ДЛ-02 с измерительными и вспомогательными электродами. При погружении электродов в раствор (смолу) между поверхностью шарика стеклянного электрода и раствором происходит обмен ионами - ионы лития замещаются ионами водорода. Электрическая цепь замыкается с помощью вспомогательного электрода.

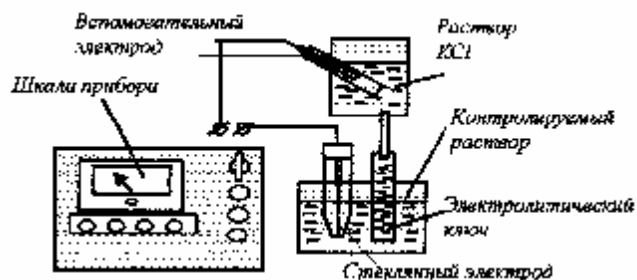


Рис. 1.6. Схема электрического рН - метра

Порядок определения водородного показателя следующий. Хлорсеребряный электрод заполняют насыщенным раствором хлористого калия и устанавливают его в бачок, заполненный этим же раствором в объеме 150 - 300 мл. Подключают электрод к клемме "Всп.", расположенной на кронштейне датчика. Затем открывают экраны датчика и устанавливают в держателе наконечник электролитического ключа и стеклянный электрод, предварительно выдержанный в течение не менее 8 часов в соляной кислоте (0,1н. раствор), так чтобы они выступали ниже экранов на 40 - 60 мм. Подключают вывод стеклянного электрода к клемме "Изм." Закрывают экраны датчика и подставляют стаканчик с контролируемым раствором под электроды. На приборе переключатель "Размах" устанавливают в положение "15 рН", а температуру раствора - по показаниям лабораторного термометра. Через 2-3 минуты снимают показания со шкалы N2. Более точное значение можно получить по шкале N1, поставив переключатель "Размах" в положение "3 рН". По окончании работы электроды должны оставаться погруженными в воду или соляную кислоту, так как их высыхание приведет к потере электропроводности.

1.4.4. Содержание щелочи

Данный показатель определяется у фенольных смол, особенно используемых в производстве стружечных плит. Высокая щелочность приводит к высокой реакционной способности смол, их низкой вязкости. Однако излишнее содержание щелочи снижает водостойкость клеевого соединения и повышает гигроскопичность ДСтП. Высокое содержание щелочи ведет также к обесцвечиванию и появлению пятен на облицовке светлых тонов из-за высокой гигроскопичности

едкого натра и карбоната кальция, которые часто добавляются для ускорения процесса отверждения.

По стандартам ФРГ содержание щелочи в смоле не должно превышать 10%. Низкощелочные смолы благоприятно влияют на процесс подпрессовки пакетов без выделения формальдегида.

1.4.5. Токсичность смолы

Токсичность смолы выражается в содержании токсичных веществ, например для карбамидных смол - свободного формальдегида, который относится к газам нервно-паралитического действия и вредно действует на слизистую оболочку глаз. В смоле КФ-О свободного формальдегида содержится не более 0,3%, а в новой смоле марки КФ-НФП - не более 0,1%. Метод определения заключается в титровании специальными растворами до изменения цвета смолы или потенциометрическим перфораторным способом.

Снижение содержания свободного формальдегида в клееной продукции является насущной необходимостью, так как во многом определяет конкурентоспособность продукции. По нормам европейских, а теперь и российских, стандартов для класса эмиссии E1 этот показатель должен быть не более 10 мг на 100 г сухого продукта.

Для фенольных смол к токсичным веществам кроме формальдегида относится и свободный фенол, вызывающий аллергические реакции (аллергодерматит) у некоторых людей, работающих с этими клеями.

Методы определения содержания свободного формальдегида достаточно разнообразны. Наиболее ранним является колориметрический метод, основанный на изменении окраски раствора смолы после добавления в нее гидроксида натрия. Это наиболее простой способ, не требующий специальной аппаратуры, но не отличающийся высокой точностью.

Порядок испытаний следующий. Коническую колбу вместимостью 200 - 250 мл взвешивают с точностью до 0,1 г и помещают в нее примерно 5 г карбамидной смолы, массу которой определяют с точностью 0,01 г. Затем в колбу добавляют 5 мл 60% - ного раствора перхлората магния и после его перемешивания - 100 мл дистиллированной воды. После перемешивания смеси (в растворе допускается небольшая муть) к ней добавляют 20 мл подкисленного раствора сульфита натрия, перемешивают и начинают титрование 0,1н. раствором гидроксида натрия или калия в присутствии пяти капель тимолфталейна до появления слабоголубой окраски.

Параллельно проводят контрольный опыт с теми же реагентами, но без смолы и рассчитывают содержание свободного формальдегида по формуле, %,

$$X = \frac{0,003(a-b)}{c} 100,$$

где 0,003 - масса формальдегида, соответствующая 1 мл 0,1н. раствора щелочи, г; a - объём 0,1н. раствора гидроксида натрия или калия, израсходованный на титрование при контрольном опыте, мл; b - то же для раствора смолы, мл; c - навеска смолы, г.

Согласно ГОСТ 14231- 88 содержание свободного формальдегида определяют методом *потенциометрического титрования* с применением блока автоматиче-

ского титрования (БАТ) или без него. При возникновении разногласий между изготовителями и потребителями использование БАТ обязательно.

Основным прибором в этом испытании является рН-метр лабораторного типа с блоком автоматического титрования БАТ-15. Для проведения испытаний предварительно готовят подкисленный раствор сернокислого натрия. Для этого 20 г безводного или 40 г кристаллического сернокислого натрия растворяют в 100 г дистиллированной воды и добавляют в раствор 25 см³ соляной кислоты концентрацией 0,5 моль/л. Стабильность такого раствора не менее 2 недель. Параллельно готовят водный раствор б-водного хлорнокислого магния (ангидрона) с массовой долей 40%.

Задатчики БАТ устанавливают:

- заданную точку рН - в положение 9,4;
- время выдержки - в положение 15;
- импульсную подачу - в положение 1,5.

Навеску карбамидной смолы 5-5,5 г для смолы КФ-О или 1 г для других марок помещают в стакан, закрывают фольгой или стеклом и взвешивают на аналитических весах. Затем стакан ставят на металлическую мешалку и, интенсивно перемешивая, добавляют в смолу пипеткой 5 см³ раствора перхлората магния, а затем 100 см³ дистиллированной воды для КФ-О или 50 см³ для смол других марок.

После растворения навески в растворе допускается небольшая муть. В раствор добавляют пипеткой 20 см³ кислого раствора сульфита натрия. В стакан погружают электроды и титруют раствором гидроксида натрия или калия концентрацией 0, 1 моль/л. При рН=9,4 клапан подачи титранта автоматически закрывается. Реактивы к каждой навеске добавляют непосредственно перед титрованием. Одновременно проводят контрольный опыт без смолы с теми же реактивами.

В случае отсутствия блока БАТ титрование ведут, пока стрелка прибора не покажет значение 9,4, при этом продолжительность титрования не должна быть более 2 минут. Массовую долю свободного формальдегида вычисляют по формуле, %

$$X = \frac{0,003(a-b)k}{c} 100,$$

где k - поправочный коэффициент (по инструкции к прибору).

Необходимо не менее двух испытаний, допустимое расхождение между котормыми не должно превышать 0,03% для смолы КФ-О и 0, 1% для других смол.

1.4.6. Стабильность (срок хранения) смолы

В период хранения смолы подвергаются физико-химическим изменениям, в результате чего растет их вязкость, изменяются другие показатели. Срок хранения в значительной степени зависит от избытка формальдегида в смоле, времени конденсации в кислой среде, температуры воздуха на складе. Карбамидные смолы допускают замораживание до -20⁰С. Для увеличения срока хранения применяют стабилизирующие добавки - многоатомные спирты или этиловый спирт. При этом температура замерзания может быть снижена до - 52⁰С. В среднем срок хранения карбамидных смол без добавок составляет около 3 ме-

сяцев, фенольных смол - до 6 месяцев. Ряд клеев и смол рассчитан на использование в течение нескольких суток после изготовления, в частности меламиновые пропиточные смолы. Для дисперсионных клеев стабильность зависит от способности связующего не давать нерастворимого осадка вследствие соединения частиц.

1.4.7. Жизнеспособность клея

Жизнеспособность клея можно определить как время, в течение которого клей после добавления в него отвердителя способен сохранять рабочую вязкость (то есть не теряет текучесть). Период жизнеспособности определяется моментом перехода жидкого клея в желеобразный продукт, который уже не обладает способностью адгезии и не растворяется в воде. Неиспользованный до этого момента клей является безвозвратно потерянным.

Жизнеспособность кислотоотверждаемых клеев существенно зависит от показателя pH связующего и температуры воздуха в цехе. В среднем она колеблется для карбамидных клеев в диапазоне от 2 до 8 часов. Согласно ГОСТ 20501-75 жизнеспособность карбамидных связующих определяют непосредственно после добавления отвердителя и перемешивания примерно 200 г клея при температуре $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$, фиксируя время до начала его желеобразования.

1.4.8. Время отверждения клея

Время отверждения клея может четко фиксироваться только при горячем склеивании. Стандартный метод для карбамидных клеев заключается в том, что в стакане взвешивают примерно 50 г смолы и добавляют в нее $2,5 \text{ см}^3$ отвердителя - водного раствора хлористого аммония концентрацией 20 % (это соответствует 1% по сухому остатку). Затем примерно 2 г клея помещают в пробирку и погружают ее в кипящую воду так, чтобы уровень клея в пробирке был на 10 мм ниже уровня воды. Одновременно с погружением пробирки в кипящую воду включают секундомер. Клей непрерывно перемешивают стеклянной палочкой до начала его отверждения и фиксируют время с точностью до секунды. Оно составляет 30-70 с и зависит от количества отвердителя. За результат принимают среднее двух параллельных испытаний, при этом допустимое расхождение не должно превышать 2 с.

Для термопластичных клеев, отверждаемых холодным или теплым способом, вместо времени отверждения указывают минимальное время прессования, в течение которого клеевой шов набирает прочность, достаточную для распрессовки клееной продукции (обычно 50 - 70 % от конечной прочности).

1.4.9. Температура пленкообразования

Для дисперсионных поливинилацетатных клеев существует некоторая минимальная температура, ниже которой пленка клея не образуется (так называемая "точка беления"). Минимальная температура пленкообразования (МТП) зависит значительно от водородного показателя клея. При малой кислотности (высоком значении pH) МТП может увеличиться до $25-30^{\circ}\text{C}$. При значениях $\text{pH} = 3-4$ она составляет $5 - 10^{\circ}\text{C}$.

Нужно иметь в виду, что МТП не идентична минимально допустимой температуре рабочего помещения. Можно считать, что практически для всех видов клеев и всех видов клееной продукции температура воздуха в цехе изготовления клееной продукции не должна быть ниже 15 °С.

1.4.10. Клеящая способность клеев

Основной показатель качества клея - его клеящая способность - оценивается по прочности клеевого соединения на образцах различных форм и из различных древесных материалов. Наиболее распространенным является испытание на скалывание вдоль волокон на образцах, идентичных образцам для аналогичных испытаний цельной массивной древесины. Испытания на скалывание предусматривают применение образцов двух форм (рис.1.7, 1.7).

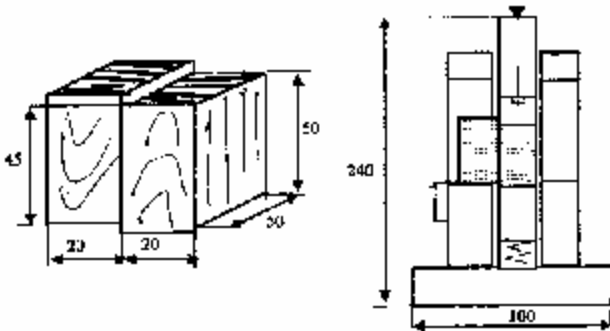


Рис.1.7. Основной образец для проверки клеящей способности клеев и приспособление для его испытания

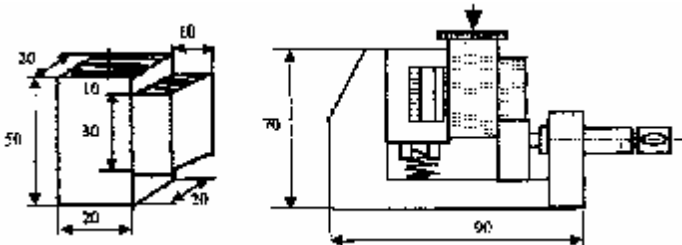


Рис. 1.8. Малый образец для проверки клеящей способности клеев и приспособление для испытания

Для проверки клеящей способности клеев применяется метод скалывания вдоль волокон по клеевому шву по ГОСТ 15613.1-84, причем клееные образцы изготавливают из древесины той породы, из которой изготавливают клееную продукцию по технологии склеивания, принятой для данного вида продукции. Преимущество способа заключается в простоте формы образца и процедуры испытания, в возможности концентрации напряжений сдвига в узкой зоне клеевого соединения. Однако метод не дает чистого сдвига из-за наличия эксцентриситета сил, приложенных к образцу. Кроме касательных напряжений, в клеевом соединении возникают значительные нормальные напряжения отрыва поперек волокон, поэтому получаемые показатели прочности рассматривают как относительные, служащие для сравнения с нормативными данными, но не как расчетные характеристики.

В фанерном производстве клеящая способность карбамидных связующих согласно ГОСТ 14231-88 проверяется на образцах, склеенных из лущеного шпона и вымоченных в течение 3 суток в холодной (20 °С) воде. Клей готовят в стеклянной или фарфоровой таре, для чего 500 - 600 г смолы смешивают с 5-6 г (1%) тонко измельченного хлористого аммония. Если вязкость смолы ниже 60 с по ВЗ-4, то в клей добавляют 1-3 % древесной муки. Затем из шпона вырезают 12 листов размером не менее 240 x 240 мм и склеивают 4 трехслойных пакета. Клей наносят в количестве 90 - 100 г/м² на средний слой шпона и на него с двух сторон накладывают по одному листу сухого шпона при взаимно перпендикулярном расположении волокон. Из 4 пакетов комплектуют общий пакет, помещают его в пресс с температурой плит 125 - 130 °С и выдерживают при давлении 1,8 - 2,0 МПа в течение 5,5 минут. Через 24 часа из каждого трехслойного пакета вырезают по 6 образцов по ГОСТ 9620 - 94 и на 24 ч помещают для вымачивания в ванну с водой. После вымачивания образцы выкладывают на фильтровальную бумагу и через 10 мин испытывают по ГОСТ 9624-93. За результат испытаний принимают наименьшее значение показателя прочности при скалывании. Результат испытания не учитывают, если разрушение произошло по древесине и показатель ниже нормы, предусмотренной стандартом.

Часто возникает необходимость знать собственную прочность клевого шва. Однако методы испытаний на скалывание не позволяют в большинстве случаев получить разрушения по клеевому шву ввиду сравнительно невысокой прочности древесины при этом виде нагружения. Для этой цели применяют склеивание гладко опилёнными торцами и испытание клевого соединения растяжением вдоль волокон. Высокая прочность древесины вдоль волокон гарантирует либо адгезионное, либо когезионное разрушение по клеевому шву.

Согласно ОСТ 13-101-80 таким образом проверяется клеящая способность карбамидных клеев, используемых в производстве стружечных плит. Применяют цилиндрические диаметром 20 мм образцы многократного использования из древесины бука (рис. 1.8).

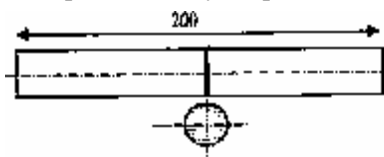


Рис.1.9. Образец для испытания клевого соединения на растяжение вдоль волокон

1.5. Процессы, протекающие при склеивании

В этом разделе рассматриваются физические и химические процессы, сопровождающие операции от нанесения клея до полного отверждения клевого шва. Понимание их очень важно для правильного выбора связующего, управления процессом склеивания, контроля качества клеевых соединений.

1.5.1. Смачивание древесины клеем

При нанесении жидкого клея на древесину обязательным условием хорошего склеивания является полное смачивание поверхности. Для улучшения смачивания следует снижать вязкость клея, повышать его температуру и тщательно очищать поверхность от пыли и других загрязнений. Время от подготовки поверхности к склеиванию (путем строгания или лущения) не должно превышать 4-8 часов, так как под действием различных факторов окружающей среды происходит старение поверхности древесины и способность к смачиванию ухудшается. Смачивание является первым и необходимым условием склеивания, так как обеспечивает формирование молекулярного контакта жидкого адгезива и субстрата (межфазный контакт). По условиям смачивания рекомендуется двухстороннее нанесение клея, то есть нанесение его на обе контактирующие поверхности.

1.5.2. Увлажнение древесины клеем, повышение вязкости и концентрации клея

Влага из клея проникает в древесину, из-за чего происходит набухание подложки. Увлажнение древесины может быть значительным. Например, при толщине шпона 1,5 мм на 1 м² наносится примерно 120 г клея на каждую сторону листа. Если считать, что половина всей влаги впитывается в древесину, то при концентрации клея 50% (что типично для фенольных смол типа СФЖ) увеличение влажности шпона составит около 15%. При склеивании массивной древесины значительно увлажняется и набухает самый верхний слой. При последующем склеивании древесина будет усыхать и препятствовать формированию клеевого шва. Для снижения отрицательных последствий этого явления желательно использовать высококонцентрированные клеи и проводить их подсушку после нанесения.

Удаление растворителя из клея после сборки соединения резко увеличивает его вязкость и содержание сухого остатка, что приводит к превращению жидкой клеевой прослойки в твердое тело, то есть появлению когезии и адгезии клеевого шва.

1.5.3. Переход клея в твердое состояние (появление когезии)

Можно выделить *пять механизмов* перехода жидкого клея в твердое состояние:

1) Удаление растворителя или дисперсионной среды. По этому механизму отверждаются поливинилацетатные дисперсии, каучуковые латексы, полихлоропрен.

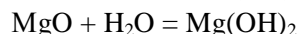
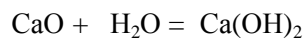
2) Охлаждение расплава. Это наиболее быстрый способ склеивания, типичный для клеев - расплавов, термопластичных нитей.

3) Реакция поликонденсации, типичная для большинства термореактивных клеев типа мочевиноформальдегидных, фенолоформальдегидных и других, со-

державших компоненты, способные реагировать друг с другом, образуя новое твердое вещество с образованием низкомолекулярных продуктов (конденсата).

4) Реакция полимеризации, заключающаяся в увеличении молекулярной массы вещества при увеличении его молекул за счет функциональных групп, превращающих жидкий мономер сначала в желеобразный олигомер, а затем - в твердый полимер.

5) Реакция гидратации, заключающаяся в превращении оксидов в гидроксиды, например:



Отличительная особенность этой реакции заключается в том, что здесь вода является не растворителем или дисперсионной средой, а реагентом, то есть веществом, входящим в структуру вновь образовавшегося вещества. В этом огромное преимущество этой реакции перед другими, так как получаемый клей не дает усадки и обычно имеет плотную однородную структуру. По этому типу реакции отверждаются цементы, гипс (алебастр), казеиновый клей.

Существуют и неотверждаемые адгезивы, например на основе каучука, в виде липких лент и пленок.

Физико-механические показатели отвердевшего клеевого шва в значительной мере зависят от структуры полимера. Различают полимеры линейного, сетчатого, пространственного строения. С повышением длины молекул (молекулярной массы) повышается температура плавления вещества, уменьшается растворимость, увеличивается вязкость. До определенного момента повышается также адгезионная способность.

Линейные полимеры дают пластичные гибкие швы, обычно термопластичные и неводостойкие. Пространственные полимеры формируют жесткий прочный шов высокой водостойкости, как правило терморезистивный. К ним относится большинство терморезистивных клеев поликонденсационного типа. Разветвленные полимеры занимают промежуточное положение. Основные усилия по разработке синтетических клеев направлены на то, чтобы высокомолекулярное вещество давало развитую пространственную структуру. Более типичным для полимеров является образование сетчатых структур с недостаточно развитыми поперечными связями, что и обуславливает не всегда высокие эксплуатационные свойства клеевого шва, в частности ограниченную водостойкость. Лучшие результаты дают высокомолекулярные вещества с несколькими функциональными группами, например двухатомный фенол (резорцин), меламин и др.

1.5.4. Появление адгезии клеевого шва

Адгезия и когезия клеевого шва проявляются одновременно, однако физико-химическая сущность этих явлений различна. Клей может обладать очень высокой когезией (собственной прочностью), но иметь очень слабую адгезию ко

всем или некоторым материалам. Например, цементы образуют очень прочный бетон, хорошо соединяющий многие строительные материалы, но не имеющий практически никакой адгезии к древесине. Это позволяет использовать при бетонных работах деревянную опалубку, в том числе многоразового применения. Для клеев, используемых в деревообработке, типичным является сочетание высокой адгезии и когезии.

При растяжении клевого соединения возможны 4 варианта его разрушения (рис 1.10).

Когезионное разрушение по древесине свидетельствует о том, что прочность клевого шва выше прочности древесины, а адгезия связующего к древесине не ниже прочности древесины в направлении ее разрушения.

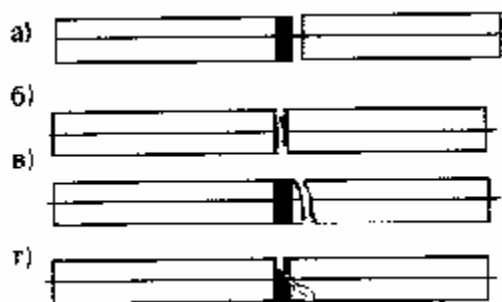


Рис. 1.10. Типы разрушения клевого соединения: а - адгезионное (по границе клей – древесина); б - когезионное по клевому шву; в - когезионное по древесине; г - смешанное

Сегодня не существует единой теории адгезии, то есть теории, объясняющей появления адгезионных сил для всех используемых клеев и склеиваемых материалов. Однако можно назвать ряд весьма вероятных явлений, в той или иной мере проявляющихся на границе двух материалов - адгезива и субстрата (в нашем случае клея и древесины):

1. Механическое сцепление клея и древесины за счет затекания клея в поры древесины и образования клеевых замков (механическая теория Мак-Бена). В пользу этого предположения говорит и влияние топографии поверхности на прочность склеивания. Есть данные, что механическое сцепление в ряде случаев может обеспечить до 20% общей прочности клевого соединения древесины, хотя в других случаях его роль практически равна нулю.

2. Проявление межатомных и межмолекулярных сил на границе двух материалов. Межатомные связи могут быть:

- ионными, то есть между противоположно заряженными ионами при переходе электронов от одного атома к другому,
- ковалентными (между незаряженными атомами),
- водородными.

Межмолекулярные силы, как правило, это ван-дер-ваальсовы (вторичные) силы, которые особенно ярко проявляются при склеивании полярных материалов, к которым относится и древесина, то есть материалов, молекулы которых ориентируются относительно друг друга ввиду их дипольного характера. При расстоянии между молекулами адгезива и субстрата менее 5 Å могут проявляться дисперсионные, индукционные, ориентационные взаимодействия.

3. Электростатическое взаимодействие заряженных ориентированных частиц, которое приводит к появлению двойного электрического слоя, своего рода кон-

денсатора, между обкладками которого существует разность потенциалов и, следовательно, силы притяжения.

4. Взаимное проникновение макромолекул через межфазную границу раздела (диффузионная теория). Для этого необходима взаимная растворимость полимеров (например, клея и целлюлозы) и достаточная подвижность макромолекул и их сегментов. Эти требования выполняются при аутогезии эластомеров и при сварке растворителем совместимых аморфных пластимеров. В остальных случаях этот механизм маловероятен.

5. Образование химических связей между клеем и субстратом (хемосорбция) в направлении, перпендикулярном поверхности раздела фаз, с образованием первичных связей. Например, при склеивании древесины фенольными клеями возможно взаимодействие гидроксильных групп целлюлозы (-ОН) и метилольных групп клея (-CH₂ОН) с образованием эфирных групп. Химические связи образуются также при взаимодействии изоцианатов с древесиной.

6. Электрорелаксационные процессы, приводящие к снижению напряжений на границе раздела фаз, вплоть до перехода в равновесное состояние контактирующих молекул. При этом имеют значение такие факторы, как количество точек контакта на границе раздела фаз, расстояние между контактирующими точками, диэлектрическая постоянная среды между адгезивом и субстратом, истинная площадь контакта.

В зависимости от химической природы связующего, состояния материала и параметров режима склеивания могут проявляться в большей мере те или иные явления, формирующие адгезионную связь двух материалов.

1.5.5. Усадка клеевого шва и появление внутренних напряжений

Усадка клеевого шва есть уменьшение его объема в силу удаления летучих веществ (главным образом, растворителя) и частично из-за изменения структуры материала и температурных деформаций. Усадка тесно связана с концентрацией клеев, так как содержание сухого остатка фактически показывает долю клеевого шва в общем объеме жидкого клея. В большей мере усадке подвержены фенольные и карбамидные клеи. Замеры на отливках показали, что карбамидные клеи дают усадку до 38 % через 10-45 суток. Модификация КФ-смола поливинилацетатной дисперсией в количестве 15-50 % снизила усадку до 15-18 %.

Поскольку усадка происходит в стесненных условиях, то она неизбежно вызывает внутренние напряжения в клеевом соединении (внутренними называют напряжения, не вызванные внешними силами). Усадка порождает касательные напряжения в клеевом соединении, величина которых зависит не только от величины усадки, но в значительной мере от упругих характеристик клеевого шва. Естественно, что жесткие терморезистивные клеи порождают более высокие усадочные напряжения, чем пластичные термопласты. Практически не дают усадки клеи-расплавы, не имеющие растворителя, и казеиновые клеи, в которых вода входит в связанном виде в структуру клеевого шва.

Изучение усадочных напряжений связано с большими трудностями ввиду малой толщины клеевого шва. Исследование свойств клея на толстых отливках

дает искаженные результаты, так как в тонких пленках свойства материала сильно отличаются от свойств массива ввиду проявления так называемого "масштабного фактора". В тонких пленках даже очень жесткие материалы показывают более высокую пластичность, чем в более объемных образцах. При склеивании древесины дело облегчается высокой пластичностью древесины как вдоль, так и, особенно, поперек волокон. Это приводит к тому, что усадочные напряжения в клеевом соединении частично гасятся пластическими деформациями. Тем не менее замечено, что прочность клеевых соединений увеличивается с уменьшением толщины клевого шва и в случае его пластификации.

1.5.6. Влажностные напряжения в клеевом соединении древесины

Одна из характерных особенностей древесины, отсутствующая у большинства других строительных материалов, - ее размероизменяемость при изменении влажности. Для клееных деталей стесненность влажностных деформаций влечет за собой появление соответствующих напряжений в клееной детали. Особенно опасным является высушивание древесины после ее склеивания. Поскольку наружные слои древесины высыхают раньше внутренних, то возникает стремление к усушке, которое провоцирует очень опасные напряжения отрыва поперек волокон (рис.1.11, а). Максимальные напряжения наблюдаются на кромках клееной детали.

Нечто подобное имеет место при склеивании реечных щитов. При снижении влажности древесины наибольшие напряжения возникают у торцев щита, а затем уменьшаются по закону убывающей синусоиды (рис.1.11,б). Интересно, что при увеличении влажности древесины напряжения в клеевом соединении меняют знак, то есть растяжение меняется на сжатие поперек волокон. Отсюда следует очень важный практический вывод о том, что всегда желательна минимальная влажность склеиваемой древесины (лучше пересушить, чем не досушить!). Равновесная влажность древесины в зимний период в отапливаемом помещении может снизиться до 4-5 %, поэтому для особенно ответственных деталей, например фасадов мебельных изделий, регламентируется влажность древесины перед склеиванием 6-8 %.

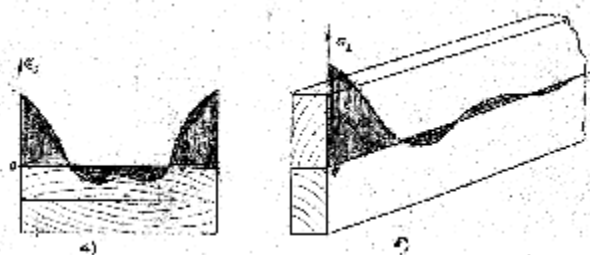


Рис.1.11. Эпюра нормальных напряжений при высушивании клееной детали (а) и напряжений отрыва поперек волокон у торцев клееного щита. (б).

Для снижения напряжений в клееной продукции важно не только иметь низкую влажность древесины, но и склеивать элементы малого поперечного сечения. Можно сказать, что прочность и формостабильность клееной детали тем выше, чем меньше размеры склеенных элементов. Наилучшие результаты дают склеивание тонкого шпона в фанеру или клееные детали мебели. При использовании пиломатериалов уменьшение размеров элементов (делянок) резко увеличивает расход древесины, поэтому конструкция клееной продукции должна обрабатываться с учетом и экономических факторов.

1.6. Составляющие режима склеивания древесины

Режим склеивания есть комплекс показателей, характеризующих древесину, клей и условия склеивания.

1.6.1. Состояние склеиваемой древесины

Для склеивания важнейшими параметрами состояния древесины являются *шероховатость поверхности, ее влажность и температура*. Опыт показывает, что наиболее оптимальной операцией подготовки поверхности древесины к склеиванию является цилиндрическое фрезерование (строгание), которое обычно обеспечивает чистоту поверхности не ниже 200 мкм. Вполне допустимым является чистовое пиление, гарантирующее такую же чистоту обработки. Кроме этого, пиление часто является более экономичной операцией с учетом производительности и энергозатрат на данном участке. Недопустимо склеивание досок рамной распиловки как по соображениям слишком большого расхода связующего и получения толстого шва, что вызывает большую его усадку и низкую прочность склеивания, так и низкой адгезии из-за возможного загрязнения поверхности.

При склеивании шпона достаточной является чистота поверхности, полученная путем лущения и последующей сушки шпона. Высота неровностей здесь выше, чем получаемая при строгании пиломатериалов, поэтому необходимы больший расход клея и более высокое давление склеивания.

Оптимальная влажность древесины зависит от условий последующей эксплуатации клееной продукции. Для деталей мебели она составляет 6-8 %, для столярно-строительных изделий допустима влажность 12 - 15 %. Максимальная влажность древесины, при которой может достигаться хорошее качество склеивания, для фенолорезорциновых смол составляет даже 20 - 25 %, однако это не гарантирует высокого качества клееной продукции, так как последующее высушивание вызовет значительные внутренние напряжения в клеевых соединениях и значительные деформации клееной продукции. Склеивание пиломатериалов транспортной влажности можно использовать только при сращивании короткомерных пиломатериалов на зубчатый шип при обязательном условии досушки клееных досок до влажности 10-12 % перед окончательной обработкой продукции.

Температура древесины должна быть равна температуре помещения, при этом минимальной рабочей температурой в цехах клееной продукции нужно считать 15 °С. Неравенство температур древесины и воздуха порождает процесс высушивания или увлажнения поверхности древесины, что ведет к появлению

внутренних напряжений и покоробленности заготовок. Поэтому всегда желательным является выдерживание склеиваемого материала в цехе в течение времени, достаточном для выравнивания температур (1 - 2 суток).

1.6.2. Состояние клея

Для получения высококачественной клееной продукции имеют значения практически все показатели клея, но в технологическом отношении важнейшую роль играет вязкость связующего. Однако удобная для работы низкая вязкость клея обычно соответствует низкой концентрации его, что нежелательно из-за значительного увлажнения древесины и увеличения времени отверждения клея. Поэтому всегда приходится искать золотую середину между этими показателями. Снижение вязкости возможно при повышении температуры клея, но очень часто это неприемлемо по условиям сохранения его жизнеспособности.

1.6.3. Расход клея

Средний расход клея в производстве фанеры и при облицовывании мебельных щитов составляет $100 - 150 \text{ г/м}^2$, при склеивании массивной древесины может доходить до 300 г/м^2 . Слишком малый расход клея ведет к непрочному клею, слишком большой вызывает появление пузырей (при склеивании шпона), пробитие и образование толстых клеевых швов. Оптимальным во всех случаях нужно считать такой расход клея, который дает равномерный клеевой шов минимальной толщины. Эксперименты показывают, что прочность клеевого соединения значительно увеличивается с уменьшением толщины шва (рис.1.12).

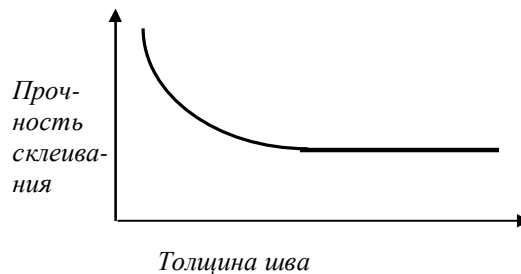


Рис.1.12. Влияние толщины шва на прочность клеевого соединения

Теоретически считается достаточной толщина шва в одну молекулу. При склеивании массивной древесины, например реек из хвойной древесины, практически получаемая толщина швов находится в диапазоне $0,01 - 0,1 \text{ мм}$ и зависит в основном от таких факторов, как чистота поверхности (высота неровностей), вязкость клея, его расход и давление прессования.

Расход клея, естественно, зависит и от того, применяется одно- или двухстороннее нанесение клея. Очень часто достаточно одностороннего нанесения для получения полного контакта поверхностей, смоченных жидким клеем. Однако может наблюдаться непрочность из-за плохого смачивания древесины для клеев дисперсионного вида (ПВАд) при значительном впитывании клея в древесину, что влечет за собой плохое смачивание второй поверхности и низкое качество склеивания. В этом случае необходимо увеличивать расход клея или внедрять двухстороннее его нанесение. Нужно иметь в виду, что двухстороннее нанесение

предпочтительнее во всех случаях, так как сохраняет симметричность клеевого соединения и, в конечном счете, порождает более равновесную структуру клеевого соединения с меньшими внутренними напряжениями.

1.6.4. Время открытой выдержки клея (открытая выдержка)

Открытая выдержка есть время от нанесения клея до сборки соединения. Она необходима для удаления излишков растворителя из клея и повышения концентрации клея, что способствует снижению времени отверждения и получению более качественного клеевого шва. Особенно это важно для низкоконцентрированных смол типа фенолоформальдегидных. Для некоторых марок смол при горячем склеивании водостойкой фанеры время открытой выдержки может достигать 30 минут. В других случаях необходимо стремиться к минимальной открытой выдержке, как, например, для клеев - расплавов, отверждаемых за несколько секунд за счет охлаждения, или для дисперсионных клеев, активно впитываемых древесиной.

1.6.5. Время закрытой выдержки (закрытая выдержка)

Закрытая выдержка есть время от сборки соединения (соединения склеиваемых поверхностей) до достижения полного давления. Во всех случаях следует сокращать это время до минимума, особенно при склеивании в горячих прессах. На практике закрытая выдержка зависит от уровня околопрессовой механизации. Во избежание преждевременного отверждения клея современные горячие гидравлические многоэтажные прессы оснащены загрузочными этажерками и механизмами одновременного смыкания плит пресса (симультантными механизмами).

1.6.6. Давление прессования

Роль давления заключается в том, чтобы сблизить склеиваемые поверхности и получить равномерный шов минимальной толщины. В производстве клееной продукции из древесины можно выделить такой ряд давлений склеивания, МПа:

0,3 - 0,5 - склеивание малых образцов из реек;

0,5 - 0,7 - склеивание реечных щитов;

0,7 - 1,0 - склеивание досок по толщине, (при использовании твердых лиственных пород давление увеличивают в 1,5 раза);

1,8 - 2,2 - склеивание шпона при получении фанеры общего назначения;

3,5 - 4,5 - то же для бакелизированной фанеры;

15 - 16 - то же при получении древеснослоистых пластиков;

30 - 40 - для изделий из пресс-масс.

В этом ряду высокое давление прессования для тонкого шпона вызвано большой площадью склеивания фанеры жесткими металлическими плитами, которые не могут быть идеально плоскими и параллельными друг другу. Для получения равномерной толщины продукции приходится резко увеличивать давление прессования и расплачиваться за это безвозвратными потерями древе-

сины - значительной упрессовкой шпона. При склеивании древесностроистых пластиков повышенное давление необходимо для получения качественно нового материала - прессованной древесины, пропитанной синтетической смолой.

При склеивании массивной древесины имеет значение и расположение годовых слоев (рис.1.13).

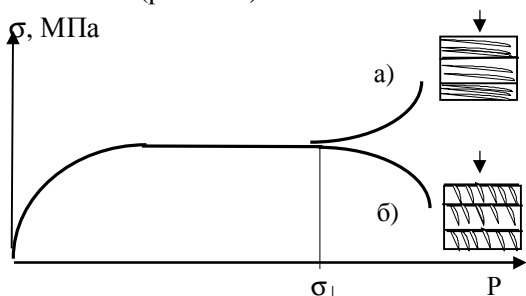


Рис. 1.13. Зависимость прочности клееной продукции S из массивной древесины от давления склеивания P : а - при склеивании досок тангенциальной распиловки, б - при склеивании досок радиальной распиловки (S^{\wedge} - предел прочности древесины при сжатии поперек волокон).

Излишне высокое давление при склеивании реек или досок не дает эффекта и не способствует повышению прочности соединения. Экспериментально доказано, что при склеивании паркетных планок с основанием достаточно давление всего в 0,01...0,02 МПа, что обеспечивает контакт склеиваемых поверхностей без какого-либо деформирования самой древесины и дает более высокую прочность соединения, чем при обычно применяемом давлении 0,6 МПа.

Если давление превышает предел прочности древесины на сжатие поперек волокон, происходит разрушение самой древесины. Особенно опасен случай склеивания реек при приложении усилия прессования в направлении, касательном к годовым слоям, когда возможно появление растягивающих напряжений в перпендикулярной плоскости, то есть на границе ранней и поздней древесины, что может вызвать появление трещин или полное разрушение материала. Для хвойной древесины при комнатной температуре и влажности 12 % предел прочности на сжатие поперек волокон в тангенциальной плоскости составляет примерно 3 - 5 МПа.

Для тонких слоев древесины (шпона) высокая температура склеивания и высокое давление прессования ведут не к разрушению, а к уплотнению (прессованию) древесины, что позволяет получать клееную прессованную древесину очень высокой прочности (древесностроистые пластики).

1.6.7. Температура и время прессования. Способы нагрева клеевых швов.

Температура прессования является наиболее важным фактором, влияющим на продолжительность процесса. Принято считать, что увеличение температуры (от комнатной) на 10°C сокращает время химической реакции (а значит, и время склеивания) примерно вдвое. Современные синтетические клеи допускают увеличение температуры до $200 - 220^{\circ}\text{C}$.

При холодном склеивании (15 - 25 °С) время отверждения в значительной мере определяется химической природой связующего. Некоторое ускорение процесса возможно за счет:

- применения клея с высокой кислотностью (для кислотоотверждаемых клеев);
- раздельного нанесения смолы и отвердителя;
- распыления отвердителя на предварительно нанесенную смолу;
- добавления в клей микрокапсул с отвердителем, освобождающимся при высоком давлении.

Для карбамидных клеев время холодного склеивания исчисляется часами, а для фенольных смол составляет около суток. Лишь для современных поливинилацетатных клеев возможно склеивание в течение 15 - 20 минут.

При теплом склеивании (60 - 80 °С), используемом для термопластичных клеев или для крупногабаритных изделий, время склеивания может быть уменьшено до 1-2 минут (ПВАд) или нескольких часов (ФРФ-50).

Горячее склеивание применяют в производстве сравнительно тонких материалов, для которых возможен быстрый равномерный прогрев по всему объему - фанеры, стружечных плит, для облицовывания мебельных щитов. Здесь возможно использование только термореактивных клеев. Сегодня наиболее распространенными клеями для упомянутой продукции являются карбамидные клеи и реже - фенолоформальдегидные (для продукции наружного использования). В среднем время горячего отверждения для смол типа КФ вдвое ниже, чем для смол типа СФЖ. В однопролетных прессах для облицовывания на смоле КФ-Б время отверждения снижено до 30 секунд.

Способы нагрева клеевых швов довольно разнообразны. Наиболее распространен *контактный способ* в прессах с обогреваемыми жесткими металлическими плитами. Недостаток способа заключается в том, что приходится прогревать не столько клей, сколько всю массу древесины. Это требует высоких затрат тепловой энергии и ограничивает область применения способа только сравнительно тонкими материалами. При толщине склеивания пакета более 18-20 мм приходится использовать предварительное охлаждение плит пресса перед снятием давления, что значительно увеличивает цикл склеивания.

Для устранения этих недостатков контактный способ совмещают с *аккумуляцией тепла*, то есть предварительным нагревом заготовок перед склеиванием. В этом случае тепло концентрируется непосредственно в зоне клеевого шва, то есть действует более целенаправленно. Аккумуляция тепла в древесине возможно как обычным контактным способом (кратковременная выдержка между горячими плитами), так и конвекционным способом (обдув горячим воздухом) или терморadiационным (инфракрасный обогрев). Нужно иметь в виду, что предварительный нагрев заготовок требует резкого снижения открытой и закрытой выдержки после нанесения клея. Поэтому его применяют только в условиях высокой механизации и автоматизации работ на участке склеивания.

В последние годы получил распространение способ нагрева клеевых швов токами высокой частоты (ТВЧ). Схема устройства показана на рис.1.14.

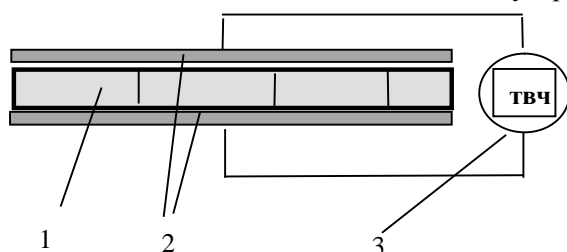


Рис.1.14. Схема склеивания древесины в поле ТВЧ.

1 - склеиваемый материал, 2 - электроды, 3 - генератор ТВЧ

Принципиальное преимущество способа заключается в избирательности нагрева. Поскольку в жидком клее диэлектрические потери выше, чем в сухой древесине, то электрическая энергия концентрируется в основном в зоне клеевых соединений, что значительно ускоряет процесс склеивания. Применяют генераторы ТВЧ с частотой тока от 5 до 15 МГц. Для этого способа можно использовать карбамидные клеи с температурой в зоне швов до 100-120 °С и ПВА-дисперсии с температурой до 80 °С. Влажность древесины не должна превышать 15 %, так как при более высокой влажности древесина и клей будут мало отличаться по своим диэлектрическим характеристикам и будут нагреваться почти одинаково.

Известен также способ прямого электронагрева клеевых швов. Для этого в клей добавляют токопроводящий материал (графит, металлический порошок) и включают клеевой шов в цепь понижающего трансформатора. Тепловые потери в цепи обеспечивают быстрый прогрев клеевого шва. Применение метода ограничивается большими сложностями получения надежного контакта в электрической цепи.

Для термопластичных клеев, то есть клеев, плавящихся при высокой температуре, можно применять предварительный нагрев клея перед его нанесением. Этот вариант широко применяется при использовании клеев-расплавов, которые сохраняют свою клеящую способность в течение 5 часов при температуре до 210 °С. Получил распространение и другой вариант - термопластичный клей наносится на поверхность пленочного материала, высушивается, а перед приложением давления расплавляется. В этом случае значительно улучшаются условия труда, уменьшаются энергозатраты, так как нагреву подлежит очень тонкий слой связующего.

1.6.8. Послепрессовая выдержка клееной продукции

Время послепрессовой выдержки тем больше, чем выше температура склеивания. В производстве фанеры и плит обычно дают выдержку не менее 24 часов, для того чтобы выравнять температуру и влажность по всему объему продукции, снять внутренние напряжения. Эти меры позволяют снизить до минимума изменения формы клееных плит. В других случаях, особенно при теплом

склеивании, послепрессовая выдержка необходима для окончательного отверждения связующего, набора прочности соединения. В производстве цементно-стружечных плит время послепрессовой выдержки может достигать 7 дней.

1.6.9. Соотношение различных периодов процесса склеивания древесины

После приготовления клея нужно помнить, что его жизнеспособность ограничена. Кроме этого, во избежание преждевременного отверждения связующего нужно ограничивать время открытой и закрытой выдержки клея после его нанесения на слои. Соотношение различных периодов процессов приготовления, нанесения клея и запрессовки деталей можно проиллюстрировать следующим образом (рис.1.15):

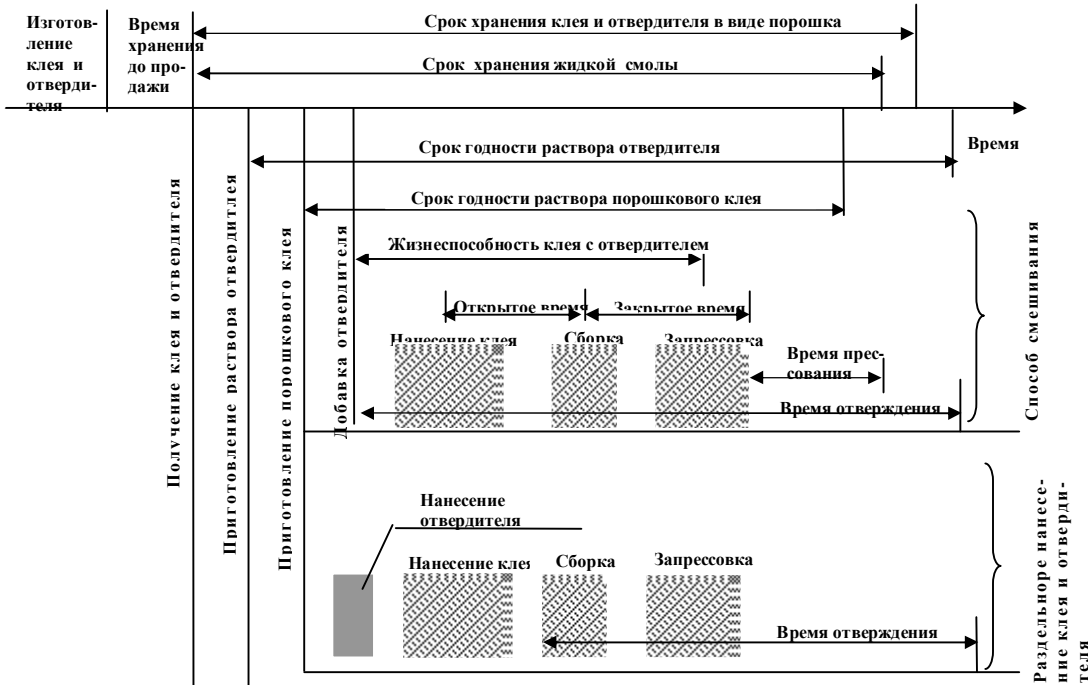


Рис.1.15. Продолжительность различных операций на участке склеивания древесины.

На данном рисунке показана относительная продолжительность различных операций для трех случаев:

- использование смеси раствора смолы и отвердителя,
- использование порошкообразного клея,
- раздельное нанесение растворов смолы и отвердителя..

Отсчет времени следует вести с момента изготовления клея (синтетической смолы). Смола имеет свой срок хранения, в течение которого она должны быть полностью использована. Порошкообразный клей, как правило, хранится дольше, так как не содержит растворителя. Приготовление клея заключается в подго-

товке рабочего раствора отвердителя, который также имеет свой срок хранения, и в смешивании его с заданным количеством смолы. С этого момента начинается отсчет жизнеспособности клея, то есть периода, в течение которого клей сохраняет рабочую вязкость.

Если используется порошкообразный клей, то рабочий раствор готовится разведением порошка в воде до нужной вязкости. Карбамидный клей в порошке уже содержит в себе отвердитель, поэтому его жизнеспособность также нужно отсчитывать начиная с момента разведения порошка водой. Казеиновый клей в порошке не содержит отвердителя, так как отверждается за счет связывания воды (гидратации) и его жизнеспособность несколько выше, чем альдегидных клеев.

Наиболее ответственный период наступает после того, как клей нанесен на поверхность древесины. Он начинает активно впитываться в древесину, влага испаряется также в окружающий воздух. Из-за этого резко повышается вязкость клея и следует опасаться полного высыхания тонкой клеевой прослойки. Период открытой выдержки отсчитывается с момента нанесения клея до сборки пакетов, после чего начинается период закрытой выдержки - от сборки соединения до приложения полного давления. Следует всегда стремиться к сокращению этих периодов, используя необходимые средства механизации и автоматизации работ.

При раздельном нанесении смолы и отвердителя понятие «жизнеспособность клея» уже не имеет смысла, так как два компонента встречаются только в момент сборки соединения. Опасность преждевременного отверждения клея в этом случае меньше, поэтому можно использовать повышенное содержание отвердителя и ускорить процесс отверждения связующего.

Время выдержки пресса может быть меньше времени полного отверждения клея. Для повышения производительности клеевого оборудования распрессовку производят при достижении клеевой деталью так называемой «сборочной прочности», то есть такого состояния, когда она может быть перемещена на участок кондиционирования для выдержки и окончательного отверждения клеевых швов без риска потери прочности.

1.6.10. Методы испытания клеевых соединений древесины

Цель испытания клеевых образцов может быть различной. Наиболее часто испытания проводятся с целью контроля прочности склеивания, возможно также решение каких-либо исследовательских задач, определение эксплуатационных характеристик клеевой продукции (долговечности, морозостойкости и т.п.). В соответствии с целью испытания выбирается и методика его проведения. Весьма распространено испытание клеевых образцов на скалывание по клеевому шву так, как это делается при оценке клеящей способности клеев (рис.1.8).

В ряде случаев, особенно при использовании клеев для деталей клеевых деревянных конструкций, важно знать водостойкость клеевых соединений. Со-

гласно ГОСТ 17005-82 для карбамидных клеев используют образцы, выпиленные из готовой продукции или полученные из специально склеенных реек. Образцы замачивают в воде в течение 48 часов при температуре 20 ± 2 °С. По истечении этого времени образцы извлекают из воды, вытирают и одну половину подвергают испытанию в мокром виде, другую высушивают при комнатной температуре до достижения влажности контрольных образцов и испытывают в сухом виде.

Для фенольных и резорциновых связующих применяют более жесткое испытание - кипячение в течение 3 часов, после чего образцы охлаждают в проточной воде в течение получаса. Затем поступают аналогично - половину образцов испытывают в мокром виде, а половину - после высушивания до влажности контрольных образцов. В расчет принимают средние арифметические значения прочности в каждой группе образцов. По результатам испытаний образцы делят на три группы - малой, средней и повышенной водостойкости согласно нормативам, указанным в табл. 1.4 Минимальное число образцов в одном виде испытаний - 8 шт.

1.4. Показатели водостойкости клеевых соединений

Группа водостойкости	Относительная прочность мокрых образцов	Относительная прочность высушенных образцов.
Малая	До 60%	до 70%
Средняя	Более 60%	более 70%
Повышенная	Более 60%	более 90%

При оценке качества склеивания в готовой продукции образцы для испытаний выпиливают непосредственно из клееных деталей. При этом для деталей клееных деревянных конструкций применяют также скалывание вдоль волокон, но образцы выпиливают в виде прямоугольной призмы сечением 50 x 50 мм и длиной, равной высоте сечения клееной детали (рис. 1.16). Можно также использовать отрезки, остающиеся после торцовки конструкций (ГОСТ 25584 - 90).

Образец подают через проем в приспособлении и закрепляют зажимом так, чтобы клеевой шов располагался в одной плоскости с задней гранью пуансона. Послойное скалывание выполняют для каждого клеевого шва, продвигая образец под пуансон. Предел прочности рассчитывают как отношение максимальной нагрузки к площади скалывания, хотя при разрушении образца имеет место не только сдвиг вдоль волокон, но и отрыв поперек волокон из-за эксцентриситета сил, приложенных к нему. Стандарт предусматривает наряду со скалыванием по клеевому шву также скалывание этих же образцов по древесине, что позволяет провести необходимое сравнение и сделать более надежные выводы по качеству клееной продукции.

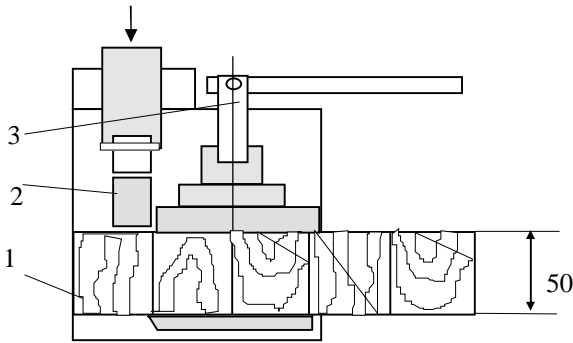


Рис.1.16. Схема испытания при оценке прочности клеевого соединения в деталях клееных деревянных конструкций: 1 - образец для испытаний, 2 - пуансон, 3 - винтовой зажим.

Для ряда клеев, разработанных ЦНИИфанеры, нормируется прочность склеивания, определяемая путем скалывания по клеевому шву образцов фанеры, прошедших соответствующую обработку - вымачивание в воде для карбамидных связующих и кипячение в воде для фенольных клеев.

Для клееных деталей типа реечных щитов, для которых более типичными являются не напряжения сдвига вдоль волокон, а напряжения отрыва поперек волокон при изменении влажности древесины после склеивания, разработан специальный метод двухстороннего раскалывания клиньями (рис. 1.15) согласно ГОСТ 15613.2 - 77.

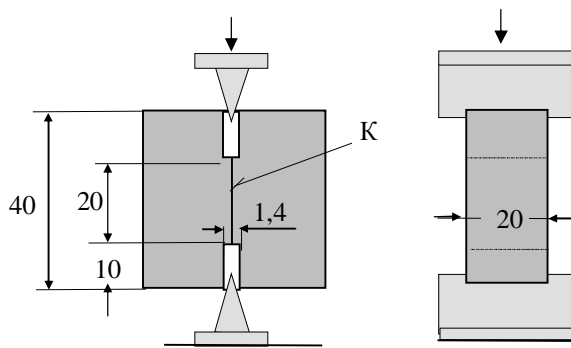


Рис.1.17. Схема испытания клеевого соединения на двухстороннее раскалывание клиньями.

Показатель прочности рассчитывается с учетом разложения сил, при действии клиньев (с углом 30^0):

$$s = \frac{P_{max} \operatorname{ctg}(a/2)}{lb},$$

где P_{max} - разрушающая нагрузка, Н; l, b - размеры площади склеивания, мм; $\operatorname{ctg}(a/2) = 3,73$ (при $a = 30^0$).

На практике наиболее часто встречается когезионное разрушение по древесине, так как большинство современных клеев обладают хорошей адгезией к древесине и имеют собственную прочность выше, чем прочность древесины не только на растяжение поперек волокон, но и при скалывании вдоль волокон. Однако часто прочность клееного образца при полном его разрушении по древе-

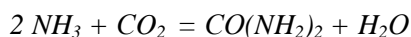
сине может быть менее 100% от прочности контрольного неклееного образца. Это происходит при использовании клеев, дающих жесткий клеевой шов, что создает дополнительную концентрацию напряжений в клеевом соединении. Наоборот, при использовании пластичных клеев (например, ПВАд) прочность клееного образца может оказаться более 100%, так как пластичный шов снижает концентрацию напряжений и делает распределение напряжений более равномерным, чем в цельной древесине. Все сказанное относится к кратковременным испытаниям, когда не успевает проявиться текучесть термопластов под нагрузкой во времени.

1.7. Термореактивные смолы и клеи на их основе

1.7.1. Карбамидоформальдегидные смолы и клеи на их основе

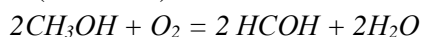
Данные смолы впервые были синтезированы в 1929 году. Исходными материалами для них являются карбамид и формальдегид.

Карбамид (мочевина) - $CO(NH_2)_2$, амид угольной кислоты. Это белое кристаллическое вещество с плотностью $1,33 \text{ г/см}^3$ и температурой плавления $130-135 \text{ }^\circ\text{C}$, хорошо растворимый в воде. Получают карбамид из аммиака и угольной кислоты:



Карбамид применяют не только для производства синтетических смол, но и в сельском хозяйстве как азотное удобрение и добавку к кормам. Кормовой карбамид содержит больше примесей и не пригоден для химического производства.

Формальдегид HCOH является простейшим альдегидом и получается из метилового спирта (метанола):



Это активное химическое вещество представляет собой бесцветный газ с резким запахом. В промышленности используется водный раствор формальдегида, называемый *формалином* и применяемый также для дезинфекции, протравливания семян и т.п.

Реакция мочевины с формальдегидом идет сначала в слабо щелочной и кислой среде, получают растворимые в воде продукты, которые затем в более кислой среде переходят в смолообразные вещества. Соотношение исходных компонентов мочевины - формальдегид находится в пределах 1:1,5 - 1:2,0. С увеличением доли формальдегида уменьшается опасность желатинизации смолы, но возрастает ее токсичность. В последние годы четко прослеживается тенденция снижать соотношение компонентов вплоть до величины 1:1,1 с целью снижения токсичности клееной продукции.

В нашей стране для синтеза смол используется обычно 37%-ный формалин, в то время как импортные клеи изготавливаются с использованием формалинового концентрата (форконцентрата), который более экологичен, требует при синтезе смол меньших энергозатрат, увеличивает производительность реакторов и хра-

няется практически бесконечно долго. Производство формконцентрата марки UF-85 основано на высокоэкономичном процессе полной конверсии метанола на железо-молибденовом оксидном катализаторе в реакторах трубчатого вида. На выходе из реактора формальдегидно-воздушная смесь подается в абсорбционную колонну, где формальдегид поглощается раствором карбамида с образованием формалинового концентрата. Выходящий воздух с остатками формальдегида подается в каталитический конвертор для дожигания вредных веществ. Формконцентрат способен синтезировать смолы класса токсичности E1 и E0.

КФ-смолы представляют собой сиропообразные жидкости с концентрацией 60-65 % после отгонки воды под вакуумом (вакуумированные смолы). Данные смолы являются наиболее распространенными в деревообрабатывающей промышленности. В системе Минлеспрома СССР их выпуск в 1990 году составил 365 тысяч тонн. Широкое применение таких смол и клеев на их основе обусловлено рядом преимуществ: высокая скорость отверждения, низкая стоимость клеев, высокая прочность клеевого шва, слабый запах и бесцветность клея.

К недостаткам КФ-клеев следует отнести в первую очередь, их ограниченную водостойкость и теплостойкость в пределах температур от -40 до + 60 °С, наличие токсичного компонента - свободного формальдегида, значительную усадку клея, плохое зазорозаполнение и повышенную коррозионную опасность клеев. Эти недостатки обуславливают и область применения соответствующей клееной продукции - только в комнатных или защищенных от атмосферных воздействий условиях.

ГОСТ 14231-88 предусматривает 4 марки клеев:

КФ-О - малотоксичный, с содержанием свободного формальдегида до 0,25%; используются в основном для производства фанеры, для склеивания бумаги, в строительной промышленности и для других целей, кроме производства древесностружечных плит;

КФ-Б - быстротвердеющий; для облицовывания мебельных щитов в короткотактных однопролетных прессах, для производства фанеры, теплоизоляционных материалов;

КФ-Ж - с повышенной жизнеспособностью; для производства фанеры, деталей мебели, столярно-строительных изделий, для изготовления литейных стержней форм, укрепления грунтов;

КФ-БЖ - соединяющий преимущества двух предыдущих; для производства фанеры, деталей мебели, столярно-строительных изделий.

Кроме марки клея может указываться предпочтительная область применения связующих: для производства плит (*П*), для фанеры (*Ф*), для мебельного производства (*М*) и для литейного производства (*Л*).

Смолы представляют собой однородные суспензии от белого до светлокорицевого цвета без посторонних включений. Они имеют полную смешиваемость с водой в соотношении по объему 1: 2. При хранении смол допускается увеличение их норм вязкости.

Смолы должны применяться не ранее чем через 24 часа после изготовления. Все КФ-смолы могут использоваться как для холодного склеивания, так и для горячего в зависимости от вида отвердителя. При горячем склеивании должен

применяться хлористый аммоний NH_4Cl (нашатырь) в виде 20% - ного водного раствора. Количество его по сухому остатку составляет 0,5-1,0%, в водном растворе - до 5%. При высокой температуре хлористый аммоний распадается на аммиак и соляную кислоту: $NH_4Cl = NH_3 + HCl$. В последнее время для карбамидных клеев, особенно используемых в плитном производстве, вместо хлорида аммония стали применять сульфат аммония $(NH_4)_2SO_4$. В Германии, например, применение хлорида аммония запрещено из-за опасности образования диоксинов при сжигании остатков древесных плит.

При холодном склеивании отвердителем являются слабые кислоты, обычно щавелевая кислота $(COOH)_2$ - продукт синтеза едкого натра и оксида углерода - в количестве, зависящем от кислотности смолы, обычно 5 - 10 м.ч. в виде 10%-ного водного раствора.

Карбамидные смолы являются кислотоотверждаемыми, поэтому после добавки отвердителя их жизнеспособность невелика и составляет от двух до четырех часов. Показатели карбамидных смол, выпускаемых отечественными предприятиями, даны в табл. 1.5. Области применения клеев, следующие: *КФ-Ж*, *КФ-О* - для производства фанеры, склеивания деталей мебели и столярно-строительных изделий; *КФ-КБ* - для изготовления древесностружечных плит; *КФ-МТ*, *КФ-МТ-15*, *КФ-МТ-ПС*, *КФ-МЭЗ-1* - для производства древесностружечных плит пониженной токсичности поддонным способом; *КФПД*, *МФПД*, *ПКФ-М* - для пропитки бумаг при облицовке древесностружечных плит горячим способом в одноэтажных или многоэтажных прессах..

1.5 Показатели карбамидных смол, используемых в деревообработке

Показатель	КФ-Ж	КФ-О	КФ-КБ	КФ-МТ	КФ-МТ-15
Массовая доля сухого остатка, %	65-69	65-67	65-67	64-68	64-68
Содержание свободного формальдегида, %	0,90	0,25	0,2	0,2	0,15
Вязкость условная, с по ВЗ-1 (сопло 5,4 мм)	20-40 (ф) 40-60 (м)	-	-		
Вязкость условная, с, по ВЗ-4, после изготовления	-	30-50 45-70(ф)	30-60	30-80	50-80
Показатель pH	7,5-8,7	7,5-8,5	7,5-8,5	7,5-8,5	7,5-8,5
Время желатинизации при 100 °С, с	40-65	40-60	40-60	40-60	50-70
Время высыхания, мин, не менее			90		
Полная смешиваемость с водой при 20 °С в соотношении по объёму	1:2	1:2	1:1	1:2	1:2 - 1:10
Предел прочности при скалывании по клеевому слою фанеры после вымачивания образцов в воде в течение 24 ч, МПа, не менее	1,5	1,6	-		1,6
Клеящая способность, МПа, не менее			6,5		
Гарантийный срок хранения со дня изготовления, дней					
при температуре 5-20 °С			30		45
при температуре 21-25 °С			15	45	15

1.6. Показатели карбамидных смол (продолжение)

Показатель	КФ- МТ- ПС-1	КФ- МТ- ПС-2	КФ- МЭЗ-1	КФ- ПД	КФ- НФП	ПКФ- М
Массовая доля сухого остатка, %	65	65	60	40-44	68-70	49-53
Содержание свободного формальдегида, %	0,15	0,10	0,1	0,5	0,15	0,4
Вязкость условная, с, по ВЗ-4, после изготовления	50-90	50-90	50-90	13-15	80-120	13-17
Вязкость по ВЗ-4 в течение срока хранения, с	До 200	До 200	До 200	-		-
Показатель рН	7-8	7-8	7-8	8-8,4		7,3-8
Время желатинизации при 100 °С, с	50-70	80-115	До 120	22-46	До 70	120-300
Полная смешиваемость с водой при 20 °С в соотношении по объёму	1:2	1:2	1:1	1:1,8-1:3		1:1
Плотность, г/см ³				1,14-1,18		
Гарантийный срок хранения со дня изготовления, дней						
при температуре 5-20 °С	30	30	30			
при температуре 21-25 °С	15	15	15			

Порошкообразные КФ-клеи получают распылением жидкой смолы и последующей ее сушкой горячим воздухом. В результате получают белый мелкодисперсный порошок, который следует хранить в герметичной таре при температуре не выше 20 °С. Порошок полностью растворяется в воде. Преимущества клея - удобство транспортировки, хранения и приготовления. Отвердитель можно вводить прямо в порошок и таким образом получить самотвердеющие клеи с малым сроком хранения.

Помимо марок клеев, указанных в ГОСТ 14231 - 88, различными предприятиями по собственным техническим условиям выпускаются десятки других марок для конкретных областей использования.

На российском рынке наиболее низкую цену имеет смола *КФ-МТ-15* (236\$ за 1 т), выпускаемая АО "Акрон", однако она не позволяет выпускать плиты класса E1 из-за повышенного содержания формальдегида. Мировые цены на карбамидоформальдегидные смолы колеблются в пределах от 295 до 400 \$/т в зависимости от качества продукции.

Для повышения эксплуатационных качеств КФ-смолы модифицируют специальными добавками или подвергают некоторым физическим воздействиям. Наиболее распространенными добавками являются:

1) *меламин* ($C_3H_6N_6$), который при реакции с формальдегидом дает развитую трехмерную структуру. Ввиду дороговизны меламина его добавка составляет не более 50-100 % от количества карбамида. В результате получают смолы марок *ММС* и *ММФ*. Эти смолы обладают стойкостью к кипящей воде, как и фенольные, но отверждаются быстрее;

3) *латекс* (водно-каучуковая дисперсия) также повышает эластичность клеевого шва, его водо- и теплостойкость. Добавка - до 20%;

4) *резорциномеламиноформальдегидная смола РМ-1* служит как добавка к чистым карбамидным смолам для получения водостойкого клея "Карбофан". Добавка составляет 15-20%. Модифицированная смола применяется для получения водостойкой фанеры - образцы после кипячения в течение 1 часа имеют прочность не ниже 1,2 МПа, а после 40 циклов испытаний на атмосферостойкость - не ниже 70 % от начальной. Рецепт клея: смола *КФ-Ж* 100 м.ч., *РМ-1* 13 - 20 м.ч., хлористый аммоний 0,5 - 1,0 м.ч., каолин до 5 м.ч. Сухой остаток клея 50-54 %, рН 7,0 - 7,1, время отверждения при горячем склеивании 50-120 с.

5) *аэросил технический* (отход при производстве фтористого алюминия) может служить активным наполнителем, который снижает усадку клея на 40 %, время отверждения при горячем склеивании уменьшается на 40 %, а при холодном - в 1,5- 2 раза. При этом возможно снижение температуры плит пресса со 120 до 95-100 °С при том же времени отверждения.

1.7.2. Меламиновые смолы и клеи на их основе

Меламин ($C_3 H_6 N_6$) при реакции с формальдегидом дает более развитую трехмерную структуру, чем с карбамидом. Это обуславливает более высокую прочность и долговечность клеевого соединения. Ввиду дороговизны меламина его используют как добавку к карбамидным смолам. Достаточная водостойкость клеевого соединения достигается при содержании меламина не менее 15-20 % от общей массы клея. Отвердитель - хлористый аммоний (0,5 - 1,0 %) или фосфорная кислота. Однако прямая модификация карбамидных смол меламином не получила распространения из-за трудностей растворения меламина при комнатной температуре и увеличения времени отверждения в 1,25 - 2 раза. Значительно лучшие результаты дает совмещение карбамидных смол с меламиноформальдегидными. Например, для получения водостойких стружечных плит применяют смесь меламиновой и карбамидной смол в соотношении 45:55.

Меламиноформальдегидные смолы (табл.1.7) могут отверждаться как при повышенной, так и при комнатной температуре (в последнем случае с добавкой кислого отвердителя). Помимо клеящих смол, большое распространение получили пропиточные меламиновые смолы, особенно в производстве отделочных и клеевых пленок.

1.7. Характеристики и области применения смол, содержащих меламина

Марка смолы	Характеристика и область применения
МС	Меламиноформальдегидная смола, К= 53 - 56%, Х до 1,5% , срок хранения до 4 сут. Для склеивания фанеры, в т.ч. без отвердителя (с подсушкой клеевого слоя) или с хлористым аммонием (0,5 - 0,7%) без подсушки. Дает водостойкую фанеру. Высокая цена смолы.
МП	Меламиноформальдегидная смола, К= 36-40%, Х до 1,5%, срок хранения 13 - 20 сут. Для пропитки сульфитной бумаги массой 20-22 г/м ² и получения отделочной и защитной пленки.
СПМФ-4	То же, бесцветная жидкость, К= 55 - 57 % , Х до 0,5 % , рН = 8,5 - 9,0, жизнеспособность до 8 сут. Для получения бумажно-смоляных пленок для лишний ламинирования с многэтажными прессами.
СПМФ-5	То же, рН = 8,3 - 8,8, прозрачная жидкость
СПМФ-6 СПМФ-7	То же, пластифицирована спиртами или гликолем. Для одноэтажных короткоконтактных прессов
ММС	Карбамидомеламиноформальдегидная смола высокой водостойкости, К= 60 % , Х= 0,5 - 1,5 % , рН = 6,5 - 7,6, жизнеспособность 3-4 мес. Для склеивания в поле ТВЧ
ММФ	То же, К=70 % , срок хранения до 6 мес. Рекомендуется для склеивания деталей деревянных конструкций, работающих в условиях повышенной влажности.
ММП	Пропиточная смола, К= 38 - 40%, Х= 0,3 - 0,8%, рН = 7,0, жизнеспособность 20 - 30 сут. Для получения отделочной пленки, пропитки текстурных бумаг и кроющей бумаги для декоративной фанеры.
ММПК-50	Безводная смола , К= 48-52 % , Х до 1,4 % , жизнеспособность 10 - 15 сут, содержание меламина 50 % .Для пропитки декоративной бумаги и бумаги - основы, применяемых для отделки древесных плит и фанеры
ММПК-25	То же, К= 48 - 50 % , Х до 1,1 % , содержание меламина 25 % . Для пропитки декоративных бумаг
ММФ-ПД	То же, К= 58-62 % , вязкость 25-35 с (ВЗ-4), Х до 0,2 % , рН=8,2-8,8, срок хранения до 4 мес. В качестве ускорителя реакции можно использовать алюмохромфосфат (3%). Для производства атмосферостойких ДСтП
СМ 60-08	То же, К= 58-62 % , вязкость до 450 с (ВЗ-4), рН=8,8, Х до 0,8%, срок хранения до 1,5 мес, отвердитель - щавелевая кислота. Смола не смешивается с водой и рекомендуется для склеивания влажной древесины холодным способом, а также как водостойкая добавка в клей
КМС	Однородная жидкость светло-серого цвета, К=60-62 % , Х до 0,3 % , рН 9,0-9,2, вязкость 50-90 с (ВЗ-4). Оптимальный катализатор - молочная кислота (5%), жизнеспособность до 8 часов. Для водостойкой фанеры

В России промышленное производство меламина отсутствует и предприятия, выпускающие соответствующие смолы (в основном пропиточные), работают на импортном сырье. Мировые цены на меламиноформальдегидные смолы находятся в пределах 1500 - 1800 \$/т.

Компания [Casco Adhesives](#) (Швеция) выпускает атмосферостойкие меламиновые клеи для производства деталей клееных деревянных конструкций (КДК) под названием ЭПИ-системы «Каскомин» и «Касколит». Их характеристика дана в табл. 1.7а.

1.7а. Характеристика клеев фирмы Casco Adhesives (Швеция)

Параметры	Стеновые конструкции					Стеновой и оконный брус		
	ММФ-клеевые системы «Каскомин»					ЭПИ-клеи «Касколит»		
	Раздельное нанесение компонентов					В смеси		
Марка клея	1246		1250			1983	1984	1989
Марка отвердителя	2540		2550			1993		
Пропорции при смешивании	100:25	100:40	100:50	100:70	100:100	100 : 10...15		
Температура прессования, град. не менее	20	20	20	18	18	5	5	5
Время сборки при t-ре 20 град, мин, не более	120	60	40	70	50	16	10	10
Время прессования, час При 20 град. При 30 град.	11,5 3,25	6	5	4,5	3 1,5	20-30 мин	20-30 мин	10-17 мин
Выдержка перед мех. обработкой, час, не менее	Не требуется					2	2	2

1.7.3. Фенолоформальдегидные смолы и клеи на их основе

Фенолами называют соединения бензольного ряда, в которых один или несколько атомов водорода замещены гидроксильными группами. В зависимости от количества гидроксильных групп фенолы подразделяются на одно- и многоатомные. К одноатомным относятся фенол, крезол, ксиленол. К двухатомным - резорцин. В нашей стране фенолы в основном получают из нефтепродуктов. Возможно также использование сланцев, каменного угля и древесных отходов.

Формула фенола (второе название - карболовая кислота) C_6H_5OH . Чистый фенол представляет собой бесцветное кристаллическое вещество с температурой плавления $43^\circ C$. Крезол дополнительно к гидроксильной (OH) имеет метильную группу CH_3 . Он может существовать в форме орто-, пара или метакрезола. Их смесь называется трикрезолом и представляет собой прозрачную маслянистую жидкость темно-коричневого цвета с сильным запахом. Температура кипения $187-203^\circ C$, плотность $1,03-1,06 \text{ г/см}^3$.

При реакции фенола с формальдегидом могут быть получены как термопластичные (новолачные), так и термореактивные смолы в зависимости от соотношения исходных компонентов. При соотношении фенол: формальдегид в пределах 1:1 - 1:2 получают термореактивные смолы, при избытке фенола - термопластичные.

Реакция поликонденсации проходит три стадии:

1) *Резол* - начальная стадия. Строение молекул линейное. Молекулярная масса 700-1000. Продукт хорошо растворим, при нагревании плавится.

2) *Резитол* - промежуточная стадия. Молекулы имеют пространственную структуру. Продукт не растворяется, а только набухает в органических растворителях. При нагревании только размягчается.

3) *Резит* - заключительная стадия. Продукт представляет собой твердое тело высокой прочности и твердости.

При склеивании древесины применяют резольные смолы горячего и холодного отверждения. Смолы горячего отверждения имеют повышенную щелочность и непригодны для холодного склеивания. При горячем склеивании фенольными смолами отвердитель не требуется. Катализатором реакции является высокая температура, и понятия клей и смола здесь идентичны. При холодном склеивании отвердителем являются сульфонафтенновые кислоты (так называемый "контакт Петрова") в количестве до 20 % и более. Однако по экологическим соображениям выпуск сульфонафтенновых кислот в последнее время прекращен и на смену им выпускается для этих целей диэтиленбензосульфокислоты (БСК).

Преимущества фенольных смол по сравнению с карбамидными - высокая водо- и атмосферостойкость клеевых соединений. Недостатки клеев - более высокая цена, малая скорость отверждения, более высокая токсичность. Клей дает темный клеевой шов, имеется опасность кислотного повреждения древесных волокон, некоторые марки клеев требуют подсушки после нанесения. Фенольные смолы применяются в основном для производства водостойкой фанеры горячим способом, а также для пропитки шпона в производстве бакелизированной фанеры и древесно-слоистых пластиков (табл.1.8 и 1.9)

1.8. Показатели клеящих фенольных смол типа СФЖ

Показатель	-3011	-3013	-3014	3013Д	-3024	-5114
Вязкость (ВЗ-246, сопло 4 мм), с	120-400	40-130	17-90	40-130	-	40-130
Массовая доля нелетучих веществ, %	43-47	39-43	46-52	39-43	20-25	45-50
Массовая доля щелочи, %	3-3,5	4,5-5,5	6,0-7,5	3,5-4,5	1,5-3,5	3,0-4,0
Массовая доля свободного фенола, %, не более	2,15	0,18	0,1		0,05	
Массовая доля своб. формальдегида, %, не более	1,00	0,18	0,1	0,18	0,1	0,1
Время желатинизации при 100 ⁰ С, с				55-100		50-120
Предел прочности при скалывании по клеевому слою фанеры после кипячения в воде в течение одного часа, МПа, не менее	1,86	1,47	1,47	1,47	-	2,0

1.9. Показатели пропиточных фенольных смол

Показатель	ЛБС-1	ЛБС-2	ЛБС-9	ЛБС-21	ЛХС-2	СБС-1

Массовая доля смолы, %	50-60	60-75	53-60	43-50	50-60	50-60
Динамическая вязкость, мПа·с	60-1000	До 5000	80-300	15-111	100-750	110-300
Массовая доля св. фенола, %	9-10	11,5	2,5	8,5		9
Время желатинизации при 150°С, с	50-120	50-120	60-90	50-90	55-100	55-90
Гарантийный срок хранения при температуре не выше 20°С, мес.	3	1	-	-	-	-

Мощности российских заводов по производству фенолоформальдегидных смол на 1996 г. составляли 180,2 тыс.т. Цены на смолы марок СФЖ-3014 производства АО "Карболит" в 1995 г. была 437 \$/т. На мировом рынке стоимость фенолоформальдегидных смол находится в пределах 800 - 1000 \$/т.

Модификация фенолоформальдегидных смол возможна с помощью следующих добавок:

а) *Синтетический каучук*. Для смол СФЖ - 3013, - 3014, применяемых для производства водостойкой фанеры из древесины хвойных пород, добавка составляет до 7 м.ч. каучука, который хорошо стабилизирует вязкость клея и дает хорошее качество холодной подпрессовки и горячего склеивания.

б) *Лигнинная мука*. Применяют муку помола 140 с насыпной плотностью 300 - 400 кг/м³ в количестве до 5 м.ч.

в) *Жидкие и твердые лигносульфонаты*. Могут заменить до 20% фенола при производстве фенольных смол.

Помимо однокомпонентных (то есть без отвердителя) фенольных клеев горячего отверждения, находят применение клеи с отвердителями, которые повышают степень поликонденсации связующих и сокращают цикл прессования. Для смол СФЖ-3014, СФЖ-Н, Экстер - 417 и Экстер -442 можно использовать углекислый калий (K_2CO_3) в виде 50%-ного раствора или комбинированный отвердитель (КО), который готовят путем растворения двуххромовокислого калия или натрия в воде, нагретой до 60 °С. Туда же загружают карбамид до полного растворения.

1.9. Рецепты фенольных клеев горячего отверждения

Компонент	Рецепт 1	Рецепт 2
Смола СФЖ-3014, -3013	100	100
Комбинированный отвердитель	15-20	6-8
В том числе: двуххромовокислый калий	2-3	
двуххромовокислый натрий		2-3
карбамид	2-3	2-3
Время отверждения: при 100 °С	37 - 45 с	30 - 35 с
при 20 °С	8 - 12 ч	8 - 12 ч

Аналогичную роль играет и модифицирующе - отверждающая добавка - смола РМ-1 с комбинированным отвердителем в соотношении (75...90) : (10...25) в количестве до 5 м.ч. Среди наполнителей для фенольных смол горячего отверждения используется мел (3-12 м.ч.), древесная или пшеничная мука (3-6 м.ч.), карбоксиметилцеллюлоза (3-6 м.ч.), уротропин (3,5 м.ч.). Мел и древесная мука

придают клею нужную вязкость, пшеничная мука - необходимую липкость и повышение качества клеевого шва.

1.7.4. Резорциновые и фенолорезорциновые смолы

Резорцин является двухатомным фенолом $C_6H_4(OH)_2$. Это бесцветное или слабо окрашенное кристаллическое вещество со слабым запахом. Температура плавления составляет $118^{\circ}C$, легко растворим в воде и спирте. Наличие двух функциональных групп *ОН* делает резорцин более высокорекреакционным веществом, чем обычный одноатомный фенол, что позволяет получать в результате реакции поликонденсации с формальдегидом клеевой шов более плотной объемной структуры с более высокими физико - механическими показателями.

Чистые резорциноформальдегидные смолы являются термопластичными. Их основное преимущество перед фенольными заключается в том, что они отверждаются в щелочной среде и имеют более высокую концентрацию (60-65 %). При холодном склеивании отвердителем является *параформальдегид (параформ) $-(CH_2O)_n$* , добавка которого создает избыток формальдегида и делает смолу терморективной. К таким смолам относится *ФР-12*, используемая для клеевых деревянных конструкций и удобная для склеивания в поле ТВЧ. Однако эта смола очень дорога ввиду дефицитности резорцина (примерно в 8 раз дороже фенольных смол).

Фенолорезорциновые и фенолоалкилрезорциновые смолы (табл.1.10) также отверждаются параформом и по качеству не уступают резорциновым клеям. Сюда относятся смолы марок *ФРФ-50* и *ДФК-14* с содержанием резорцина до 50%. Смола *ФРФ-50* содержит мало свободного фенола и вовсе не содержит горючих растворителей. Срок хранения смол - до 6 месяцев. *ДФК-14* несколько уступает по прочности, но в остальном имеет те же области применения - склеивание деталей строительных конструкций из хвойной древесины холодным или теплым способом.

Клеи данного типа отверждаются с выделением тепла, поэтому клееприготовительное оборудование должно иметь систему охлаждения. Жизнеспособность клеев при температуре $20^{\circ}C$ составляет всего 1,5 часа.

Алкилрезорциновые смолы марок *ФР-100* или *ДФК-1АМ* получают при термическом разложении горючих сланцев (разработчик - Таллиннский политехнический институт). Они вдвое дешевле резорциновых клеев и полностью обеспечены сырьевой базой. Срок хранения - в 3 раза выше, чем у фенольных смол. Новая технология синтеза позволяет получать смолу *ФР-100* с концентрацией до 58,6% и содержанием свободного формальдегида не более 0,12%. Кислотность (рН) среды составляет около 8, жизнеспособность клея - 2 часа 45 минут, прочность при скалывании до 7,4 МПа.

Отвердители (параформ) поставляют в виде порошка с добавкой древесной муки (до 15%). Древесная мука является наполнителем, который повышает эластичность клеевого шва, предотвращает комкование параформа и способствует появлению тикструпного эффекта, то есть способности клея удерживаться на вертикальной поверхности.

1.10 Характеристики смол, содержащих резорцин

	ФАРФ-60	ФР-12	ФР-100	ФРФ-50К

Массовая доля нелетучих веществ, %	-	65	55	55
Содержание св. формальдегида, %	-	-	1	-
Содержание свободного фенола, %, не более	5,3	-	-	5
Показатель pH смолы		7,5-8,5	7,9-8,5	
Вязкость смолы условная, с	35-70	30-95	25-105	25-105
Тонина помола отвердителя (остаток на сите с сеткой № 014К), %, не более	7	7	7	7
Жизнеспособность клея, ч, не менее	1,5	2-5	1,5	2-5
Время желатинизации, с, не более	45			
Предел прочности клеевого соединения древесины при скалывании, МПа, не менее:				
Сосна, ель	6,5	-	6,5	6,5
Дуб, бук, граб	-	13,0	13,0	13,0

ФАРФ-60 - смола новолачного типа, продукт поликонденсации метилольных производных фенола и алкилрезорциновой фракции на основе параформальдегида. Представляет собой однородную жидкость темно-коричневого цвета. Поставляется вместе с отвердителем (пылевидный порошок серовато-белого цвета) в соотношении смола: отвердитель 100:12. Клей применяется для склеивания фанеры и древесины в поле токов высокой частоты.

ФР-12 - смола новолачного типа, продукт конденсации резорцина с формальдегидом. Представляет собой однородную прозрачную жидкость от красноватого до темно-коричневого цвета. Отвердитель - на основе параформальдегида. Компоненты поставляются комплектно в соотношении смола: отвердитель 100:13,5. Клей применяется для склеивания древесины и других материалов при комнатной температуре и при нагреве до 120 °С.

ФР-100 - продукт конденсации алкилрезорциновой фракции с формальдегидом и **ФРФ-50К** - продукт конденсации метилолфенолов с резорцином. Поставляются вместе с отвердителем на основе параформальдегида. в соотношении смола: отвердитель 100:13,5. Клей применяется для склеивания древесины и других материалов при комнатной температуре.

1.7.5. Другие терморреактивные клеи

К фенольным смолам относятся клеи типа БФ. Это совмещённые бутвар-фенольные клеи. Бутвар (поливинилбутираль) получают конденсацией поливинилового спирта с масляным альдегидом, а затем смешивают спиртовые растворы бутвара и фенолоформальдегидной смолы. Выпускают три марки клея:

а) БФ-2 имеет соотношение смолы и бутвара 50 : 50. Клей устойчив в кислой среде при нагревании до 80 °С. Применяется для склеивания металлических и неметаллических материалов, работающих при повышенных температурах и в кислой среде. Может использоваться как подслои при склеивании древесины с металлом;

б) БФ-4 имеет соотношение компонентов 15:85. Он более эластичен, устойчив в щелочной среде, но менее термостоек. Применяется для материалов, ра-

ботающих под воздействием вибрации, а также в щелочной среде при низкой температуре. Клей может склеивать самые разнообразные материалы (пластмассы, стекло, фарфор, текстолит и пр.);

в) *БФ-6* имеет еще большее количество поливинилбутираля и обладает высокой эластичностью. Его применяют для склеивания тканей, фетра, войлока, а также в медицинских целях для изоляции мелких ран.

Некоторые характеристики фенолополивинилбутиральных клеев даны в табл. 1.11.

1.11. Характеристики клеев типа БФ

Показатель	БФ - 2, - 4	БФ - 6
Сухой остаток, %	14 - 17	15 - 19
Вязкость по ВЗ-1, с	30 - 60	> 60
Срок хранения, месяцев	6	
Температура склеивания, °С	120 - 140	

Эпоксидные клеи также относятся к термореактивным поликонденсационным смолам. Они представляют собой продукт реакции двухатомных фенолов с эпихлоргидрином. Это высоковязкая жидкость с большим сроком хранения. Преимущества эпоксидных клеев заключаются в очень малой усадке, что связано с наличием в них *реактивных растворителей*, то есть веществ, играющих двойную роль в клее - они не только снижают вязкость, что важно в начальный момент склеивания, но и вступают в реакцию с основными компонентами смолы. Это приводит к плотной структуре клеевого шва и обеспечивает высокую прочность, упругость и долговечность клеевых соединений.

Основой большинства эпоксидных смол (табл. 1.12, 1.13) являются диановые смолы ЭД - 20 и ЭД - 16 (ГОСТ 10587 - 93).

1.12. Характеристика эпоксидных клеев

Показатели	ЭД - 20	ЭД - 16
Молекулярная масса	360 - 470	480 - 600
Количество эпоксидных групп	20 - 22	16 - 18
Содержание летучих веществ, %, не более	1,0	0,8
Содержание общего хлора, %, не более	1,0	0,75
Вязкость динамическая, сП	13 000-28 000	-
Срок хранения, мес	12	12

При холодном склеивании отвердителем является *полиэтиленполиамин* (ПЭПА), при горячем склеивании - ангидриды бикарбоновых кислот (*малеиновый ангидрид*). Количество отвердителя влияет на свойства клея. При недостатке или избытке ПЭПА снижается теплостойкость клеевого шва. Оптимальное количество отвердителя - 10 %. Время отверждения при комнатной температуре - не более 24 часов. Горячее отверждение дает более качественное соединение. Для пластификации используют дибутилфталат, в качестве наполнителей цемент - для повышения герметичности соединений, тальк - для лучшей зазорозаполняемости, металлические порошки - для изменения коэффициентов температурного расширения клеевого шва.

1.13. Характеристика и область применения эпоксидных клеев

Марка смолы	Характеристика и область применения
К – 160, – 176	Пластифицированные композиции для склеивания пластмасс (стеклопластиков), наклеивания декора на лакированные поверхности, склеивания жестких пенопластов между собой, с древесиной и с металлом
К – 156, ЭПЦ – 1	Клеи, содержащие реактивные растворители в виде диглицидилового эфира и полиэфирной смолы. Для склеивания металлов с пластмассами
БОВ – 1	Смола, совмещенная с фурфурольно-ацетоновой смолой (мономер ФА). В качестве реактивного растворителя используют стирол и полиэфир МГФ-9, который является и пластификатором. Для приклеивания декоративных облицовочных материалов, стеклопластиков и металла к древесным материалам
ПЭД - Б	Эпоксидно-перхлорвиниловая композиция. Растворители - метилхлорид и циклогексанон. Для склеивания древесины с листовыми и профильными пластмассами
КЛН, К - 153	Эпоксидно-тиокольные композиции высокой эластичности, водо- и морозостойкости. Жизнеспособность - 1-2 часа. Для склеивания пластмасс с металлами и древесиной
К - 134, К - 139, К - 147	Эпоксидные клеи, совмещенные с каучуком СКН-26-1, с реактивным растворителем в виде полиэфирной смолы МГФ-9. Используется для склеивания разнородных материалов, например трехслойных панелей с обшивкой из алюминиевых сплавов и т.п.

1.8. Полимеризационные клеи

1.8.1. Поливинилацетатные клеи

Поливинилацетатные (ПВА) клеи относятся к термопластичным клеям, то есть клеям, плавящимся при нагревании. Их получение возможно путем растворения смолы в соответствующем растворителе. Наибольшую прочность склеивания обеспечивают растворы полимеров в мономере, к которым добавляют инициатор и ускоритель полимеризации. Такие клеи отличаются эластичностью и химической стойкостью, но невысокой теплостойкостью.

Сырьем для получения винилацетата служат ацетилен и уксусная кислота. Процесс полимеризации может осуществляться в среде растворителя, дисперсионным или блочным способом. В соответствии с этим поливинилацетат (ПВА) можно получить в виде раствора, водной дисперсии или в виде твердого вещества, плавящегося при нагревании.

Для склеивания древесины наибольший интерес представляет *дисперсия ПВА*. Дисперсией называют взвесь твердых веществ в жидкости, в данном случае частиц (глобул) ПВА размером 1-3 мкм в воде, которая является дисперсионной средой. Глобулы окружены оболочкой специального вещества - эмульгатора, который препятствует слипанию (коалесценции) частиц. Преимущество диспер-

сии перед раствором заключается в более быстром удалении воды, что способствует ускорению процесса склеивания.

Эмульгатором в ПВА-дисперсиях является поливиниловый спирт. Дисперсии могут быть пластифицированы *дибутилфталатом* (5-15 %), который предварительно эмульгирован поверхностно-активным веществом. ПВА-дисперсии могут храниться при температуре от 1 до 40⁰С, а некоторые марки являются морозостойкими .

Преимущества ПВА-клеев заключаются в том, что они не требуют отвердителя и поэтому имеют почти неограниченную жизнеспособность, быстро отверждаются при комнатной и повышенной температуре. Отверждение происходит за счет удаления влаги и роста цепей макромолекул. *Недостатки* клея - низкая теплостойкость (до 40-60⁰С), текучесть под нагрузкой, низкая водостойкость. Несмотря на эти недостатки ПВА-дисперсия сегодня является наиболее приемлемым, экологически чистым связующим для многих деталей мебели и столярно-строительных изделий, эксплуатируемых внутри помещений. Время отверждения при 20⁰С составляет 15-30 минут, клей дает совершенно бесцветный шов. Возможно склеивание теплым способом при времени отверждения до 1 минуты. При содержании пластификатора более 7 % дисперсия становится неморозостойкой, поэтому в зимнее время пластификатор поставляется отдельно. Максимум прочности шва достигается при 8-10 м.ч. пластификатора на 100 м.ч. клея по сухому остатку.

Технические требования к ПВА-дисперсиям указаны в ГОСТ 18992-80 (табл.1.14). Клей представляет собой жидкость белого цвета со слабым запахом, обладает большой клеящей способностью при склеивании различных материалов. Упаковывается и транспортируется клей в железнодорожных и автоцистернах, стальных и пластмассовых бочках. Хранится клей нужно при температуре не ниже 5⁰С. С 15 октября по 15 апреля ПВАд поставляется в непластифицированном виде.

Стабильность, то есть способность не давать нерастворимого осадка вследствие соединения частиц еще в момент хранения клея, зависит от степени насыщенности поверхности частиц эмульгатором и может уменьшаться при добавлении в дисперсию спиртов, ацетона, при интенсивном перемешивании или при добавлении мелкодисперсных наполнителей. Стабильность теряется также при замораживании клея. Хорошим средством повышения стабилизации является применение защитных коллоидов, например водорастворимых полимеров

1.14. Показатели поливинилацетатных клеев (ГОСТ 18992-80)

Наименования показателя	Д 51С		ДФ 51/10С		ДФ 51/15 В		ДФ 47/50 В	
	Высший сорт	Высший сорт	1 сорт	Высший сорт	1 сорт	Высший сорт	1 сорт	
Массовая доля остаточного мономера, %, не менее	0,48	0,50	0,50	0,48	0,48	0,40	0,50	

Массовая доля сухого остатка, %, не менее:						-	-
а)непластифицированная	51	51	50	51	50		
б)пластифицированная.	-	53	52	54	52	58	55
Условная вязкость по стандартной кружке ВМС, с:							
а)непластифициров	11-20	11-40	11-40	26-60	26-60	-	-
б)пластифициров.	-	11-40	11-40	41-120	41-120	50-90	41-100
Гарантийный срок хранения, мес.	12						

Пленкообразующая способность существенно зависит от *минимальной температуры пленкообразования* (МТП), определяемой главным образом кислотностью клея. При малой кислотности (например, при pH=6) удовлетворительная прочность достигается при температуре не ниже 30 °С . Поэтому разводить клей водой не рекомендуется, лучше использовать слабые кислоты.

Большинство клеев - дисперсий выпускаются со сравнительно малым сухим остатком (35-55 %), так как при высокой концентрации полимера в дисперсии падает стабильность клея. Вязкость клея тесно связана с сухим остатком и возрастает примерно пропорционально квадрату концентрации. Иногда в клей специально вводят загустители, например 0,5% силиката натрия, что увеличивает *текстурный эффект* (способность клея удерживаться на вертикальной поверхности) .

Специфическими компонентами дисперсионных клеев являются добавки, улучшающие пленкообразование (коалесценцию глобул), например гликолевые эфиры, карбинол. Обычно это малолетучие органические жидкости, которые обеспечивают пластификацию, набухание или ограниченное растворение полимеров лишь на стадии пленкообразования, а потом полностью испаряются. Они снижают МТП и обеспечивают более полное и быстрое слияние глобул полимера. Содержание добавки составляет 2-4% от массы пленкообразователя.

Морозостойкость - это способность дисперсии восстанавливать первоначальные свойства после определенного числа циклов замораживания до заданной температуры и оттаивания. Полное вымораживание воды происходит при температуре от -15 до -40 °С в зависимости от состава композиции. Пластификаторы и другие добавки снижают морозостойкость. В качестве антифризов нужно применять гидрофильные олигомеры, в том числе меламиноформальдегидные смолы.

ПВА является водостойким полимером и его растворы, например в спирте дают достаточно водостойкие соединения древесины. Однако в дисперсиях присутствует эмульгатор (поливиниловый спирт), который хорошо растворяется в воде и сильно влияет на прочность увлажненных клеевых соединений. Он блокирует часть активных центров древесины и тем самым снижает адгезионные связи ПВА. Если эмульгатор совместим с полимером, то влияние воды на адге-

зию незначительно. Для повышения водостойкости можно заменять поливиниловый спирт на другие защитные коллоиды, совместимые с ПВА.

Возможна добавка к ПВА-дисперсии вакуумированной карбамидной смолы в количестве 30-50 м.ч. для получения клеевых соединений повышенной водостойкости и теплостойкости. В этом случае модифицированный клей требует добавки отвердителя - щавелевой кислоты 4-6 м.ч. (10 %-ной концентрации).

За рубежом выпускают отверждаемые одно- и двухкомпонентные ПВА-клеи высокой водо- и теплостойкости. Добавка так называемого *турбоотвердителя* превращает клей из термопластичного в терморезистивный, что и вызывает повышение физико-механических показателей клеевого шва. По данным А.С.Фрейдина (1982 г.), аналогичную роль может сыграть добавка в ПВА до 5 м.ч. *бензосульфокислоты (БСК)*. При этом прочность клеевых соединений при скалывании вдоль волокон после суточного вымачивания образцов в холодной воде составила 48% от начальной, а после вымачивания в горячей воде - 68%.

В последнее время появились однокомпонентные водостойкие клеи - дисперсии сополимеров винилацетата с этиленом или другими мономерами. Эти клеи не требуют дополнительной пластификации (этилен в дисперсии является внутренним пластификатором), весьма экономичны, так как содержат дешевый этилен (до 60 - 90%). При этом снижается и минимальная температура пленкообразования. В Японии доля таких клеев среди дисперсионных составила в 1985 году более 60%. Основные параметры импортных поливинилацетатных клеев указаны в табл.1.15, 1.16.

1.15. Основные показатели ПВА- клеев фирмы Klebit (ФРГ)

Показатели	Klebit 303	Klebit 303.5 (*)	Tempo 316	Klebit 328	Tempo 347
Плотность, г/см ³	1,10	1,10+1,13	1,10	1,14	1,09
Вязкость, МПа·с	13 000	...	13 000	14 000	16 000
Водородный показатель рН	3,0	...	5,0	6,5	3,5
Время отверждения, мин, при температуре, °С:					
20	20	30	15	10	5
50	5	8	5
70-80	2	3	...	5	2
Открытое время, мин	6-10	6-10	6	8-10	1-3
МТП (точка беления), °С	5	...	7	5	12
Срок хранения, мес	12		9	12	
Морозоустойчивость	До - 30 °С		До - 25 °С	До - 30 °С	

*) с добавкой 5 м.ч. турбоотвердителя.

1.16. Показатели ПВА – клеев фирмы JOWA (ФРГ)

	Марки клеев Jowat -
--	---------------------

Показатель	10200	10240	10250	10270	11930	12479	12720
Плотность, г/ см ³	1,05	1,10	1,10	1,10	1,05	1,20	1,15
Сухой остаток, %	51	50	49	50	54	52	56
Вязкость, Мпа.с	14500	25000	1000	15000	20000	18000	12000
Показатель рН	6,5	5,0	4/ 2,5	3,0	6,5	6,5	6,0
Открытое время, мин	6-8	5-8	5-8	5-8	3	8-10	8-10
Точка беления, ⁰ С	12	9	18	9	5	10	15
Время отверждения при 20 ⁰ С, мин	8	8	-	30	8	15	15
Срок хранения, мес	12	6					12
Морозостойкость	Неморозостоек						
Области применения*)	1, 2, 3, 11, 12	1, 3, 5, 9, 10	3, 9	1, 3	8	1, 4, 6, 7	12

*) 1 - универсальный клей, 2 - изготовление реечных щитов, 3 - склеивание твердых пород древесины, 4 - склеивание каркасов, 5 - производство оконных блоков, 6 - облицовывание пластей стружечных плит, 7 - ламинирование ДСтП пленками, 8 - приклеивание декора на лакированную поверхность, 9 - склеивание в поле ТВЧ, 10 - склеивание корпусов радиоаппаратуры, 11 - облицовка кромок ДСтП, 12 - сращивание досок на зубчатый шип.

В России производится ограниченный ассортимент ПВА-клеев. Оптовая цена составляла приблизительно 20 р/кг (1997г).

1.8.2. Клеи - расплавы

Клеи-расплавы являются наиболее оригинальными клеями в области деревообработки ввиду рекордно малого времени отверждения - 3-5 с. Они представляют собой типичные термопласты, т.к. при нагревании переходят в жидкую и клейкую массу. Клей применяется в горячем виде и отверждается за счет охлаждения расплава. Он не содержит растворителей (сухой остаток 100 %), не дает усадки, имеет очень длительный срок хранения. Клей при нагревании не выделяет экологически вредных веществ. Можно провести некоторую аналогию между клеем - расплавом и обыкновенной водой, которая тоже может стать клеем в момент ее замерзания. Здесь есть только количественная разница - точка плавления льда 0⁰С, а клея - расплава 150 - 200⁰С.

Недостатки клеев-расплавов, общие для полимеризационных клеев, - невысокая водо- и теплостойкость, ползучесть под нагрузкой. Очень малое время отверждения определило и сравнительно узкую область применения этих клеев. Это, главным образом облицовка кромок ДСтП синтетическим кромочным пластиком на специальных автоматических линиях. Расплавы начали также применять для точечного ребросклеивания шпона и в производстве реечных щитов.

В состав наиболее распространенного клея марки *КРУС-2* входят:

- а) основной полимер - этиленвинилацетат (ЭВА), который обеспечивает достаточную когезию клея - 100 м.ч.
- б) эфиры канифоли для регулирования вязкости и зазоразаполнения -140 м.ч.;
- в) полиуретан для повышения адгезионных свойств - 10 м.ч.;
- г) каолин в качестве наполнителя - 65 м.ч.;
- д) оксид титана для увеличения термостабильности клея - 5 м.ч.

Клеи - расплавы изготавливают по следующей технологической схеме: дозирование и смешивание компонентов, расплавление смеси при температуре 120⁰С, экструзия (выдавливание) смеси в виде нитей, их протяжка и охлаждение в воде, измельчение в гранулы, подсушка и упаковка в бумажные мешки.

Клеи имеют температуру размягчения 80-90⁰С, рабочая температура составляет обычно 190-210⁰С, время отверждения 3-5 секунд, прочность соединения 2,5 МПа. Термостабильность клея КРУС-2 составляет около 5 часов. В УкрНИИМОДе разработаны клеи марок КРШ и КРД для склеивания шпона в производстве художественного паркета и для крепления декоративных элементов мебели. Клеи отличаются повышенной текучестью (не менее 100 г / 10 мин при 160⁰С) и временем отверждения до 30 секунд.

Принципиально новыми среди расплавов являются *полиуретановые* клеи. При нанесении расплавленной смолы на поверхность склеиваемого материала начальное сцепление обеспечивается чисто физическим процессом охлаждения расплава в течение 3-10 минут. Затем за счет влаги воздуха и древесины в полимере образуются поперечные связи, что делает клеевой шов нерасплавляемым и нерастворимым. Этот химический процесс длится несколько суток, но уже через 10 минут соединение имеет 70% конечной прочности. При комнатной температуре полиуретановые клеи имеют прочность в 3-4 раза выше, чем обычные клеи-расплавы. После кипячения в течение 6 часов они показывают 50% начальной прочности, а при 100⁰С их прочность такая же, как у клеев-расплавов при 20⁰С. Их выпускают упакованными в металлические картуши для защиты от влаги воздуха, а нанесение клея производится с помощью специального пистолета.

Новинкой являются также *вспененные клеи-расплавы* - дисперсия газа и полиуретанового расплава, применяемые для крупногабаритных изделий методом распыления (марка клея Supracraft PU 586). Кроме полиуретановой основы для клеев-расплавов используются полиолефины и термопластичные каучуки. Показатели клеев-расплавов импортного производства даны в табл. 1.17.

Полиуретановые клеи являются водо-, термо- и морозостойкими быстротвердеющими термореактивными клеями. Время полного отверждения - 5 дней. Их хранят в герметичной таре и наносят специальным инструментом. Клеи содержат изоцианаты, поэтому необходим отсос паров на участке нанесения клея.

Полиолефиновые клеи-расплавы являются эластичными термостойкими клеями с хорошей адгезией к различным материалам и высокой термостабильностью при рабочей температуре. Клей наносится на автоматических установках

валиком или соплами при скорости подачи до 50 м/мин. Возможен неприятный запах. Оборудование следует чистить сначала в горячем виде стамеской, затем в холодном виде с помощью очистителя Иоват 40110.

Приведенные таблицы не отражают всего многообразия клеев - расплавов, выпускаемых зарубежными фирмами. Имеются также липкие клеи-расплавы на основе термопластичного каучука для монтажных работ (рабочая температура 150 °С), специальные патроны для машин Holz-her (облицовка кромок) и многое другое.

1.17. Основные показатели клеев-расплавов Jowatherm фирмы Jowa (ФРГ)

Показатель	Основа клеев				
	Этилен-винилацетат (ЭВА)	Полиолефины	Полиамид	Термопластичный каучук	Каучук ЭВА
Вязкость при 180°С, ГПа·с	200 - 300	5	17 - 20	-	160
Плотность, г/см ³	1,3 - 1,4	0,95	1,2 - 1,1	0,95	1,3
Температура размягчения, °С	80 - 110	75 - 85	120 - 135	50 - 60	80 - 90
Рабочая температура, °С	190 - 210	180 - 200	180 - 190	140 - 160	190 - 210
Открытое время	3 - 20 с	20 - 25 мин	4 - 12 с	-	-
Время отверждения	1 - 6 с	5 сут	1 - 3 с	-	-

1.8.3. Изоцианаты и полиуретановые клеи

Органические изоцианаты, то есть соединения имеющие группу N=C=O, применяют в промышленности стружечных плит Германии с 1973 г. В основном это дифенилметан-диизоцианат, обозначаемый как MDI. Считается, что изоцианат образует с лигнином и целлюлозой древесины химические соединения, что дает особенно прочное склеивание, по водостойкости не уступающее фенольным связующим. К тому же MDI не содержит воду и растворители и поэтому не вносит в древесину дополнительную влагу, как это происходит в случае конденсационных смол. Другое преимущество изоцианатных связующих заключается в том, что они не содержат гигроскопичных солей и формальдегид, а по скорости отверждения несколько превышают карбамидные клеи, то есть отверждаются значительно быстрее, чем фенольные смолы.

Основной недостаток изоцианатов - это их способность склеиваться с металлом, что требует применения специальных разделителей. Используют 30%-ную эмульсию синтетического воска как внутренний разделитель, добавляемый прямо в клей. Как внешний разделитель можно применять смазочное мыло.

Склеивание стружечных плит на изоцианатных клеях решает проблему свободного формальдегида и здесь сравнительно дорогой изоцианат выступает конку-

рентом гораздо более дешевым карбамидным клеям. Стремление снизить себестоимость клееной продукции привели к использованию изоцианатных эмульсий. Их преимущество заключается в том, что эмульсии способны блокировать отрицательное влияние некоторых компонентов древесины на прочность склеивания. В США изоцианатные клеи применяют в производстве трехслойных плит ОСБ (плиты из крупноразмерной ориентированной стржки). При этом MDI добавляется в средний слой плиты, а в наружных используют жидкие фенольные смолы (типа СФЖ).

Полиуретановые клеи получают при совмещении изоцианатов, с гидроксилсодержащими полиэфирами. В результате реакции ступенчатой полимеризации в процессе склеивания образуется полиуретан. Основное назначение полиуретановых клеев - склеивание металлов и неметаллических материалов. Они нашли также широкое применение в производстве пенопластов, каучуков, синтетических волокон (табл.1.18).

ВНИИСС разработал серию клеев *Вилад* в виде двухупаковочных составов - компонент А имеет полиэфирную основу, компонент Б является полиизоцианатом (табл.1.19).

Вилад 11к-1 применяют для склеивания металлов, пластмасс, древесины и стекла. Компонент А представляет собой тикстропную массу на основе сложного олигоэфира и целевых добавок. Время полного отверждения при температуре 20⁰С составляет около 7 суток, при 80⁰С -5 часов, половинная прочность достигается соответственно через 16 и 2 часа. Клеевые соединения вибростойкие.

Вилад 11к-3 применяют для склеивания металлов, пластмасс, пеноматериалов, дерева и резины. Компонент А состоит из сложного олигоэфира и специальных добавок. После смешивания клей имеет вязкость 0,5-0,8 ГПа.с. Клеевые соединения отличаются высокой стойкостью к воздействию вибраций, бензина и масла.

Вилад -15 предназначен для склеивания металлов, пластмасс, пеноматериалов. Компонент А состоит из смеси сложных и простых олигоэфиров, антипирена и других добавок. Клей после смешивания имеет низкую вязкость, можно добавлять наполнитель в виде минеральных или металлических порошков. Места приготовления клеев должны быть оборудованы вытяжкой.

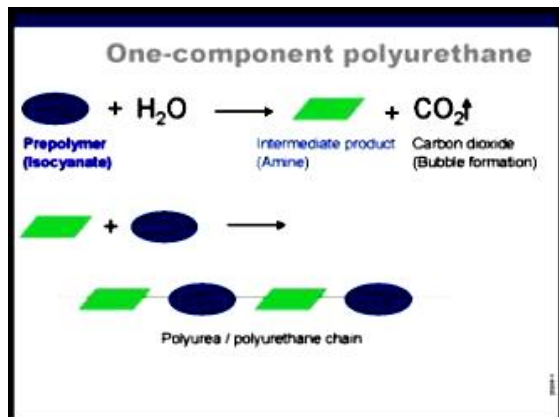
1.18. Характеристика и область применения полиуретановых клеев

Марка клея	Характеристика и область применения
ПУ -2	Пастообразная масса на основе полиэфира П-24К, полученного в результате конденсации алифатической дикарбоновой кислоты с многоатомными спиртами, и изоцианата 102-Т с добавкой портландцемента марки 400 (25%). Жизнеспособность при комнатной температуре не менее 2 ч, возможно холодное и горячее склеивание. Для склеивания капрона и органического стекла между собой и с древесными материалами
ПУ-2М	Модифицирован за счет добавки спирта, что делает его менее токсичным и повышает время жизнеспособности. Для приклеивания декоративных материалов, ПВХ-пленок, тканей
ПУ-2Б	Модификация ПУ-2 за счет замены ацетона на бензин. Для склеивания орга-

	нического стекла и приклеивания к нему капрона и лавсана
ВК-5	Состоит из продукта П-24К, диизоцианата (ДГУ), катализатора (калиевая соль метакриловой кислоты) и ацетона. Отличается от ПУ-2 более высокой адгезией и меньшей токсичностью. Компоненты клея смешивают на месте, жизнеспособность смеси - до 5 ч. Дает клеящие соединения повышенной прочности, работающие в температурном диапазоне от -60 до +60 °С. Для склеивания металлических и неметаллических материалов при комнатной температуре
ВК-11	Полиуретановая композиция, модифицированная перхлорвиниловой смолой. Жизнеспособность смеси - 6-8 ч. Время холодного склеивания - 24 ч. Для приклеивания листовых облицовочных материалов на древесные плиты, фанеру.

1.19. Основные показатели клеев типа Вилад

Показатель	Вилад 11к-1	Вилад 11к-3	Вилад 15
Сухой остаток, %	100	100	100
Соотношение компонентов А:Б	100: 85	100: 80	100: 65
Плотность, г/см ³ : компонента А компонента Б	1,16-1,28 1,23	1,1 1,23	1,0-1,1 1,23
Вязкость, ГПа.с: компонента А компонента Б	Тикстропен 0,2-0,4	12-18 0,2-0,4	0,8-1,0 0,2-0,4
Жизнеспособность, ч, не менее	3	5	5
Расход клея, г/м ²	200-500	200-400	80-300
Предел прочности, МПа:	при сдвиге при равномерном отрыве	18	7
		25	10
Срок хранения, мес	компонента А	6	
	компонента Б	12	



1.8.4. Каучуковые клеи

Каучуковые смеси - самостоятельный класс эластомерных клеящих материалов, подразделяемых на латексные и резиновые. Латексные клеи - это смеси веществ (водные дисперсии), представляющих собой коллоидную систему. Резиновые клеи являются растворами резиновых смесей или каучуков в органических растворителях.

Резиновые клеи могут быть вулканизирующимися, то есть содержать вещество, под воздействием которого при нагревании макромолекулы каучука связываются между собой с образованием пространственных структур. Такими добавками являются сера, органические ускорители и активаторы. Некоторые виды клеев, содержащие ускорители, способны вулканизоваться без нагрева (самовулканизоваться).

В большинстве современных резиновых клеев (табл.1.20) используют синтетические каучуки в сочетании с модификаторами, мягчителями, антиоксидантами, отвердителями, наполнителями. В качестве растворителей используют бинарные или тройные смеси органических жидкостей - этилацетат, ацетон, метилэтилкетон, бензин. По условиям охраны труда ограничивается применение дихлорэтана и бензола. Обычное содержание сухих веществ в резиновых клеях 20-30%.

Клеи дают эластичные швы, хорошо противостоящие ударам и вибрации, но не выдерживающие больших нагрузок, так как склонны к ползучести.

1.20. Характеристики основных каучуковых клеев

Марка	Основа и растворитель	Основные характеристики	Область применения
Резиновый (ГОСТ 2199-78)	Натуральный каучук + бензин "калоша" или авиационный	K=6-11%, морозостойкий до -50 ⁰ C	Для склеивания пенорезины, резины между собой, а также с тканями и древесиной
4010	Резиновая смесь N4010 + бензин "калоша"	K=45-55%, срок хранения не более 2 мес. со дня отгрузки	Для склеивания пенополиуретана, губчатой резины между собой, с древесиной, пенополистиролом, тканями, металлом
РЭЛ-5	Каучук СКН-40 в смеси ацетона и этил ацетата	K=23-27%, вязкость 100-200 с по ВЗ-1, срок хранения 1 год	Для облицовки древесных плит ПВХ, БСП, скл-я настилочных материалов, крепления декора.
КР-5-18р	Смесь смолы ФР-12 и каучука СКН-40Т в этилацетате	K=12-17%, время хол. склеивания 24 часа, теплого (80 ⁰ C) - 2-4 ч	Для склеивания резины на основе бутадиеннитрильных каучуков, прорезиненных тканей между собой, с древесиной и металлами.

НТ-150	Резиновая смесь на основе хлоропренового каучука в смеси этилацетата и бензина	K=30%	Для склеивания холодным способом резины, тканей с окрашенными и неокрашенными металлическими поверхностями, древесиной и пенопластами
НБ	Смесь СРБ-К в смеси этилацетата с бензином	K=23-27%, срок хранения 3 мес	Для склеивания прорезиненных тканей, резин на основе наирита и др. каучуков без последующей вулканизации, приклеивания пеноматериалов к каркасам кресел
4НБ-ув	Наирит марки НТ в смеси этилацетата и бензина	K=23-27%	Аналогично 4НБ, но клей имеет более высокое качество и стабильнее при хранении
88Н	Резиново-смоляная смесь ИРП- 1043 с этилацетатом и бензином	K=28-32%, вязкость 40 с по ВЗ-1, срок хранения 3 мес., не вызывает коррозии металлов	Для склеивания холодным способом различных материалов, а также приклеивания их к металлу, древесине, стеклу, пластмассам
88НП	Резиновая смесь 31-НП и БФ-смола марки 101 в этилацетате с бензином	K= 25-30%, вязкость 20-40 с по ВЗ-1, срок хранения 6 мес	То же
ГИПК-76	Хлоропреновый каучук с целевыми добавками	K=20-25%, вязкость 70-100 с по ВЗ-1	Для склеивания материалов в производстве мягкой мебели
УР-4	Раствор уретанового каучука УК-1 в ацетоне	K=15-25 %, вязкость 20-80 с по ВЗ-4	Для приклеивания пластифицированных ПВХ-пленок к древесине, пенопластам и металлам
УР-4+	То же с добавкой 5-15 % полиизоцианата марки Б	Высокая прочность, водо- и теплостойкость	Для склеивания конструктивных пенопластов, настильных и обивочных материалов, крепления пластмассовых элементов к щитовым деталям мебели

При склеивании каучуковыми клеями требуется подсушка клеевого слоя до состояния отлипа при склеивании холодным способом и до состояния сухой пленки - при склеивании горячим способом. Прочность склеивания древесины составляет всего 0,15-0,20 МПа после 24 часов, через 3 суток - около 2,0 МПа.

Латексные клеи представляют собой коллоидно-химические системы, в которых каучук в виде мельчайших частиц диспергирован в воде. Их преимущество - отсутствие дорогих и легко воспламеняющихся растворителей, удобство работы. В состав клея входит стабилизатор коллоидной системы, агент вулканизации, антиоксидант, пластификатор, клеящие вещества, органические растворители. Наиболее распространены латексы на основе сополимера дивинила с метилметакрилатом ДММА-65ГП. Нанесение клея двухстороннее, температура до 80⁰С. Область применения - приклеивание ПВХ-пленок к щитовым деталям мебели, приклеивание тканей к пенопласту. Латексные клеи дают шов с прочностью на 40-60 % ниже, чем каучуковые.

1.9. Белковые клеи

Природные клеи, получаемые из животных или растительных белков, известны с давних пор и сегодня также не потеряли своего промышленного значения, несмотря на изобилие синтетических клеев. Преимущество природных клеев заключается в их нетоксичности и удобстве использования, достаточной прочности соединений.

К белковым клеям относятся:

- а) *мездровый*, получаемый путем проваривания подкожного слоя шкуры животных и других отходов кожевенной промышленности;
- б) *костный*, получаемый из очищенных и обезжиренных костей животных;
- в) *рыбий* - из отходов рыбного производства;
- г) *кожный* - из обрезков дубленой кожи.

Исходным клеящим веществом в этих связующих является *коллаген*, который при температуре 80-90⁰С гидролизует, образуя *глутин* и *хондрин*. Клеящие свойства продукта зависят главным образом от содержания глутина, поэтому эта группа клеев называется глутиновыми клеями. Они выпускается в сухом виде или в виде студня.

Мездровый клей (ГОСТ 3252-80) поставляется сортов экстра, высший, первый, второй, третий. Костный клей имеет сорта высший, первый, второй, третий. Клеи готовят в виде водных растворов с концентрацией 35-55 %. Они имеют длительную жизнеспособность, безвредны, но не водостойки, поражаются грибами и имеют большую усадку. Мездровый и костный клеи выпускаются также в виде клеевой бумажной ленты для ребросклеивания шпона. Ширина ленты от 12 до 25 мм, расход клея 28-30 г/м² бумажной основы.

Принципиально иная природа у *казеиновых клеев*. Их получают из обезжиренного молока (обрата) при действии на него сычужного фермента, минеральных или органических кислот. Эти клеи сравнительно водоупорны, дают прочные швы. Клей прост в приготовлении, имеет доступную сырьевую базу. Недостатки клея - быстрое загустевание раствора, большое увлажнение древесины, окрашивание некоторых пород древесины, биологическая нестойкость.

Казеин бывает кислотный и сычужный. Первый получают при действии на обезжиренное молоко кислот: соляной, уксусной, молочной, серной; второй - при

действию сычужным ферментом - пепсином. К показателям качества казеина относятся структура и размеры зерен (не более 10 мм), содержание жира (до 3 %), зольность (до 4 %), кислотность (до 200⁰ по Тернеру), влажность (до 12 %). Клей поставляется в виде порошка, (табл.1.21).

1.21. Составы казеиновых клеев, м.ч.

Компоненты порошкообразного клея	Марки Экстра	Марки ОБ
Казеин первого сорта	35,34	-
Казеин второго сорта	35,34	70,90
Фтористый натрий	8,48	4,26
Известь гашеная	19,08	19,15
Медный купорос	0,35	-
Сода кальцинированная	-	4,28
Керосин	1,41	1,41
Итого	100	100

Фтористый натрий растворяет казеин и увеличивает жизнеспособность раствора, медный купорос увеличивает жизнеспособность и водоупорность клея, керосин препятствует образованию комков, а известь увеличивает биостойкость смеси. Рабочий раствор готовят путем добавки воды в количестве от 170 до 230 % в зависимости от желаемой вязкости клея. Компоненты тщательно перемешивают в течение не менее 30 минут до получения однородной смеси.

Срок годности клея составляет 4-6 часов, Температура склеивания не должна быть менее 12 °С, открытая и закрытая выдержки - не более 4-6 минут, давление 0,3-0,5 МПа, время отверждения 3-5 часов. Для ускорения процесса можно применять нагрев поверхностей до 50-60 °С, что сокращает время склеивания до 1-2 часов.

Альбуминовый клей готовят на основе *альбумина* - животного белка, который при 75⁰С твердеет и становится нерастворимым. При выпаривании крови животных получают кристаллический или пылевидный альбумин, растворимый в воде в соотношении 1:9. Затем при добавлении 10 % гашеной извести получают желеобразную массу.

Клей имеет низкий сухой остаток и в чистом виде используется редко. Его жизнеспособность составляет до 24 часов, клеевой шов имеет высокую прочность и водостойкость. Для получения фанеры марки ФБА используют *комбинированный клей* - смесь казеинового и альбуминового клеев (табл. 1.22):

1.22. Рецепты альбумино - казеиновых клеев, м.ч.

Компонент	Номера рецептур				
	1	2	3	4	5
Альбумин	100	100	100	20	20
Казеин	20	50	100	100	100
Вода	1200	1200	1500	800	600
Гашеная известь	14	20	30	22	22
Жидкое стекло	-	-	-	-	30

При увеличении содержания альбумина возрастает водостойкость и жизнеспособность клея, а при увеличении содержания казеина улучшается консистенция смеси и возрастает ее вязкость.

При приготовлении клеев казеин и альбумин замачивают отдельно примерно в 1/3 части воды в течение 2 часов. Затем перемешивают до получения однородной массы и добавляют известковое молоко и остаток воды. Смесь подогревают до 20 - 30 °С, перемешивают 40 - 60 минут до завершения гелеобразования. Готовый клей вызревает еще в течение 15 - 30 минут и имеет жизнеспособность 4 - 8 часов. Клеящая способность альбумино - казеиновых клеев значительно (на 25 - 30 %) выше, чем казеиновых.

1.10. Прочие клеи, используемые в деревообработке

Универсальные *акриловые клеи* созданы на основе акриловых эфиров для склеивания металлов, стекла, керамики, пластмасс. Это быстротвердеющие при 20-25 °С двухкомпонентные клеи, не содержащие растворителей. Части А и Б раздельно наносятся на склеиваемые поверхности в равных количествах, смешиваются в момент соединения поверхностей и отверждаются примерно за 2 - 3 мин. Теплостойкость клеев до 150 °С, прочность на отрыв 40-45 МПа, а время набора 50 % прочности составляет от 5 до 10 мин. Марки клеев Ан-105, Ан-106. Клеи на основе производных акриловой и метакриловой кислот применяются для склеивания бумаги, ткани, целлофана, кожи, древесины, органического и силикатного стекла (клей ПК-5).

Клеи *на основе производных целлюлозы* применяют для склеивания кожи, картона, ткани, бумаги. Клей АК-20 представляет собой раствор нитрата целлюлозы в органических растворителях. Содержание сухого остатка составляет 20 - 23 %. Температура при склеивании может достигать 60-70 °С. Клей КМЦ представляет собой водный раствор *карбоксиметилцеллюлозы* с сухим остатком 25-30 %. Применяется для приклеивания бумажных пленок к древесине холодным способом.

Карбинольные клеи готовят из производных карбинола (СНз - СО - СНз), содержащих двойные и тройные связи. При взаимодействии с ацетоном получают полимеры, имеющие высокую скорость полимеризации. Для отверждения требуются повышенная температура или азотная кислота. Клеи обладают высокой адгезией и способны склеивать металлы, пластмассу, стекло. Они дают водостойкие и химически стойкие соединения с теплостойкостью до 70 °С. Время отверждения при 20 °С составляет 5-10 часов. Жизнеспособность клея с азотной кислотой около 1 часа, с перекисью бензола - 5-6 часов.

Полиамидные клеи представляют собой полимеры с повторяющимися группами [О = С - NH -]. К этому классу полимеров относятся такие продукты, как *капрон* и *нейлон*. На основе полиамидов готовят клеи для изготовления клеевой пленки и клеевой нити. Температура плавления нити 150 - 170 °С. Спиртово - водный раствор полиамидной смолы ПФЭ-2/10 применяют с отвердителем (10 м.ч. 35 %-ного раствора малеиновой кислоты) или без отвердителя в жидком ви-

де для склеивания древесины с различными материалами. Эти клеи относительно дороги.

Перхлорвиниловые (ПХВ) клеи получают путем растворения соответствующей смолы в смеси органических растворителей. Клей имеет вязкость 80 - 120 с по ВЗ-4, сухой остаток всего 13 %. Клей марки ХВК-20 служит для приклеивания к древесине тканей, раскладок из полихлорвинила и для склеивания металла с пластмассами. Он наносится 3-4 раза на склеиваемые материалы с расходом до 700 г/м². Клей имеет длительную жизнеспособность, может отверждаться без давления в течение 1-3 часов.

Полиэфирные клеи - это ненасыщенные полиэфирные олигомеры. Наиболее известная полиэфирная смола ПН-1 является продуктом поликонденсации диэтиленгликоля с ангидридами фталевой или малеиновой кислот. Смола выпускается в виде 70 %-ного раствора в стироле и имеет жизнеспособность до 8 месяцев. При холодном склеивании используется в качестве инициатора гидроперекись изопропилбензола (гипериз) в количестве 3 % от массы смолы и ускоритель - 10 %-ный раствор нафтената кобальта в стироле в количестве 8% от массы смолы. Клей применяется в строительстве для склеивания древесины со стеклом, стеклопластиком, металлом и т.п. Он дает прозрачный шов, устойчивый ко многим агрессивным средам. Время полного отверждения составляет несколько суток, прочность при сдвиге достигает 10 - 12 МПа. (Совместимость клеев с различными материалами см. в приложении 1).

Глава 2. Продукция фанерных производств

2.1. Общие сведения о фанере и лущеном шпоне

Фанерой называют материал, полученный путем склеивания не менее трех листов лущеного шпона со взаимно перпендикулярным направлением волокон в смежных слоях (рис.2.1).

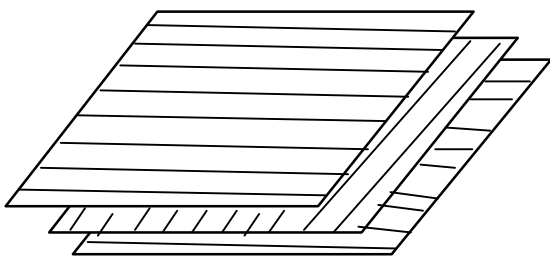


Рис.2.1. Конструкция трехслойного листа фанеры

При конструировании фанеры соблюдают следующие правила:

1. Лист фанеры должен быть симметричен относительно среднего слоя.
2. Число слоев шпона в фанере обычно нечетное (3, 5, 7, 9 и т.д.), хотя выпускается и 4-слойная фанера, в которой два внутренних слоя имеют параллельное направление волокон.

Различают фанеру равнослойную (толщина всех листов шпона одинакова) и неравнослойную. У неравнослойной фанеры желательно иметь средний слой из более толстого шпона низкого качества, а наружные слои - из тонкого высококачественного шпона. Наружные слои разделяются на лицевой и оборотный, качество которых и определяет качество листа фанеры. Лущеный шпон также имеет лицевую и оборотную стороны, при этом качество лицевой стороны шпона выше, чем оборотной, обращенной в сторону центра чурака при его лущении и имеющей больше трещин. При сборке листа фанеры (пакета) оборотная сторона шпона должна быть обращена в сторону клеевого шва.

Схематически конструкцию фанеры обозначают с указанием толщины шпона, например, запись $1,15 \times 2 + 2,20$ обозначает трехслойную фанеру с толщиной наружных слоев 1,15 мм и толщиной внутреннего слоя 2,2 мм.

Лущеный шпон является не только полуфабрикатом для изготовления фанеры и фанерной продукции, но и самостоятельной товарной продукцией, используемой обычно в мебельной промышленности для облицовки щитов и получения клееных деталей, а также в ряде других производств, обеспечивая более рациональное использование сырья, чем при использовании пиломатериалов:

а) в тарном производстве из толстого шпона делают ящичные дощечки, при этом расход древесины снижается по сравнению с вариантом пиления на 60%. Толщина шпона может составлять 4 - 8 мм;

б) в спичечном производстве шпон идет на изготовление спичечной соломки и коробок. Здесь предъявляются очень высокие требования к качеству шпона - стабильная толщина, гладкая поверхность. Основная порода - осина, толщина шпона 1,65 - 2,30 мм;

в) в карандашном производстве шпон идет на изготовление карандашной дощечки толщиной 6 мм. Основная порода - кедровая сосна. При этом полезный выход составляет всего 28-31% (при выпиливании только 15%);

г) в производстве паркетных досок из шпона получают планки лицевого покрытия. Расход древесины на 1 м² снижается почти в 3 раза по сравнению с выпиливанием.

Технические условия на лущеный шпон указаны в ГОСТ 99 - 96. Длина листов шпона колеблется в пределах от 0,8 до 2,5 м, ширина - от 0,15 до 2,5 м, толщины шпона указаны в табл.2.1

2.1. Ряды толщин лущеного шпона

Породы древесины	Ряд толщин, мм	Предельное отклонение, мм
Лиственные	0,55; 0,75; 0,95; 1,15	± 0,05
	1,25 - 4,0 с шагом 0,25	± 0,10
Хвойные	1,2 - 4,0 с шагом 0,4	± 0,15
	4,0 - 6,5 с шагом 0,5	± 0,20

Качество листов шпона может быть очень разнообразным ввиду многообразия дефектов древесины и дефектов обработки. Согласно новому стандарту (введен в действие с 1.01.98) обозначение сортов претерпело изменения (табл.2.2).

2.2. Обозначения сортов лущеного шпона по различным стандартам

Лиственные породы			Хвойные породы	
по ГОСТ 3916.1-96	Для экспортной фанеры	по ГОСТ 3916.1-89	по ГОСТ 3916.2-96	по ГОСТ 3916.2-89
Е	-	А	Ех	-
І	В	АВ	Іх	АХ
ІІ	ВВ	В	ІІх	АВХ
ІІІ	СР	ВВ	ІІІх	ВХ
ІV	С	С	ІVх	СХ

Влажность товарного шпона должна составлять $8 \pm 2\%$. Изготавливают шпон из древесины березы, ольхи, клена, ясеня, ильма, дуба, бука, липы, осины, тополя, ели, сосны, пихты, кедра и лиственницы. Рекомендуются следующие направления использования сортов шпона наружных поверхностей фанеры (табл.2.3).

2.3. Рекомендуемые направления использования лущеного шпона различных сортов

Сорт	Направление использования
Е, Ех, І, Іх	Для лицевых поверхностей под прозрачную отделку
ІІ, ІІх	Для поверхностей различного назначения под все виды отделки
ІІІ, ІІІх	Для поверхностей изделий преимущественно конструктивного назначения под непрозрачную отделку
ІV, ІVх	Без предъявления требований к внешнему виду изделий

2.2. Фанера общего назначения

Фанерой общего назначения называют фанеру, не относящуюся к специальным видам - авиационная, декоративная, бакелизированная. ГОСТ 30427 - 96 устанавливает общие правила классификации такой фанеры по внешнему виду. В зависимости от внешнего вида фанеру подразделяют на сорта Е (элита), I, II, III, IV для лиственных пород и сорта Ех, Ix, Iix, IIIx, IVx для хвойных пород. При обозначении сорта сначала указывают сорт лицевого слоя, затем - оборотного. Возможны такие комбинации (табл.2.4)

2.4. Варианты сортов фанеры общего назначения

Для лиственных пород					Для хвойных пород				
Е/Е					Ех/Ех				
Е/І	І/І				Ех/Іх	Іх/Іх			
Е/ІІ	І/ІІ	ІІ/ІІ			Ех/ІІх	Іх/ІІх	ІІх/ІІх		
Е/ІІІ	І/ІІІ	ІІ/ІІІ	ІІІ/ІІІ		Ех/ІІІх	Іх/ІІІх	ІІх/ІІІх	ІІІх/ІІІх	
	І/ІV	ІІ/ІV	ІІІ/ІV	ІV/ІV		Іх/ІVх	ІІх/ІVх	ІІІх/ІVх	ІVх/ІVх

Стандарт указывает пороки древесины (всего 32 наименования) и дефекты обработки (23 разновидности), которые необходимо учитывать при оценке качества фанеры общего назначения. Сорта шпона внутренних слоев не регламентируются, но указано, что возможные пороки древесины и дефекты обработки не должны оказывать влияние на эксплуатационные свойства продукции.

ГОСТы 3916. 1 - 96 и 3916.2 - 96 устанавливают технические требования к фанере общего назначения с наружными слоями соответственно из древесины лиственных и хвойных пород. По степени водостойкости фанера может быть марок ФСФ (повышенной водостойкости) и марки ФК (водостойкая). Ранее выпускавшаяся фанера на белковых клеях марки ФБА новыми стандартами не предусмотрена. По степени обработки поверхности различают фанеру нешлифованную (НШ), шлифованную с одной стороны (1Ш) и шлифованную с двух сторон (2Ш). Кроме того, для всех материалов обязательно указание класса эмиссии свободного формальдегида Е1 или Е2 (соответственно до 10 или от 10 до 30 мг/100 г абсолютно сухого продукта)

Стандартные размеры продукции указаны в табл. 2.5, 2.6.

2.5. Размеры листов фанеры, мм

Длина (ширина) листов фанеры	Предельное отклонение
1200, 1220, 1250	± 3,0
1500, 1525, 1800, 1830, 2100, 2135, 2440, 2500	± 4,0
2700, 2745, 3050, 3600, 3660	± 5,0

2.6. Толщина (мм) и слойность фанеры общего назначения

Толщина номиналь- ная	Слойность фанеры, не менее		Шлифованная фанера		Нешлифованная фа- нера	
	Листвен- ная	Хвойная	Предель- ное от- клонение	Разно- толщин- ность	Предель- ное от- клонение	Разно- толщин- ность
3	3	-	+0,3 / -0,4	0,6	+0,4 / -0,3	0,6
4	3	3	+0,3 / -0,5	0,6	+0,8 / -0,4	1,0
6,5	5	3	+0,4 / -0,5	0,6	+0,9 / -0,4	1,0
9	7	5	+0,4 / -0,6	0,6	+1,0 / -0,5	1,0
12	9	5	+0,5 / -0,7	0,6	+1,1 / -0,6	1,0
15	11	7	+0,6 / -0,8	0,6	+1,2 / -0,7	1,5
18	13	9	+0,7 / -0,9	0,6	+1,3 / -0,8	1,5
21	15	9	+0,8 / -1,0	0,6	+1,4 / -0,9	1,5
24	17	11	+0,9 / -1,1	0,6	+1,5 / -1,0	1,5
27	19	11	+1,0 / -1,2	1,0	+1,6 / -1,1	2,0
30	21	13	+1,1 / -1,3	1,0	+1,7 / -1,2	2,0

Допускается изготовлять фанеру других размеров, толщин и слойности по условиям договора. Для нестандартных толщин предельные отклонения составляют:

для шлифованной фанеры: $+ (0,2 + 0,03 S_{\phi})$;

$- (0,4 + 0,03 S_{\phi})$;

для нешлифованной:

$+ (0,8 + 0,03 S_{\phi})$;

$- (0,3 + 0,03 S_{\phi})$,

где S_{ϕ} - толщина фанеры, мм.

Фанера считается сделанной из той породы, из которой изготовлены ее наружные слои. Условное обозначение фанеры содержит наименование продукции, марку, сочетание сортов шпона наружных сортов, класс эмиссии, вид обработки поверхности, размеры и обозначение стандарта. Например, обозначение *Фанера береза/береза ФК, II/III, E1, III2, 2440 x 1220 x 12 ГОСТ 3916.1-96* касается березовой фанеры с внутренними слоями из березы, марки ФК с сортом лицевого слоя II и сортом оборотного слоя III, класса эмиссии E1, шлифованной с двух сторон, длиной 2440 мм, шириной 1220 мм, толщиной 12 мм.

Новые стандарты ограничивают также максимально допустимую толщину шпона. Для фанеры лиственных пород наружные слои должны быть не толще 3,5 мм, а внутренние - 4 мм. Для фанеры хвойных пород толщина наружных и внутренних слоев не должна превышать 6,5 мм.

Качество фанеры оценивается также по пределам прочности при скалывании, статическом изгибе и растяжении образцов, выпиленных из готовой продукции. Для фанеры ФСФ испытания проводят после кипячения в воде в течение 1 часа, для ФК - после вымачивания в воде в течение 24 часов. Нормируемые показатели прочности зависят от породы древесины (см.гл.7). Влажность фанеры марки ФСФ и ФК должна быть от 5 до 10%. Учет фанеры ведут как в м³, так и в м². На пакете фанеры дополнительно указывают наименование предприятия - изготовителя, его товарный знак и количество листов фанеры в пакете.

2.3. Фанера березовая авиационная

Отличительной особенностью авиационной фанеры является использование лущеного шпона (только березового) более высокого качества, малые толщины шпона и фанеры, использование только фенолоформальдегидных связующих. ГОСТ 102 - 75 предусматривает такие марки авиафанеры:

БП - А - фанера, склеенная бакелитовой пленкой марки А;

БП - В - фанера, склеенная бакелитовой пленкой марки В;

БС - 1- фанера, склеенная смолой СФЖ-3011 (б.С-1);

БПС - 1В - фанера толщиной 2; 2,5 и 3 мм, склеенная бакелитовой пленкой марки В, а также фанера толщиной 4, 5 и 6 мм, наружные слои которой склеиваются бакелитовой пленкой, а внутренние смолой СФЖ-3011.

Длина листов фанеры может быть от 1000 до 1525 мм, а ширина - от 800 до 1525 мм с градацией 25 мм. Толщина фанеры БП-А и БП-В очень мала - от 1 до 3 мм с шагом 0,5 мм; фанеры БПС-1В - от 2 до 6 мм и фанеры БС-1 - от 3 до 12 мм.

В фанере БПС-1В каждый наружный слой состоит из двух листов шпона, расположенных в одном направлении. Этот слой принимается за один и его толщина должна быть равна толщине центрального листа фанеры, а толщина наружных слоев - не более 0,4 мм.

Предусмотрено два сорта фанеры - первый и второй, отличающиеся как допуском пороков в наружных и внутренних слоях, так и прочностными показателями. Помимо предела прочности при скалывании образцов по клеевому шву после их кипячения нормируется также предел прочности при растяжении вдоль волокон наружного слоя.

2.4. Фанера декоративная

Декоративной называют фанеру, облицованную пленочными покрытиями в сочетании с декоративной бумагой или без нее. Она находит применение для внутренней отделки помещений, в мебельной промышленности, а также в вагоно- и судостроении. Материал привлекателен тем, что он имеет декоративное готовое покрытие и не требует дополнительной отделки.

Согласно ГОСТ 14614-79 декоративная фанера подразделяется:

- по количеству облицованных сторон - на одностороннюю и двухстороннюю;
- по внешнему виду облицовочного покрытия - на глянцевую и полуматовую;
- по виду облицовочного покрытия и виду связующего - на марки, указанные в таблице 2.7.

Для изготовления используют шпон лиственных пород (береза, осина, ольха, липа, тополь), а для фанеры марок ДФ-2 и ДФ-4 допускается шпон хвойных пород (сосна, ель, лиственница). Для лицевых слоев фанеры ДФ-1 и ДФ-3 допускается шпон сорта не ниже Е (сорт А), для фанеры ДФ-2 и ДФ-4 - не ниже сорта I (сорт АВ), а для оборотных слоев декоративной фанеры - не ниже сорта II (сорт ВВ).

По качеству лицевой поверхности устанавливаются два сорта - 1 и 2. Во втором сорте допускаются полосы длиной до 300 мм и шириной до 3 мм не более

двух на 1 м², белесоватые и темные пятна размером до 10 мм не более двух на 1 м², а также рябь шпона не более чем на 1/20 поверхности листа.

2.7. Марки декоративной фанеры и их характеристики

Марка фанеры	Вид облицовочного покрытия	Вид связующего
ДФ-1	Прозрачное бесцветное или окрашенное покрытие, не укрывающее текстуру натуральной древесины	Карбамидомеламиноформальдегидные смолы
ДФ-2	Непрозрачное покрытие с бумагой, имитирующей текстуру ценных пород древесины или с другим рисунком	Карбамидомеламиноформальдегидные смолы
ДФ-3	Прозрачное покрытие повышенной водостойкости, бесцветное или окрашенное, не укрывающее текстуру натуральной древесины	Меламиноформальдегидные смолы
ДФ-4	Непрозрачное покрытие повышенной водостойкости с бумагой, имитирующей текстуру ценных пород древесины или с другим рисунком	Меламиноформальдегидные смолы

Декоративную фанеру выпускают по размерам, указанным в табл. 2.8. При переобрезе возможен выпуск фанеры уменьшенных размеров по длине или ширине с шагом 25 мм, но не более 150 мм.

2.8. Размеры декоративной фанеры, мм

Длина		Ширина		Толщина	
Номинальная	Предельное отклонение	Номинальная	Предельное отклонение	Номинальная	Предельное отклонение
2440	± 5,0	1525	± 5,0	3,0; 4,0	± 0,4
2135	± 5,0	1220	± 4,0	5,0; 6,0	+0,4 / -0,5
1830	± 5,0	725	4,0	8,0	± 0,9
1525	± 5,0	-	-	10,0	± 0,9
1220	± 4,0	-	-	12,0	± 0,9

2.5. Фанера бакелизированная

Бакелизированной называют фанеру, склеенную под большим давлением из березового шпона, предварительно пропитанного фенольной (бакелитовой) смолой. Основные отличия бакелизированной фанеры от фанеры общего назначения заключаются в ее более высокой плотности (до 1200 кг/м³), большей длине листов и более темной окраске - обычно красно-коричневого оттенка. Фанера представляет собой высокопрочный, упругий, водостойкий и износостойкий материал, способный конкурировать со многими материалами, включая низколегированные стали. Бакелизированная фанера способна работать 10 -15 лет при температурах от -50 до +50 °С, а также в воде и в тропическом климате.

Применяется бакфанера в автостроении для настила полов в автобусах, троллейбусах, трамваях, для изготовления прицепов, контейнеров, трейлеров, кузовов и т.п.; в судостроении в качестве обшивочного материала для лодок, яхт, небольших судов; в строительстве как опалубочный материал, при изготовле-

нии складов, навесов, перегородок, прилавок; в гидротехническом строительстве, а также в машиностроении как конструкционный материал.

Выпускают следующие марки фанеры:

ФБС - для изготовления конструкций в машино-, авто- и судостроении, в строительстве, работающих в атмосферных условиях. Применяется спирторастворимая смола. Для внутренних слоев допускается применять не пропитку, а нанесение смолы на шпон,

ФБВ - для изготовления внутренних конструкций в машиностроении и строительстве. В качестве связующего используется водорастворимая фенольная смола.

Размеры фанеры по длине составляют 7700, 5700, 5600, 4900, 4400 и 1500 мм, а по ширине 1550, 1500 и 1250 мм; ряд толщин - 5, 7, 10, 12, 14, 16 и 18 мм. Для изготовления применяют лущеный березовый шпон марок В и ВВ. У бакелизированной фанеры стандарт регламентирует не только пределы прочности при скалывании по клеевому слою после кипячения образцов в воде, но и пределы прочности при растяжении и изгибе (см. гл.7). По этим показателям фанера марки ФБС может быть отнесена к высшей или первой категории качества. При маркировке продукции на каждый лист фанеры наклеивают бумажную этикетку с указанием завода - изготовителя, марки, толщины листа, номера запрессовки и ГОСТ 11539 - 83.

Специально для выполнения опалубки в промышленном и гражданском строительстве выпускается бакелизированная фанера марки **ФБС-С** (ТУ ОП 13-5747575 -16-87). Расположение волокон в смежных слоях - взаимно перпендикулярное, толщина фанеры 10-12 мм, длина - до 5600 мм. При сборке чередуют листы шпона с нанесенной смолой и листы без смолы, что позволяет снизить расход клея в 1,5 - 2 раза. Оборачиваемость нового материала - до 100 раз.

2.6. Пластики древесные слоистые (ДСП)

Технология производства пластиков близка к технологии производства бакелизированной фанеры. Главное отличие заключается в более высоком давлении прессования - до 15 МПа, что позволяет получать материал с упрессовкой до 40% и плотностью до 1300 кг/м³. Он используется в основном как заменитель цветных металлов в машиностроении. ГОСТ 13913-78 указывает следующие марки древесно - слоистых пластиков:

ДСП-А - волокна древесины шпона во всех слоях имеют параллельное направление или каждые 4 слоя с параллельным направлением волокон чередуются с одним слоем, имеющим направление волокон под углом 20 - 25⁰. Пластик применяется при изготовлении дейдвудных подшипников в судостроении;

ДСП-Б - каждые 8 - 12 слоев с параллельным направлением слоев чередуются с одним слоем, имеющим перпендикулярное направление волокон. Применяется как конструкционный и антифрикционный материал. Пластик ДСП-Б-э разработан для использования в электроаппаратуре высокого напряжения, электрических машин, трансформаторов, ртутных выпрямителей и т.п. Пластик ДСП-Б-м применяется как самосмазывающий материал, в частности в качестве

ползунов лесопильных рам, а пластик марки ДСП-Б-т - для изготовления деталей машин текстильной промышленности;

ДСП-В - волокна древесины в смежных слоях взаимно перпендикулярны. Материал применяется в качестве зубчатых колес, втулок и вкладышей подшипников, а с индексом "м" - как самосмазывающий антифрикционный материал;

ДСП-Г - волокна древесины в смежных слоях последовательно смещены на угол 45° . Применяется там же, где и пластик ДСП-В, но обладает более высокой изотропностью свойств.

Пластики изготовляют в виде листов толщиной от 1 до 12 мм, которые могут быть цельные с размером до 1500 x 1500 мм или составные с длиной до 5600 мм. Материал толщиной от 15 до 60 мм называют плитами, которые могут быть также цельными или составными с теми же размерами по длине и ширине. Минимально допустимый размер - 700 x 600 мм. Для изготовления применяют только березовый лущеный шпон I - IV сортов.

У пластиков регламентируются физические показатели - плотность, водопоглощение, а также пределы прочности при растяжении и сжатии вдоль волокон, статическом изгибе, ударная вязкость при изгибе, прочность при скалывании по клеевому слою и твердость торцевой поверхности. Прочностные показатели пластиков примерно в 2 - 3 раза выше, чем у натуральной древесины.

2.7. Плиты фанерные

Фанерные плиты изготовляют из семи и более слоев шпона с применением фенолоформальдегидных и карбамидоформальдегидных смол. Плиты применяют для последующего раскроя на заготовки целевого назначения. ГОСТ 8673 - 93 указывает следующие марки фанерных плит:

ПФ-А - смежные слои имеют взаимно перпендикулярное направление волокон древесины. Плиты могут быть облицованы с одной или двух сторон. Применяются в вагостроении, сельхозмашиностроении, в оборудовании для мукомольно-крупяной промышленности;

ПФ-Б - каждые пять слоев шпона с параллельным направлением волокон чередуются с одним слоем шпона, имеющим перпендикулярное направление волокон. Применяют в сельхозмашиностроении, автостроении, обостроении;

ПФ-В - все слои шпона имеют параллельное направление волокон, кроме двух центральных, расположенных перпендикулярно. Область применения - сельхозмашиностроение;

ПФ-Х и **ПФО-Х** - все слои шпона имеют параллельное направление волокон. Применяются соответственно для изготовления ручек и крюков хоккейных клюшек. В плитах ПФ-Х толщиной 13 мм имеются два перпендикулярных слоя, расположенные симметрично двум центральным слоям;

ПФ-Л - все слои шпона имеют параллельное направление волокон, используются в производстве лыж;

ПФД-Х - слои шпона 1, 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12 имеют параллельное направление волокон, 3 и 10 - перпендикулярное, а 5 и 8 состоят из двух продольных размеров 1600 x 400 мм и четырех поперечных кусков размером 800 x 400 мм. Применяются для изготовления цельноклееных детских клюшек.

Толщина фанерных плит составляет от 8 до 78 мм, ширина - до 1525, длина - до 2440 мм. Для изготовления можно применять не только березовый, но и липовый, осиновый или хвойный (сосновый) шпон. Плиты испытывают на скалывание по клеевому слою, ударный и статический изгиб. Плотность плит находится в пределах 550 - 850 кг/м³. Изготовители фанерных плит - Усть-Ижорский, Мантуровский, Тавдинский, Уфимский, Пермский, Жешартский фанерные комбинаты.

Для полов контейнеров выпускается фанера **ФП-2** на смоле СФЖ-3014. Толщина фанеры 20 мм, число слоев 15. Используется березовый шпон толщиной 1,5 мм, прочность при изгибе - до 76,4 МПа. В результате удается для контейнера марки УУК-3 заменить пиломатериалы толщиной 40 мм на фанеру толщиной 20 мм и снизить массу контейнера на 20 кг.

2.8. Другие виды фанерной продукции

Фанера для авто- вагоно- и контейнеростроения (ТУ 13-832-85) выпускается марок:

- ФО-1** - облицованная пленками с одной стороны, толщиной 20 мм;
- ФО-2** - облицованная пленками с двух сторон, толщиной 20 мм;
- ФП-1** - под защитное покрытие с одной стороны, толщиной 15-45 мм;
- ФП-2** - под защитное покрытие с двух сторон, толщиной 15-45 мм.

Фанера может быть из березового или хвойного шпона, на фенольных связующих, с плотностью не более 900 кг/м³, форматом 2440x1525 мм.

Терморезистивная фанера имеет средний слой из электропроводного материала, допускающего нагрев до 60 - 80 °С. Фанера марки ФТО-В выпускается с водостойким покрытием наружных слоев на основе смолы СБС-1, марки ФТО-Л - облицована бумажной пленкой, пропитанной фенолоформальдегидной смолой. Фанера марки ФТО-Б производится по технологии бакелизированной фанеры, а марки ФТО-П - по технологии древесно-слоистых пластиков. Толщина терморезистивной фанеры - 10 - 12 мм. В качестве электропроводного материала выступает углеволокнистая бумага с сопротивлением 45-90 Ом. Напряжения питания - 50-60 В, удельная мощность 400 - 500 Вт/м².

Композиционная фанера представляет собой композицию двух или трех различных древесных материалов. Возможен вариант фанеры с серединкой из полос, получающихся при форматной обрезке готовой продукции, промежуточных и наружных слоев делового шпона. Прочность при изгибе такой продукции не менее 30 МПа. Возможна композиция лущеного шпона с тонкими (3 - 10 мм) древесностружечными плитами. Для получения прочности не менее 50 % от прочности традиционной фанеры доля наружных слоев (шпона) должна составлять не менее 1/3 от толщины готовой продукции.

Огнезащитная водостойкая фанера выпускается для строительства пассажирских железнодорожных вагонов, в том числе вагонов метро, где проблема пожарной безопасности стоит очень остро. Фанера выпускается толщиной 15 и 19 мм из шпона лиственных и хвойных пород, пропитанного антипиреном - раствором ЖКУ по ТУ 6-47-02-88. Пропитанный и высушенный шпон склеивается фенолоформальдегидной смолой СФЖ-3014. В остальном эта фанера по своим показателям близка к фанерным плитам марки ПФ-А. Фанера относится к труд-

ногорючим материалам с индексом распространения пламени не более 20 (ГОСТ 12.1.044-89).

Шпоновые доски представляют собой материал из слоев лущеного шпона, обычно толщиной 3-4 мм, склеенных вдоль волокон в продукцию практически любых размеров. Их применяют как строительный материал для несущих и ограждающих конструкций. По сравнению с обычными пиломатериалами шпоновые доски имеют повышенную прочность, упругость и формоустойчивость (табл. 2.9).

2.9. Сравнение показателей пиломатериалов и шпоновых досок (балок LVL)

Показатель	Шпоновые доски	Клееные пиломатериалы, сорт L40	Конструкционные пиломатериалы, сорт Т30
Допускаемое напряжение при изгибе, Н/мм ²	16	14	11
Допускаемое напряжение при сдвиге, Н/мм ²	1,7	1,2	1,2
Модуль упругости при изгибе, Н/мм ²	10 700	8 400	7 000

Для фанерных предприятий производство шпоновых досок представляет интерес как возможность более полного использования низкосортного и кускового шпона, получение новой продукции на прежней сырьевой базе.

В Финляндии первая промышленная линия фирмы "Raute" мощностью 20 тыс.м³ запущена в 1975 году, а с 1984 года оборудование продается в США. Доски изготавливаются из шпона толщиной 3 мм, толщина готового изделия от 19 до 90 мм, что позволяет его использовать как балки, панели, брусья в строительном деле. Ширина материала 200-600 мм, длина 18-23 м и ограничивается возможностями транспортных средств. Новый материал подобен фанере большой толщины с той разницей, что волокна шпона располагаются только в одном (продольном) направлении. Применяют феноло - и меламиноформальдегидные клеи, сырье - ель, сосна, береза. Длина чураков 1,3-1,9 м, расход сырья примерно 3 м³/м³.

Объем производства шпоноклееных балок в Финляндии составляет около 30 тыс.м³ в год. В Австралии материал типа шпоновых досок получил название *Huspan*. Там выпускаются доски толщиной 36, 45, 63 мм и шириной 150, 200, 240, 300, 360 и 400 мм. Длина по условиям транспортировки не превышает 12 м. Отмечается, что *Huspan* появился на рынке в 1986 году и в жилищном строительстве (в надпотолочных покрытиях, при устройстве полов, в качестве стоек, распорок, перемычек и т.п.) является более экономичным, чем пиломатериалы.

Глава 3. Цех подготовки сырья к лущению

3.1. Склад сырья

Фанерное сырье заготавливают по техническим условиям, определяемым по ГОСТ 9462-88 и 9463-88 соответственно для лиственных и хвойных пород. Наиболее широко используется береза, так как она обладает малой сбежистостью, однородностью структуры, высокой прочностью. К недостаткам березы относятся неправильная форма ствола, сравнительно большая доля коры и ее более прочное (чем у хвойных пород) сцепление с древесиной.

Древесина хвойных пород отличается повышенной смолистостью, большой разницей в свойствах ранней и поздней древесины годичных слоев (за исключением кедра), что порождает неравномерную прочность и толщину лущеного шпона, его повышенную шероховатость и не позволяет получать тонкий шпон. Тем не менее доля использования хвойного сырья, в основном соснового, в фанерной промышленности постоянно растет в связи с ростом производства строительной фанеры больших толщин.

Сырье лиственных пород может заготавливаться в чураках: при диаметре 16 см и более установлены длины 1,3 и 1,6 м и кратные им; 18 см и более - 1,91; 2,23; 2,54 м и кратные им. Средний диаметр березового сырья составляет 22 - 24 см. Лесоматериалы хвойных пород имеют минимальный диаметр 18 см. При диаметре 18 см и более установлены длины 1,3; 1,6 м и кратные им, 20 см и более - 1,91; 2,23; 2,54 м и кратные.

Для производства фанеры используют сырье 1-го и 2-го сортов. Основные сортообразующие пороки - сучки, ложное ядро, кривизна, внутренняя гниль, синева, торцовые трещины, прорость и пр. Способы поставки сырья такие же, как в лесопильном производстве, - автомобильный, железнодорожный транспорт или водный путь. Для обеспечения плавучести березы ее сплавляют вместе с хвойными породами.

Лесосплавное сырье поступает на рейд предприятия - часть акватории, предназначенной для приемки, временного хранения и подачи сырья в производство. Площадь акватории определяется ее удельной вместимостью, которая составляет 1,2 - 1,5 м³/м² при хранении древесины в пучках и 1,5 - 3,0 м³/м² при хранении сырья в многорядных плотках.

Поступившее сырье проверяется путем размолевки нескольких пучков или секций плота и поштучного определения объема и сорта каждого кряжа. Результаты такой выборочной проверки распространяются на весь плот. Выгрузка кряжей происходит с помощью продольных цепных конвейеров, выгрузка пучков - с помощью кранового оборудования, оснащенного стропами или грейферами. Сырье хранится в штабелях, которые могут быть плотными (без прокладок), пакетными, то есть из пакетов объемом 3 - 10 м³, или пакетно - рядовыми из пакетов с горизонтальными прокладками.

Размеры штабелей зависят от используемого оборудования. При наличии кабельного крана высота штабеля может составлять 12-14 м, длина 200 - 350 м.

Сырье, укладываемое в штабеля, должно быть рассортировано по породам, сортам и размерам. Общая площадь склада

$$F = \frac{Q}{H K_{ш} K_n},$$

где Q - количество сырья, м³; H - средняя высота штабеля, м; $K_{ш}$ - коэффициент заполнения штабеля; K_n - коэффициент использования площади (табл.3.1).

3.1. Укрупненные значения величин для определения площади склада

Назначения склада	$K_{ш}$	K_n	$H, м$
Для длинных кряжей	0,55 ... 0,65	0,4 ... 0,6	6 ... 12
Для кряжей длиной до 3 м	0,55 ... 0,75	0,3 ... 0,4	2 ... 4

По стойкости при хранении круглые лесоматериалы разделяются на классы (табл. 3.2, 3.3). Все способы хранения сырья основаны на создании условий, препятствующих загниванию древесины за счет сохранения высокой влажности сырья и понижения ее температуры.

Затопление в воде применяется при больших запасах сырья. Используются естественные и искусственные водоемы. Возможны следующие варианты хранения сырья:

- в многорядных плотках на плаву, а для сохранности верхних рядов проводится их дождевание;
- в затопленных многорядных плотках с накатом из низкосортной древесины;
- в затопленных штабелях в искусственных бассейнах глубиной 3-4 м с надводной частью из низкосортной древесины. В зимнее время бассейны обогреваются. Срок хранения в воде неограничен.

Древесные породы подразделяются по классам стойкости (табл.3.2)

3.2. Классы стойкости древесины

Класс стойкости	Стойкость		
	к повреждению насекомыми	к повреждению грибами	к растрескиванию
I – стойкие	Пихта, береза, бук, граб, клен, ольха, тополь, явор	Пихта, дуб, ильмовые, клен, явор, ясень	Ель, сосна, пихта, кедр, осина, липа, тополь, береза
II - нестойкие	Ель, сосна, лиственница, кедр, дуб, ильмовые, ясень	Ель, сосна, лиственница, кедр, береза, бук, граб, ольха, осина, тополь, липа	Лиственница, бук, граб, ильмовые, явор, клен, дуб, ясень

Соответственно классам стойкости рекомендуются меры защиты, указанные в табл.3.3.

Наиболее дешевым способом является сохранение сырья *дождеванием* с помощью разбрызгивания воды в штабеле, над штабелем и в межштабельном пространстве. В сутки проводят 6-10 поливов по 15 минут. Срок хранения сырья - до 2,5 месяцев. Дождевальные установки могут быть стационарными или передвижными. Разработанная Зеленодольским ПКТБ система дождевания позволяет обрабатывать 3 - 4 штабеля длиной 270 м и высотой 6 м с интенсивностью полива 0,8 мм/мин.

3.3. Меры защиты фанерного сырья при хранении

Продолжительность хранения в теплый период года	Класс стойкости	Климатическая зона	Вид укладки штабеля и меры защиты
До 3 месяцев	Для лесоматериалов хвойных пород		
	I, II	1, 2	Плотная укладка с сохранением коры
Свыше 3 месяцев	I	3, 4	
	II	3, 4	То же с затенением
Свыше 3 месяцев	I	1 - 4	Плотная укладка с сохранением коры
	II	1 - 4	
До 1 месяца	Для лесоматериалов лиственных пород		
	I, II	1	Плотная укладка с сохранением коры
I	2, 3, 4	То же с затенением	
Свыше 1 месяца	II	2, 3, 4	То же и покрытие торцов
	I	1	
	II	1	То же с затенением
	I, II	2, 3, 4	То же и покрытие торцов, дождевание или затопление

Мокрое хранение сырья основано на создании повышенной влажности у торцов чураков. Для этого промежутки между штабелями заполняют опилками, которые увлажняют 1-2 раза в день из лотков или трубопроводов.

Хранение сырья замораживанием применяется для высококачественного сырья, которое поступает в зимнее время, а используется летом. Сырье укладывают рядами на снеговую подушку, снег засыпают в зазоры и поверх штабеля, уплотняют и поливают водой. В таком ледяном штабеле сырье может храниться до осени. Объем сырья должен быть не менее 100 м³.

Замазка торцов влагозащитными и антисептическими препаратами может быть горячей с помощью битума или каменноугольной смолы или холодной с использованием смеси из битума, глины и воды. Действие замазок колеблется в пределах от 2 до 6 месяцев. Во всех случаях хранение в кряжах более эффективно, чем в чураках.

3.2. Разделка и окорка сырья

Подготовка сырья к лущению включает в себя три операции: гидротермообработку (ГТО), окорку и разделку кряжей на чураки. Последовательность их может быть различной в зависимости от конкретных, в основном климатических, условий данного предприятия.

Вариант ГТО - окорка - разделка удобен для зимнего времени года, так как облегчает окорку сырья, однако захламляет бассейны корой и допускает попадание в бассейны некондиционной (дровяной) древесины, неизбежно поступающей на склад сырья вместе с фанерными кряжами.

Вариант разделка - окорка - ГТО позволяет отсечь на первой стадии все некондиционное сырье и избежать сильного загрязнения воды в бассейнах корой с ее токсичными дубильными веществами.

Разделка сырья на чураки включает в себя предварительную разметку и собственно разделку сырья на круглопиловых станках различного типа, в основном балансирных или маятниковых (табл.3.4). Наиболее распространенным отечественным агрегатом является ПА-15 (табл 3.4., рис.3.1)

3.4. Техническая характеристика станка ПА-15

Длины отпиливаемых сортиментов, мм	1330, 2570	Скорость резания, м/с	70
Рабочее давление, МПа	6,3	Скорость надвигания пилы, м/с	0,60
Установл. мощность двигателей, кВт	44,7	Скорость движения конвейера, м/с	0,86
Макс. диаметр сырья, мм	600	Масса агрегата, кг	5 750

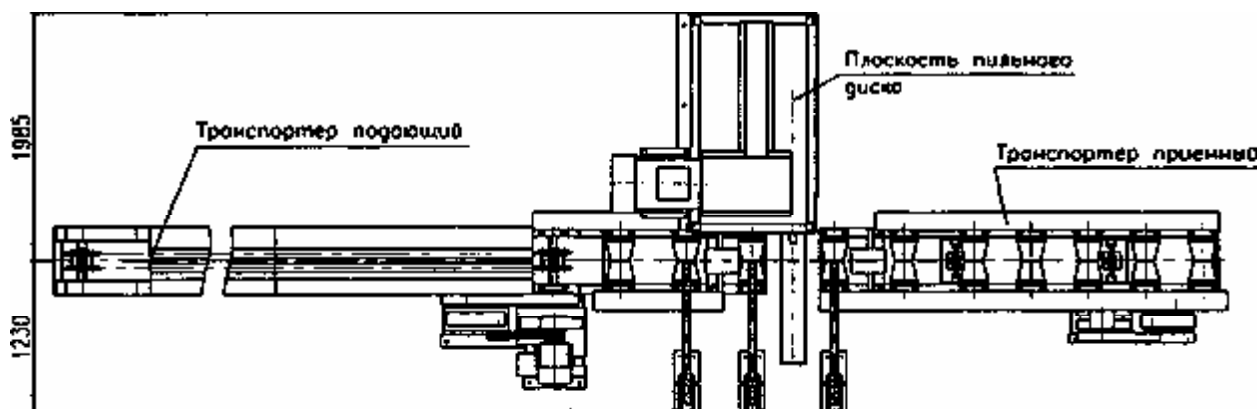


Рис.3.1 Станок для раскряж на чураки модели ПА-15 (вид в плане)

Производительность такого станка определяется по формуле, м³

$$P_{\text{час}} = \frac{3600 K_p}{t_{\text{ц}} n} V_c,$$

где K_p - коэффициент рабочего времени; учитывает потери времени на настройку и подготовку станка к работе, на отвлечение рабочего по личным надобностям; можно принять 0,95...0,97, то есть считать, что 3...5 % рабочего времени станок простаивает по указанным выше причинам; $t_{\text{ц}}$ - время цикла, с; n - число пропилов, приходящихся на один чурак с учетом оторцовки и вырезки дефектных мест, $n = 1,25-1,50$; V_c - объем чурака, м³ (табл.3.5).

Цикл включает в себя опускание пилы, пиление, подъем пилы и передвижение кряжа. Время цикла зависит от диаметра кряжа (чурака) D_c :

D_c , см	18	20	25	30	35	40
$t_{\text{ц}}$ с	8,0	8,6	10,3	12,8	16,4	22,0

3.5. Объем чураков в зависимости от их длины и диаметра

Диаметр чурака, см	Объем чураков, м ³ , при длине чураков, м				
	2,50	2,20	1,90	1,60	1,30
16	0,056	0,048	0,042	0,035	0,028
18	0,071	0,062	0,053	0,044	0,035
20	0,087	0,076	0,065	0,054	0,043
22	0,107	0,093	0,079	0,066	0,053
24	0,130	0,114	0,098	0,080	0,064
26	0,154	0,135	0,116	0,096	0,076
28	0,180	0,157	0,136	0,112	0,089
30	0,200	0,181	0,156	0,128	0,102
32	0,230	0,200	0,180	0,145	0,116
34	0,260	0,230	0,200	0,170	0,140
36	0,300	0,260	0,220	0,195	0,164

Нужно иметь в виду, что объём круглых лесоматериалов всегда больше, чем объём цилиндра такого же диаметра и длины. Дело в том, что диаметр кряжа или чурака замеряется в вершинном торце (без коры), а каждый сортимент имеет определенную сбежистость, то есть превышение комлевого диаметра над вершинным. По этой причине объёмы круглых лесоматериалов необходимо искать в специальных таблицах.

При распиловке необходимо оторцевать комель, выпилить гниль и большие сучки. Финской фирмой "Raute" создана система разделки фанерного сырья по объёмной спецификации. На конвейере подачи кряжей имеется замерная рама, которая замеряет кряжи с трех сторон и передает данные в ЭВМ, в результате на экране дисплея появляются три варианта разделки, из которых оператор выбирает оптимальный для данных условий работы. Производительность - 11 чураков в минуту.

ЦНИИфанеры для круглых лесоматериалов с фиксированной длиной создал комплексную систему учета древесного сырья (КСАУ-1М), которая ведет учет количества кряжей и объёма сырья, вычисляет средний диаметр и выдает результаты на дисплей ЭВМ или на печать по вызову оператора. Система может обслуживать один или два конвейера, число длин - до 6, число градаций диаметров 16 - 19 с шагом 2 см. В системе использованы датчики фотоэлектрического типа, с помощью которых измеряются диаметры в трех точках по длине кряжа и в расчет принимается минимальный диаметр.

Окорка сырья выполняется на окорочных станках роторного типа с тупыми короснимателями (рис.3.2а), а при отсутствии их - непосредственно на луцильных станках. Окорка дает следующие преимущества в технологии производства лущеного шпона:

- а) уменьшается затупление луцильного ножа на 15-20%;
- б) зазор между ножом и прижимной линейкой меньше забивается лубом и частичками древесины;
- в) шпон-рванину без коры можно использовать для получения более качественной технологической щепы;
- г) увеличивается производительность луцильного станка на 4-5 %.

Качество окорки зависит от силы сцепления коры с древесиной - чем выше температура и влажность древесины, тем лучше качество окорки. Поэтому в

зимнее время необходима предварительная тепловая обработка сырья, особенно березового. При выборе марки станка следует обращать внимание на наименьшую длину окариваемого сортимента (табл. 3.6).

На фанерных заводах применяются также двухроторные окорочные станки 2ОК63-1, дающие более высокое качество окорки и имеющие высокую производительность. Отечественная промышленность выпускает сегодня также окорочный станок ОК63-2 (рис.3.3)

Известен гидравлический способ окорки круглых лесоматериалов (рис.3.2б). Вода подается на материал из форсунок под большим давлением (до 8,5 МПа) и срывает кору со ствола при скорости подачи 11 - 16 м/мин. Этим достигается высокое качество окорки, но при большом расходе энергии.

Разделка и окорка могут осуществляться в одной линии, например, в линии ЛОРС с балансирным станком ЦФК-6 и окорочным ОК63. Производительность линии до 25 м³/ч.

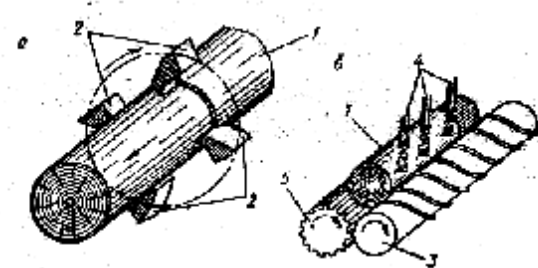


Рис. 3.2. Принципиальные схемы окорки фанерного сырья: а - с помощью ротора с тупыми короснимателями, б - с помощью воды, подаваемой под большим давлением; 1 - окариваемый чурок, 2 - вращающиеся резцы-коросниматели, 3 - винтовой вал для продольного перемещения чурака, 4 - сопла, 5 - рифленый валик для вращения чурака.

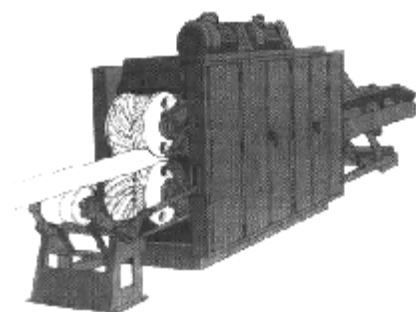


Рис.3.3. Общий вид окорочного станка ОК 63-2 Петрозаводского станкозавода

3.6 Характеристики окорочных станков

Параметры	ОК 63-2	2 ОК 63-1	VK-26/66	VK-32
Диаметр сырья, см	10 - 55	10 - 55	10-61	13-76
Миним. длина сырья, м	2,7	2,7	1,8	2,4
Скорость подачи, м/мин	12 - 60	12 - 60	17-40	17, 19, 30
Частота вращения ротора, 1/мин	150; 200; 300	150; 200; 300	240	160
Число ножей в роторе, шт.	6	6 + 6	8	8
Установленная мощность, кВт	50,0	65,12	41	52
Масса (с рольгангами), кг	9840	12500	-	12 500
Габаритные размеры, м	8,0 x 2,22 x 2,56	9,8 x 2,3 x 2,56	9,8x2,28x 2,35	13,3x2,45x 3,1

Часовая производительность окорочного станка, м³:

$$P_{\text{час}} = \frac{60V_c U K_p K_m}{l},$$

где V_c - объём чурака, м³; U - скорость подачи, м/мин; l - длина чурака, м; $K_p = 0,8 - 0,85$; - коэффициент машинного времени, $K_m = (0,7 - 0,85)$.

3.3. Тепловая обработка сырья

Гидротермообработка древесины необходима для повышения пластичности материала с целью повышения качества окорки и снижения глубины трещин на внутренней стороне шпона при его лущении. Оптимальная температура древесины перед лущением показана в табл. 3.7.

Режимы проварки (табл.3.8-3.9) могут быть мягкие (30-40 °С), применяемые для открытых бассейнов, то есть находящихся под открытым небом, и жесткие (60 - 80 °С), используемые для закрытых бассейнов. Мягкие режимы обеспечивают равномерный нагрев и высокое качество шпона. Применение жестких режимов требует дополнительной выдержки чураков перед лущением (1-3 часа) и предварительной сортировки по диаметрам.

3.7. Оптимальная температура древесины перед лущением

Порода древесины	Температура поверхности, °С	
	карандаша (минимальная)	оцилиндрованного чурака (максимальная)
Осина и липа	10	25 - 30
Береза и ольха	20	40 - 50
Сосна	20	40 - 50
Ель	30	50 - 60
Лиственница	30	50 - 60
Бук	30	50 - 60

3.8. Режимы обработки сырья в открытых бассейнах ($t_c = 40$ °С)

Диаметр сырья, см	Время проварки, час, при температуре воздуха, °С				
	Свыше 0	До -10	До -20	До -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					
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

3.9. Режимы обработки сырья в закрытых бассейнах

Диаметр сырья,	Температура воды в бассейнах, °С	
	60	70 - 80

см	Время проварки, ч, при температуре воздуха, °С				
	Свыше 0	До -10	До -20	До -30	До -40
Лиственные породы (береза, ольха)					
До 20	1	1,5	2	2,5	3
21 - 25	2	3	3,5	4,5	6
26 - 30	3,5	5	6	7	8
31 - 35	5	7	8,5	10	12
36 и более	7 - 8	8 - 10	9 - 11	11 - 13	14 - 16
Лиственные породы (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
31 - 35	3,5	5	6,5	7,5	9
36 и более	4 - 6	6 - 8	7,5 - 10	9 - 11	11 - 13
Хвойные породы (сосна, лиственница)					
до 20	1,5 - 2	2	2,5	3	4
21 - 25	2,5 - 3	4,5	5	6	7,5
26 - 30	3 - 5	6	7	8	9,5
31 - 35	4 - 6	8	10	12	15
36 и более	7 - 9	9 - 11	12 - 14	14 - 16	18 - 19

3.4. Оборудование для гидротермообработки

Наиболее распространены открытые бассейны, представляющие собой железобетонные ямы, оснащенные грузоподъемным оборудованием (рис.3.4). Загрузка сырья может осуществляться в трех вариантах:

- навалом с помощью грейферных захватов крана;
- в пучках, подготавливаемых на специальных площадках перед бассейнами;
- в специальных контейнерах с бетонными крышками.

Последний вариант является наиболее рациональным, так как позволяет снизить тепловые потери и гарантирует прогрев и самых верхних кражей или чураков за счет притапливания древесины крышками контейнеров.

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. Сменная производительность секции, м³:

$$П_{см} = L B H K_z K_y K_p (T_{см}/t) ,$$

где L, B, H - соответственно длина, ширина и глубина секции, м; K_z - коэффициент загрузки, при работе в пучках $K_z = 0,90$, при загрузке в контейнерах $K_z = 0,65$; K_y - коэффициент плотности укладки сырья, $K_y = 0,70$; K_p - коэффициент рабочего времени, $K_p = 0,95$; $T_{см}$ - продолжительность смены, $T_{см} = 8$ ч; t - суммарное время оттаивания и прогрева сырья, ч:

$$t = t_{табл.} K_n K_\delta K_x ,$$

где $t_{табл.}$ - время прогрева (табл.3.9, 3.9); K_n - коэффициент породы древесины (сосна, ель, кедр - 1,0; лиственница - 1,2); K_δ - коэффициент, зависящий от способа доставки (сплавное сырье - 1,2; по железной дороге - 1,0); K_x - коэффици-

ент, зависящий от способа хранения (дождевание, водное хранение - 1,0; влагозащитные замазки - 1,2; плотная укладка на срок более 2 мес. - 1,4).

Годовая производительность одной секции, м³/год $\Pi_{год} = \Pi_{см} N$,
где N - число рабочих смен в году, $N = 260 \cdot 3 = 780$ смен.

Необходимое число секций $n = Q_{год} / \Pi_{год}$,

где $Q_{год}$ - годовой объём сырья, подлежащий проварке, м³.

Число секций должно быть не менее двух. 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.

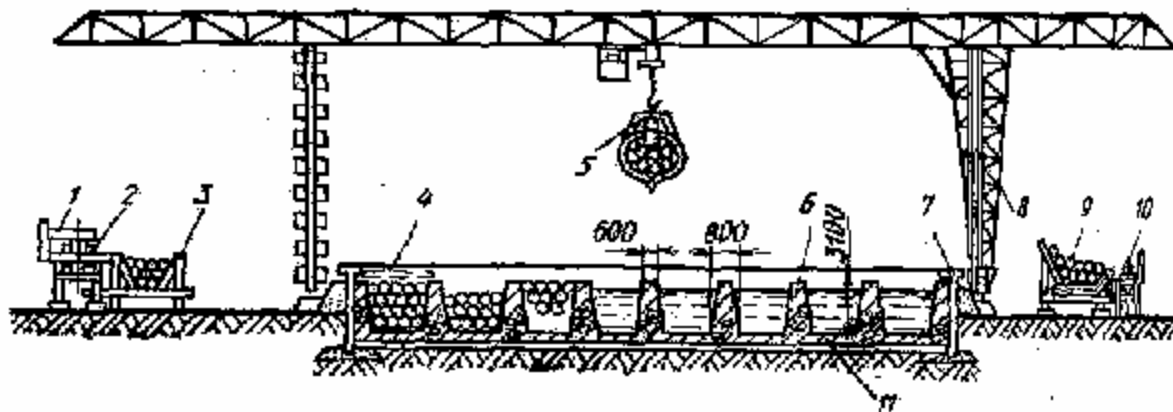
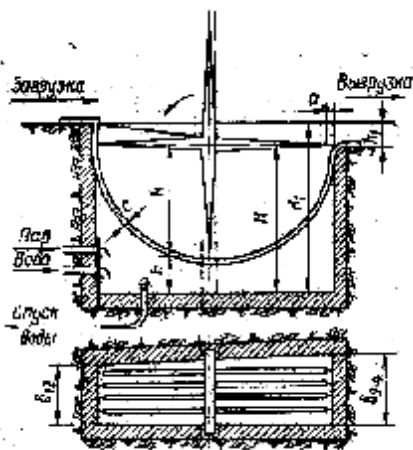


Рис.3.4. Бассейн с консольно-козловым краном для прогрева фанерного сырья: 1 – сбрасыватель, 2 – загрузочный конвейер, 3 – накопитель кряжей, 4 – крышка, 5 – грейферный захват, 6 – разделительная тумба, 7 – стена, 8 – кран, 9 – передвижной перегрузчик, 10 – разгрузочный конвейер.



Закрытые бассейны с мотовилом предназначены для прогрева чураков и устраиваются внутри помещений. Мотовило представляет собой крестовину, наполовину находящуюся в воде (рис.3.5). При повороте крестовины очередная порция чураков загружается в воду, а прогретые чураки всплывают и передаются для последующей обработки в лущильный цех. Радиус мотовила составляет 2,5-3,5 м. Проворачивается мотовило вручную или механически (при большом радиусе).

Рис.3.5. Схема бассейна с мотовилом

На некоторых предприятиях совмещают прогрев кряжей (чураков) в открытых бассейнах с дополнительным прогревом зимой чураков 1-го сорта в бассейнах с мотовилом, особенно для производства авиационного шпона.

Производительность варочного бассейна с мотовилом

$$P_{час} = \frac{pK_p K_3 R^2 l_c}{2t},$$

где K_p - коэффициент рабочего времени, $K_p = 0,95$; K_3 - коэффициент заполнения бассейна, $K_3 = 0,60$; R - радиус мотовила, м; промышленностью выпускаются бассейны с радиусом мотовила 2,5; 2,75; 3,5 м; l_c - длина чурака, м; t - время прогрева чураков, ч.

Удачной является конструкция закрытых бассейнов конструкции Зеленодольского СПКТБ с легкой крышей из фанерных листов (без теплоизоляции) - рис.3.6. Внутри имеются дождевальные установки, а перемещение пучков в бетонных бассейнах с горячей водой достигается с помощью тросовой лебедки. Выгрузка пучков - с помощью крана с манипулятором после размолвки пучка в воде. Бассейн подразделен легкими перегородками на несколько секций. В местах перегородок имеются переходные мостики, с которых при необходимости можно управлять продвижением пучков. Размеры бассейна зависят от мощности предприятия.

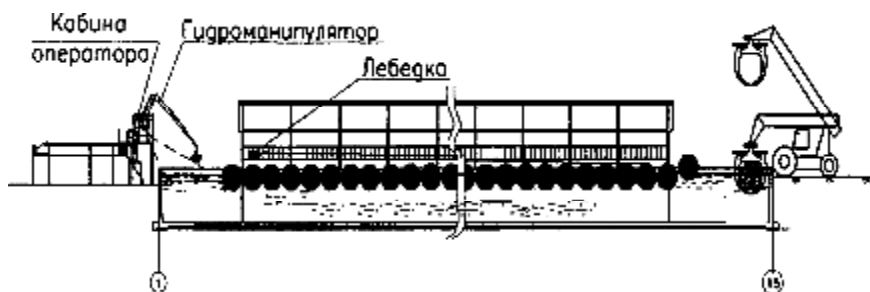


Рис.3.6. Бассейн закрытого типа для прогрева фанерных кряжей (проект Зеленодольского СПКТБ)

Производительность проходного бассейна зависит от его длины и средней скорости продвижения пучков в воде. Оба эти параметра выбираются такими, чтобы обеспечить необходимое время прогрева сырья.

Raute Wood предлагает разные варианты линий обработки бревен, начиная от гидротермообработки и кончая дозированной подачей бревен в лущильный цех. Линия выполняет следующие операции



- § Дозированная подача и перемещение бревен
- § Редуцирование комля
- § Гидротермообработка
- § Окорка
- § Поперечный раскрой с оптимизацией
- § Металлоискатели
- § Поперечный раскрой
- § Раздача чураков

Глава 4. Луцильный цех фанерного предприятия

В луцильном цехе выполняются подача чураков и их центровка в луцильном станке, лушение, рубка и укладка шпона, удаление и переработка вторичного сырья.

4.1. Центрирование чураков

Центрирование (базирование) чураков выполняется с целью совмещения оси чурака с осью вращения шпинделей луцильного станка. От точности выполнения этого условия значительно зависит полезный выход шпона. Соответствующие устройства называются центровочно - загрузочными (ЦЗУ). Центрирование осложняется разнообразием формы поперечного сечения чураков и наличием неправильностей по их длине.

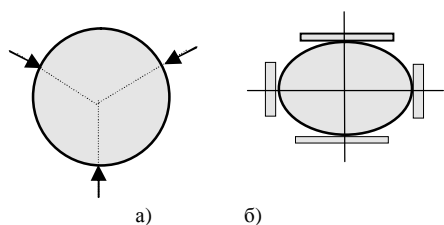


Рис.4.1. Схемы базирования чураков:
а - по трем точкам, б - по четырем точкам

Для чураков, поперечное сечение которых представляет круг, достаточным является центрирование по трем точкам (рис. 4.1). В действительности чураки очень часто имеют неправильную форму сечения, для которой лучшие результаты дает второй способ базирования - по четырем точкам, из которых противоположные располагаются всегда на одинаковом расстоянии от будущей оси вращения.

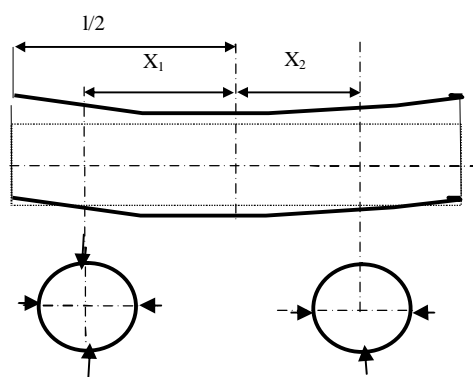


Рис.4.2. Схема базирования чурака по длине с учетом его кривизны и сбежистости

Места расположения центрирующих точек по длине зависят от кривизны и сбежистости чурака (рис.4.2). Координаты X_1 и X_2 выбираются такими, чтобы поперечное сечение чурака в этом месте было симметрично относительно поперечного сечения вписанного в чурак цилиндра. Математическое решение, выполненное из условия, что образующие чурака являются дугами окружности, дает следующий результат:

$$X_1 = \frac{(l^2 + 8fd_c)l^2n + 4fl^2\sqrt{2l^2 + 8fd_c}}{16f(l^2 + 4fd_c)},$$

$$X_2 = \frac{4fl^2 \sqrt{2l^2 + 8fd_c} - (l^2 - 8fd_c)l^2 n}{16f(l^2 + 4fd_c)}$$

Здесь l - длина чурака; f - стрела прогиба; d_c - диаметра чурака в вершинном торце; n - величина сбega, $n = (d_c - d_{max})/l$, где d_{max} - диаметр чурака в комлевом торце.

Диаметр цилиндра наибольшего объема, вписанного в чурак, может быть определен по формуле:

$$d_u = d_c - \frac{l^2 f}{l^2 + 8fd_c}$$

Без учета сбega имеем $X_1 = X_2 = l \frac{\sqrt{2}}{2}$ и $d_u = d_c - f$.

Устройство ЦЗУ 17 – 10 (табл.4.1), работающее в паре со станком ЛУ 17- 10, осуществляет центрирование по четырем точкам. Чурак в шпиндели луцильного станка переносится рычагами с торцовыми захватам (рис.4.3).

4.1. Техническая характеристика ЦЗУ 17 - 10

Диаметр чурака, мм	160-700
Длина чурака, мм	1550-1650
Цикл установки первого чурака, с, не более	23
Скорость подачи чураков по конвейеру, м/с	0,2
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), м	3,82 x 2,64 x 1,92
Масса, кг	4280

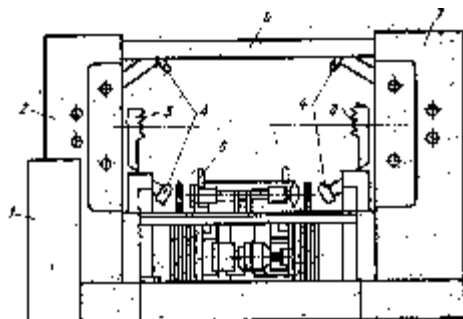


Рис.4.3. Схема центровочно - загрузочного устройства ЦЗУ 17-10 : 1-пневмоцилиндр, 2, 7 - левая и правая стойки, 3 - механизм переноса чурака, 4- механизм вертикальной центровки, 5 - поперечина, 6 - механизм горизонтальной центровки.

Фирмой Рауте разработан электронный способ центрирования чураков. Система работает следующим образом (рис. 4.4.).

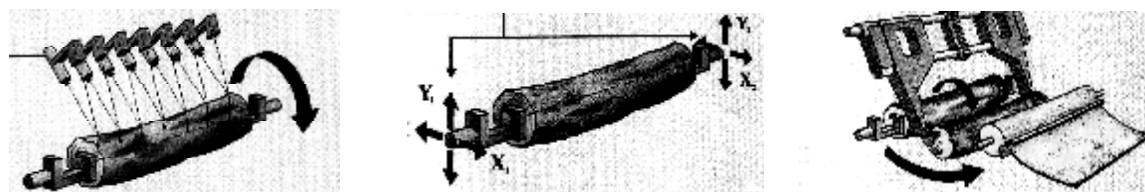


Рис.4.4. Принцип электронного способа центрирования чураков ф.Рауте CPL: 1 - измерение чурака и передача данных в компьютер, 2 - корректировка положения чурака, 3 - передача чурака в луцильный станок.

Чурак в центровочном приспособлении Raute PCL при его проворачивании измеряется лазерными сканерами (от 3 до 7 шт.) со скоростью 16 000 точек в секунду, что означает до 112 тысяч замеров на один чурак. После компьютерной

обработки для окончательного расчета остается от 100 до 250 замеров, на основании чего находится ось цилиндра, вписанного в чурак. Компьютер дает команду на гидравлические сервоцилиндры, которые корректируют положение торцев чурака в двух координатах (X,Y). Чурак захватывается в его оптимальном положении передаточными рычагами и подается на лущильный станок, где останавливается в позиции ожидания окончания лущения предыдущего чурака.

Такая система позволяет не только повышать полезный выход шпона из чурака, автоматически переходить от оцилиндровки к лущению чурака, но и до минимума сократить вспомогательное время лущильного станка за счет быстрой смены чурака и отвода суппорта на расстояние, соответствующее диаметру следующего чурака. Фирма выпускает ЦЗУ широкой гаммы типоразмеров для чурков диаметром до 1850 мм и длиной до 3300 мм.

4.2. Режимы лущения шпона

К основным *параметрам режима лущения* шпона относятся влажность и температура чурака, угловые параметры лущильного ножа и прижимной линейки, обжим шпона. Влажность древесины в период ее тепловой обработки практически не изменяется и в значительной мере зависит от породы древесины и способа доставки сырья. Наименьшую влажность имеет ядровая зона сосны (минимальная 40% при железнодорожной поставке), наибольшая влажность наблюдается у березы с ложным ядром (до 160%). Оптимальная температура чурков на момент лущения зависит от породы древесины и толщины шпона (табл.4.2).

4.2. Рекомендуемая температура чурков, °С

Толщина шпона, мм	Температура, °С, для пород древесины			
	Осина, липа, тополь	Береза, ольха, бук	Сосна, кедр, ель, пихта, лиственница	Дуб, граб, ильм, клен, ясень
До 0,8	10 - 20	20 - 25	30 - 40	40 - 60
0,8 - 1,5	10 - 20	25 - 30	30 - 40	40 - 60
1,51 - 2,5	10 - 20	25 - 35	35 - 45	40 - 60
2,51 - 4,0	15 - 25	30 - 40	40 - 50	40 - 60

Угловые параметры характеризуются углом заточки b и задним углом a , которые в сумме образуют угол резания ($g = a + b$) - см. рис.4.5, табл.4.3.

4.3. Углы заточки лущильных ножей.

Породы древесины	Угол b , град., для толщины шпона, мм	
	до 2,5	более 2,5
Береза	18 - 21	21 - 23
Сосна, бук, лиственница	20 - 22	22 - 24
Ольха, липа	18 - 20	20 - 22
Кедр	23 - 24	24 - 25
Ель	25	25

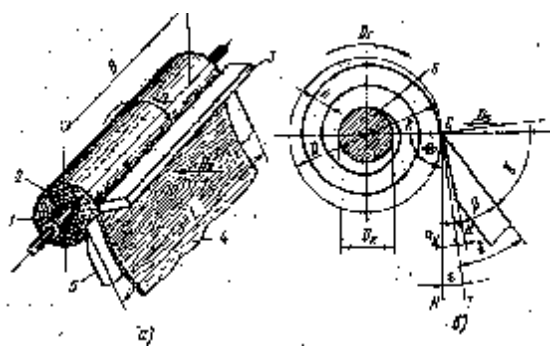


Рис.4.5. Схема лущения шпона: а - общая схема, б - траектория резания и углы ножа; 1 - кулачок, 2 - чурок, 3 - прижимная линейка, 4 - шпон, 5 - нож, 6 - карандаш.

Выбор начального значения угла α зависит от диаметра чурака - чем выше D_c , тем больше задний угол. В противном случае может возникнуть контактная площадка между ножом и чурком, что вызовет перегрев ножа. По мере лущения этот угол нужно уменьшать, чтобы усилие на чурок не было очень большим, и не возникли вибрации в системе чурок - нож - станок. Особенно это важно для чураков больших диаметров. Рекомендуемые значения изменений заднего угла при лущении всех пород древесины составляют:

для чураков диаметром до 300 мм +0,5° ... -2,0°
 для чураков диаметром 300-800 мм +2,0° ... -3,0°.

Высота установки ножа h колеблется в пределах ± 1 мм и зависит от конструкции суппорта лущильного станка (знак "+" показывает, что нож расположен выше оси шпинделей, знак "-" ниже оси)

Важнейший параметр лущения - величина обжима шпона. Обжим достигается за счет того, что зазор между ножом и прижимной линейкой устанавливается меньшим, чем толщина шпона ($S_0 < S_{ш}$). Это позволяет упрочнить древесину в зоне резания и резко снизить глубину трещин на внутренней стороне шпона. Оптимальная величина обжима эмпирически оценивается по формулам:

для мягколиственных пород (ольха, осина, липа)..... $D = 7 S_{ш} + 14\%$

для остальных пород $D = 7 S_{ш} + 9\%$, где $S_{ш}$ - толщина шпона, мм.

При известном значении степени обжима D величина S_0 находится из выражения:

$$S_0 = \frac{S_{ш}(100 - D)}{100}$$

Высота установки линейки над лезвием лущильного ножа (h_0) составляет 0,2 - 0,3 мм. Прижимные линейки имеют угол заточки в пределах 48 - 63° и закругленную нажимную кромку с радиусом 0,2 - 0,3 мм. При лущении шпона толщиной более 2 мм следует применять прижимную линейку с нажимной микрогранью шириной 3 - 8 мм и принимать $h_0 = 0$.

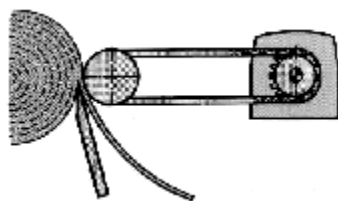


Рис.4.6. Приводная прижимная линейка лущильного станка.

Возможен обжим шпона без применения прижимных линеек, например, с помощью вращающегося ролика диаметром 12 - 19 мм, который обеспечивает плавное уменьшение напряжений сжатия на выходе шпона (рис.4.6). Вращающийся прижимной ролик исключает забивание зазора шпоном и преждевременное проворачивание кулачков, позволяет снизить диаметр остаю-

щегося карандаша. Особенно это оправдано при получении толстого шпона из хвойного сырья. Находит применение и сжатый воздух под давлением 0,8 - 1,0 МПа, который через сопло подводится в зону обжима со скоростью до 80 м/с. Преимущество этих методов заключается в простоте конструкции и в том, что отпадает необходимость делать периодическую прочистку зазора между ножом и линейкой.

Установку угловых параметров резания и обжима шпона выполняют с помощью специального набора приспособлений, который включает в себя:

- высотмер для измерения высоты установки ножа относительно оси шпинделя;
- наклономер для измерения угла наклона задней кромки ножа к вертикали;
- угломер для измерения угла заточки ножа или линейки;
- клиновидный щуп для измерения просвета между ножом и линейкой.

4.3. Устройство и работа лущильного станка

Лущильные станки (рис.4.7, табл.4.4) в зависимости от размеров перерабатываемого сырья делятся на легкие (длина чурака до 800 мм), средние (длина чурака до 2000 мм) и тяжелые (длина чурака более 2000 мм).

Вращение чурака происходит от вращения кулачков, вонзающихся в торцы чурака. Шпиндельные бабки представляют собой чугунные коробки на станине станка. Внутри них располагаются шпиндельные узлы для зажима чурака по торцам. Зажим производится кулачками, выдвигаемыми под действием поршня гидроцилиндра. Внутри больших кулачков (диаметр 110 мм) находятся малые кулачки (диаметр 65 мм), выдвигаемые при уменьшении текущего диаметра чурака. Такие телескопические шпиндели позволяют уменьшить диаметр карандаша до 70 - 75 мм. Суппорт состоит из ножевой траверсы и траверсы прижимной линейки. При вращении ходовых винтов суппорт перемещается вперед, при этом ножевая траверса совершает также небольшое изменение угла резания с целью оптимизации процесса лущения. Управление станка осуществляется со специального пульта.

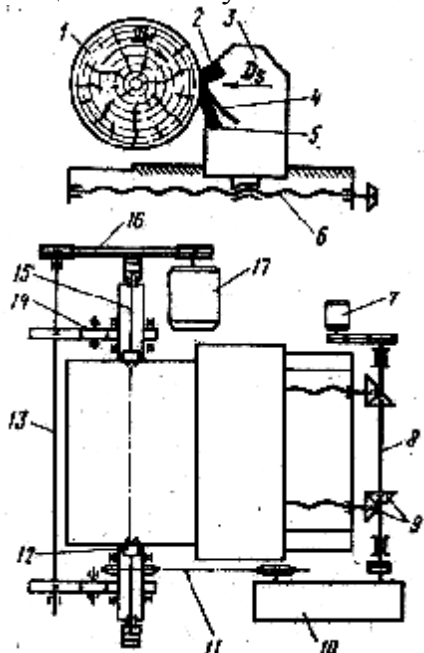


Рис.4.7. Принципиальная схема лущильного станка: 1 - чурак, 2 - прижимная линейка, 3 - суппорт, 4 - лента шпона, 5 - нож, 6 - винтовая передача, 7 - двигатель ускоренного отвода и подвода суппорта, 8, 13 - валы, 9 коническая передача, 10 - коробка передач, 11 - цепная передача, 12 - кулачок шпинделя, 14 - зубчатая передача, 15 - шпиндель, 16 - клиноремная передача, 17 - двигатель главного привода.

Работа на лущильном станке включает в себя следующие операции:

- 1) чурак направляется в загрузочное устройство и устанавливается между шпинделями;
- 2) чурак зажимается большими кулачками шпиндельных бабок, включается вращательное движение шпинделей;
- 3) на ускоренной подаче подводится суппорт, захваты центрирующего устройства отводятся;
- 4) ускоренная передача переключается на обдирочную, при этом прижимная линейка отведена;
- 5) после оцилиндровки включается рабочая подача, одновременно опускается прижимная линейка;
- 6) при диаметре чурака 120 - 130 мм автоматически включается приспособление, предотвращающее изгиб чурака, а большие кулачки заменяются малыми;
- 7) при подходе суппорта к кулачкам суппорт автоматически останавливается и на ускоренной подаче отводится назад, прекращается вращение шпинделей, они разводятся и карандаш падает вниз.

4.4. Технические характеристики лущильных станков

Показатели	ЛУ17-10	2HV- 66	2HV- 78	3VKKT6 6	4VKKT 104/ 75
Максимальный диаметр чурака, мм	700	750	750	750	800
Длина чурака, мм:					
наибольшая	1650	1650	1950	1650	2540
наименьшая	1550	1350	1650	1230	2190
Диаметр карандаша миним., мм	70	70	75	70	85
Толщина шпона, мм	0,3 ...4,0	0,5 ..5,0	0,5 ..3,8	0,5 ...4,0	0,5 ...4,0
Длина ножа, мм	1700	1700	2000	1680	2650
Диаметр кулачков:					
наружных, мм	110	110	110	110	125
внутренних, мм	65	65	65	65	75
Частота вращения шпинделей, мин ⁻¹	109, 147, 220	145	140 ..210	150, 200, 300	До 300
Мощность э/двигателей, кВт	46,4	39,5	-	39,5	-
Габаритные размеры (LxVxH), м	5,9x3,4x2,15	6,4x1,85x1,81	-	6,40x1,85x1,81	-
Масса, кг	12 150	11 200	21 000	11 800	-

Модернизация лущильных станков идет в направлении широкого использования компьютерной техники для учета сырья и шпона и управления процессом лущения. Например, лущильные станки фирмы "Raute" имеют следующие особенности:

- 1) центровочно - загрузочное устройство оснащено гидроприводом и способно загружать 10 чураков в мин;
- 2) лущильный станок имеет гидравлическую подачу ножевого суппорта, скорость отвода его 70-160 мм/с;

- 3) гидравлическое закрепление луцильного ножа;
- 4) тройные кулачки (вместо обычных двойных) для уменьшения диаметра кулачка, например, диаметрами 170 мм (большой), 105 мм (средний) и 60 мм (малый кулачок).
- 4) автоматический переход от оцилиндровки к лущению с помощью диодо-векторного аппарата, в который заложена в качестве критерия оптимальная ширина кускового шпона;
- 5) скорость работы стопоукладчика 80 листов/мин. Он имеет 4 секции, автоматическое удаление стоп, производительность линии до 35 м³/смену.

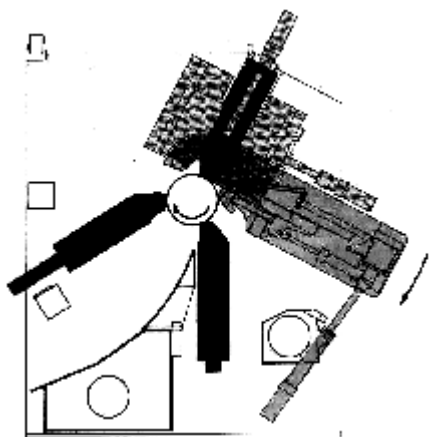


Рис.4.8. Схема бесшпиндельного луцильного станка

Заслуживает внимание принципиально новый - бесшпиндельный луцильный станок (рис.4.8, табл.4.5). Чурак вращается между тремя вальцами, длина которых равна длине чурака. Вращение чураков осуществляется за счет приводных рифленых роликов, расположенных под углом 120° друг к другу. Верхний валец служит прижимной линейкой, а нижние перемещаются прямолинейно по мере уменьшения текущего диаметра чурака.

Каждый валец оснащен индивидуальным гидроприводом. В процессе лущения ножевой суппорт немного поворачивается относительно чурака, что обеспечивает оптимальные параметры лущения от исходного диаметра до диаметра карандаша 50 мм. Положение валов, толщина шпона и угол резания регулируются микро-ЭВМ. Диаметр чурака измеряется до его подачи в станок для определения просвета между валами.

4.5. Технические параметры бесшпиндельных луцильных станков

Показатель	SL 400 x 1700	SL 400 x 2800
Максимальный диаметр чурака, мм	400	400
Длина ножа, мм	1700	2800
Толщина шпона, мм	1,0-4,5	1,5-4,5
Максимальная скорость лущения, м/мин	200	200
Время смены чурака, с	1-2	1-2
Установленная мощность, кВт	135	240
Диаметр карандаша, мм	50	50
Масса, кг	22 500	27 000
Производительность, шт./мин	8 - 16	8 - 16

Применение станка рационально для чураков с внутренней гнилью, что особенно характерно для осины, и для долущивания карандашей с диаметра 70 -100 мм до диаметра 50 мм. Станок рекомендуется также для сырья малого диаметра и балансов.

Производительность луцильного станка, м³/ч

$$P_{\text{час}} = \frac{3600K_p V_c P_{\text{д.ш.}}}{t_{\text{ц}} 100},$$

где K_p - коэффициент рабочего времени (0,94 - 0,95); V_c - объем чурака, м³; $P_{д.ш.}$ - выход делового шпона, %; t_u - время цикла лущения одного чурака, с.

Цикл лущения складывается из многих операций, но для практических целей можно выделить только две составляющие - время оцилиндровки и лущения (t_{ou}) и время вспомогательных операций ($t_{всп}$), с:

$$t_{ou} = \frac{30[(K_{\phi} + 0,02)D_c - d_k]}{S_{ш}n_{ш}},$$

где K_{ϕ} - коэффициент формы чурака, учитывает степень превышения максимального диаметра чурака над номинальным диаметром D_c и составляет 1,2 для березы и 1,15 для сосны; $S_{ш}$ - толщина шпона, мм; d_k - средний диаметр карандаша, мм; $n_{ш}$ - частота вращения шпинделя, мин⁻¹.

Можно рекомендовать высокую частоту для малых толщин шпона (менее 1,00 мм) и самую малую - для шпона толщиной более 1,8 мм.

Все остальные операции относятся к вспомогательным и их время ($t_{всп}$) колеблется в интервале 9 - 13 с. Реально производительность луцильных станков наиболее существенно зависит от толщины шпона и диаметра чурака и составляет примерно 3-4 м³ / ч.

4.4. Рубка и укладка шпона

Рубка шпона ставит своей целью получение форматных листов шпона и заготовок кускового шпона. Она выполняется на ножницах различной конструкции. Схемы механизмов рубки шпона даны на рис.4.9.

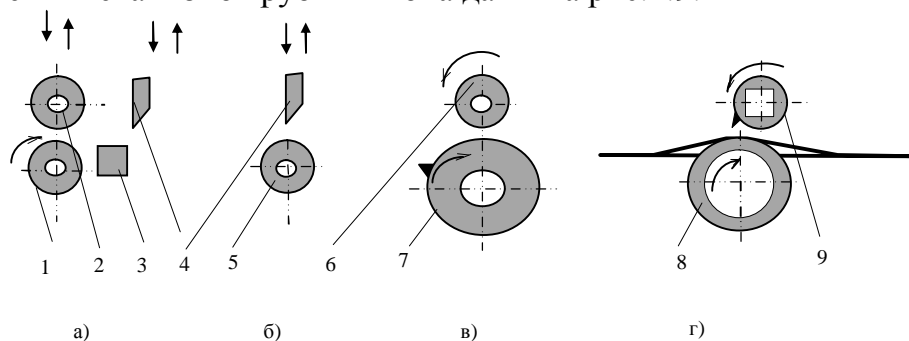


Рис.4.9. Схемы механизмов рубки шпона: а - с контрножом, б - с упругим элементом, в - с нижним ротором, г - с верхним ротором.(1 - ведущий подающий ролик, 2 - прижимной подающий ролик, 3 - контрнож, 4 - подвижный нож, 5 - эластичное основание, 6 - ножевой ротор, 7 - опорный барабан, 8 - обрезиненный барабан, 9 - ножевой ротор).

Наиболее распространенным отечественным оборудованием являются пневматические ножницы марки НФ18-3 (табл.4.6), работающие по схеме, показанной на рис.4.7а. Рабочими органами устройства являются подвижный нож 4, укрепленный на траверсе, и контрнож 3, укрепленный на раме. Во время рубки прижимной ролик 2 поднимается и лента шпона подтормаживается. Опыт работы показывает, что они часто сдерживают работу луцильных станков и не обеспечивают необходимую точность размера отрубаемых листов.

4. 6. Техническая характеристика ножниц НФ 18-3.

Размер листов шпона, мм :	
толщина	0,4...3,2
ширина	1750
длина	1600
Высота стопы нарубленных листов, мм	1100
Продолжительность рабочего цикла, с	2
Рабочее давление в пневмоцилиндрах, МПа	0,4 - 0,6
Скорости подачи ленты шпона, м/с	0,38; 0,75; 1,2; 1,5
Мощность э/двигателя, квт	8,6
Размеры (LxВxH) станка, м	5,02 x 5,38 x 2,03
Масса станка, кг	5850

Широкое распространение получили ножницы марки APL (рис.4.10, табл. 4.7) финской фирмы "Raute", работающие по схеме, показанной на рис.4.7,б.

Режущим органом является нож, закрепленный на траверсе, совершающей движение в вертикальной плоскости. При этом срабатывает следующая цепочка механизмов: передняя кромка ленты шпона касается конечного выключателя, который включает электромагнит, приводящий в действие золотниковую коробку, которая открывает доступ воздуху в пневмоцилиндр, шток которого через систему рычагов приводит в движение ножевую траверсу. Время одного двойного хода составляет всего 0,15 с, длина хода ножа 25 мм, скорость подающего конвейера 15 - 65, а выходного - до 200 м/мин . Для улучшения качества реза под ножом располагается резиновый валик, который периодически проворачивается. Время торможения ленты в момент рубки незначительно, поэтому механизм подачи не отключается. Точность рубки сравнительно невелика, так как зависит от точности срабатывания большого количества элементов.

4. 7. Технические характеристики ножниц типа APL для рубки шпона со шпоноукладчиками типа VPL

Показатель	APL 48	APL 58	APL 68	APL 78	APL 98	APL108
Длина ножа, мм	1250	1500	1750	2000	2500	2750
Масса ножниц, кг	2000	2100	2330	2440	2800	2950
Масса стопоукладчика, кг	1300	1320	1320	1450	1450	1500
Размеры станка (LxВ), м	5,82 x	5,82 x	5,82 x	5,82 x	6,58 x	6,81 x
	2,3	2,65	2,9	3,15	3,65	3,9
То же со стопоукладчиком, м	7,26 x	7,26 x	7,26 x	7,26 x	7,26 x	7,26 x
	2,3	2,65	2,9	3,15	3,65	3,9

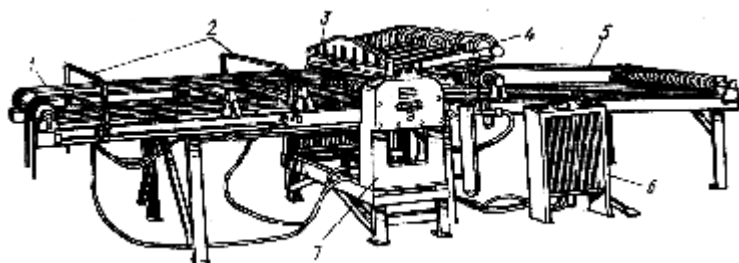


Рис. 4.10. Общий вид ножниц APL 68: 1 - выходной конвейер, 2 - фотозлемнты, 3 - рубительные ножницы, 4 - прижимные ролики, 5 - подающий конвейер, 6 - пульт, 7 - станина.

На смену ножницам с возвратно - поступательным движением рабочего органа приходят роторные ножницы. В них нож совершает вращательное движение, что позволяет снизить массу станка, упростить конструкцию и повысить точность рубки листов.

Отличительная особенность узла рубки шпона в станке, работающем по схеме 4.7.в, заключается в том, что нож закреплен на ножевом роторе, длина окружности которого равна ширине листа шпона. Поэтому при каждом обороте от ленты шпона отсекается лист определенной ширины. Ротор вместе с противоположащим опорным обрешиненным барабаном образуют механизм подачи ленты шпона. Недостаток данной конструкции - невозможность регулировки ширины листа шпона.

Несколько другую конструкцию имеют роторные ножницы РС финской фирмы "Raute" (рис.4.11). Нож в этом станке установлен между двумя обрешиненными валами (толщина оболочки 20 мм) и располагается горизонтально. По команде датчика длины он занимает вертикальное положение и очень точно и синхронно с движением ленты шпона производит отделение листа нужной ширины. Фирма выпускает роторные гидравлические ножницы серии РСН с длиной роликов от 1600 до 3300 мм, скорость движения ленты - до 200 м/мин. Срок службы валов - около 1 года, интервал заточки ножей 2-3 недели. Трех ножей хватает примерно на 1 год трехсменной работы лущильного станка. Станок работает без вибрации и устанавливается без фундамента на полу цеха, привод узлов давления и вращающихся элементов - от системы гидравлики мощностью 18, 5 кВт.

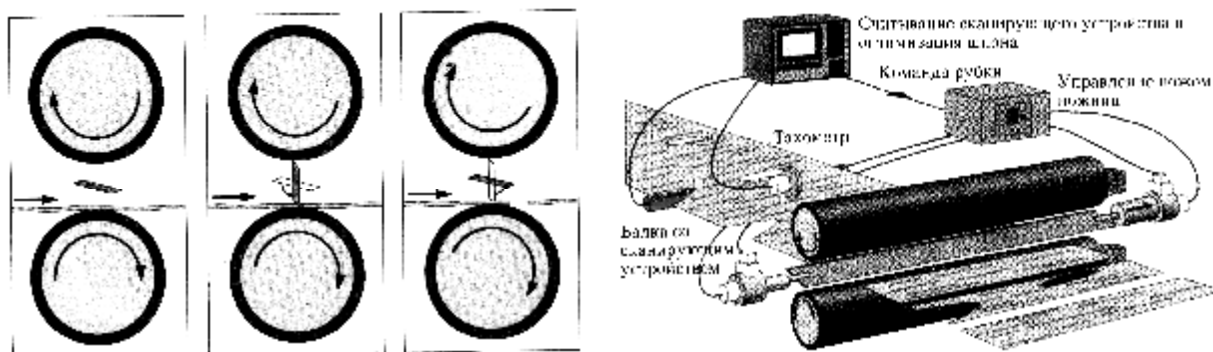


Рис.4.11. Принцип работы роторных ножниц и принцип действия системы управления ножницами.

Приводом вращающегося ножа управляет микропроцессор, связанный со сканирующим устройством. Система сканирования управляет также сбрасывателем кускового шпона и отходах после их отделения от форматного шпона, который направляется на автоматическую укладку.

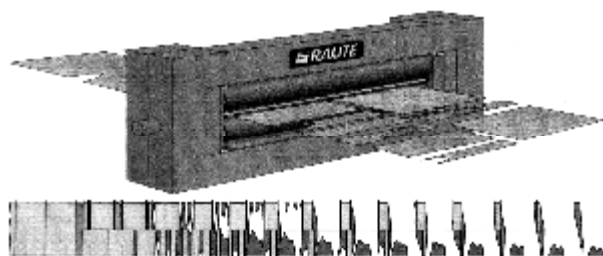


Рис. 4.12. Сдвоенные роторные ножницы ф. Рауте

Дальнейшим усовершенствованием системы являются сдвоенные ножницы (рис.4.12). Лента шпона подрезным ножом, установленным на луцильном станке, делится на две части (полосы), которые в сдвоенных роторных электрических ножницах марки RCET 2900 рубятся отдельно на форматные листы, куски и отходы (рис. 4.10). Особенность ножа заключается в том, что он состоит из двух частей, которые могут работать отдельно или совместно.

Фирма “Colombo Cremona” (Италия) выпускает ножницы с автоматической вырезкой дефектных участков. В качестве устройства, определяющего дефекты, применяется датчик - планка с инфракрасными фотосчетчиками. Ножницы работают по программам, включающим в себя обрезку кускового шпона и вырезку дефектов, деление шпона на листы по заданному размеру, автоматическую рубку на форматные листы. Время реза составляет 0,05 с при скорости движения ленты шпона от 3,5 до 30 м/мин. Изменена и механика работы ножниц - движение ножа осуществляется через коленчатый валик от пневмоцилиндра, которым управляют быстродействующие магнитные вентили. Вместо обрезающего ролика под ножом находится ролик из синтетического материала.

В устройстве, показанном на рис.4.13, при подходе переднего конца ленты к измерительному валлику включается вращение ножевого барабана и происходит рубка шпона. Измерительный валлик с этого момента начинает отсчитывать длину листа, который должен быть отрублен от ленты. В нужный момент он дает команду на срабатывание ножевого ротора. Одновременно отключается электромагнит ролика 5 и он, опустившись на лист шпона, удаляет его из ножниц. Основное достоинство такой конструкции - её быстродействие (до 800 резов в минуту при скорости движения ленты до 1,2 м/с).

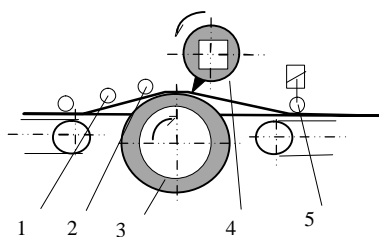


Рис.4.13. Схема ножниц с верхним ротором: 1 - прижимные ролики, 2 - измерительный валлик, 3 - обрезающий барабан, 4 - ножевой ротор, 5 - ролик с электромагнитом

Пропускная способность ножниц с возвратно - поступательным движением ножа, м³/ч,

$$P_{\text{час}} = \frac{3600K_p V_l K_{p.l.}}{t_{\text{ц}}} .$$

Здесь $K_p = 0,94 - 0,95$; V_l - объём одного листа шпона, м³; $t_{\text{ц}}$ - время цикла рубки одного лист, $t_{\text{ц}} = 2,4$ с; $K_{p.l.}$ - продолжительность рубки листов в долях от продолжительности полного цикла получения шпона от одного чурака. (принимается равной 0,7).

Необходимо, чтобы пропускная способность ножниц была больше, чем производительность луцильного станка. В противном случае производительность линии лущения - рубки - укладки шпона принимается равной производительности ножниц.

Российская компания ТЕХНОЛЕС-М выпустила автоматическую линию рубки и укладки сырого шпона АЛРУ. Первый её экземпляр запущен на заводе

«Власть труда» в г. Нижний Ломов Пензенской обл. Производительность линии ЛУ-17-10 поднялась до 39 куб.м в смену. В линии использованы роторные ножницы оригинальной конструкции и вакуумный стопоукладчик (май 2005).

4.5. Структура лущильного цеха фанерного предприятия

Основу лущильного цеха составляют линии лущения - рубки - укладки шпона. Один из вариантов такой линии показан на рис.4.14 .

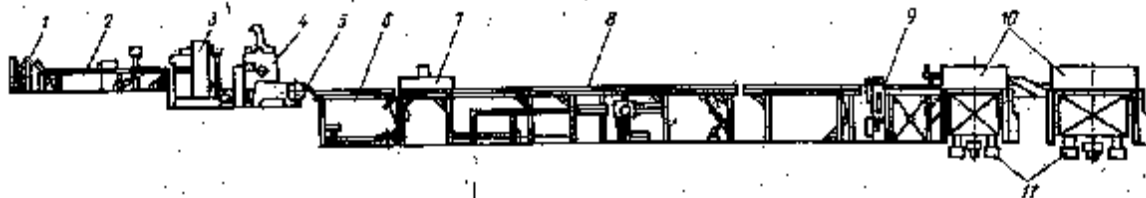


Рис. 4.14. Схема полуавтоматической линии ЛУР-3: 1 - продольный конвейер подачи чураков, 2 - накопитель чураков, 3- центровочно-загрузочное устройство, 4 - лущильный станок ЛУ-17-10, 5 - поворотный роликовый конвейер, 6 - приемный конвейер, 7 - ножжевая рамка, 8 - конвейер - петлеукладчик, 9- ножницы для рубки шпона, 10 - укладчик шпона, 11 - конвейеры вывоза стоп.

Чураки со склада сырья по цепному конвейеру подаются на распределительный конвейер и проходят мимо пульта оператора, который принимает решение о подаче чураков на ту или иную линию. Обычно лучшие по качеству чураки попадают на первую линию. Сбрасыватель чураков переправляет чурак на накопитель, который является буферной зоной, обеспечивающей лущильный станок бесперебойной работой. Загрузка чураков в станок происходит с помощью центровочно-загрузочного устройства, например марки ЦЗУ-17, которое совмещает ось вращения шпинделей лущильного станка с осью чурака.

В начале цикла лущения лущильный станок выдает шпон-рванину, который направляется на поперечный ленточный конвейер, соединяющий все лущильные станки цеха и передающий вторичное сырье на переработку в рубительную машину. По мере образования ленты в виде кусков они направляются под ножжевую рамку и затем падают вниз на конвейер для кускового шпона. Деловой шпон поступает на транспортер - петлеукладчик, ускоряющая ветвь которого распрямляет петлю сырого шпона и передает ее в ножницы для рубки шпона. Форматные листы складываются автоматически в две стопы в зависимости от качества шпона.

В модернизированных линиях Raute нет отдельных ножниц для кусков. Лента шпона поступает на пневматические ножницы, откуда форматные листы идут на стопоукладчик, а неформатный шпон падает вниз и по нижней ветке конвейера возвращается назад, где рабочий складывает их в специальные стопы или скидывает на конвейер удаления шпона-рванины. Остаток от лущения (карандаш) падает вниз на транспортер для карандашей, которые выносятся в сторону для складирования и переработки.

Характерные особенности лущильных линий Raute:

§ Лазерные ЦЗУ-ХУ высокой точности

§ Лущильные станки с тройными шпинделями

§ Вращающаяся прижимная линейка гидравлического действия

- § Механизм выпрямления шпона
- § Поджимное устройство чурака с цифровым позиционированием
- § Свободно программируемая настройка заднего угла луцильного ножа
- § Гидравлическая или электронная подача ножевого суппорта
- § Автоматика заканчивания оцилиндровки чурака и режущий отсекатель ленты шпона
- § Роторные ножницы рубки шпона
- § Стопоукладчики полноформатных листов и деловых кусков шпона
- § Автоматическое скручивание шпона в рулон
- § Система сбора информации для управлением производством

На рис. 4.15 дан в масштабе вариант планировки участка подготовки шпона к лущению и луцильного цеха с тремя линиями лущения - рубки шпона. Шаг колонн цеха – 6 м.

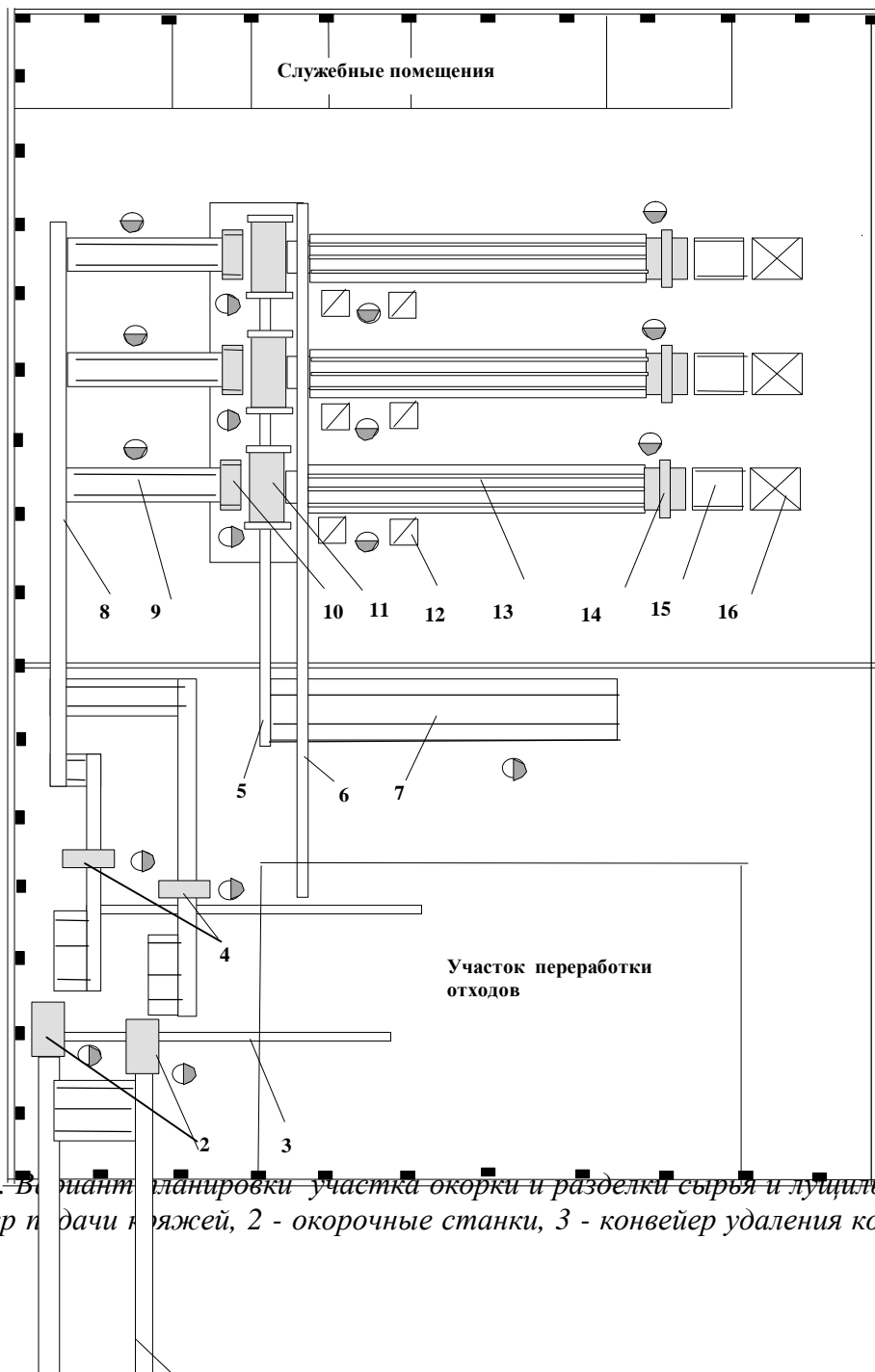


Рис. 4.15. Вариант планировки участка окорки и разделки сырья и луцильного цеха: 1 - конвейер подачи брусней, 2 - окорочные станки, 3 - конвейер удаления коры, 4 - круг-

лопильные станки, 5 - конвейер для карандашей, 6 - конвейер для шпона - рванины 7 - поперечный конвейер для карандашей, 8 - конвейер подачи чураков, 9 - накопитель чураков, 10 - ЦЗУ, 11 - луцильный станок, 12 - стопы кускового шпона, 13- транспортер-петлеукладчик, 14 - ножницы, 15 - шпоноукладчик, 16 - стопы форматного шпона

Возможны и другие варианты организации труда в луцильном цехе, в частности:

- а) Установка отдельных ножниц для кускового шпона между линиями лущения.
- б) Установка отдельных ножниц в каждой луцильной линии для рубки кусковой части ленты шпона.
- в) Сброс кусков на поперечный конвейер, соединяющий несколько луцильных линий, для выноса кусков и их рубки на заданную ширину на отдельном участке.
- г) Использование длинных этажных конвейеров для выделения потока кускового шпона и накопления лент делового шпона. Рубка шпона производится последовательно с каждого этажа. Такая схема используется обычно при переработке толстого хвойного сырья.

Глава 5. Сушильно - сортировочный цех фанерного предприятия

5.1. Особенности технологии сушки шпона

Сырой шпон, полученный на лущильном станке должен быть сразу высушен во избежание биологического заражения древесины и снижения качества шпона. Влажность шпона определяется наличием связанной (до 30%) и свободной влаги. Связанная влага находится в стенках клеток и вызывает явления усушки и разбухания древесины. Свободная влага занимает полости клеток древесины и её удаление не изменяет размеров шпона.

Начальная влажность шпона перед сушкой колеблется в широких пределах и зависит от породы древесины, времени и способа доставки сырья, его хранения, условий подготовки сырья к лущению и режима лущения. Из-за обжима шпона его влажность на 10-12% ниже влажности чурака. Ввиду большого разброса начальной влажности необходима подсортировка сырого шпона, например по виду доставки, ядрового отдельно от заболонного и т.д.

Конечная влажность шпона W_k зависит от вида используемого клея и колеблется от 7 до 12%. Меньшие значения относятся к фенольным связующим низкой концентрации, так как они сильнее увлажняют шпон в момент нанесения клея. Определяют влажность весовым способом с абсолютной погрешностью 0,25% или электровлагомером с погрешностью 1-2%.

Сушка тонкого листового материала в сравнении с сушкой пиломатериалов имеет *следующие особенности*:

- значительно возрастает скорость сушки. Время сушки измеряется в минутах, так как площадь испарения влаги велика, а толщина шпона мала;
- режим сушки может быть очень жестким - максимальная температура в сыром конце сушилки до 300°C, допускается большой перепад влажности по толщине;
- сушка шпона приводит к его значительному короблению;
- оборудование для сушки шпона, как правило, проходного типа.

Существуют *три способа подвода тепла* к твердому телу:

- конвективный - тепло передается циркулирующим агентом сушки (воздух или топочные газы), который является и влагопоглотителем;
- кондуктивный (контактный) - тепло шпону передается при его контакте с поверхностью, нагретой до 120 - 180 °С. Влага поглощается окружающим воздухом;
- радиационный - тепловая энергия распространяется в среде в виде электромагнитных колебаний в инфракрасном диапазоне. ИК-лучи прогревают шпон на 1-2 мм в глубину, причем температура на некоторой глубине выше, чем на поверхности. Используют излучатели с температурой 130 - 250 °С.

Комбинированный способ представляет собой сочетание различных методов. Практически в каждой сушилке представлены все три способа передачи тепла в различном соотношении, зависящем от конкретной конструкции оборудования.

5.2. Технология сушки шпона

Наличие свободной и связанной влаги в древесине определяет два периода сушки шпона. Удаление свободной влаги не вызывает усушки древесины и может происходить при более жестких режимах. При влажности ниже 30% в древесине остается только связанная влага, удаление которой требует больших энергозатрат и влечет за собой явление усушки. (Данная особенность характерна для всех капиллярно - пористых тел. Например, отжимая мокрую тряпку, мы удаляем свободную влагу, находящуюся между ниток, но не можем удалить влагу, пропитывающую сами нитки).

Как видно из рис.5.1, в диапазоне от W_n до 30%, то есть в период удаления свободной влаги, процесс идет с постоянной скоростью N %/мин и график изменения влажности во времени выражается наклонной прямой. В диапазоне от 30% до W_k удаляется связанная влага и процесс выражается экспоненциальной кривой. Для характеристики скорости сушки в этом случае применяют показатель, называемый коэффициент скорости сушки K_c .

В соответствии с этим время сушки выражается следующей зависимостью, мин:

$$t = (t_1 + t_2) K_n K_u = \left[\frac{W_n - 30}{N} + \frac{\ln 30 - \ln W_k}{K_c} \right] K_n K_u,$$

где K_n - коэффициент учитывающий породу древесины; для березы -1, для сосны и лиственницы в зависимости от температуры агента сушки - 1,2 (до 110 °С); 1,0 (110 - 125 °С); 0,9 (при температуре 130 °С и более); K_u - коэффициент, учитывающий направление циркуляции воздуха. При продольной циркуляции $K_u = 1$, а при поперечной зависит от температуры:

Средняя температура, °С	110	120	130	140	180	200
K_u	0,76	0,80	0,85	0,87	0,90	0,95

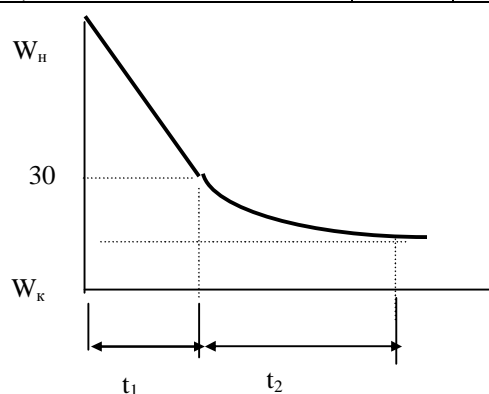


Рис. 5.1. Характер процесса сушки древесины: W_n - начальная влажность шпона, W_k - конечная влажность шпона, t_1 - первый пе-

Величины N и K_c зависят от параметров процесса сушки, из которых важнейшими являются:

1. *Температура агента сушки (Т).* Установлено, что наибольшая скорость сушки наблюдается в первом периоде при температуре не ниже 250 °С, а во втором периоде - при температуре не более 180 - 200 °С (при сохранении качества шпона). В расчетах используют среднюю температуру как полусумму температур на входе и выходе воздуха из сушилки.

2. *Направление потока и скорость движения агента сушки (v)*. Относительно движения листа шпона в сушилке различают продольную и поперечную циркуляцию агента сушки, а также вариант, называемый “сопловое дутье” (рис.5.2).

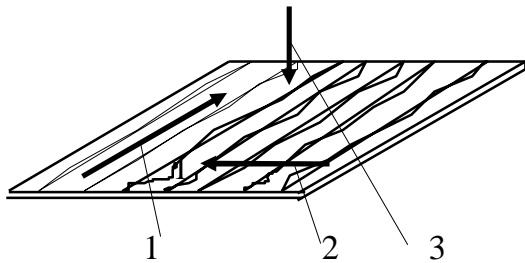


Рис.5. 2. Направления циркуляции агента сушки относительно направления движения шпона: 1 - продольное, 2 - поперечное, 3 - сопловым дутьем

В первом случае скорость циркуляции агента сушки составляет 1-3 м/с, во втором - 2-4 м/с при более высокой равномерности распределения скоростей по высоте сушилки. При сопловом дутье воздух падает на шпон по углом 90° со скоростью 10 - 14 м/с. При этом интенсивно разрушается слой влажного воздуха на поверхности шпона и влагоотдача увеличивается. При этом способе продолжительность сушки сокращается в 2-2,5 раза.

3. *Относительная влажность воздуха (ϕ)*. При температуре свыше 100°C оказывает незначительное влияние на продолжительность сушки. Она колеблется в пределах от 1 до 16 %.

4. *Толщина шпона ($S_{ш}$)*. Влияние толщины шпона на продолжительность сушки может быть выражено зависимостью

$$t = a * S_{ш}^{1,3},$$

где a - эмпирический коэффициент.

5. *Порода древесины*. Фактически на продолжительность сушки оказывает влияние плотность древесины. Для учета этого фактора вводится коэффициент поправки на породу, равный отношению базисной плотности данной породы к базисной плотности березы, принимаемой равной 510 кг/м^3 .

Для практических целей значения N в %/мин и K_c в мин^{-1} определяются по следующим эмпирическим формулам:

а) для роликовых сушилок с продольной циркуляцией агента сушки

$$N = \frac{aT^{1,7}v^{0,25}}{300S_{ш}^{1,3}}; \quad K_c = \frac{aT^{1,9}v^{0,2}}{22500S_{ш}^{1,3}},$$

где $a=1$ при паровом обогреве и $a=0,75$ при обогреве топочными газами;

б) для роликовых сушилок с поперечной циркуляцией

$$N = \frac{T^{1,55}v^{0,4}}{150S_{ш}^{1,3}}; \quad K_c = \frac{T^{1,75}v^{0,3}}{10700S_{ш}^{1,3}};$$

в) для роликовых сушилок с сопловым дутьем

$$N = \frac{a_1 4,8 T^{2,3} v^{0,6}}{10^4 S_{ш}^{1,3}}; \quad K_c = \frac{a_1 15 T^{2,3} v^{0,8}}{10^7 S_{ш}^{1,3}},$$

где $a_1 = 1,18$ для паровых сушилок и $a_1 = 1,0$ для газовых сушилок;

г) для ленточных сушилок

$$N = \frac{T^{1,5}v^{0,45}}{200S_{ш}^{1,3}}; \quad K_c = \frac{T^{1,75}v^{0,31}}{16700S_{ш}^{1,3}};$$

д) для дыхательных прессов (контактная сушка)

$$N = \frac{T^3 \sqrt{P}}{53 \cdot 10^4 S_{ш}^{1,3}}; \quad K_c = \frac{T^{3,4} \sqrt{P}}{94 \cdot 10^6 S_{ш}^{1,3}},$$

где P - продолжительность контакта плит в % от времени цикла одного дыхания.

Усушка шпона минимальна вдоль волокон (0,25- 0,35%). В радиальном направлении, то есть по толщине шпона, она составляет 5-6% и в тангенциальном направлении (по ширине листа) 7-11%. По площади листа усушка неравномерна из-за неоднородностей строения древесины. Это приводит к гофрности, короблению и растрескиванию шпона.

Основным фактором, влияющим на усушку, является температура агента сушки. Чем выше температура, тем меньше тангенциальная усушка. Например, увеличение температуры со 110 до 180 °С снижает усушку с 7,5 до 5 %. Имеет значение и толщина шпона. С увеличением толщины усушка по ширине резко уменьшается, а по толщине увеличивается.

Величина тангенциальной и радиальной усушки может быть определена по формуле

$$Y_T = (9 - 0,55W_k^{0,8}) K_S K_t K_n;$$

$$Y_R = (6 - 0,4W_k^{0,8}) K_S.$$

Поправочные коэффициенты на толщину шпона, температуру и породу древесины составляют:

$$K_S = 1,21 - 0,14S_{ш};$$

$$K_t = 1,42 - 0,003t;$$

$$K_n = 0,81 + 0,125S_{ш}.$$

Данные эмпирические зависимости действительны при влажности шпона $W_k = 0-23$ %, толщине шпона $S_{ш} = 0,4-3,5$ мм, температуре агента сушки 100-250 °С.

5.3. Оборудование для сушки шпона

Сушильное оборудование для шпона можно классифицировать по следующим признакам:

а) по способу передачи тепла: конвективные, контактные, радиационные и комбинированные сушилки;

б) по типу циркуляции агента сушки: с продольной, с поперечной циркуляцией и с сопловым дутьем;

в) по способу обогрева: воздушные сушилки с обогревом паром или горячей водой и газовые сушилки с обогревом топочными газами;

г) по месторасположению калориферов: между этажами сушилки или в верхней части сушилки;

д) по типу высушиваемого материала: для сушки листов шпона или для сушилки ленты шпона.

е) по числу этажей: от 1 до 8;

ж) по методу работы: периодического или непрерывного действия.

Наиболее распространенными сегодня являются агрегаты комбинированной сушки, где основной тип теплопереноса - конвекционный с долей контактного нагрева. Это роликовые сушилки с паровым или газовым обогревом.

Паровые роликовые сушилки типа СУР имеют следующие основные узлы (рис.5.3):

1. Каркас сушилки. Он состоит из металлических секций, укрепленных одним концом на фундаменте, а другим опирающихся на катки (для облегчения деформаций металла при нагреве и охлаждении).

2. Ограждение сушилки. Сверху располагаются листы из гофрированного стального листа и слой шлаковаты толщиной 80 мм. Сбоку - подвесные двери, также теплоизолированные шлаковатой.

3. Система подачи шпона. Образована при помощи рядов парных роликов, вращающихся в противоположных направлениях.

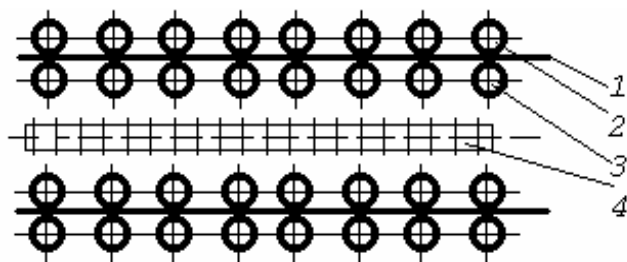


Рис.5.3. Схема узла роликовой паровой сушилке типа СУР : 1 - листы шпона, 2 - верхние ведомые ролики, 3 - нижние приводные ролики, 4 - калорифер.

Диаметр роликов 104 мм, они изготовлены из цельнотянутых труб. Нижние ролики являются ведущими и имеют на одном конце звездочку, на другом - шестерню. Верхние ролики имеют только шестерню на одном конце и по высоте могут перемещаться в зависимости от толщины шпона. Ролики легко вынимаются для замены или ремонта. По ширине сушилки подается два листа шпона, поэтому длина роликов примерно 3,8 м. Парные ролики расположены с шагом 162 мм в пяти этажах, поэтому число роликов очень велико (более 1000 шт.), они составляют основную массу сушилок типа СУР.

4. Привод роликов. Привод состоит из электродвигателя, вариатора, лебедки с ведущими звездочками, коробки с ведомыми звездочками и натяжного приспособления.

5. Система нагрева и циркуляции воздуха. Включает в себя калориферы, воздухопроводы и вентиляторы. Калориферы располагаются в межэтажном пространстве сушилки.

6. Система подачи шпона в сушилку. Для равномерного обеспечения сушилки сырым шпоном во всех пяти этажах служит типпельное устройство с качающейся рамой. Подача шпона также может быть механизирована с помощью специальных устройств, например качающейся рамы с пневмоприсосками.

На фанерных заводах России и СНГ работают паровые сушилки марок СУР-3, -4, -5, -6. Их характеристики даны в табл.5.1. Базовой моделью сушилок такого типа является сушилка СУР-4.

Разновидностью паровых сушилок являются сушилки с сопловым дутьем, например модели СУР-8 (рис.5.4, 5.6). Она отличается тем, что тепло шпону передается не только от внешних калориферов, но и от поверхности труб, смонтированных в сопловые короба. Шаг роликов в радиационно-сопловой сушилке увеличен вдвое - со 162 до 324 мм, соответственно сократилось и число роликов.

5.1. Технические характеристики паровых сушилок для шпона.

Параметры	Показатели для сушилок марок					
	Вяр-тсия	Raute	СУР - 4	СУР - 5	VMS	СУР - 8
Тип циркуляции	Продольная		Поперечная		Сопловое дутье	
Число этажей	5	5	5	5	3	5
Число секций	8	17	9	5	13	9
Длина секций, м	2	1,98	1,62	1,62	2	1,92
Общая длина, м	16,2	29,7	12,96	6,48	22,2	15,36
Длина ролика, м	3,8	3,8	3,7	3,7	3,8	3,9
Диаметр роликов, мм	102	102	102	102	102	102
Расстояние между осями роликов по длине, мм	200	180	162	162	300	320
Число вентиляторов, шт	3	5	10	6	15	10
Уст. мощность, кВт	22	100	49,5	35,5	188	307
Температура, °С:						
в сыром конце	130	135	120	120	130	120
в сухом конце	120	125	135	135	140	130
Число рабочих	3	4	4	3	3	3
Расход пара на 1м ³ шпона, кг	1080	1100	1100	1150	1200	1000
Производительность для шпона 1,5 мм, м ³ /ч	1,4	3,5	1,6...1,8	0,8...0,9	3,6...4,0	4,3

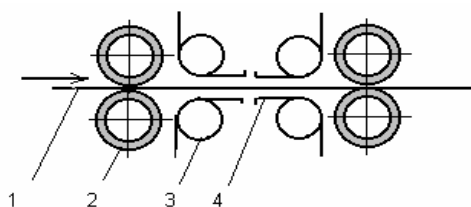


Рис.5.4.Схема узла радиационной сопловой сушилки типа СУР-8: 1 - листы шпона, 2 - ролики, 3 - трубы калорифера, 4 - сопловый короб

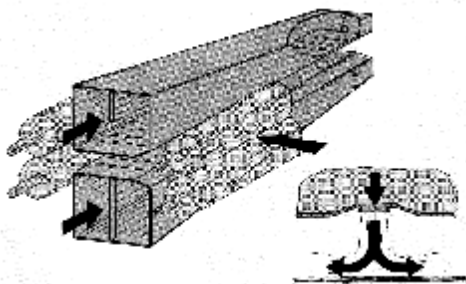


Рис.5.5. Схема узла сопловой сушилки VMS фирмы Raute

В сушилке с сопловым дутьем модели VMS (рис.5.5) расстояние от среза сопла до поверхности шпона составляет 20 - 30 мм, скорость циркуляции воздуха 12 - 15 м/с. Ширина щели сопла 5 - 10 мм, длина сопла равна ширине листа шпона. При этом воздух способствует продвижению листов шпона и препятствует возникновению заломов. Поскольку сопловые короба занимают много места, то сушилки VMS имеют только 3 этажа при высоте сушилки до 5 м и полной длине 25,5 м. Аналогичная сушилка VTS фирмы "Raute" имеет 4 этажа, а по ширине сушилки подается три листа шпона.

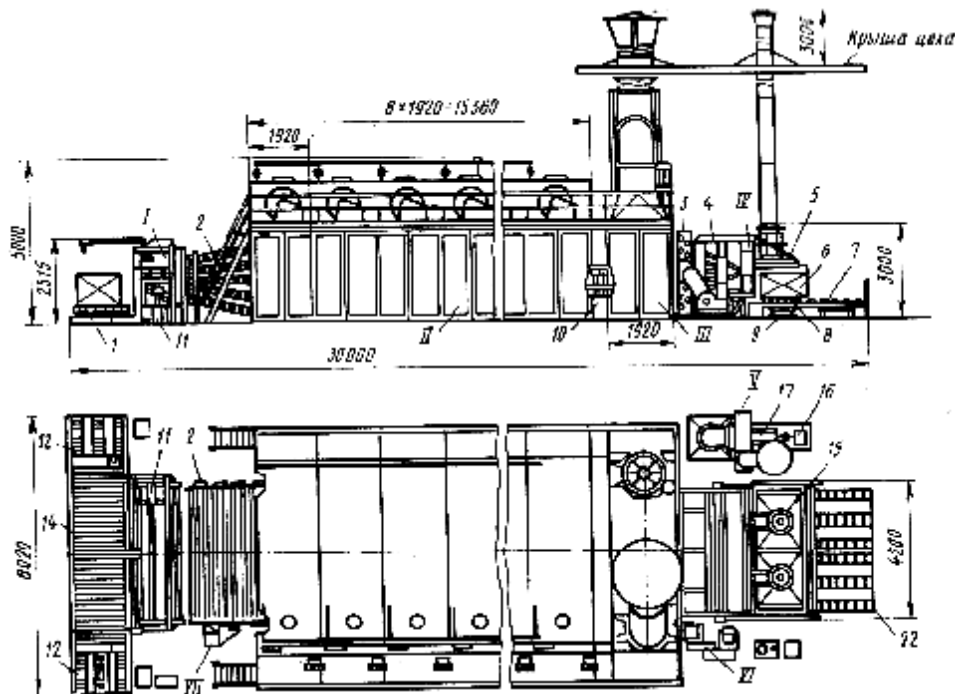


Рис. 5.6. Радиационно-сопловая роликовая сушилка СРГ-8: I - загрузочный механизм, II - камеры сушки, III - камеры охлаждения, IV - разгрузочный механизм, V - вентиляционная установка, VI - приводная станция, VII - натяжная станция; 1 - подъемный стол, 2 - загрузочная этажерка, 3 - раздаточная колонка, 4 - выдающий механизм, 5, 15 - пневмоукладчики, 6 - стопы сухого шпона, 7 - тележки, 8, 12, 14 - роликовые конвейеры, 9 - подъемный стол, 10 - буферная секция, 11 - распределительный механизм, 13 - трубопроводы, 16, 23 - электродвигатели, 17 - вентилятор, 18 - теплоизоляционные щиты, 19 - экраны, 20 - калориферы, 21 - вентилятор, 22 - защитный кожух вентилятора, 24 - ролики, 25 - сопловые корпуса.

5.2. Технические характеристики газовых сушилок для шпона

Параметры	СРГ-25	СРГ-25М	СРГ-50	СРГ-50-2	СРС-Г
Число этажей	8	8	8	8	5
Рабочая длина камер, м	13,12	16,36	23,92	23,92	14,58
в т.ч. сушики	10,96	14,2	21,76	21,76	12,96
охлаждения	2,16	2,16	2,16	2,16	1,62
Диаметр роликов, мм	102	102	102	102	102
Длина роликов, м	3,9	3,9	3,8	3,9	3,9
Расстояние между осями роликов, мм	180	180	180	180	324
Число топок	1	1	2	2	3
Температура, °С:					
поступающей смеси	250-300	260-280	250-270	250-270	190-210
отработавшей смеси	140-160	140-160	130-160	130-160	170-180
Производительность для шпона 1,5 мм, м ³ /час	3,4	4,36	6,3	7,0	4,4
Число рабочих	4	4	7	5	4
Расход топлива, кг/м ³	0,35	0,35	0,35	0,35	80 нм ³ газа

Газовые роликовые сушилки (табл.5.2) отличаются от паровых тем, что температура агента сушки в них составляет не 150 - 160 °С, а 250 -300 °С благодаря применению смеси топочных газов с воздухом. Для этого сушилки снабжаются топками, где сжигается твердое, жидкое или газовое топливо, а топочные газы в смеси с атмосферным воздухом непосредственно подаются в зону сушки. Поэтому в газовых сушилках отсутствуют калориферы и при том же каркасе становится возможным сделать вместо пяти восемь этажей.

Расчеты показывают, что в газовых сушилках на процесс сушки расходуется 59% тепла от сжигаемого топлива (в паровых - только 32%). Кроме этого, газовые сушилки значительно проще по устройству и требуют меньше металла. Перевод на газовое топливо требует некоторых конструктивных изменений:

1. Приводные цепи роликов заменяют на втулочно-роликовые с разрывной нагрузкой 50-80 кН.

2. Шариковые сепараторные подшипники роликов, работающие на смазке, заменяются на втулки из антифрикционного материала (например, АГ-1500), работающего без смазки при температурах до 400°С.

3. Вместо вариатора ставится двигатель постоянного тока.

Сегодня на предприятиях работают сушилки серии СРГ, в том числе СРГ-25, СРГ-25М (рис. 5.7), СРГ-50-2 (табл.5.2). Одним из недостатков сушилок такого типа является высокая пожароопасность, поскольку температура в сыром конце составляет 260 - 280 °С. Наличие в цехе топков и громоздкой системы газопроводов также не улучшает условия труда. Для устранения этих недостатков создана газовая сопловая сушилка СРС-Г. За основу взята сушилка СУР-4, где вместо ребристых калориферов, вентиляторного оборудования и всех четных парных роликов расположены сопловые корпуса с шагом 324 мм.

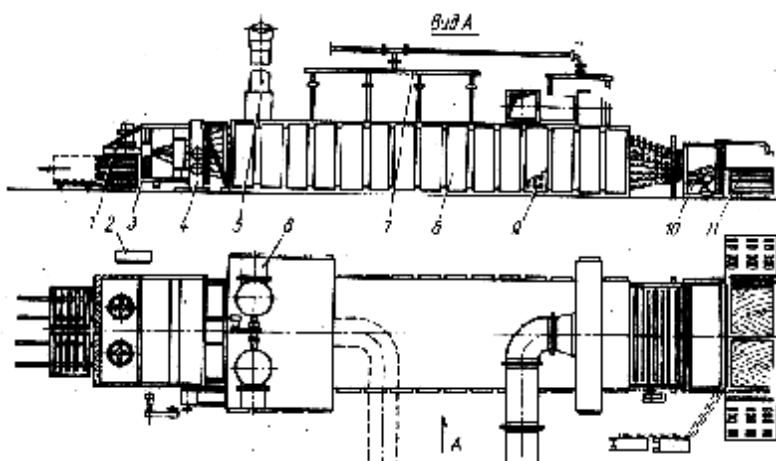


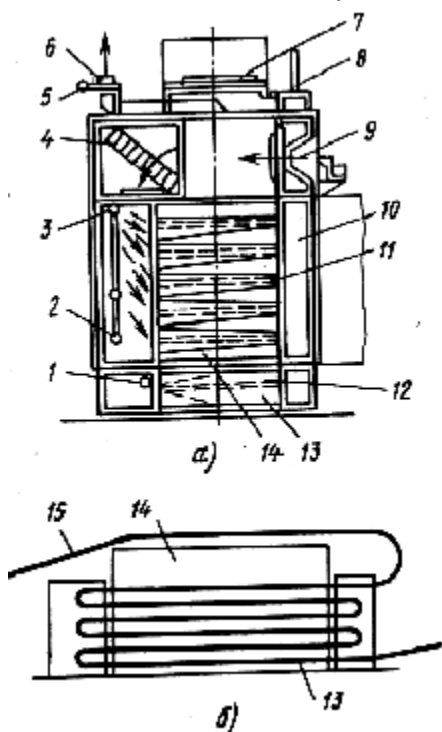
Рис. 5.7. Общий вид газовой роликовой сушилки СРГ-25М: 1 - корпус, 2 - роликовая система, 3 - вентиляционная установка подачи газов, 4 - установка отсоса газов, 5 - топка, 6 - паротушиатель, 7 - пульт управления, 8 - жалюзийный искрогаситель, 9 - вентилятор охлаждения, 10 - привод роликов, 11 - механизм выгрузки.

Производительность сушильного агрегата, м³/ч,

$$P_{\text{час}} = 60 K_p l_p S_{\text{ш}} n \left(\frac{L}{t} \right) K_{\text{ш}} K_{\text{д}} \left(\frac{L}{L-1} \right),$$

где $K_p=0,87 - 0,9$, l_p - длина ролика, м; $S_{ш}$ - толщина шпона, м; n - число этажей роликковой сушилки; L - рабочая длина сушилки, м; l - длина секций охлаждения, м; t - время сушки шпона, мин; $K_{ш}$ - коэффициент заполнения ширины сушилки, $K_{ш}=0,7-0,8$; K_d - коэффициент заполнения длины сушилки, $K_d = 0,9-0,98$.

Сушка шпона в ленте применяется в линии лущения, сушки, рубки и сортировки шпона. Преимущество этого способа в том, что снижаются потери шпона при его рубке и транспортировке в сухом виде на 3-5%, а трудозатраты сокращаются в 2-2,5 раза. За рубежом применяют двух- и четырехэтажные сетчатые (ленточные) сушилки для сушки шпона в ленте. Шпон транспортируется



с помощью металлической сетки и передается с этажа на этаж. На нижнем этаже имеются камеры охлаждения, а на выходе из сушилки - ножницы для рубки шпона. Металлические сетки опираются на ролики, между сетками расположены сопловые коробки (линия "Raute"). Скорость движения ленты до 45 м/мин. На рис.5.8 показана ленточная сушилка фирмы Raute.

Рис.5.8. Схема ленточной сушилки для шпона: а) поперечный разрез, б) схема движения ленты шпона; 1, 3 - трубы паротушеия, 2 - труба сбора конденсата, 4 - калорифер, 5 - труба подводящего паропровода, 6 - выхлопные трубы, 7 - подающий конвейер, 8 - площадка обслуживания, 9 - вентилятор, 10 - каркас, 11 - сопловые коробки, 12 - труба камеры охлаждения, 13 - камера охлаждения, 14 - камера сушки, 15 - траектория движения ленты шпона.

Сушилка СуШЛ линии лущения - сушки - рубки шпона представляет собой паровую роликково - цепную сушилку, имеющую по высоте два яруса. Первый (нижний) ярус имеет два этажа, верхний - три этажа. Лента шпона имеет самостоятельный вход в каждый ярус и выход из него. В каждом ярусе можно создать свой режим сушки, что удобно для сушки хвойного шпона. Верхние и нижние ролики имеют канавки для прохода цепей, поддерживающих и направляющих шпон, что снижает его покоробленность. Средняя температура в сушилке 130°C, производительность до 4,3 м³/час для шпона толщиной 1,5 мм.

Недостатками сетчатых сушилок являются значительное коробление шпона, так как отсутствует проглаживание шпона роликами, появление разрывов шпона при незначительной неравномерности скоростей по длине сушилки, так как шпон движется здесь в направлении поперек волокон. Кроме того, газовая сушилка может работать только на природном газе, ибо все остальные виды топлива загрязняют шпон.

5.3. Технические характеристики ленточных сушилок

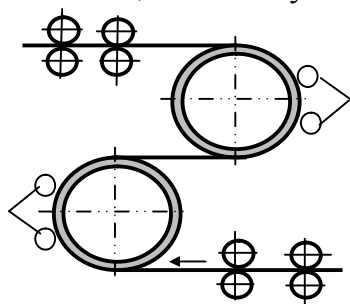
Параметр	VMSK-V32	VMSK-V509	СуШЛ
Толщина шпона, мм	0,5-4,0	0,5-4,0	0,8-2,2
Агент сушки	Топочные газы		Гор.воздух
Способ подачи агента сушки	-		Сопл. дутье
Число этажей	3	5	5 (3+2)
Длина сушильной части, м	42	18	32
Длина камеры охлаждения, м	42	18	-
Рабочая ширина (ширина сетки) , м	-	1,7	1,7
Производительность, м ³ /ч	-	4,5	4,5
Средняя температура сушки, °С	180	312	130
Скорость движения сетки, м/мин	36,5	37,5	-
Установленная мощность, кВт	267,5	177	323

Контактные сушилки для шпона распространены значительно меньше, чем сушилки других типов, хотя контактный способ нагрева является наиболее интенсивным. К таким сушилкам относится в первую очередь дыхательный пресс (табл.5.4). Рабочим органом являются стальные плиты, внутри которых циркулирует пар. Плиты периодически сжимают листы шпона, находящиеся между ними. Если в прессе 32 плиты (31 промежуток), то сушка происходит в 16 нечетных или 15 четных, а в других промежутках шпон загружается или выгружается.

5.4. Характеристика дыхательных прессов

Параметр	СУД - 4	СУД - 7
Размеры плит, мм	1830 x 1650 x 42	1830 x 1650 x 42
Количество плит, шт	30	32
Частота дыханий в минуту	5...8	6, 9, 12
Установленная мощность, кВт	4,5	2,9
Размеры пресса (L x B x H), м	4,5 x 1,7 x 3,36	4,5 x 1,7 x 3.36
Масса пресса, кг	31500	33000

Время контакта плит составляет примерно 50% от времени одного “дыхания”. Сушилки СУД-4 и СУД-7 в настоящее время уже не выпускаются, но сохранились на некоторых предприятиях, где используются для сушки наиболее высококачественного шпона. К недостаткам их относится низкая производительность, тяжелые условия труда.



В практике фанерных предприятий США известна контактная проходная сушилка MVP (рис.5.9), в которой шпон при своем движении огибает два полированных цилиндра, обогриваемых термомаслом (280 °С). Время сушки сокращается по сравнению с роликовыми сушилками на 25%, меньше усушка и покоробленность шпона.

Рис.5.9. Сушилка шпона с обогриваемыми цилиндрами.

Сушилка с шахматным расположением роликов занимает меньшую производственную площадь и позволяет сохранить производительность при меньших трудозатратах. Это достигается компактной установкой роликов, что позволяет при тех же габаритах увеличить число этажей с 5 до 8, скорость теплового агента до 8-10 м/с.

Охлаждение шпона является необходимой операцией перед нанесением клея, так как горячий шпон может вызвать интенсивное впитывание клея, его преждевременное охлаждение. Оптимальная температура шпона составляет 40-50 °С. В паровых сушилках достаточно охлаждение шпона в течение 50-70 с, а длина секций зоны охлаждения составляет примерно 10 % общей длины сушилки. В газовых сушилках время составляет 30-40 с, так как скорость движения шпона выше. Сопловая подача воздуха позволяет сократить время охлаждения до 20 с.

5.4. Сортирование сухого шпона

В общем случае шпон может быть рассортирован по следующим признакам:

а) по породам древесины. Этот признак определяется уже на стадии гидро-термообработки сырья;

б) по толщине шпона. Толщина шпона задается в лущильном станке и в дальнейшем в одной стопе сохраняется шпон только одной породы и одной толщины;

в) по назначению - для фанеры, для отдельного использования, для починки, для ребросклеивания;

г) по качеству (по сортам).

Последние два признака определяются в результате сортирования сухого шпона на специально отведенном для этих целей месте. Для каждого сорта четко оговариваются допустимость того или иного порока древесины или дефекта обработки. Для сучков указываются их предельные размеры и количество на 1 м² площади листа, для ненормальных окрасок - процент занятой площади. Качественный выход шпона зависит главным образом от сорта сырья. При лущении березы наибольший объем занимает шпон сортов В, ВВ, С.

Процесс сортирования шпона может быть организован по различным схемам:

1. Непосредственно у сушилки. Шпон 1-2 рабочими раскладывается по стопам рядом с сушилкой. Недостаток этой схемы в том, что она требует больших производственных площадей и значительных затрат ручного труда, хотя и исключает излишние переноски шпона. При отсутствии механизации одна сортировщица обрабатывает 500 - 600 листов в час, переносит 1-1,5 тонны груза и проходя расстояние до 3 км. Сегодня этот участок является наименее механизированным и наиболее трудоемким. Запаса сухого рассортированного шпона должно хватать на бесперебойную работу клеильного цеха в течение 1,5 - 2 суток, поэтому требуется трехсменная работа большого числа рабочих сравнительно низкой классификации
2. На специально отведенных местах. Пачка сухого шпона отвозится погрузчиком к ленточному транспортеру и раскладывается по подстопным местам с меньшими затратами ручного труда.
3. На транспортере, установленном на выходе из сушилки. В автоматических сортировках фирмы "Raute" сухой шпон сразу из сушилки попадает

на поперечный конвейер. Оператор визуально оценивает сорт каждого листа и нажимает номер соответствующего кармана. Листы шпона затем с помощью вакуумных присосок поджимаются к верхней перфорированной ленте конвейера и транспортируются до своего места.

Сортировщик сухого шпона СШ-3 (рис.5.9) имеет систему адресования, управляемую микропроцессором. Лист шпона укладывается на подстопное место с помощью отсекателя. После формирования стопы высотой 700 мм она выкатывается на резервный рольганг. Число секций - 8, производительность для полноформатного шпона толщиной 1,5 мм - до 21 м³ / см, установленная мощность - 20,6 кВт, масса 12000 кг, занимаемая площадь - 18,5 x 5,2 м. Допускается одновременная подача трех листов, а также рассортировка неформатных листов

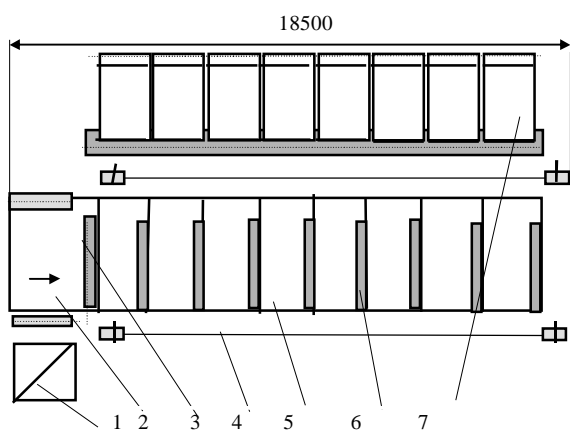


Рис. 5.10. Схема линии сортировки шпона СШ-3: 1 - стопа шпона для сортировки, 2 - подъёмный стол, 3 - приемная секция, 4 - транспортная система, 5- сортовая секция, 6 - отсекающий механизм, 7 - рольганг для отсортированных стоп.

Известны линии сортирования с автоматической оценкой качества шпона с использованием фотодатчиков и встроенной ЭВМ. Система улавливает темные места на листе шпона, определяет их количество, размеры, площадь и сравнивает результат с эталонами, имеющимися в ее памяти, на основании чего выносит решение о присвоении того или иного сорта.

5.5. Нормализация размеров и качества шпона

Значительная часть шпона проходит дополнительную обработку, а именно, починку форматных листов, ребросклеивание кускового шпона и стягивание трещин клеевой лентой.

Починка шпона проводится с целью повышения сортности на один разряд за счет вырубki сучков и постановки заплаток с натягом 0,1-0,2 мм. Починке подлежат шпон сортов II, III, IV (B, BB, C). Вставки вырубаются из шпоновых полос той же толщины и влажностью 3-5%. Вставки имеют обычно форму эллипса и размеры от 25x15 до 100x60 мм (всего 4 типоразмера). Из общего числа починке подвергаются примерно 10 - 30% сухого шпона. Для этой цели используются шпонопочиночные станки марки ПШ или ПШ-2А (табл.5.5, рис.5.11-5.12). Станок работает в следующем цикле: верхняя просечка высекает в шпоне дефектное место, толкателем дефект проталкивается вниз и удаляется сжатым воздухом, из ленты шпона нижней просечкой вырубается вставка (заплатка) и ставится на место дефекта.

5.5. Техническая характеристика станка ПШ-2А.

Толщина обрабатываемого шпона, мм	0,95 ... 4,0
Вылет консоли станка, мм	1650
Число ударов в минуту, максимальное	56
Размеры вставок, мм	40x25, 60x32, 80x40
Установленная мощность, кВт	0,75
Размеры станка (L x B x H), м	2,81 x 0,85 x 1,62
Масса станка, кг	2150

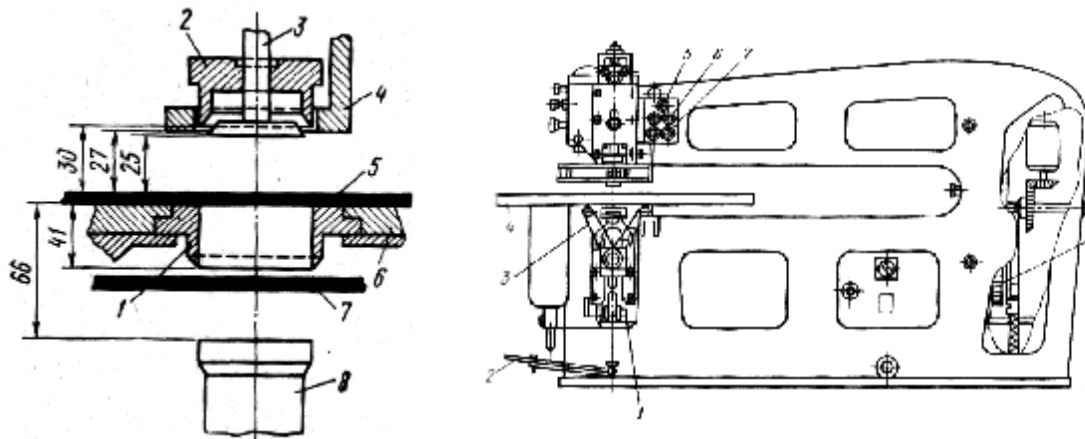


Рис.5.11. Взаимное расположение инструмента в шпонопочиночном станке: 1 - нижняя просечка, 2 - верхняя просечка, 3 - толкатель, 4 - прижим, 5 - лист шпона, 6 - стол станка, 7 - лента шпона для заплаток, 8 - подаватель.

Рис. 5.12. Общий вид шпонопочиночного станка ПШ-2: 1 - нижняя головка, 2 - педаль, 3 - кассета, 4 - стол; 5,6,7 - кнопки управления, 8 зубчатая передача.

Производительность станка (листов в час) определяется по формуле

$$P_{\text{час}} = \frac{3600K_p}{t_p + m(t_b + t_n)},$$

где K_p - коэффициент рабочего времени (0,94-0,95); t_p - время ручных операций (6-7 с); m - количество дефектов на 1 листе; t_b - время на установку вставки (1-2 с); t_n - время на перемещение листа (0,4-0,8 с).

Можно использовать нормативы времени на починку одного листа (табл.5.6) и рассчитать производительность по формуле:

$$P_{\text{час}} = \frac{3600K_p}{t_y} l_b S_{ш},$$

где t_y - норма времени на починку одного листа, с; $l_{ш}$, $b_{ш}$, $S_{ш}$ - размеры листа шпона, м.

5.6. Нормы времени на починку листа шпона t_y , с

Количество вставок в листе	Среднее количество вставок	Размер вставки, мм			
		32 x 18	40 x 25	60 x 32	80 x 40
1 - 5	3	18,0	18,1	18,7	19,1
6 - 10	8	28,5	28,9	30,1	31,4
11 - 15	13	38,8	39,6	41,7	43,8
16 - 20	18	49,3	50,4	53,3	56,6

В среднем производительность составляет 100-150 листов в час (0,4 м³/ч). Шпон из сырья 1-го сорта требует примерно 30% починки, из 2-го сорта - 36%, из 3-го сорта - 57%. Вариант организации рабочих мест у станков ПШ показан на рис.5.13.

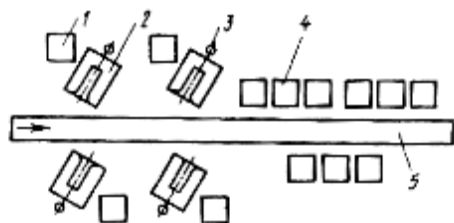


Рис.5.13. Вариант организации труда на участке починки шпона: 1 - шпон для починки, 2 - шпонапочиночный станок, 3 - рабочее место, 4 - столы починенного и рассортированного шпона, 5 - конвейер.

Обработка кускового шпона заключается в превращении его в форматный шпон за счет операций сортировки кусков по качеству, ширине и толщине, подготовки кромок и ребросклеивания. Пачка кускового шпона обрабатывается на гильотинных ножницах (рис.5.12, 5.13, табл.5.7) марок НГ-30, НГ-18 и подобных с целью формирования строго прямолинейных кромок для последующего ребросклеивания без фугования.

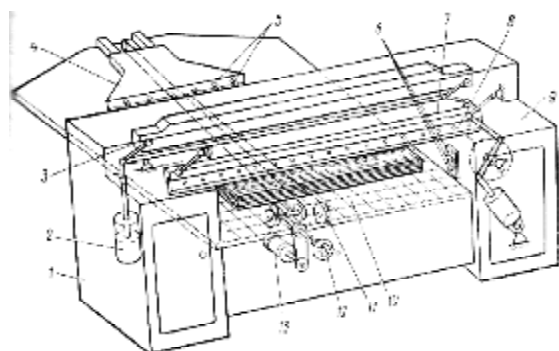


Рис.5.14. Основные элементы конструкции гильотинных ножниц: 1 - станина, 2, 9 - гидроцилиндры, 3 - прижимная траверса, 4 - каретка, 5 - упоры, 6 - фотоэлементы, 7 - ножжевая траверса, 8 - нож, 10 - стол, 11 - отсчетное устройство, 12 - маховичок, 13 - двигатель перемещения каретки.

5.7. Технические характеристики гильотинных ножниц

Параметр	НГ - 18 - 1	НГ - 28	Рюкле (Германия)
Наибольшая длина листов шпона, мм	1800	2800	2100
Наибольшая высота пакета шпона, мм:			
при резе вдоль волокон	90	90	150
при резе поперек волокон	30	30	50
Ширина шпона, мм	75 - 1000	75 - 1000	-
Давление прижимной траверсы, МПа	0,25	0,25	-
Скорость движения прижимной траверсы, мм/с		32	100
Скорость движения ножжевой траверсы, мм/м		200	330
Установленная мощность, кВт	8,1	8,6	5,0
Норма обслуживания, чел.	1	2	
Размеры станка, (L x B x H), м	2,64 x 3,47 x 1,65	2,64 x 4,47 x 1,65	3,5 x 1,1 x 2,4
Масса станка, кг	4 400	5 080	5 000

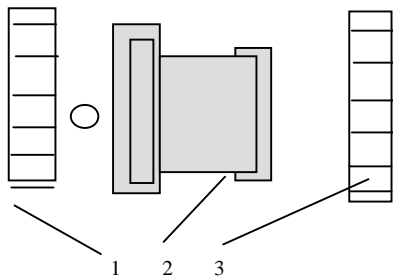


Рис.5.15. Схема организации труда на участке прирубки кусков шпона: 1 -этажерка подсортированных кусков шпона, 2 - НГ-18; 3 - этажерка для прирубленных кусков.

В ряде случаев требуется дополнительная обработка кромок на кромкофуговальных станках марок КФ-7, КФ-9М (табл.5.8, рис.5.16, 5.17).

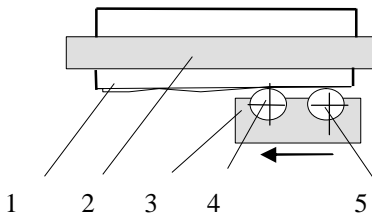


Рис.5.16.. Схема работы кромко-фуговального станка КФ-9М: 1 - пачка шпона, 2 - прижимная траверса, 3 - каретка, 4 - обдирочная фреза, 5 - чистовая фреза

5.8. Техническая характеристика кромкофуговального станка КФ-9М.

Длина обрабатываемой пачки, мм	до 2000
Ширина обрабатываемой пачки, мм	100-800
Высота пачки, мм	50 -120
Диаметр фрез, мм	180
Частота вращения фрез, мин ⁻¹	
обдирочной	2930
чистовой	2880
Скорость перемещения каретки, м/мин	
рабочий ход	8
холостой ход	16
Установленная мощность, кВт	13,4
Размеры станка (L x B x H), м	4,5 x 1,84 x 2,08
Масса, кг	3600

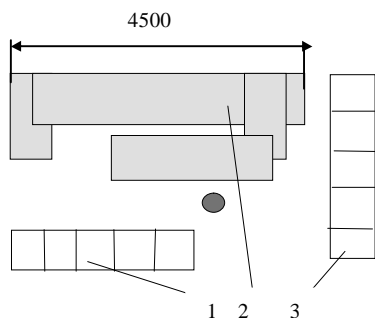


Рис.5.17. Схема организации рабочего места у кромкофуговального станка марки КФ - 9М: 1 - этажерка для кусков до обработки, 2 - станок, 3 - этажерка для прирубленных кусков

Производительность гильотинных ножниц и кромкофуговальных станков, м³/ч

$$P_{\text{час}} = \frac{60K_p}{t_{\text{ц}}} l_{\text{ш}} b_{\text{к}} h ,$$

где $K_p = 0,95$; $t_{\text{ц}}$ - время цикла, в среднем $t_{\text{ц}} = 4-6$ мин ; $l_{\text{ш}}$ - длина листа шпона, $b_{\text{к}}$ - средняя ширина кусков, $b_{\text{к}} = 0,30-0,40$ м ; h -высота пачки, м.

Потери шпона на прирубке кусков составляют примерно 5-7%, при кромкофуговании - еще 15%.

Ребросклеивание шпона может проводиться по различным схемам (рис.5.18):

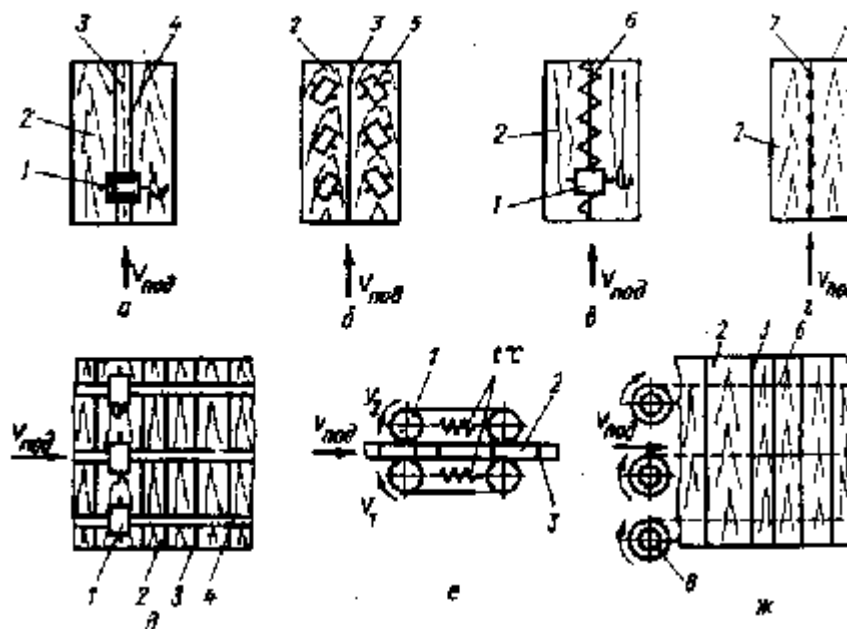


Рис.5.18. Схемы ребросклеивания неформатного шпона: а - продольное с помощью клейкой ленты, б - безленточное продольное, в - продольное с помощью клейкой нити, г - продольное с помощью клея-расплава, д - поперечное с помощью клейкой ленты, е - поперечное безленточное, ж - поперечное с помощью клейкой нити.

Продольное ленточное ребросклеивание заключается в наклеивании гуммированной ленты (то есть бумажной ленты с нанесенным и подсушенным резиновым клеем) на стык двух подготовленных кусков шпона. Продольное безленточное склеивание основано на предварительном смачивании кромок клеем и последующем иницировании реакции склеивания. Склеивание с помощью клейкой нити основано на том, что клейкая нить проходит через зону горячего воздуха, оплавляется и приклеивается зигзагообразно на стык кусков шпона, где почти моментально отверждается. Точечное ребросклеивание основано на использовании клеев-расплавов, которые наносятся в горячем состоянии на стык кусков в виде отдельных точек и очень быстро отверждаются.

Кроме продольного, существует поперечное ребросклеивание, которое предусматривает более производительный проходной способ склейки кусков шпона, движущихся в поперечном направлении и фиксируемых между собой с помощью жидких клеев, клеев-расплавов или клейкой нити.

Станок РС-5 соединяет предварительно фугованные кромки термореактивным клеем, РС-7 - с помощью гуммированной ленты (шириной 25 мм), РС-9 - термопластичной нитью. Станок с поперечной подачей РСП-2 также использует термореактивный клей, а прирезной ребросклеивающий станок ПРС-2 (рис.5.18) совмещает операции прирубки и ребросклеивания кусков клеем-расплавом (табл.5.9).

Наиболее распространенным является станок с клеевой нитью РС-9 (рис.5.19). Парные полосы шпона вручную подаются в станок, где одновременно с их продольным перемещением производится их стяжка и наложение на шов расплавленной термопластичной нити. Расплавление производится нагретым воздухом, подаваемым через нагреватель, а наложение - нитеводителем, в котором нить проходит через сопла, смонтированные в гильзе, совершающей колебательное движение.

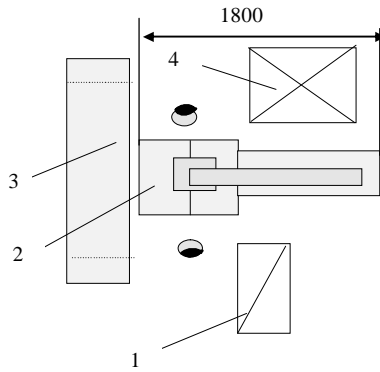


Рис.5.19. Организация труда у станка РС-9: 1 - пачка кускового шпона, 2 - станок РС-9, 3 - возвратный конвейер, 4 - стопа форматного шпона.

5.9. Технические характеристики ребросклеивающих станков

Параметры	РС – 5	РС – 7	РС – 9	ПРС-2	РСП-2
Средство соединения полос	Терморектимальным клеем	С помощью ленты	Клеевой нитью	Клеем – расплавлением	Терморектимальным клеем
Направление подачи шпона	Продольное			Поперечное	
Толщина шпона, мм	0,5-5,0		0,4-3,8	1,0 - 2,5	1,15-3
Наименьшая ширина шпона, мм	80		60	200	
Скорость подачи шпона, м/мин	7-21	5- 40	14-40	до 15	3...15
Установленная мощность, кВт	5,95	0,6	0,8	3,7	43,9
Размеры станка (L x B x H), м	2,3 x 1,8 x 1,6	1,51 x 1,1 x 2,04	1,8 x 0,85 x 1,79	3,7 x 2,2 x 1,65	7,07 x 2,73 x 1,76
Масса станка, кг	1430	830	630	1500	6050

Производительность станков, м³/ч:
с продольной подачей (например, РС-9)

$$\Pi_{\text{час}} = \frac{60K_p K_m U b_{\text{ш}} S_{\text{ш}}}{(b_{\text{ш}} / b_{\text{к}} - 1)} ;$$

с поперечной подачей (например, РСП-2):

$$\Pi_{\text{час}} = 60K_p K_m U b_{\text{ш}} S_{\text{ш}} ,$$

где $K_p=0,95-0,96$; K_m - коэффициент машинного времени, $K_m=0,92$; U - скорость подачи, м/мин; $b_{\text{ш}}$ - ширина форматного листа шпона, м; $b_{\text{к}}$ - средняя ширина кускового шпона, м; $S_{\text{ш}}$ - толщина шпона, м

Станки с продольной подачей малопроизводительны (0,3-0,4 м³/ч), поэтому все большее применение находят станки с поперечной подачей, например, РСР-10, использующий 5 рядов нитей для фиксации полос шпона. В этих станках производительность выше, так как нет возврата кусков шпона.

Следующим шагом в совершенствовании техники ребросклеивания явилось совмещение в одном агрегате ножниц и ребросклеивающего станка. Прирубка по одному листу позволяет использовать вместо тяжелых гидравлических легкие пневматические ножницы. Примером является агрегат ПРС-2 (рис.5.20).

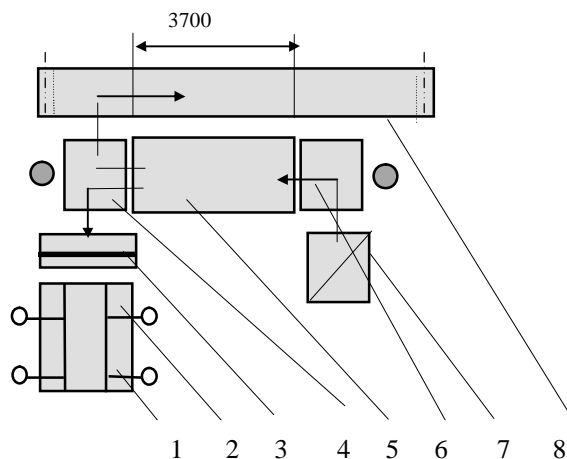


Рис.5.20. Схема организации рабочего места у станка ПРС-2: 1 - шпоноукладчик форматных листов, 2 - подъёмный стол, 3 - ножницы, 4 - приемный стол, 5 - прирезной-ребросклеивающий станок, 6 - загрузочный стол, 7 - стопа кускового шпона, 8 - конвейер возврата.

Парные куски шпона из стопы 7 подаются рабочим в станок ПРС-2, где происходит выравнивание кромок и их фиксация клеем - расплавом. Второй рабочий принимает ребросклеенные куски и с помощью конвейера 8 возвращает их для добавления следующего куска. При достижении форматной ширины лист направляется в ножницы 3, где выравниваются передняя и задняя кромки листа шпона с получением заданного размера по ширине.

На линии ребросклеивания кускового шпона ОАО "Фантех" (рис.5.21, 5.22), введено еще одно принципиальное усовершенствование - добавлено сканирующее устройство для оценки дефектных мест и выдачи команд на пневматические ножницы.

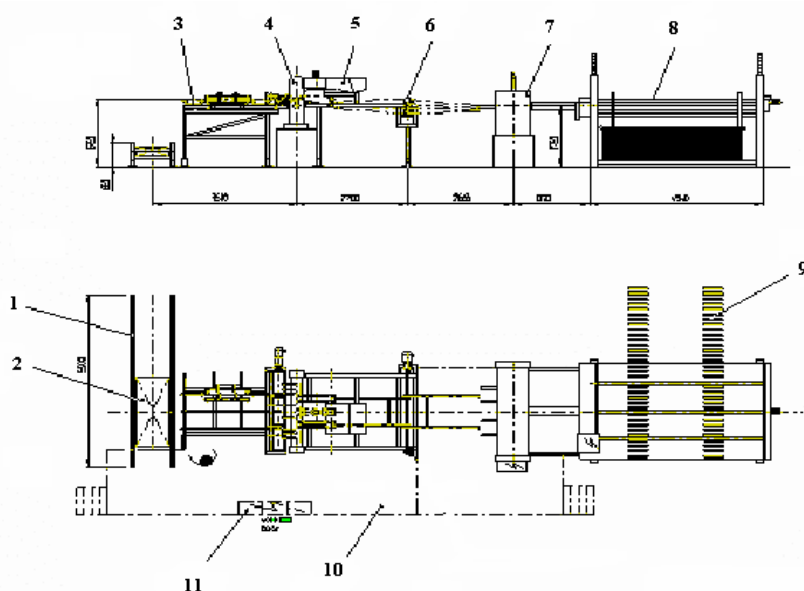
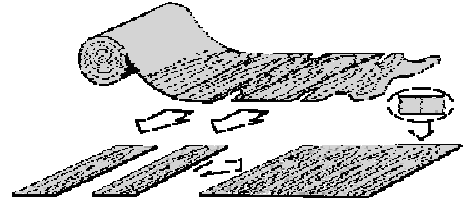


Рис.5.21. Линия ребросклеивания шпона внутренних слоев ОАО Фантех: 1 - цепной конвейер, 2 - подъёмная платформа, 3 - загрузочный конвейер, 4 - ножницы для резки шпона, 5 - разгрузочный конвейер, 6 - конвейер промежуточного склада, 7 - ребросклеивающий станок, 8 - автоматический стопоукладчик, 9 - рольганг выгрузки стопы, 10 - площадка обслуживания, 11 - электрощит.

Рис.5.22. Схема работы линии ребросклеивания ф. Фантех.



На линии ребросклеивания листы шпона разной ширины превращаются в бесконечную ленту шпона, которую можно прирубить на листы нужного формата. Стопы шпона, выгруженные на цепной конвейер, перегружаются на подъемный стол, который поднимает стопу на нужную высоту. Рабочий подаёт листы на конвейер, который выравнивает шпон относительно поперечной кромки. Ножницы прирубают переднюю и заднюю кромку шпона перпендикулярно к направлению подачи с помощью оптического измерителя-фотоэлемента. Фотоэлемент также фиксирует дефекты в шпоне и дает ножницам команду на вырубку дефекта. С помощью пневмосопла и управляющих эксцентриков отходы шпона сдуваются вниз. Целые бесшовные листы переводятся на двухэтажный конвейер, служащий промежуточным складом и подающий куски шпона на ребросклеивающую ленту.

На ребросклеивающем станке листы шпона склеиваются в бесконечную ленту с помощью расплавленной нити. На обе поверхности шпона расплавляются 4 пары нити, причем крайние нити меняют поверхность на другую после каждого шва (перекручиваются). Из бесконечной ленты ножницы формируют листы шпона заданного формата, которые укладываются в стопы на требуемую высоту стопоукладчиком. Когда стопоукладчик оказывается в нижнем положении, готовая стопа перемещается на ролик выгрузки, а на стопоукладчик ставится новый поддон.

Производительность линии для березового шпона 1600 x 1600 x 1,5 мм составляет:

Ширина кусков, мм	Производительность,		Полезный выход, %
	Погонных метров/ч	Куб. м в смену	
450	2000	4,8	70
700	2500	6,0	75

(минимальная ширина кусков для ребросклеивания - 150 мм)

Примерно такая же линия ребросклеивания выпускается ф. Рауте-вуд (рис.5.23)

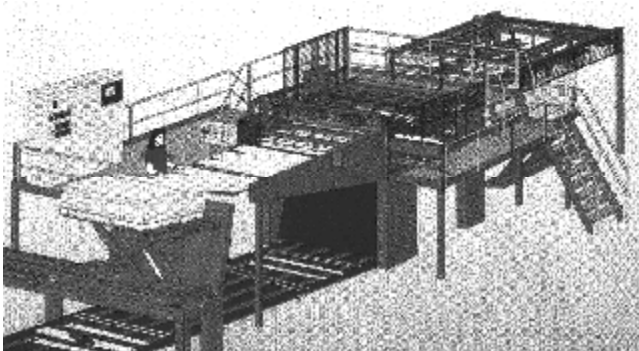


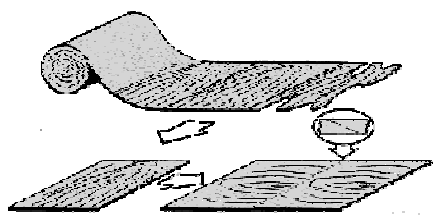
Рис.5.23. Линия ребросклеивания С 800 ф. Рауте - вуд

Отличительные особенности этой линии заключается в том, что склеивание выполняется как точечным способом, так и дополнительно клеевой нитью. Прирубка осуществляется двойными ножницами - передняя кромка прирубается сверху вниз, а задняя кромка - движением другого ножа снизу вверх. Технические параметры линии даны в табл. 5.10.

5. 10. Характеристика линий ребросклеивания ф. Рауте-вуд

Параметр	С 1800	С 2700
Длина ножа ножниц, мм	1800	2700
Толщина шпона, мм	1,5 - 4,2	1,2 - 4,2
Минимальная ширина шпона	90	90
Длина шпона, м	1300 / 1600	1300 - 2600
Скорость подачи, м/мин	40	40
Число нитей	4/5	4 - 8
Количество точек клея	4/8 x 6	4-8 x 6
Количество точек сканирования	256	416
Минимальный размер дефекта, мм	10	10
Ширина ребросклеенного шпона, мм	1000 - 4000	1000 - 4000
Максимальная высота стопы, мм	1200	1200
Размеры в плане, м	16,3 x 6,4	-

Помимо склеивания по ширине с целью получения форматного шпона из кусков, на фанерном предприятии часто возникает необходимость сращивания листов шпона по длине (рис.5.24) с целью получения длинных листов из коротких. Это особенно актуально при производстве строительной фанеры размером 1220 x 2440 мм из чураков длиной 1,3 м.. Уменьшение длины чурака снижает его кривизну и повышает выход шпона. Последующее сращивание коротких кусков шпона по длине открывает возможность для производства большеформатных плит при одновременном повышении полезного выхода шпона из сырья.



Для получения достаточной прочности склеивания используют усое соединение с длиной уса 25 - 40 мм. (рис. 5.22). Для этой цели ОАО Фантех выпускает линию сращивания шпона (рис.5.25, табл.5.11)

Рис.5.24. Схема сращивания шпона по длине

Табл. 5.11. Характеристика линии сращивания шпона ОАО Фантех

Подведенная электрическая мощность, кВт	103	Толщина шпона, мм	1,2 – 1,4
Расход электроэнергии при нормальном режиме, кВт час	~ 82	Ширина шпона, мм	900-1650
Расход сжатого воздуха (р=0,6 МПа), Nm ³ /час	52	Длина шпона, мм	600 ÷ 1600
Количество операторов, чел.	6	Длина усовки, мм	25-40
Необходимая площадь для установки линии, м ²	24 x 14	Макс. длина сращенного шпона, мм	3300
Минимальная необходимая высота, м	3		

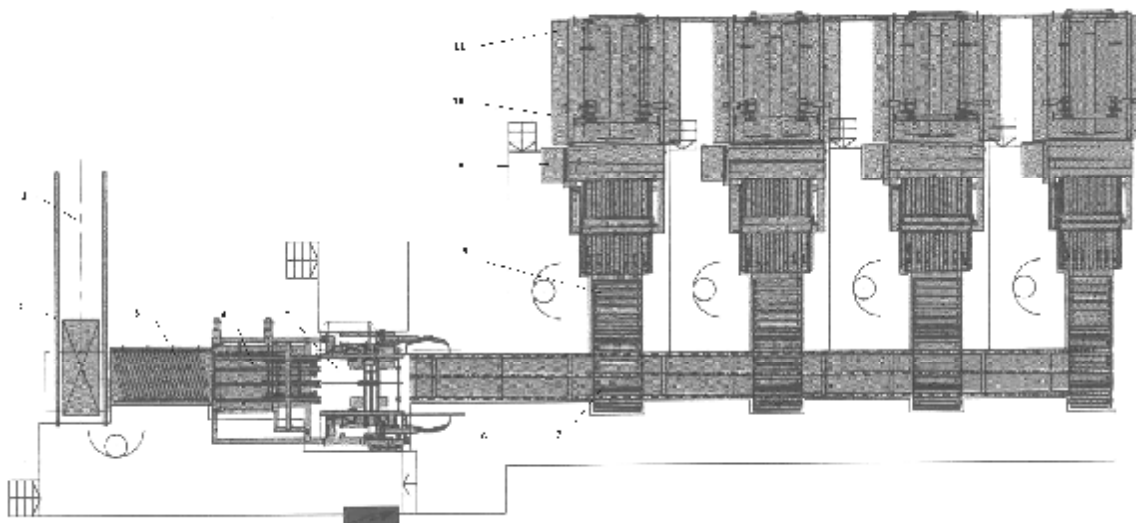


Рис.5.25. Линия сращивания шпона по длине: 1 - неприводной ролик, 2 - подъемный стол, 3 - выравнивающий конвейер, 4 - усовочный станок с клеенаносящим устройством, 5 - укладчик усованного шпона, 6 - передаточный конвейер стопы усованного шпона, 7 - перекрестная станция (4 шт.), 8 - стол подачи, 9- пресс-балка сращивания с ножницами, 10 - укладчик сращенного шпона., 11 - подъемный стол.

Стопа шпона подается с роликового конвейера, который служит накопителем, на подъемный стол. Оператор поднимает стол на удобную для себя высоту и затем подает шпон на загрузочный конвейер, где листы выравниваются по одной кромке. На усовочном станке листы шпона усуются таким образом, что на правой стороне листа скос получается сверху, а на левой снизу. Длина уса регулируется в зависимости от толщины шпона. После усовки, клеенаносящее приспособление наносит точно дозированный объем клея на поверхность шпона только с левой стороны. Затем листы укладываются в стопу высотой примерно 200-300 мм и выдерживаются перед запрессовкой, для того чтобы из клея могла испариться излишняя влага (открытая выдержка). После набора стопы шпон по роликовому конвейеру передается к пресс-балкам. На каждой пресс-балке операторы подают подготовленный шпон к кареткам загрузочного устройства, которые автоматически перемещают его к пресс-балкам и устанавливают намазанную кромку одного листа и сухую другого точно друг над другом. В процессе смыкания плит положение листов не меняется, что дает хорошее соединение. Пресс-балка смыкается, при этом каретка возвращается в исходное положение для приемки следующего листа. Время прессования заранее установлено на пульте управления, в зависимости от свойств шпона и клея, и по его истечению пресс-балка автоматически размыкается. При этом каретка подает очередной лист шпона. После прессования получается бесконечная полоса шпона, которую можно рубить на необходимую длину. Нож производит рубку автоматически, согласно заданной длины сращенного шпона. Автоматический стопоукладчик укладывает форматные листы шпона на подъемный стол. После достижения нужной высоты стопы стол опускается и стопа шпона перемещается на выгрузочный конвейер. Стол возвращается в исходное положение.

Фирма Рауте-Вуд выпускает три варианта линий сращивания - с ручным управлением, полуавтоматическую и автоматическую. Автоматическая линия отличается наличием сканирующей камеры, калибровочной пилы для стабилизации ширины листа (размера вдоль волокон), контролем размеров шпона для управления процессом сращивания. В автоматической линии достаточно трех прессов на один усочный станок.

Режим ребросклеивания характеризуется следующими данными:

- Влажность шпона - до 8%
- Используемый клей - фенолоформальдегидный
- Время прессования - 4 с
- Температура прессования - 240 °С
- Время цикла сращивания - 9 с.

Производительность линий для березового шпона 1,5 x 1270 x 1270 при длине сращенного шпона 2540 мм, коэф. использования раб. времени 0,8 составляет :

Для линии с ручным управлением - 190

Для полуавтоматической линии - 250

Для автоматической линии - 330 стыков в час на один пресс.

Общий вид усочного станка и узкоплитного пресса для сращивания показаны на рис.5.26.

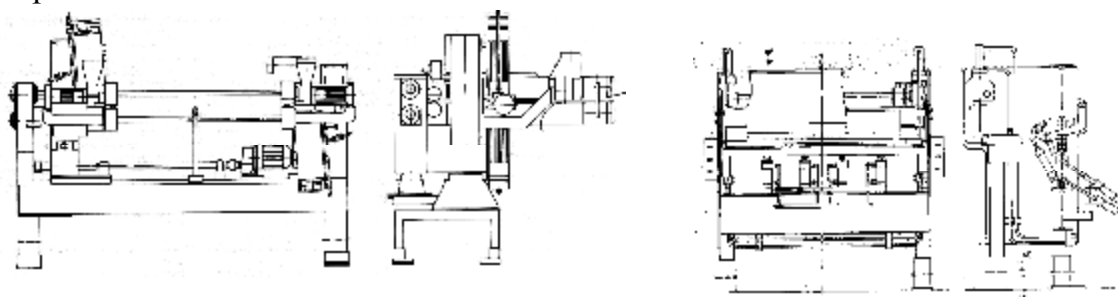


Рис.5.26. Общий вид усочного станка JVS и узкоплитного пресса JVPS фирмы Рауте-Вуд.

Эти станки могут обрабатывать шпон толщиной от 1,5 до 3,2 мм, длина "уса" составляет 25 мм. Усочный станок имеет две пилы для калибровки длины листа и две пилы для нарезки "уса".

На рис.5.19 показан вариант планировки сушильно - сортировочного цеха с двумя линиями сушки - сортировки шпона, участком починки шпона и линией прирубки и ребросклеивания кускового шпона. Линия состоит из двух станков для выравнивания правой и левой кромок кусков и их передачи на поперечный конвейер, с которого куски передаются на два ребросклеивающих станка с поперечной подачей.

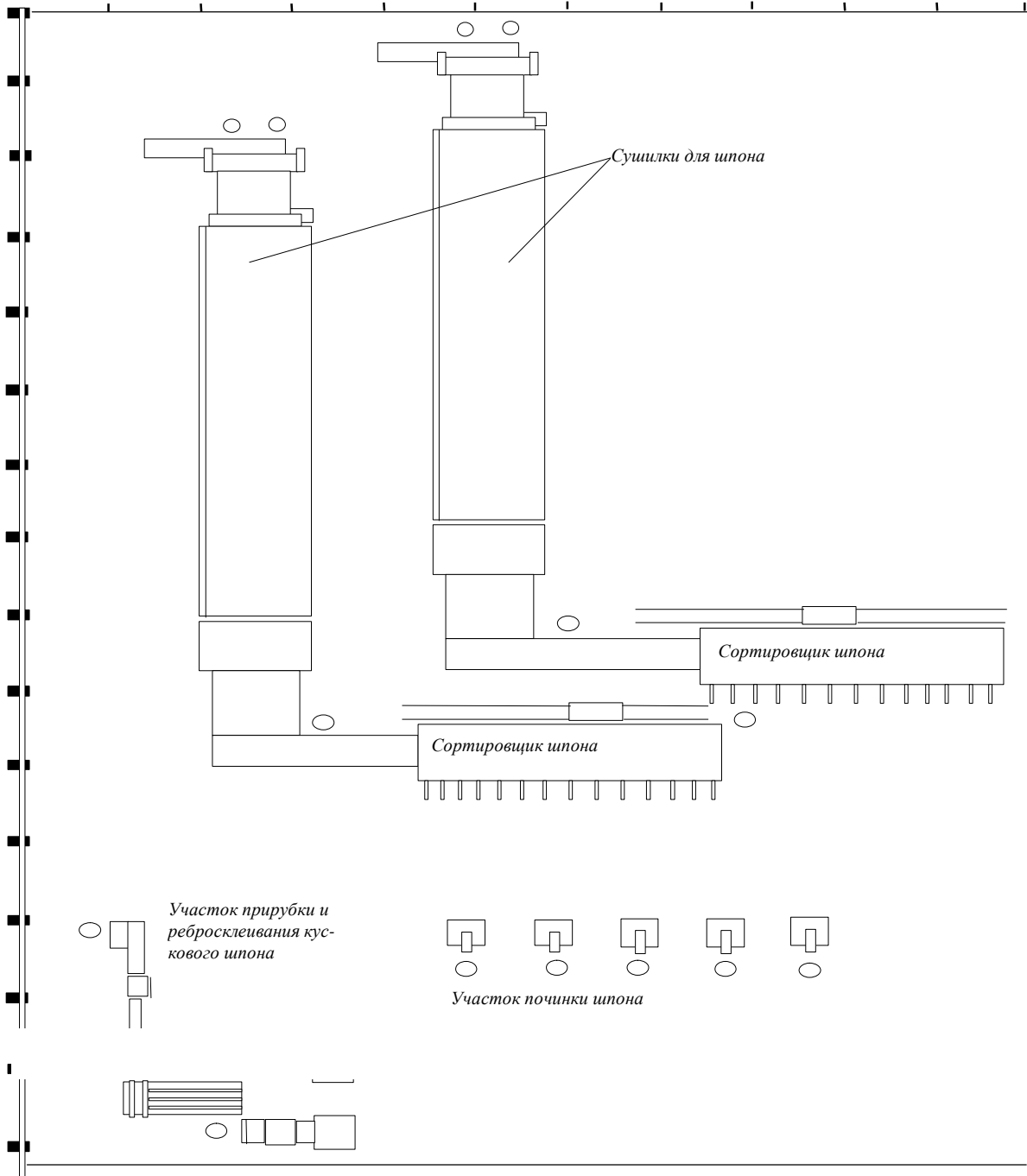


Рис.5.27. Вариант планировки сушильно - сортировочного цеха фанерного предприятия

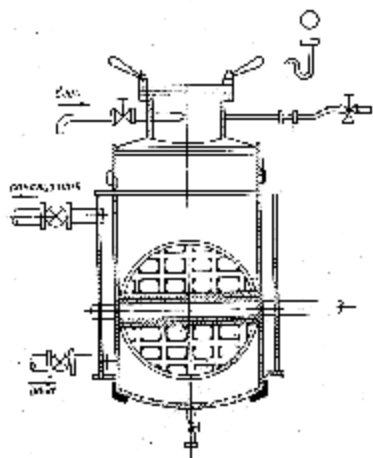
Глава 6.

Клеильно - обрезной цех фанерного предприятия

6.1. Приготовление и нанесение клея на шпон

Многокомпонентные клеи готовят в стационарных или передвижных клеемешалках вместимостью 300-500 л, располагаемых на полу цеха или вместимостью 150-200 л, размещаемых над клеевыми вальцами. Клеемешалка имеет вал с лопастями или с планетарным механизмом. Частота вращения вала 45-55 мин⁻¹. Для охлаждения клея аппарат имеет водяную рубашку, в которую направляют водопроводную воду. Время перемешивания составляет 15-30 мин. Последним из компонентов вводят наполнитель.

Для экономии клея прибегают к его *вспениванию*. Для этого добавляют в смолу поверхностно - активные вещества (альбумин, ОП-10, сапонал и др.) в количестве 0,2-1%. Вспенивающий аппарат представляет собой многолопастную мешалку (рис.6.1) с частотой вращения рабочего органа 250 -300 мин⁻¹. За 5-10



минут объём смолы увеличивается в 3-5 раз. После этого в нее добавляют отвердитель и снова перемешивают 5-10 минут. Устойчивость пены составляет не менее 8 часов. Наибольшее распространение получил вспениватель конструкции Усть-Ижорского фанерного завода вместимостью 600 л.

Рис.6.1. Вспениватель клея

Доля стоимости клея в себестоимости фанеры составляет примерно 20%, поэтому экономному расходованию клея уделяется большое внимание. Наиболее распространенным является контактный способ, реализуемый обычно с помощью клеенаносящих вальцов (рис.6.2).

Клеенаносящий станок имеет наносящие и дозирующие вальцы, которые могут быть металлическими или обрешиненными. Металлические должны иметь на своей поверхности рифление в виде мелких углублений с целью удержания клея. Обрешиненные имеют два слоя резины - внутри толстый слой мягкой резины, а снаружи жесткий слой тонкой резины, что позволяет избежать больших контактных напряжений и удлинить срок службы вальцов.

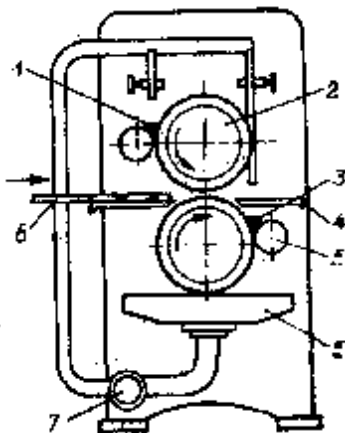


Рис.6.2.Схема клеенаносящего станка: 1, 3 -зона подачи клея, 2 - наносящий валец, 4 - пластины (ребра), 5 - дозирующий валец, 6 - ванна для клея, 7 - насос, 8 - лист шпона.

Расход клея регулируется изменением зазора между наносящими и дозирующими вальцами, а настройка на толщину материала - подъёмом верхнего наносящего вальца. Частота вращения дозирующих вальцов на 15-20 % ниже, чем наносящих вальцов. Для промывки вальцов к ним подводится водопроводная вода. Промышленность выпускает гамму клеенаносящих станков серии КВ: КВ-9, -14, -18 -28 с длиной барабанов от 900 до 2800 мм (табл.6.1). Допускаемый диапазон вязкости клеев для этих станков составляет 60-300 с по ВЗ-4, возможные потери связующего до 20 %. К другим недостаткам станков КВ относится нестабильность толщины клеевого шва, невозможность получения тонких равномерных швов и неравномерный износ барабанов.

6.1. Технические характеристики клеенаносящих станков

Параметр	КВ18-1	КВ28-1	2LV20 "Raute"	2LV27 "Raute"	W1800 Hymmen	W2600 Hymmen
Рабочая длина вальцов, мм	1800	2800	2000	2700	1800	2600
Диаметр вальцов, мм	300	300	300	300	285	285
Размеры заготовок, мм						
длина минимальная	500	600	-	-	-	-
ширина максимальная	1600	2600	1830	2600	-	-
толщина	0,3-60	0,3-60	-	-	-	-
Окружная скорость вальцов, м/с	0,25... 0,57	0,25... 0,57	0,67	0,67	0,13... 0,40	0,13 ... 0,40
Расход клея, г/ м ²	70-240	90-240	-	-	-	-
Размеры станка (L x B x H), м	2,64 x 0,84 x 1,48	3,56 x 0,82 x 1,48	2,8 x 1,0	3,5 x 1,0	2,47 x 0,98 x 1,15	3,27 x 0,98 x 1,15
Масса станка, кг	1570	1930	1900	2400	1500	2200

На рис. 6.3 и в табл.6.2 показан клеенаносящий станок конструкции Зеленодольского СПКТБ и организация рабочего места на сборке пакетов фанеры

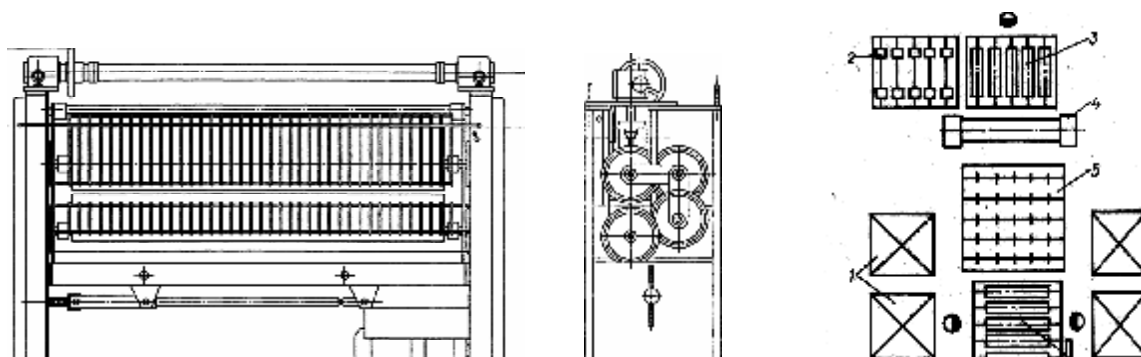


Рис. 6.3. Общий вид клееносящего станка ФП-196А и организация рабочего места на сборке пакетов фанеры: 1 - подъемные столы для стоп шпона, 2 - резервное подстопное место, 3 - поодъемный стол, 4- клеенаносающий станок, 5 - механизм подачи и укладки в стопу намазанного шпона, 6 - сборочный подъемные стол, 7 - ориентирующий упор.

6.2. Техническая характеристика клеенаносающего станка ФП 196А

Макс. производительность при толщине шпона 1,5 мм, м ³ /ч	3,7	Окружная скорость вальцов, м/с (1 / 2 / 3-го)	0,5 / 0,375 / 0,25
Диаметр вальцов, мм	315	Уд. давление верхнего барабана, макс. , МПа/м	40
Длина вальцев, мм	1800	Рабочий объем корыта, л	180
Просвет между вальцами, мм (максимальный)	60		

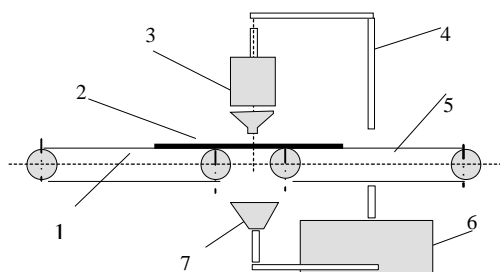


Рис.6.4. Схема нанесения клея методом налива: 1 - подающий конвейер, 2 - лист шпона, 3 - клееналивная головка, 4 - трубопроводы, 5 - приемный конвейер, 6 - бак с клеем, 7 - приемная воронка

Способ налива (рис. 6.4) отличается тем, что заготовка (шпон) проходит через клеевую завесу. При этом способе применяется простое оборудование с малым числом трущихся деталей, нет настройки на толщину и легко регулируется расход клея, скорость подачи материала может достигать до 200 м/мин, а потери клея составляют не более 3-10%. Однако ввиду интенсивной циркуляции жидкого клея он интенсивно теряет растворитель, что требует постоянного добавления свежего клея, а его вязкость не может быть более 100 с по ВЗ-4. Кроме того, клей наносится только на одну сторону, поэтому при использовании клееналивного станка требуется изменение всей схемы сборки пакетов. Оптимальный расход клея 90 г/ м², ширина донной щели 0,75 мм, расстояние между щелью и шпоном 60-100 мм. Скорость подачи не должна быть более 4-кратной скорости падения струи.

Аналогичный метод используется в станках, где вместо клеевой завесы используется труба с отверстиями, через которые вытекает клей и полосками ло-

жится на проходящую под ним заготовку. При использовании некоторого избыточного давления (например, за счет сжатого воздуха) эту схему можно использовать для нанесения вспененного клея *методом экструзии* (рис.6.5). Оптимальный расход 10-12 г/м (55-60 г/м²), потери клея не более 5%, скорость подачи под экструдером до 70 м/мин.

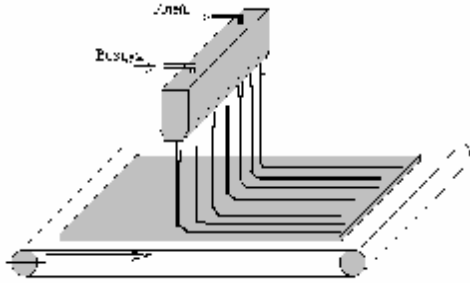


Рис. 6.5. Нанесение клея методом экструзии

Среди других способов нанесения клея нужно назвать метод окунания для поверхностей сложного профиля (шипы) и метод пневматического распыления. В последнем случае можно применять распылители с тремя соплами - для воздуха, смолы и отвердителя, то есть обеспечить быстрое отверждение клея за счет увеличения доли отвердителя. Недостатки метода распыления - большие потери клея (30-40%) и очень низкая его вязкость - не более 40 с по ВЗ-4.

Пропитка шпона смолой и его сушка необходимы в производстве специальных видов фанерной продукции и рассматриваются в разделе 6.8.

6.2. Сборка пакетов фанеры

При сборке особое внимание обращают на симметричность листа фанеры и соблюдение заданной конструкции. Лучшие поверхности крайних листов должны быть обращены наружу. При использовании хвойной древесины заболонный шпон должен быть снаружи, а ядровый внутри. Если смешиваются разные породы, то хвойный шпон помещают внутрь пакета.

Сборка пакетов может выполняться на одном рабочем месте или на пульсирующем конвейере в зависимости от слойности фанеры.

Производительность участка определяется временем сборки одного пакета:

$$P_{\text{час}} = \frac{60K_p}{t} l_{\text{ш}} b_{\text{ш}} S_{\text{ш}} n_c ,$$

где K_p - коэффициент рабочего времени, $K_p = 0,94$; t - время сборки одного пакета, с (табл.6.3); $l_{\text{ш}}, b_{\text{ш}}, S_{\text{ш}}$ - размеры шпона, м; n_c - число слоев шпона в пакете фанеры.

6.3. К расчету производительности одной позиции сборки и пресса для подпрессовки.

Слойность n_c	Толщина фанеры, мм	Число пакетов		Время сборки	
		в этаже пресса	в стопе	одного пакета, с	всей стопы, мин
3	4	4	180	5	18
5	6	2	120	12	24
7	9	1	80	18	24
9	12	1	60	24	24

Для снижения затрат ручного труда используют различные питатели и укладчики шпона. При сборке на конвейере повышается производительность труда, но растет численность бригады и требуется большая производственная пло-

щадь. На рис. 6.6 показан вариант организации работ на сборке многослойной фанеры.

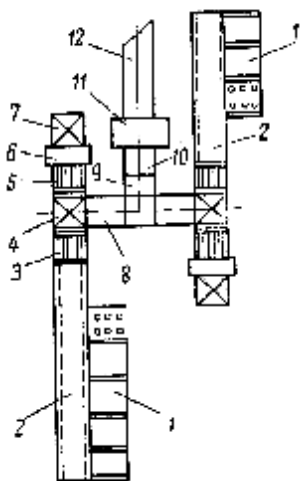


Рис. 6.6. Схема организации сборочных работ на конвейере при склеивании многослойной фанеры: 1 - подступные места для наружных слоев и сухих серединой, 2 - ленточный конвейер, 3 - укладчик шпона, 4 - подъемный стол, 5 - укладчик намазанного шпона, 6 - клеенаносящий станок, 7 - подъемный стол, 8, 9 - пластинчатый конвейер, 10 - загрузочное устройство, 11 - холодный пресс для подпрессовки пакетов, 12 - пластинчатый конвейер.

Ярославское СПО выпускает линию сборки пакетов шпона модели ЛСП-4 (рис.6.7, табл. 6.4). Линия предназначена для сборки пакетов фанеры размером 1525 x 1525 мм. Стопы шпона на жестких поддонах подаются вилочным погрузчиком на подъемные столы. Вакуум-податчик выдает сначала лист нижнего слоя, который транспортируется в механизм сборки, выравнивается относительно продольной оси и боковыми зажимами каретки транспортируется в зону укладки. Затем освобожденный от зажимов каретки лист укладывается на ролики накопителя стопы пакетов. Одновременно механизм подачи выдает внутренний слой шпона до упоров подающих роликов, ролики смыкаются и шпон проходит сначала через механизм калибровки, где удаляется припуск по ширине листа, а затем поступает в клеенаносящий станок. Шпон, намазанный с двух сторон клеем, транспортируется по дисковому конвейеру до его упоров, расположенных перед зоной укладки. Рычаги каретки зажимают лист, который обратным ходом каретки укладывается на нижний стол пакета. Во втором цикле вакуум-податчик подаёт одновременно верхний наружный лист первого пакета и нижний наружный лист второго пакета. Совмещенные по передним кромкам и выровненные по боковым кромкам оба листа укладываются на внутренний намазанный лист шпона. Обратным ходом каретки укладывается намазанный клеем средний слой второго пакета. Все последующие пакеты в набираемой стопе формируются повторяющимся циклом - укладка верхнего, нижнего, внутреннего слоя. При наборе последнего пакета выдается только верхний наружный слой. Переход на сборку 5-, 7- слойных и более нечетных слоев возможен после соответствующей настройки электрооборудования и подачи на третий подъемный стол стопы шпона для внутренних слоев без клея.

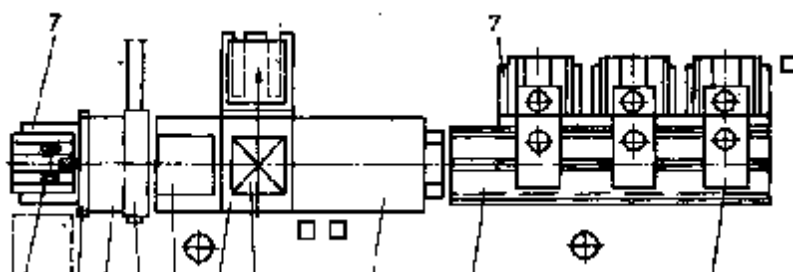


Рис.6.7. Линия сборки пакетов ЛСП-4: 1 - механизм подачи, 2 - подающие ролики,

3 - механизм калибрования, 4 - клеенаносящий станок, 5 - дисковый конвейер, 6 - накопитель, 7 - подъёмный стол, 8 - механизм сборки, 9 - конвейер подачи, 10 - податчики шпона.

6.4. Технические параметры линии ЛСП-4:

Толщина шпона, мм	1,15 -2,25
Высота подаваемой стопы шпона, мм, не более	900
Расчетная производительность для фанеры толщиной 4 мм, м ³ /ч.	3
Цикл сборки трехслойного пакета, с, не более	8,4
Высота собранного пакета, мм, максимальная	1100
Количество обслуживающего персонала, чел	2
Установленная мощность, кВт	26
Размеры (L x B x H), м	21 x 5,5 x 3,5
Масса, кг	16 000

6.3. Холодная подпрессовка пакетов

Холодная подпрессовка пакетов собранного шпона проводится непосредственно перед горячим прессованием с целью получения цельных пакетов, удобных для транспортирования и загрузки в горячий пресс. Холодное прессование позволяет исключить взаимное смещение листов, уменьшить повреждение наружных слоев, увеличить скорость транспортирования и загрузки в пресс, отказаться от использования прокладок, повысить производительность пресса за счет повышения его этажности, сделать работу пресса независимой от участка сборки пакетов.

Время холодной подпрессовки составляет 5-10 минут при давлении 1-1,5 МПа. Время хранения подпрессованного пакета зависит от вида клея и температуры помещения. Для фенольных клеев (без отвердителя) оно может составлять около суток.

Для подпрессовки используют холодные однопролетные прессы, например, ДО 838-Б с верхним давлением. Загрузка и выгрузка осуществляются цепным конвейером, проходящим через нижний стол. Высота рабочего промежутка составляет 1200 мм. Для этой же цели реконструируют пресс П714Б, удаляя промежуточные плиты.

Производительность холодного пресса, м³/час

$$P_{\text{час}} = \frac{60K_p l_w b_w H K_n}{t_{\text{ц}}},$$

где l_w , b_w - длина и ширина листов шпона, м; H - высота промежутка пресса, м; K_n - коэффициент укладки шпона (0,7); K_p - коэффициент рабочего времени, $K_p = 0,9$; $t_{\text{ц}}$ - время цикла запрессовки, мин.

Как показывает практика, цикл запрессовки составляет около 9 мин, что обеспечивает производительность около 10 м³/час. Продолжительность сборки всей стопы составляет примерно 24 мин, поэтому необходимо несколько мест сборки для полной загрузки одного холодного пресса. На рис. 6.8 показан пресс П714Б, который реконструирован под подпрессовку путем удаления всех нагревательных плит и установки загрузочного конвейера. Более подходящими для

этой цели являются всё же прессы с верхним давлением, например, ДО 838Б (рис. 6.9. и табл.6.5)

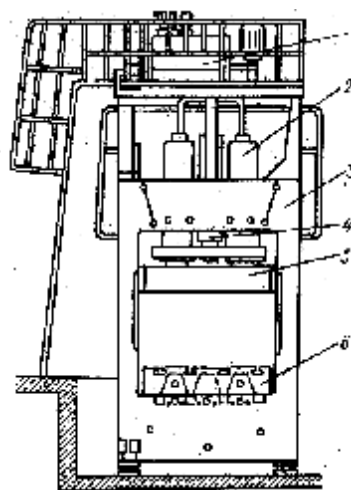
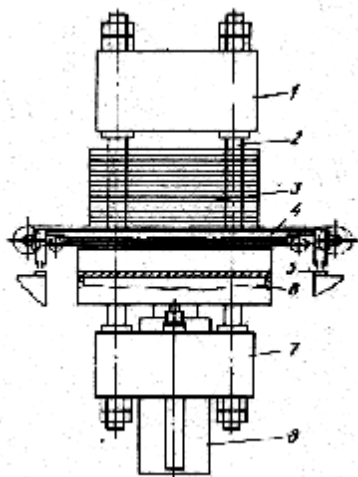


Рис. 6.8. Пресс П714Б, реконструированный под подпрессовку: 1 - архитрав, 2 - колонна, 3 - пакет для подпрессовки, 4 - загрузочный конвейер, 5 - упор регулирования уровня загрузки, 6 - подъемный стол, 7 - основание, 8 - гидроцилиндр.

Рис.6.9. Подпрессовочный пресс ДО 838Б: 1 - насосная станция, 2 - цилиндр, 3 - рама, 4 - направляющие, 5 - подъемный стол, 6 - загрузочный стол.

6.5 Характеристика прессы ДО 838Б

Номинальное усилие, МН	6,3
Размер стола в плане, мм	1800 x 1800
Высота рабочего промежутка, мм	1120
Скорость смыкания, мм/с	50
Скорость размыкания, мм/с	70
Установленная мощность, кВт	38,5
Высота над уровнем пола, мм	5400
Габаритные размеры прессы, м	2,5 x 5,7 x 6,75
Масса прессы, кг	36 500

Для загрузки прессы разработан механизм, показанный на рис.6.10. Загрузка и разгрузка происходят с помощью штанг с упорами на конвейере, совершающим возвратно-поступательное движение.

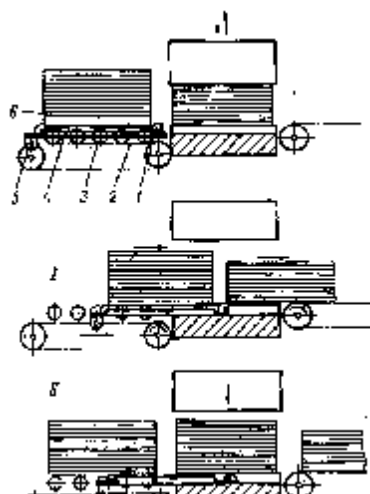


Рис.6.10 Схема загрузки прессы для подпрессовки.

6.4. Прессы для получения клееных материалов

Все существующие сегодня прессы можно классифицировать по следующим признакам:

- по температуре: холодные и горячие (с нагревом или без нагрева);
- по этажности: 1-, 2- и многоэтажные;
- по характеру работы: периодического или непрерывного действия;
- по виду привода: гидравлические, пневматические (в том числе вакуумные), механические, электромагнитные;
- по виду средств, передающих давление: с жесткими плитами, гусеницами, роликами, мембранами, эластичными диафрагмами, лентами;
- по виду теплоносителя: с обогревом паром, горячей водой, электричеством (в том числе ТВЧ), минеральными жидкостями;
- по конструкции станины: колонные, рамные и коробчатые.

Наибольшее распространение в промышленности получили горячие гидравлические многоэтажные прессы (рис.6.11, табл.6.6):.

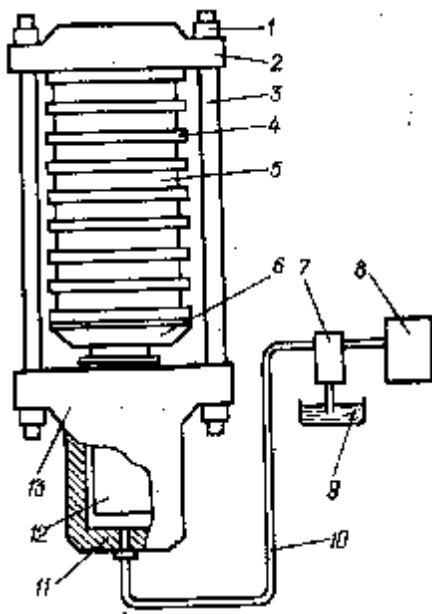


Рис.6. 11 Схема гидравлического прессы: 1 - рабочая гайка, 2 - верхняя поперечина (архитрав), 3 - колонна, 4 - нагревательная плита, 5 - пакет, 6 - подвижный стол, 7 - гидрораспределитель, 8 - насосная станция, 9 - бак для рабочей жидкости, 10 - трубопровод, 11- цилиндр, 12 - плунжер, 13 - основание прессы.

Основными узлами прессы являются:

1. Станина прессы со встроенными одним или несколькими цилиндрами. Станины изготавливаются литыми из стали или сварными из балок соответствующего профиля. Размер и количество встроенных цилиндров зависят от требуе-

мого усилия пресса. Число их колеблется от одного до восьми, а диаметр от 200 до 650 мм.

2. *Цилиндры* кованные или литые из высокоуглеродистой стали. Внутри цилиндров находятся поршни с манжетами из маслостойкой резины (срок службы 3-5 месяцев). Профиль манжет таков, что при повышении давления увеличивается плотность прилегания их к поверхности цилиндров. Кроме основных цилиндров для создания и поддержания рабочего давления устанавливают вспомогательные цилиндры для быстрого подъема и смыкания плит пресса.

3. *Гидросистема* прессов, включающая бак, насосы высокого и низкого давления, гидроаккумуляторы, трубопроводы, распределители, клапаны и др. элементы гидравлики и гидроавтоматики. В качестве рабочей жидкости применяют различные масла и эмульсии.

4. *Нагревательные плиты* толщиной 38-50 мм для фанеры и 70-80 мм для древесных плит и площадью, соответствующей площади прессуемого материала. Отклонение от плоскостности не должно превышать 0,1 мм, поверхность плит шлифована. В плитах имеется система каналов диаметром 15-20 мм для циркуляции пара или жидкости. Разница в температуре по площади плиты не должна превышать 2 °С, а время разогрева - не более 30 минут. Плиты свободно лежат на плитодержателях.

Наиболее удобным теплоносителем является насыщенный пар, при этом температура плит зависит от давления пара. При использовании перегретой воды уменьшаются потери тепла из-за парообразования, сокращается время прогрева, увеличивается равномерность температурного поля. В целом экономия тепла составляет до 25 %.

Эффективным средством сокращения цикла прессования является применение перфорированных плит пресса. Через отверстия в плитах пар под низким давлением проникает в склеиваемый пакет и быстро прогревает склеиваемый материал (используется в производстве стружечных плит). Время цикла сокращается с 6 до 1,5 мин, снижаются энергозатраты, повышается пластичность стружечно-клеевой смеси.

Имеются также высокотемпературные теплоносители в виде минеральных жидкостей с температурой кипения до 300 °С при нормальном давлении, например ароматизированный минеральный теплоноситель АМТ-300. Его применение позволяет отказаться от системы паропроводов, использовать электронагрев жидкости и ее циркуляцию без потерь под минимальным избыточным давлением.

Система нагрева плит включает в себя паропроводы, коллектор для распределения пара по плитам пресса и гибкие шланги, позволяющие не нарушать герметичность системы при вертикальном перемещении плит. Вместо гибких шлангов могут использоваться шарнирные или телескопические трубки.

5. *Механизм одновременного смыкания плит* пресса (симультантный механизм) служит для сокращения времени закрытой выдержки и предотвращения преждевременного отверждения клея после загрузки пакетов в горячий пресс. Особенно это важно в производстве древесностружечных плит, где температура плит пресса может достигать до 200 °С.

6. Система управления прессом предусматривает возможность его работы в автоматическом или полуавтоматическом режиме. Регулирование давления производится контактным манометром, который управляет периодическим включением насоса высокого давления.

Ступенчатое изменение давления осуществляется системой программированного регулирования (кривая изменения давления считывается с диаграммной ленты или задается встроенной ЭВМ). Температуру плит пресса регулируют изменением давления пара с помощью диафрагменного клапана и системы пневматического регулирования. Среди других приборов - дистанционные термометры, счетчики количества запрессовок, аварийные средства и т.п.

К средствам околпрессовой механизации горячих многоэтажных прессов относятся загрузочный конвейер, толкатель, загрузочная и разгрузочная этажерки, конвейер для выгрузки продукции.

6.6. Технические характеристики клеильных прессов отечественного производства

Параметр	П714Б	НПФ 0339	ДА 4438	Д4038	Д 4042 Ф1
Усилие пресса, мН	6,3	8,0	6,3	6,3	16,0
Давление прессования, МПа	2,2	2,3	2,2	2,5	3,0
Число этажей	15	14	20	20	20
Размер плит, мм	1650 x1750	2550 x 1350	1650 x 1750	1650 x 1750	3300 x 1700
Толщина греющих плит, мм	42	45	45	45	-
Высота рабочего промежутка, мм	70	80	70	70	110
Схема прессования	Бесподдонная				На поддонах
Число цилиндров главных / вспомогательных	1 / 2	-	2 / 2	2 / 2	-
Диаметр плунжеров, мм, главных / вспомогательных	600 / 160	-	450 / 90	450 / 90	-
Скорость смыкания плит, мм/с	80	-	108	120	-
Установленная мощность, кВт	19	18,5	96,5	115	-
Размеры пресса (L x B x H), м	6,86 x 5,55 x 2,83	10,4 x 8,5 x 6,6	9,33 x 8,0 x 5,15	11,0 x 8,7 x 4,8	17,5 x 3,8 x 6,0
Масса, т	41,5	-	73	95	123,5

Пресс П-714Б относится к старым пресса без этажерок. Загрузка пресса осуществляется вручную с подъемного стола.

Пресс НПФ 0339 (Нелидовский ЗПП) рассчитан на производство строительной фанеры размером 2440 x 1220 мм, работает с паровым обогревом, макс. температура плит 155 °С при давлении пара до 0,8 МПа.

Прессы ДА 4438 (рис.6.12) и Д 4038 (ОАО "Днепропресс") предназначены для склеивания фанеры стандартного формата 1525 x 1525 мм, оснащены двухсторонней механизацией загрузки и выгрузки.

Пресс Д 4042 Ф1 имеет увеличенные размеры греющих плит и предназначен для специальных видов фанерной продукции, получаемых с применением поддонов (декоративная, бакелизированная) В прессе возможно охлаждение плит в каждом цикле запрессовки, стабилизация толщины продукции путем изменения давления прессования. Возможна поэтажная загрузка этажерок с конвейера.

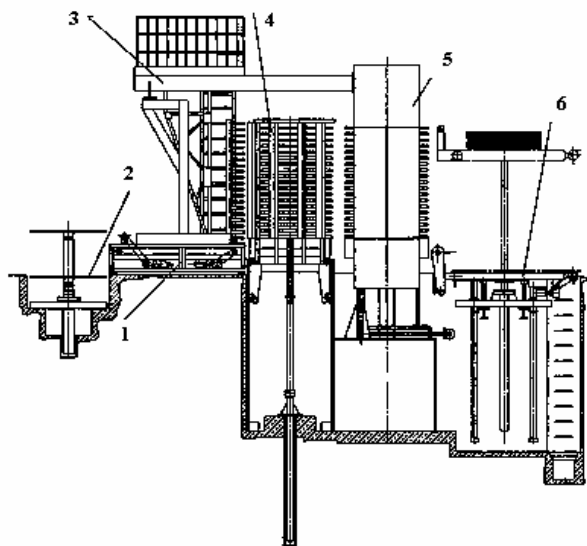


Рис.6.12 Установка горячего склеивания фанеры: 1 - механизм загрузки этажерки, 2 - стол подъемный поворотный, 3 - механизм загрузки прессы, 4 - этажерка загрузочная, 5 - пресс ДА 4438, 6 - механизм разгрузки

На рис. 6.10 показан в разрезе комплект оборудования для склеивания фанеры (проект Зеленодольского ПКТБ). Загрузка пакетов производится поэтажно в загрузочную этажерку. После заполнения этажерки она оказывается в нижнем положении. Горячий пресс открывается и толкатель выдвигает склеенные листы фанеры из прессы, которые затем выгружаются на стол разгрузочной этажерки. Толкатель возвращается в исходное положение, загрузочная этажерка поднимается с нижнего положения в верхнее и толкатель перемещает все пакеты в открытый горячий пресс, который начинает смыкаться.

На рис.6.13 показан общий вид прессы Д 4038 с околопрессовой механизацией ОАО "Днепропресс".

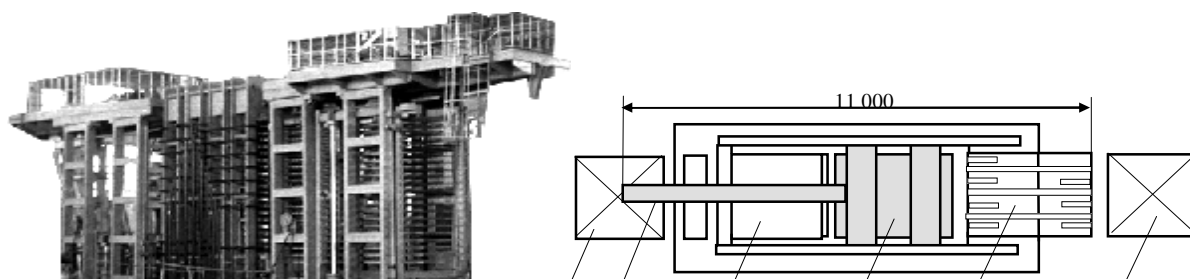


Рис. 6.13. Общий вид пресса Д 4038 с околпрессовой механизацией и вид оборудования в плане: 1 - стопа пакетов, 2 - загрузчик, 3 - загрузочная этажерка, 4 - пресс Д4038, 5 - разгрузочная этажерка, 6 - фанера после прессования.

Среди прессов других конструкций следует назвать:

1. *Пресс с диафрагменными плитами* (рис.6.14). Мембранные плиты имеют П-образные борта и тонкие металлические листы обшивки (толщина листа 1 мм). Под давлением пара, подающегося внутрь плит после их смыкания, обеспечивается равномерная передача давления по всей площади пакета. Требуемое давление может быть снижено с 2 до 0,5 МПа, а упрессовка с 8-10 до 3-5%.

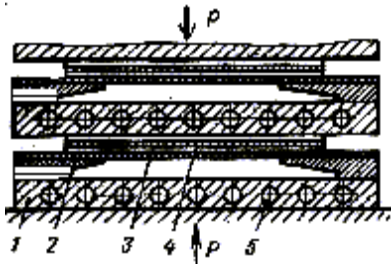


Рис.6.14. Схема устройства с диафрагменными плитами: 1 - жесткое основание, 2 - гибкий борт, 3 - диафрагма, 4 - пакет шпона, 5 - каналы подачи теплоносителя.

2. *Пресс с упругими прокладками* (рис. 6.15) Используется силиконовый каучук или фторкаучук, облицованный металлическим листом толщиной 0,5-1,0 мм. Давление может быть снижено до 0,3-0,5 МПа. Силиконовый каучук выдерживает температуру до 250-300 °С и имеет срок службы до 1500 часов.

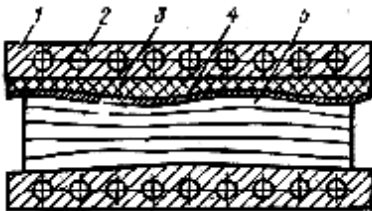


Рис.6.15. Схема устройства пресса с упругими прокладками: 1 - плита, 2 - канал подачи теплоносителя, 3 -упругие прокладки, 4 - предохранительный металлический лист, 5 - пакет шпона.

3. *Вакуумный пресс*. Схема устройства показана на рис. 6.16. При этом способе давление на пакет шпона передается также через эластичную диафрагму из силиконового каучука или обрезиненной стеклоткани. Рабочим телом служит воздух, а не жесткая металлическая плита, поэтому обеспечивается равномерное распределение давления по всей площади склеивания и упрессовка может быть снижена до 0,5 -1%. Качественное склеивание достигается при разрежении 0,05-0,06 МПа. Метод особенно удобен в производстве гнуклееных деталей.

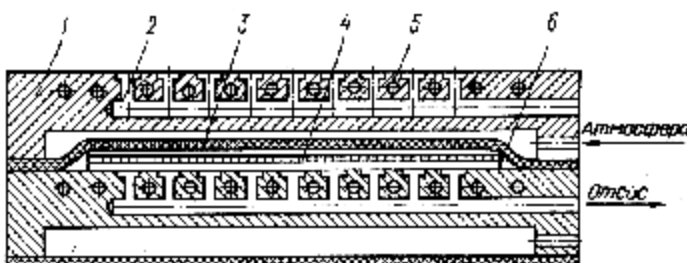


Рис.6.16.Схема работы диафрагменного пресса: 1 - жесткая плита, 2 - каналы для удаления воздуха, 3 - эластичная диафрагма, 4 - склеиваемый материал, 5 - каналы подачи теплоносителя, 6 - полость повышенного давления.

4. *Пресс с электронагревательными пластинами.* Этот пресс может быть одноэтажным. Вместо нагревательных плит используются нагревательные пластины, например, электропроводная бумага из волокна "Углен", изолированная стеклотканью. Толщина пластин - $2 \pm 0,5$ мм, масса 3-3,5 кг/м². Пакеты фанеры чередуются с нагревательными пластинами и загружаются в холодный пресс. Токоподводящим элементом является медная фольга. Максимальная температура 150 °С.

5. *Одноэтажный горячий пресс.* Применяется в основном для склеивания большеформатной продукции (существуют прессы длиной до 15 м). Преимущества такого оборудования заключаются в коротком цикле склеивания, высокой стабильности свойств материала по всему его объёму, отсутствии толкателей и этажерок. Отпадает необходимость устройства приямков, так как пресс имеет обычно верхнее давление, что облегчает загрузку и выгрузку пакетов. Пресс требует больших производственных площадей, но в ряде случаев его производительность не уступает производительности многоэтажного прессы.

6.5. Технология склеивания фанеры

При склеивании фанеры сухим горячим способом в многоэтажных прессах применяют три основные технологические схемы:

а) *склеивание по несколько листов* в рабочем промежутке прессы при постоянном рабочем давлении. Этим способом склеивают фанеру толщиной до 6-8 мм. Максимальная толщина пакетов (сумма толщин шпона) в одном промежутке прессы не может быть более 16-18 мм. В противном случае не гарантируется достаточно хороший и равномерный прогрев как по площади листов, так и по толщине пакета из-за низкой теплопроводности древесины;

б) *склеивание по одному листу* в промежутке прессы при постоянном давлении в период термообработки. Таким образом склеивают фанеру толщиной более 6-8 мм, а в некоторых прессах и более тонкую фанеру;

в) *склеивание по одному листу с охлаждением плит прессы.* Применяется при склеивании фанерных плит и другой продукции большой толщины (более 18-20 мм). Склеивание по одному листу имеет свои преимущества: симметричный нагрев каждого листа, одинаковая влажность и упрессовка наружных листов, более низкая упрессовка в целом всего листа фанеры.

К параметрам режима склеивания фанеры относятся (табл.6.7-6.9):

1. Влажность шпона. Обычно она колеблется в пределах 8-12%;
2. Число листов в промежутке прессы. Оно определяется максимальной толщиной пакета (16-18 мм) и зависит от толщины фанеры;
3. Температура плит прессы. Зависит от марки используемого клея и слойности фанеры. Чем толще пакет, тем ниже должна быть температура склеивания. В среднем для фенольных клеев требуются температуры на 10-20 °С выше, чем для карбамидных;
4. Рабочее давление. Зависит от марки продукции и конструкции элементов передающих давление. При использовании жестких горячих плит требуется 1,8-2,2 МПа для фанеры общего назначения, 3,0 для декоративной фанеры, 3,5-4,5 для бакелизированной фанеры, до 15 МПа для древесно-слоистых пластиков;

5. Цикл склеивания фанеры. Цикл складывается из следующих периодов: загрузка пакетов в пресс, подъем и смыкание плит пресса, создание рабочего давления, выдержка под давлением, снижение давления, выгрузка фанеры.

В технологических расчетах принято различать три слагаемых цикла прессования фанеры: время пьезотермообработки ($t_{пр}$), время снятия давления ($t_{сд}$), время вспомогательных операций ($t_{всп}$), то есть

$$t_{ц} = t_{пр} + t_{сд} + t_{всп}$$

Составляющие цикла склеивания и типичная диаграмма изменения давления показаны на рис.6.17 .

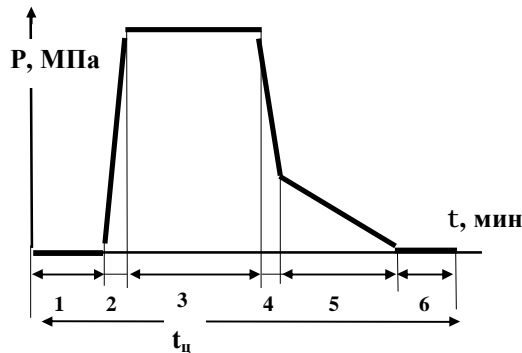


Рис.6.17. Составляющие цикла склеивания и диаграмма изменения давления при склеивании фанеры: 1 - время загрузки пакетов, 2 - время смыкания плит, 3 - время прессования, 4 - время снятия давления в первом периоде, 5 - время снятия давления во втором периоде, 6 - время размыкания плит и выгрузки пакетов

К вспомогательному времени относится время на загрузку и выгрузку пакетов, на смыкание и размыкание плит пресса. Время выдержки под давлением ($t_{пр}$) зависит от марки клея, породы древесины, слойности, толщины пакета и температуры плит пресса. Время снятия давления складывается из двух периодов. Первый период - снижение давления от максимального до некоторого безопасного уровня, равного давлению пара в плитах пресса. Обычно этот период составляет 0,25 мин. Второй период занимает 1-2 минуты, так как быстрое снятие давления может вызвать интенсивное парообразование, которое вызовет разрушение листов фанеры. При склеивании по одному листу время снятия давления сокращается примерно вдвое.

Производительность горячего многэтажного пресса, $m^3/ч$

$$П_{час} = \frac{60K_p n_{эм} n_l l b S_{ф}}{t_{ц}}$$

где K_p - коэффициент рабочего времени, $K_p = 0,94$; $n_{эм}$ - число этажей пресса; n_l - число листов фанеры в промежутке пресса; $S_{ф}$ - толщина фанеры, м; $t_{ц}$ - время цикла прессования, мин; l, b - длина и ширина обрезного листа фанеры, м.

Согласно принятой методике в расчет принимаются размеры обрезного листа фанеры, то есть размеры готовой продукции, хотя из пресса выгружают, конечно, необрезную фанеру. Это связано с тем, что горячий пресс является головным оборудованием, по которому рассчитывается вся годовая программа предприятия.

6.7. Параметры режима склеивания шпона карбамидными клеями

$S_{ф}$, мм	n_l	$\Sigma S_{ш}$, мм	Температура склеивания, $^{\circ}C$.	Время прессования, мин	Время снятия давления (2-й период), мин
Береза и другие лиственные породы					
3	4	13,2 - 13,8	125 - 130	4,0 - 3,5	1,0

3	5	16,5 - 17,2	125 - 130	5,5 - 4,0	1,0
4	3	12,5 - 13,5	125 - 130	4,0 - 3,5	1,0
4	4	16,5 - 18,0	125 - 130	6,0 - 4,5	2,0
6,5	2	12,9 - 13,2	115 - 120	6,5 - 4,5	1,5
9	1	9,7 - 9,8	110 - 115	6,5 - 4,0	2,0
12	1	12,8 - 13,2	110 - 115	8,0 - 5,0	2,0
15	1	16,5 - 17,1	110 - 115	10,5 - 6,5	2,0
18	1	19,5 - 20,1	110 - 115	13,0 - 9,0	2,0
Сосна и другие хвойные породы					
6,5	2	13,2 - 14,0	115 - 120	5,5 - 5,0	2,0
9	1	10,2 - 11,0	110 - 115	5,5 - 4,5	3,0
12	1	13,8 - 14,2	105 - 110	9,0 - 6,5	3,0
15	1	17,8	105 - 110	11,0 - 8,0	3,0
18	1	20,9	105 - 110	14,0 - 10,5	3,0

Примечание. Давление при склеивании шпона лиственных пород составляет 1,8 - 2,0 МПа, при склеивании шпона хвойных пород - 1,5 - 1,7 МПа.

6.8. Параметры режима склеивания шпона фенолоформальдегидными клеями

S _ф , мм	n _л	ΣS _ш , мм	Температура склеивания, °С	Время прессования, мин, для клеев			Время снятия давления, (2-й период), мин
				СФЖ-3013	СФЖ-3014	Экстер	
Береза и другие лиственные породы							
3	4	13,8	120-125	9,0	8,0	11,0	1,0
3	5	17,2	120-125	10,5	9,5	13,0	1,0
4	3	13,5	120-125	9,0	8,0	11,0	1,0
4	4	17,6	120-125	10,5	9,5	13,0	1,0
6,5	2	13,6	115-120	11,0	10,0	12,0	1,5
9	1	9,4	115-120	9,5	8,5	10,5	2,0
12	1	14,2	115-120	11,0	10,0	12,0	2,0
15	1	18,1	115-120	13,0	12,0	13,5	2,0
18	1	21,4	115-120	15,0	14,0	15,0	2,0
Сосна и другие хвойные породы							
6,5	2	15,6	115-120	12,0	11,0	12,5	2,0
9	1	10,2	110-115	10,5	9,5	11,5	3,0
12	1	15,4	110-115	12,0	12,0	13,5	3,0
15	1	13,8	110-115	15,0	14,0	15,5	3,0
18	1	21,4	110-115	17,0	16,0	17,5	3,0

Примечание. Давление при склеивании шпона лиственных пород составляет 1,8 - 2,0 МПа, при склеивании шпона хвойных пород - 1,5 - 1,8 МПа.

6.9. Технологические режимы склеивания авиационной фанеры

S _ф , мм	n _л	Число слоев, n _с	ΣS _ш , мм	Температура склеивания, °С	Время склеивания, τ _{пр} , мин		Время снятия давления (2-й период), мин
					1	2	
Фанера марки БС-1							
3	4	3	13,8	145-150	11,0	15,0	0,75

4	3	5	14,2	145-150	13,5	17,5	1,25
4	3	3	13,5	145-150	13,0	17,0	0,75
5	2	5	11,5	145-150	11,0	15,0	1,25
6	2	5	15,0	145-150	14,5	18,5	1,25
8	1	7	9,4	145-150	9,0	13,0	1,25
10	1	9	12,1	145-150	11,5	15,5	1,25
12	1	11	14,4	145-150	14,0	18,0	1,25
Фанера на пленочном клее							
1,0	10	3	10,5	148-153	12,5	16,5	0,75
1,5	7	3	11,5	148-153	13,5	17,5	0,75
2,0	5	3	11,2	148-153	13,0	17,0	0,75
2,5	4	5	11,0	148-143	13,0	17,0	1,25
2,5	5	3	14,2	148-153	16,0	20,0	0,75
3,0	3	5	11,3	148-153	13,0	17,0	1,25
3,0	4	3	13,8	148-153	15,5	19,5	0,75
4,0	3	3	13,5	148-153	15,0	19,0	0,75

*) 1 - в металлических прокладках, 2 - в фанерных прокладках.

Время вспомогательных операций зависит от этажности пресса и выбранной технологической схемы (табл.6.10).

6.10. Время вспомогательных операций цикла склеивания

Технологическая схема	Средняя норма времени, с, при числе этажей пресса			
	15	16	20	30
Склеивание по несколько листов в промежутке пресса трехслойной фанеры	59-73	63-77	74-88	101-117
То же многослойной фанеры	64-82	68-87	80-100	-
Склеивание по одному листу фанеры толщиной до 6 мм	-	53-77	62-68	83-117

6.6. Упрессовка фанеры

Упрессовка определяется как относительное уменьшение толщины пакета $SS_{ин}$ до толщины фанеры S_f , %

$$Y_n = (SS_{ин} - S_f) 100 / SS_{ин}$$

Упрессовка зависит от многих факторов и теоретическому расчету не поддается. На основании многих практических замеров и экспериментов для березового шпона составлено эмпирическое уравнение, связывающее упрессовку с шестью факторами режима склеивания:

$$Y_n = 2 \cdot 10^{-4} P t^{0,56} (0,14T - 8,9)(0,13W + 3,75)(16 - 0,345S_n)(13,1 - 2,3S_{ин})$$

Формула действительна в следующем диапазоне величин:

- давление склеивания $P = 0,05-2,5$ МПа;
- время склеивания $t = 2-20$ мин;
- температура плит пресса $T = 85-150$ °С;
- начальная влажность пакета шпона $W = 6-32$ %;
- толщина пакета шпона $S_n = 3-20$ мм;
- толщина шпона $S_{ин} = 0,2-3,0$ мм.

Как видно из формулы, возрастание влажности шпона увеличивает упрессовку. К этому же приводит увеличение времени прессования. При большой толщине пакета упрессовка неравномерна - наружные слои упрессовываются сильнее, так как они ближе к горячим плитам.

Причиной упрессовки являются пластические деформации древесины под действием высокой температуры и давления. Силы упругости целлюлозного скелета оказываются недостаточными для полного восстановления первоначального размера. Этому способствует и проникновение и отверждение клея в полостях клеток.

Для технологических расчетов используют такие ориентировочные значения упрессовки в зависимости от вида продукции:

- фанера ФК, березовая - 10%;
- фанера ФБА - 12%;
- ФСФ и авиационная - 16%;
- декоративная - 20%;
- бакелизованная - 30%;
- древеснослоистые пластики - 50%.

Шпон хвойных пород уплотняется на 30-50% сильнее, чем березы из-за содержания в смоле некоторых летучих веществ, оказывающих влияние на коэффициент внутреннего трения в древесине.

Уменьшение безвозвратных потерь на упрессовку может быть достигнуто склеиванием фанеры по 1 листу в промежутке пресса, использованием эластичных средств для передачи давления. При использовании очень жестких нагревательных плит необходимо избыточное давление для ликвидации их неплоскостности (нормативное значение 0,1 мм на 1 м длины) и повышения качества клееной продукции.

Разработано несколько *систем управления упрессовкой*. Они основаны на том, что при снижении давления с 1,8-2,5 МПа до 0,4-0,5 МПа развитие упрессовки во времени прекращается. Момент снижения давления устанавливается по общей деформации всех пакетов в горячем прессе, например с помощью задатчика упрессовки, дающего команду в гидросистему пресса (система АСУП-1).

Практически не дает упрессовки холодный способ склеивания фанеры. При температуре 18-20 °С толщина пакета может быть любой, время выдержки в прессе зависит от типа используемого клея. В настоящее время наилучшие результаты может дать применение ПВА-клеев (время холодного отверждения 15-30 мин). Однако их применение сдерживается высокой ценой клея, малой водостойкостью клеевых соединений. Способ особенно подходит при использовании соснового шпона.

6.7. Послепрессовая обработка фанеры

Охлаждение фанеры выполняют для снижения температуры и влажности листов, выгруженных из горячего пресса. Особенно это важно при использовании белковых клеев (фанера ФБА). Из фанеры ФК (на карбамидных клеях) интенсивно выделяется свободный формальдегид. Для ускорения процесса исполь-

зуют веерные или конвейерные охладители. При их длине 6,5 м и скорости подачи 1 м/мин время охлаждения составляет 6,5 минут.

Обрезка кромок фанеры необходима для их выравнивания. Допускаемые отклонения габаритов составляют $\pm 4...5$ мм. Обрезку выполняют на круглопильных станках (табл.6.11). Наиболее широкое применение нашли 4-пильные агрегаты, составленные из двух 2-пильных станков, расположенных взаимно перпендикулярно (рис. 6.18).

Возможно опиливание по 1-2 листа с использованием гусеничной подачи при скорости подачи до 30 м/мин или опиливание пачками толщиной до 120 мм. Во втором случае станки оснащаются каретками и обеспечивается более высокая производительность оборудования (скорость подачи 10-12 м/мин). Следует применять пилы с пластинками твердого сплава, для измельчения срезов на одном валу с пилой устанавливают фрезу.

Наиболее совершенными сегодня является станки ФП-119 Жешартского ЭМЗ и СО-16 конструкции Зеленодольского СПКТБ. Они оснащены механическим загрузчиком, имеют конвейер удаления отходов. Пиление производится на каретках с базирующими упорами. Производительность составляет до 11 - 13,5 м³/ч.

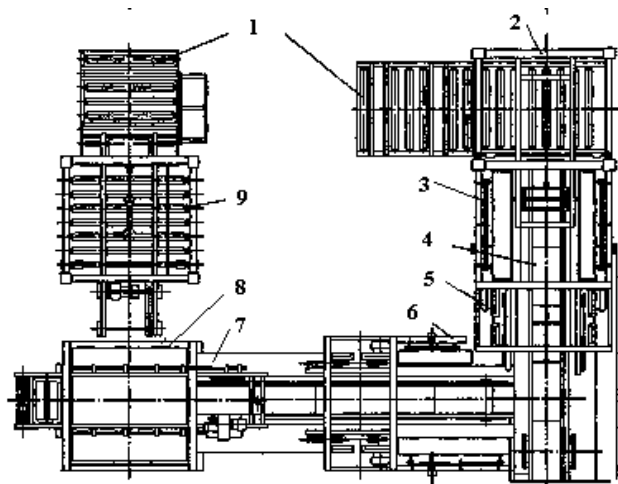


Рис.6.18 Станок для обрезки фанеры СО-16 Зеленодольского СПКТБ: 1 - рольганги 2 - механизм формирования стопы, 3, 6 - механизм сброса обрезки, 4 - механизм подачи, 5 - агрегат пильный, 7 - механизм подачи, 8 - стол набора пачек, 9 - механизм загрузки.

Почти неизбежной операцией послепрессовой обработки является *переобрез фанеры*. Цель этой операции заключается в опиливании листа фанеры на меньший стандартный размер из-за наличия недопустимого дефекта на нем. Применяют однопильный станок типа ЦФ-5 с кареткой. Часто обрезанная по лоса фанеры может найти спрос как попутная продукция.

6.11. Технические характеристики обрезных станков

Показатели	ЦФ-5	СО-16	ЛФО-16	ФП-119
Производительность, м ³ /ч	-	13,5	-	11,0
Число пил	1	4	4	4
Диаметр пилы, мм	550	550	400	550

Частота вращения пилы, мин ⁻¹	2510	2510	2910	2510
Скорости подачи, м/мин	7,5; 10; 12,5		5...25	-
Максимальные размеры пачки, мм:				
длина	1600	1600	1600	1600
ширина	1600	1600	1600	1600
толщина	120	100	50	120
Установленная мощность, кВт	13,8	78,0	43,8	93,5
Размеры станка (L x B x H), м	5,71 x 2,8 x 1,2	10,3 x 9,2 x 1,05	8,5 x 8,0 x 1,75	9,58 x 8,12 x 1,75
Масса, кг	3100	16 000	1690	11500

Сортирование фанеры в общем случае производят по породам шпона наружных слоев, форматам, толщинам, маркам и сортам. Процесс в организационном отношении предусматривает 3 стадии:

- а) предварительное сортирование, которое выделяет фанеру экспортную, общего назначения и направляемую в переобрез;
- б) сортирование экспортной фанеры;
- в) сортирование фанеры общего назначения.

Фанера общего назначения внутреннего рынка делится по внешнему виду на сорта. Каждый лист осматривается с двух сторон и простукивается деревянным молоточком на предмет обнаружения пустот (непрокля). На этом же рабочем месте выполняют мелкий ремонт листов - заделка выпавших сучков, разошедшихся трещин, слабых углов, пузырей, обзола и т.п. Затем на листе фанеры ставят штамп, указывающий сорт фанеры и номер сортировщика.

Качество работы предприятия оценивается *коэффициентом сортности продукции*. Он определяется как средневзвешенная величина по формуле:

$$K_{cp} = \frac{\sum K_i q_i}{\sum q_i},$$

где K_i - коэффициент сортности, установленный для фанеры данного сорта и толщины (табл.6.11); q_i - объём выпуска фанеры данного сорта и толщины, м³.

6.12. Коэффициенты сортности фанеры марок ФК и ФСФ

Сорт фанеры	Коэффициент сортности при толщине фанеры, мм			Сорт фанеры	Коэффициент сортности при толщине фанеры, мм		
	3 - 4	5 - 6	8 и более		3 - 4	5 - 6	8 и более
Е/І	3,0	2,2	1,8	ІІ/ІІІ	1,5	1,2	1,1
Е/ІІ	2,7	2,0	1,7	ІІ/ІV	1,3	1,1	1,0
Е/ІІІ	2,5	1,8	1,5	ІІІ/ІV	1,0	0,8	0,7
І/ІІ	2,0	1,6	1,4	ІV/ІV	0,65	0,6	0,5
І/ІІІ	1,8	1,4	1,2				

Чем больше предприятие выпускает фанеры высших сортов и чем больше доля фанеры большой толщины, тем выше коэффициент сортности. Заметный эффект в этом деле дает увеличение объема починки листов шпона, ребросклеивание кускового и неформатного шпона, выпуск неравнослойной фанеры с наруж-

ными слоями из тонкого высококачественного шпона, выпуск фанеры, облицованной пленками.

Сортировка фанеры, особенно больших толщин, является трудоемкой операцией, поэтому на современных предприятиях имеются линии сортирования. Механический сортировщик ФП-540 (рис. 6.19) рассчитан на фанеру размером 1525 x 1525 мм, толщиной от 3 до 18 мм. Он имеет 6 сортовых секций, производительность 250 листов в час, габаритные размеры линии 18,0 x 4,40 x 1,96 м.

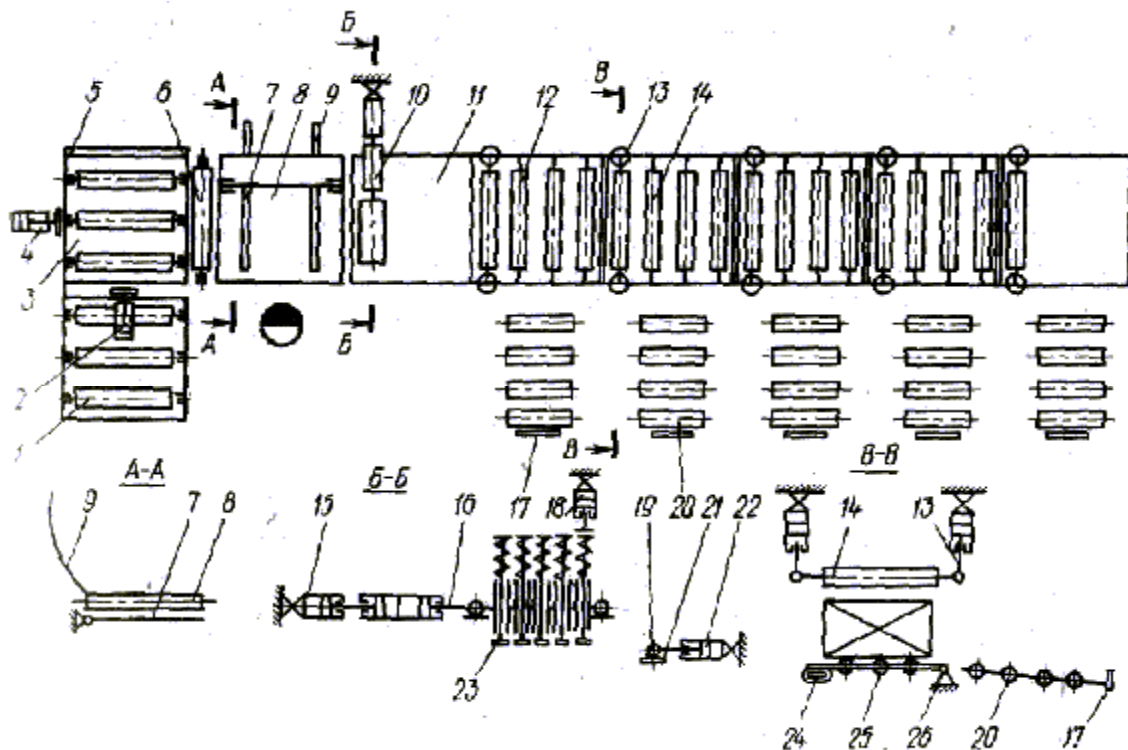


Рис. 6.19. Схема линии сортирования фанеры ФП-540: 1 - роликовый конвейер, 2, 4 - толкатели, 3 - подъемный стол, 5 - опорная стенка, 6 - подающий ролик, 7 - кантователь, 8 - стол для осмотра листа фанеры, 9 - направляющие, 10 - механизм штампования, 11 - позиция штампования, 12 - транспортирующий конвейер, 13 - цилиндры подъема, 14 - подъемный ролик, 15 - трехсекционный цилиндр, 16 - каретка, 17 - упор, 18 - цилиндр штампа, 19 - ролик накатки краски на штамп, 20 - наклонный конвейер выкатки стоп, 21 - пластина, пропитанная краской; 22 - цилиндр окрасочного ролик, 23 - штампы, 24 - шланг механизма выкатки, 25 - роликовый конвейер, 26 - ось.

Толкатель подает верхний лист фанеры из стопы в приемные ролики, а затем на стол оператора, который с помощью кантователя осматривает обе стороны листа. Затем оператор нажимает кнопку соответствующего сорта (кармана), лист перемещается на позицию установки штампа, транспортируется вдоль линии и падает в свой карман после поднятия соответствующего ролика. В линии предусмотрено 6 штампов, наносимых автоматически.

Починка фанеры выполняется для ликвидации дефектов и повышения сортности листа фанеры. К числу устранимых дефектов относятся трещины, слабые углы, пузыри, отверстия от выпавших сучков. Починку выполняют на отдельном

рабочем месте, оборудованном инструментом для фрезерования канавок и постановки заплаток, нанесения клея и запрессовки слабых углов в винтовом прессе и т.п. Широко используют замазки на основе смеси карбамидной смолы, казеина и древесной муки. С экономической точки зрения починка фанеры вполне себя оправдывает.

Шлифование фанеры выполняется выборочно, по требованию заказчика. Используют трехбарабанные станки марок ШлЗЦВ-19 (с нижним расположением шлифовальных барабанов и вальцовой подачей) и марки ШлЗЦ-19 (с верхним расположением цилиндров и с гусеничной подачей). Поставленные друг за другом эти станки образуют линию двухстороннего шлифования фанеры. Более совершенным является широколенточный станок, например ДКШ-1 (рис.6.20), который имеет более высокую производительность и точность обработки.

Оптимальная скорость резания при шлифовании составляет 25-30 м/с. Зернистость шкурок для 3-цилиндровых станков: грубое шлифование 50-40; промежуточное 40-32 и чистовое 32-25.

Скорость подачи составляет 10-17 м/мин для наружных слоев из форматного шпона и 8-12 м/мин - из ребросклеенного. Для широколенточных станков скорость подачи до 25 м/мин. Усилие прижима шкурки к материалу составляет 7-12 Н/см, величина сошлифовывания 0,1-0,2 мм. Удельная длина шлифования, то есть число метров шлифованной поверхности на 1 м шкурки для обычной фанеры составляет 1000-1200 м/м, а для сосновой всего 120-180 м/м из-за смолистости древесины.

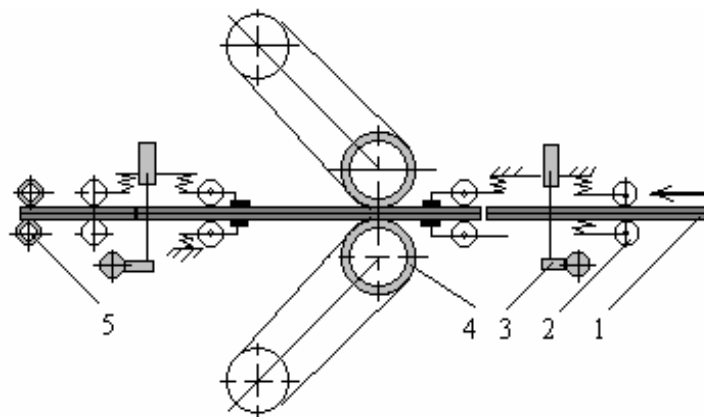


Рис.6.20. Схема станка ДКШ-1: 1 - шлифуемый материал; 2 - подающие вальцы; 3 - механизм подъема верхней станины; 4 - шлифовальный агрегат; 5 - щетки

Упаковка фанеры может осуществляться вручную или автоматами. Пачку перевязывают металлической лентой, проволокой или веревкой. Вес пачки при механизированной упаковке может быть до 1 т. Производительность автомата до 40 м³/ч. На пачке указывают наименование предприятия, размеры фанеры, марку, сорт, породу древесины, вид обработки, количество листов в пачке и номер стандарта.

Для производства большеформатной фанеры применяют склеивание листов фанеры друг с другом. Тонкую фанеру соединяют на "ус" (длина стыка 6-8 толщин фанеры). "Ус" нарезают на специальном усочном станке фрезой с частотой вращения 3000 мин⁻¹. Склеивание выполняют в узкоплитном прессе УСПГ фенольным клеем при температуре 200 °С за 15-20 секунд. Для склеивания более толстой фанеры ($S_{\phi} > 12$ мм) можно применять соединение на зубчатый шип.

Шипы длиной 8-15 мм нарезают вертикально или горизонтально. Прочность соединения достаточно высока, а потери материала ниже, чем при усовании. Фирма "Raute" выпускает линию сращивания и облицовки фанерных плит, в составе которой имеется двухсторонний усовочный станок и горячий пресс. Перед прессованием стык фиксируется нагелями. Вышедшая из пресса бесконечная лента разрезается полуавтоматом на длину 6 или 12 м. Затем в линии производится облицовка фанеры в одноэтажном прессе бумагой, пропитанной фенольной смолой. Продукция может использоваться в строительстве, например для опалубки.

6.8. Производство специальных видов фанерной продукции

6.8.1. Производство облицованной и декоративной фанеры

При изготовлении *фанеры, облицованной строганым шпоном* марок ФОК или ФОФ, необходим специальный участок подготовки строганого шпона для лицевых слоев. На этом участке производится сортировка и разметка шпона вручную, прирубка кусков на гильотинных ножницах, подбор по текстуре и ребросклеивание на станках типа РС или РСП. Склеивание и облицовку фанеры производят одновременно. Режим склеивания - аналогичный для фанеры общего назначения.

Декоративная фанера марки ДФ облицована с одной или двух сторон пленочными материалами, обычно синтетическим шпоном (то есть текстурной бумагой, пропитанной синтетической смолой). В этом случае цех оснащается участком пропитки, сушки и рубки синтетического шпона на листы заданного формата. Пакет при облицовке с одной стороны собирают в следующей последовательности (сверху вниз):

1. Металлический лист полированный с одной стороны
2. Отделочная пленка
3. Синтетический шпон
4. Лицевой слой шпона
5. Средний слой, намазанный клеем
6. Обратный слой шпона.

Пакет загружают при температуре плит пресса не более 30 °С. Затем давление поднимают до 3 МПа, а температуру до 140-175 °С в течение 10 минут. Продолжительность прессования - примерно 1 минута на 1 мм толщины пакета (включая прокладки). Под воздействием высокой температуры неотвержденная смола в синтетическом шпоне и отделочной пленке плавится и необратимо отверждается. Перед снятием давления плиты пресса охлаждают и снимают давление в течение 5 минут. Поверхности полированных пластин перед началом работы ежедневно протирают сухой ветошью с мелом и смазывают олеиновой кислотой или веретенным маслом и снова насухо протирают с тем, чтобы предотвратить прилипание пленки к металлу.

6.8.2. Производство бакелизированной фанеры

Бакелизированная фанера отличается от фанеры общего назначения тем, что все или часть слоев у нее пропитаны фенольной (бакелитовой) смолой. Для производства бакелизированной фанеры используют березовый шпон сортов II и III толщиной 0,8-1,5 мм, а также спирто- и водорастворимые смолы (табл.6.13).

6.13. Материалы, используемые в производстве бакелизированной фанеры

Материал	Показатели материала	Марка фанеры			
		ФБС ФБС-А	ФБС ₁ ФБС ₁ -А	ФБВ	ФБВ ₁
Шпон березовый по ГОСТ 99-96	Сорт шпона: наружных слоев	II	III	II	III
	внутренних	III	III	III	III
	Толщина шпона, мм: наружных слоев	1,15 - 1,5	1,15 - 1,5	1,15 - 1,5	1,15-1,5
	внутренних	1,15 - 1,5	1,6 - 2	1,15 - 1,5	1,6 - 2
Лак бакелитовый СБС-1 по ГОСТ 91 - 78	Концентрация, % : для пропитки	28 - 36	28 - 36	-	-
	для намазки	50 - 60	50 - 60	-	-
	Вязкость, °Э : для пропитки	2 - 4	2 - 4	-	-
	для намазки	28	28	-	-
Смола СФЖ-3011 по ГОСТ 20907-75	Концентрация, %	-	-	43 - 47	43- 47
	Вязкость, с	-	-	120 - 400	120- 400
Спирт этиловый	-	Для пропитки наружных слоев		-	-
Жирные кислоты	-	Для пропитки наружных слоев		-	-

Пропиточные растворы готовят в смесителях, смешивая смолу и растворитель до концентрации 28-36%. Пропитка шпона может осуществляться различными способами:

- а) вымачивание в холодном растворе смолы;
- б) пропитка сначала в горячем растворе смолы, потом в холодном. При этом способе глубина пропитки выше;
- в) способ полного поглощения путем воздействия на шпон сначала вакуума, затем пропитки раствором под давлением в автоклаве.

Содержание смолы в пропитанном шпоне должно составить 12-20% от массы шпона. Помимо пропитанного шпона, в бакелизированной фанере применяют шпон, намазанный клеем на клеенаносящих станках (расход примерно 100 г/м²).

После пропитки осуществляют сушку его в конвейерных сушилках типа НИИФ СТ-4, СТ-III или в камерной сушилке СТ -2 (табл.6.14). В конвейерных сушилках шпон перемещается в вертикальном положении в рамках, образующих

замкнутый конвейер, а в камерной сушилке СТ - 2 - в вагонетках, размещаемых в двух секциях.

6.14. Технические параметры сушилок для пропитанного шпона.

Параметр	СТ - Ш	СТ - 4	СТ - 2
Рабочая длина сушилки, м	5	8	2,1 + 6,4
Число вентиляторов, шт	2	8	2
Установленная мощность, кВт	27	23	10
Площадь нагрева калориферов, м ²	86	140	72
Расход пара, кг/ч	300	380	250
Производительность, листов/мин	350	400	250 - 300
Температура воздуха, °С	80 - 90	80 - 90	75 - 90
Скорость движения воздуха, м/с	2	2	-
Продолжительность сушки, мин	8 - 14	8 - 14	20 - 25
Размеры, (L x B x H), м	13,2 x 4,5 x 4,6	11,0 x 5,1 x 3,0	9 x 4 x 4,1

Влага, вносимая с клеем, находится в свободном состоянии. Конструкция сушилки должна обеспечить ее удаление раньше, чем она проникнет внутрь сухого шпона. При этом происходит только удаление растворителя, отверждение смолы не допускается.

Пакеты фанеры собирают по схеме конечной (каждый пакет отдельно) или непрерывной (в виде сплошной ленты) сборки. Расположение волокон в смежных слоях взаимно перпендикулярное. Продольные слои собирают внахлестку, а поперечные - встык долевыми кромками. Пакет непрерывной сборки разрезают в соответствии с размерами плит горячего пресса. Пакеты собирают на металлических прокладках, которые смазывают антиадгезивом, например олеиновой кислотой. Для полного исключения прилипания фанеры к прокладке лучше вводить в пропиточный раствор (бакелитовый лак) специальные добавки - дистиллированные жирные кислоты (ДЖК) в количестве 5-10% от массы раствора, которые образуют на шпоне мономолекулярный слой, выполняющий антиадгезионную роль.

При подборе толщины пакета до прессования нужно учитывать, что упрессовка составляет 35-40%. Загрузка в пресс должна осуществляться при температуре плит пресса не более 65 °С, для этого их охлаждают водой. По окончании загрузки создают давление 3,5 - 4,4 МПа и плиты пресса прогревают до температуры 150 °С. Время прогрева не должно быть меньше 30 минут. Время термообработки рассчитывают по формуле, мин:

$$t_{\text{пр}} = 2,5 + 1,25 \sum S_{\text{ш}},$$

где $\sum S_{\text{ш}}$ - сумма толщин шпона в промежутке пресса, мм.

Перед снятием давления плиты пресса охлаждают до 65 °С в течение 15-25 минут.

Для производства бакелизированной фанеры выпускается специальный пресс марки Д7247 (табл.6.15)

6.15. Техническая характеристика пресса Д 7247 для склеивания бакелизированной фанеры

Номинальное усилие пресса, кН	49 000
-------------------------------	--------

Размеры греющих плит, (l x b x h), мм	5700 x 1650 x 65
Число рабочих промежутков	20
Высота промежутка, мм	120
Скорость смыкания плит, мм/с	32
Скорость загрузки и выгрузки пакетов, мм/с	160
Максимальный ход цилиндров, мм	2400
Установленная мощность, кВт	123
Полная высота пресса, мм	12 700
Высота пресса над уровнем пола, мм	7 100
Размер в плане (L x B), мм	25 000 x 12250
Масса пресса, т	514
Эталонная производительность для фанеры 10 мм, м ³ /год	9000

Прессование ведется по третьей технологической схеме. Общая продолжительность выдержки при рабочем давлении, которая включает в себя выдержку при рабочей температуре, воздушное и водяное охлаждение плит, зависит от толщины пакета в промежутке пресса:

Толщина пакета, мм	15	20	25	30	35	40	50
Время выдержки, мин	50	63	80	95	102	112	130

При определении полного цикла прессования к этому времени нужно добавить еще время вспомогательных операций (15 мин) и время нагрева плит пресса до рабочей температуры (30 - 40 мин). Изготовление фанеры форматом 7700 x 1550, длина которой превышает длину плит существующих прессов, осуществляется последовательным прессованием (передвижкой пакетов).

Для обрезки бакелизированной фанеры создана специальная линия на базе станка ЦТЗФ-1, у которой удлинены направляющие каретки, дополнительно изготовлены механизм подачи для поперечной обрезки пакета фанеры, блоки резания и дробления отходов.

6.8.3. Производство древеснослоистых пластиков

Производство древеснослоистых пластиков аналогично производству бакелизированной фанеры. Все слои шпона пропитываются бакелитовым лаком СБС-1. Пропиточный раствор фенольной смолы имеет концентрацию 29-36 %. Пропитка может быть холодной в течение 60 минут (для марки ДСП-А - 120 мин), затем стекание избытка - 30 минут. Содержание сухой смолы определяется по формуле

$$Q = \left[1 - \frac{m_1(100 + W_2)}{m_2(100 + W_1)} \right] 100 ,$$

где m_1, m_2 - масса шпона соответственно до и после пропитки и сушки, г; W_1, W_2 - влажность шпона до и после пропитки и сушки, %.

Второй вариант пропитки заключается в том, что на нагретую до 140 - 150 °С поверхность листов шпона вальцами наносится концентрированный раствор бакелитового лака (K = 48 - 52%), а затем шпон вылеживается в стопах не менее 30 минут. Сушка пропитанного шпона аналогична технологии сушки бакелизированной фанеры.

Сборка пакетов может быть по схеме коротких или длинных плит. Длинные пакеты собирают в виде ленты длиной до 15 м, которую перед прессом разрезают. Количество листов шпона в пакете определяют по формуле:

$$n = \frac{S_{\phi}}{(1 - K_{yn})S_{ш}},$$

где S_{ϕ} - толщина готовой продукции, мм; $S_{ш}$ - толщина шпона, мм; K_{yn} - коэффициент упрессовки, составляющий 0,45 - 0,48.

Сборка идет на металлических поддонах, смазанных олеиновой кислотой. Загруженные в пресс (табл.6.16) пакеты с прокладками центрируют по вертикали. Начальная температура плит пресса не более 40 °С. После смыкания плит давление поднимают до 15-16 МПа в течение примерно 30 минут. Время прессования составляет от 1 до 5 минут на 1 мм толщины пакета в зависимости от требуемых физико - механических показателей пластика. Перед снятием давления паровой вентиль перекрывают и проводят воздушное охлаждение плит пресса, а затем и водяное до температуры 40-50 °С. Общая продолжительность выдержки ДСП при рабочем давлении зависит от толщины пластика (данные для давления 14 - 15 МПа и рабочей температуры 145 - 155 °С):

Толщина ДСП, мм	15	20	30	40	50	60
Время выдержки, мин	90	105	150	190	240	285

Продолжительность вспомогательных операций - 30 минут, время нагрева плит - 30 минут.

6.16. Характеристики прессов, используемых в производстве ДСП

Показатель	Д7446	УЗТМ	Болдуин	Беккер	Кархула
Конструкция		Колонная		Коробчатая	Рамная
Число цилиндров	1	3	14	2	1
Площадь плит, м ²	1,67x1,65	5,8x1,35	5,03x1,37	2,3x1,1	0,8x0,8
Толщина плит, мм	65	60	63	60	60
Максимальное давление, МПа	14,5	15	15	18	15
Число этажей	6	14 (8)	20	9	12
Расстояние между плитами, мм	200	103	150	210	200
Установленная мощность, кВт	-	330	215	-	-
Высота над полом (Н), м	6,3	5,82	5,3	3,2	3,5
Размеры в плане (L x B), м	-	3,7 x 7,4	-	2,5 x 2,8	2,1x 0,85
Масса линии, т	-	574,9	-	75	-
Масса пресса, т	170	435	432	-	-

Послепрессовая выдержка не менее 12 ч, затем выполняется обрезка на круглопильном станке или раскрой на черновые заготовки.

6.8.4. Производство фанерных плит

Склеивание фанерных плит отличается от производства фанеры общего назначения тем, что фанерные плиты имеют большую толщину (до 78 мм), что вынуждает использовать третью технологическую схему (склеивание с охлаждением плит пресса). Плиты толщиной до 20 мм изготавливают без охлаждения пакетов в прессе, 20-24 мм - с воздушным охлаждением, а свыше 24 мм - с водяным охлаждением плит пресса до температуры 50-60 °С (табл.6.17).

Другая особенность склеивания фанерных плит - снижение давления после достижения требуемого уплотнения до 0,7-1,0 МПа за 5-10 минут. Величину упрессовки контролируют специальным движком, установленным на неподвижной части пресса. После охлаждения давление полностью снимается в течение 2 минут. В целом цикл склеивания занимает в зависимости от толщины продукции от 15 до 45 минут. Упрессовка вместе с усушкой березового шпона составляет 19 % толщины пакета сухого шпона.

6.17. Технологические режимы склеивания фанерных плит.

Толщина плиты, мм	Время склеивания, мин, для смол			Время охлаждения, мин
	карбамидных	СФЖ-3014	СФЖ-3011	
8	-	9	8	-
12	8,2	11,5	12,8	-
14	9,5	12,5	15	-
16	10,5	14,5	17,5	-
18	13	15,5	18	-
20	14,5	14,5	19	10
22	16	15	21,5	10
25	18,5	18	26	10
30	-	23	35	30
35	-	28,5	47	30
40	-	34	58	30
45	-	41	73	30
53	-	58	87	30
62	-	72	100	30
68	-	79	105	30
78	-	85	118	30

Примечание. Давление при склеивании 1,9 -2,2 МПа, температура плит пресса для карбамидных смол - 110 - 115 °С, для фенольных - 120 - 125 °С.

6.8.5. Производство гнутоклееных заготовок

Гнутоклееные заготовки для деталей мебели выпускают более 45 видов и 300 типоразмеров. Это, в частности, сиденья и спинки стульев и кресел, ножки, проножки, боковины и царги стульев, кресел и табуретов, опоры корпусной мебели, ножки столов, подлокотники кресел, ящики, спинкодержатели и т.п. В соответствии с деталью заготовка может быть самой различной формы, задаваемой конструкцией пресс - формы.

Заготовки могут быть однократные и многократные (в виде блока заготовок). При конструировании деталей нужно иметь в виду следующие ограничения:

а) заготовки толщиной до 12 мм склеивают преимущественно с перекрестной, а свыше 12 мм - с параллельной ориентацией волокон в смежных слоях;

б) толщину шпона назначают с учетом наименьшего радиуса изгиба и других факторов (табл.6.18);

в) динамика изменения углов изгиба заготовок проходит три стадии: 1-я - после снятия давления (размыкания пресс - форм) происходит резкое увеличение углов под воздействием сил упругого восстановления согнутого шпона, 2-я - во время производственной выдержки деталей (относительная влажность воздуха 60 - 70%, температура 20 - 24°С) в результате усушки шпона и усадки клея в те-

чение 1 - 2 суток восстанавливаются исходные, задаваемые пресс - формами углы изгиба; 3-я - при дальнейшей выдержке деталей происходит постепенное уменьшение исходных углов на 1 - 2° для однократных заготовок и до 2,5° для заготовок, полученных склеиванием и распиловкой блоков; полностью форма стабилизируется через 20 - 40 суток после склеивания.

6.18. Минимальные радиусы кривизны заготовок, мм

Толщина шпона, мм	Число листов в пакете, шт	Толщина заготовок, мм	Направление волокон древесины в смежных слоях					
			параллельное			перпендикулярное		
			Угол изгиба заготовки, °					
			60	90	120	60	90	120
0,8	5	4	14	12	7	16	15	8
	9	7	11	10	6	14	13	7
	13	10	10	8	5	11	10	6
1,15	5	6	35	27	14	34	33	16
	9	11	28	22	11	33	32	13
	13	19	23	22	16	25	24	20
1,5	5	7	37	36	29	37	37	33
	9	13	30	29	23	31	31	28
	13	19	23	22	16	25	24	20
2,2	5	11	40	40	30	-	42	41
	9	20	-	30	22	-	31	30
	13	29	-	20	13	-	20	19

Склеивают заготовки в основном карбамидными клеями. Для облицовывания применяют строганый или синтетический шпон, причем облицовывание производится одновременно со склеиванием. Технологический процесс предусматривает подготовку шпона шириной не менее 100 мм и длиной, соответствующей длине заготовки. Влажность шпона - 6-10%. Операции подготовки включают в себя сортирование, прирубку, починку, ребросклеивание, прирубку на заданные форматы. Затем происходит нанесение клея, сборка пакетов и склеивание заготовок в прессах, оснащенных соответствующими пресс - формами. Параметры склеивания – см. табл. 6.19.

6.19. Основные параметры процесса склеивания гнутоклееных заготовок:

Давление в жестких пресс-формах, МПа	1 - 2
То же в пресс-формах с эластичной передачей давления, МПа	0,4 - 0,6
Температура рабочей поверхности пресс-форм, °С	135 - 110
Время выдержки под давлением, мин / мм:	
при обогреве паром и ТЭНами	0,5 - 0,65
при низковольтном электронагреве	0,6 - 0,75

При высокочастотном нагреве время вычисляют по формуле

$$t = t_n + t_o + t_g,$$

где t - общая продолжительность; t_n - время нагрева клеевых слоев до 100 - 120 °С (определяется в зависимости от удельной колебательной мощности пресса $P_{уд}$, которая равна колебательной мощности генератора, деленной на объем склеиваемой заготовки, и выражается в Вт/см³); t_o - продолжительность отвер-

ждения клея (зависит от марки связующего и может быть заимствовано из характеристики смол); t_e - продолжительность выдержки под давлением без нагрева (1 - 2 мин).

Зависимость t_n от $P_{уд}$ приведена ниже:

$P_{уд}$, Вт/см ³	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6
t_n , мин	3,5	2,4	1,8	1,3	1,2	1,0	0,8	0,6

Пресс - формы для получения гнукотклееных заготовок можно классифицировать:

- по материалу, из которого они сделаны (из стали, чугуна, сплавов алюминия, фанерных плит или древеснослоистых пластиков);
- по конструкции прессующих элементов (с цельными или разъемными пуансоном и матрицей, с эластичными элементами);
- по способу обогрева (с ТЭНами, с гибкими лентами для электроконтактного нагрева, с нагревом ТВЧ);
- по количеству рабочих промежутков (от одного до четырех).

Прессование выполняется в специальных одноэтажных прессах (табл.6.19), организация рабочих мест показана на рис.6.21

Послепрессовая обработка гнукотклееных заготовок состоит в их обрезке или обработке по периметру, раскрое многократных заготовок на детали. Для этих целей используют круглопильные или ленточнопильные станки, а также фрезерные с шаблоном. Существуют и специализированные круглопильные станки для распиловки блоков.

Расход сухого шпона на 1м³ деталей составляет от 1,9 до 3 м³/м³, клея - примерно 110 - 120 кг/м³. Изготовление же криволинейных деталей из массивной древесины требует до 5 м³/м³ и сложного специального оборудования и оснастки.

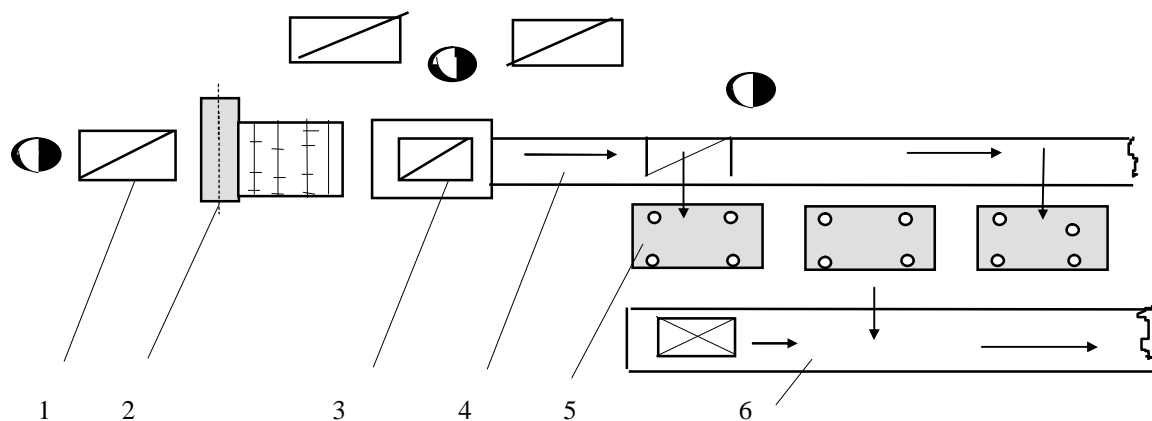


Рис. 6.21. Схема участка изготовления гнукотклееных заготовок: 1 - стопа шпона, 2 - клеенаносящий станок, 3 - сборочный конвейер, 4 - конвейер подачи пакетов к прессам, 5 - прессы, 6 - конвейер заготовок.

6.20. Технические характеристики прессов для получения гнукотклееных деталей

Параметр	П474А	ПД476	ДБ2434	П479	П472А	П472Б
Усилие прессования, кН	980	1570	2450	3920	620	620
Рабочий ход штока, мм	400	500	500	630	450	320
Ширина рабочего промежутка, мм	630	800	1000	1250	470	500
Наибольшая высота рабочего промежутка, мм	710	800	900	1250	695	630
Глубина рабочего промежутка, мм	630	800	100	1250	550	500
Усилие выталкивателя, кН	223	196	310	490	-	87
Ход выталкивателя, мм	200	250	250	320	-	160
Размеры (L x B x H), м	1,56x	1,89x	2,30x	1,25x	1,07x	0,93x
	1,12x	1,10x	1,00x	2,70x	1,3x	1,12x
	2,56	3,00	3,24	3,94	3,1	2,36
Масса пресса, кг	2 400	3 730	6 330	10 290	2 480	1 700

6.8.6. Производство шпоновых досок (балок LVL)

Производство шпоновых досок отличается от производства фанеры в основном операциями сборки пакетов, прессования и конечной обработки продукции. Толщина шпона составляет обычно 3,2 мм. Используют обычные лущильные станки фирмы Raute в линии с роторными ножницами с автоматической вырубкой дефектов из ленты шпона. Шпон сушится в роликовых сушилках до влажности не более 5% и сортируется по качеству на лицевой и средний слои. На участке сортировки можно использовать наряду с визуальным осмотром аппаратуру для определения внутренних напряжений в шпоне.

Листы шпона всех слоев пакета соединяются на «ус». Формирование скоса длиной 8-10 толщин шпона производится на специальной усочной пиле. Затем выполняется сращивание шпона в непрерывную ленту, которая прирубается на листы постоянной длины, соответствующей длине продукции. Возможно автоматическое управление усочной пилой для максимального использования длины каждого листа шпона.

Склеивание выполняют фенольным клеем, в том числе со специальными добавками для ускорения процесса горячего прессования и улучшения качества подпрессовки. Клей наносится методом распыления или экструзионным способом с расходом 220 – 250 г/м². На верхний лицевой слой, хранящийся в отдельной стопе, клей не наносится. Затем листы в линии со специальным устройством для точного базирования набираются в пакет требуемой толщины, который сразу же подается на подпрессовку. Давление подпрессовки составляет 0,8 МПа. При подпрессовке достигается равномерное распределение клея в слоях шпона и получается цельный пакет, выдерживающий нагрузки при последующей обработке. Подпрессованный пакет может храниться несколько часов без ухудшения качества готовой продукции.

Горячее прессование может производиться в однопролетном, двухпролетном или многоэтажном прессе при давлении 1,4 – 1,8 МПа и температуре плит пресса 140 – 180 °С. Ширина балки составляет 1200 мм, длина - до 24 м. Обогрев пресса производится горячей водой, паром или термомаслом. В начале прессования процесса создается максимальное давление, которое уменьшается в ходе

прессования и после прогрева заготовки. Диаграмма прессования задается с помощью микропроцессорной системы управления и позволяет получить продукт точной заданной толщины.

В линии с однопролетным прессом используется подвижный подпрессовочный пресс, который выполняет также загрузку горячего пресса. Если длина заготовки превышает длину пресса, прессование происходит в две стадии.

После прессования заготовка полной ширины сначала остывает, а затем раскраивается по длине и ширине на требуемые размеры. Поперечная распиловка осуществляется автоматически по заданной раскройной карте. Продольная распиловка выполняется на многопильном станке. Наружные кромки измельчаются для использования в качестве топлива. Готовая продукция укладывается в стопы размером по ширине в 1200 мм и высотой обычно 900 мм. Перед отгрузкой потребителю они обертываются пленкой и обвязываются стальной лентой.

Глава 7. Контроль качества фанерной продукции

В система контроля качества продукции различают три ступени - входной контроль сырья и материалов, текущий контроль параметров технологического процесса и выходной контроль качества готовой продукции.

Входной контроль древесного сырья заключается в визуальной оценке соответствия качества фанерных кряжей сортам, заявленным поставщиком. Как правило, эта работа совмещается с сортировкой сырья по породам и диаметрам. Контроль качества поступающих смол выполняются по показателям, регламентируемым соответствующими стандартами или техническими условиями (см. гл. 1).

Текущий (технологический) контроль проводится на рабочих местах самими рабочими или с участием отдела технического контроля (ОТК). Все большее применение находит постоянный автоматический контроль важнейших параметров с сигнализацией об отклонениях от нормы. К таким параметрам можно отнести: температуру воды в бассейнах ГТО; фактическую толщину шпона, выходящего из лущильного станка; температуру и влажность агента сушки в роликовых сушилках; начальную и конечную влажность шпона; давление и температуру пара в горячем многоэтажном прессе; фактическую полную упрессовку пакетов фанеры в ходе прессования.

Выходной контроль фанерной продукции касается проверки соответствия фактических показателей продукции нормативным, регламентированным в соответствующем ГОСТе или технических условиях. В данной главе по возможности полно представлены все стандартизованные методы испытаний фанерной продукции (кроме методов определения показателей электрических свойств). Обязательность испытаний определяется техническими условиями на продукцию, а также соглашениями между потребителями и изготовителями продукции. Особенно актуально проблема определения различных показателей клееной слоистой древесины стоит при выпуске новой продукции, введении новых клеев, новой технологии производства и облагораживания продукции. Описанные методы испытаний широко используются и в научно - исследовательской работе.

7.1. Испытания лущеного шпона

Для лущеного шпона согласно ГОСТ 20800 - 75 требуется определение его плотности, влажности и предела прочности при растяжении. Плотность и влажность шпона определяют на образцах размером $100 \times 100 \times S_{ш}$, мм, где $S_{ш}$ - толщина шпона. Допускается определять влажность на образцах любой формы, но массой не менее 3 г. Размеры образцов для определения прочности составляют $200 \times 20 \times S_{ш}$ при растяжении вдоль волокон, $240 \times 20 \times S_{ш}$ при растяжении поперек волокон и $240 \times 140 \times S_{ш}$ при растяжении под углом 45° .

Плотность при данной влажности ρ_w (кг/м^3) и влажность шпона W (%) можно определять на одних и тех же образцах. Расчетные формулы имеют вид

$$r_w = \frac{m_1}{lbS_{uu}} 10^6 ; \quad W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} 100 ,$$

где m_1 - масса образца до высушивания, m_2 - то же после высушивания, г, до абсолютно сухого состояния при температуре $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$; l , b и S_{uu} - размеры образца, мм.

Массу образца определяют с точностью 0,01 г, длину и ширину образцов с точностью 0,1 мм, а толщину образцов с точностью 0,01 мм, то есть с использованием микрометра.

При определении предела прочности при растяжении (табл.7.1) на концы образцов приклеивают шпон или тонкую фанеру длиной, равной ширине образца, и шириной 30 мм. Образец устанавливают в захваты испытательной машины строго по оси захватов и нагружают со скоростью, обеспечивающей время испытания 60 ± 30 с при испытании образцов вдоль волокон и 30 ± 15 с при испытании образцов поперек волокон или под углом 45° . Образцы, разрушившиеся не в рабочей части, в расчет не принимают, и они должны быть заменены.

Предел прочности определяют по формуле, МПа

$$s_p = \frac{P_{max}}{bS_{uu}}$$

где P_{max} - разрушающая нагрузка, Н ; b и S_{uu} - ширина и толщина образца, мм

7.1. Нормативные показатели прочности лущеного шпона, МПа, не менее

Показатель	Береза	Осина	Сосна
Прочность при растяжении:			
вдоль волокон	75	60	50
поперек волокон	2,5	1,5	1,0

7.2. Общие требования к испытаниям клееной слоистой древесины

В стандартах и технических требованиях на конкретную продукцию указывается количество листов и порядок их отбора, причем это количество продукции засчитывается в объем поставок. У отобранных листов проверяют соответствие размеров нормативным, прямолинейность углов, шероховатость поверхности. Для оценки физико-механических показателей из листов фанеры выпиливают образцы для соответствующих испытаний. Фанера общего назначения испытывается только на скалывание по клеевому шву, авиационная - также на растяжение вдоль волокон, бакелизированная - на скалывание, растяжение и изгиб в двух направлениях, древеснослоистые пластики - дополнительно на сжатие вдоль волокон, плиты фанерные - на скалывание и изгиб. Существует специальный ГОСТ 9620 - 94, в котором регламентированы правила выпиливания образцов для продукции различных марок.

Объём материала для испытаний указывается в стандартах на продукцию. От каждого листа (плиты) вдоль волокон наружного слоя отрезают полосы, из которых выпиливают образцы для физико - механических испытаний согласно рис.7.1. (При меньшем количестве видов испытаний допускается иное расположение образцов в полосе).

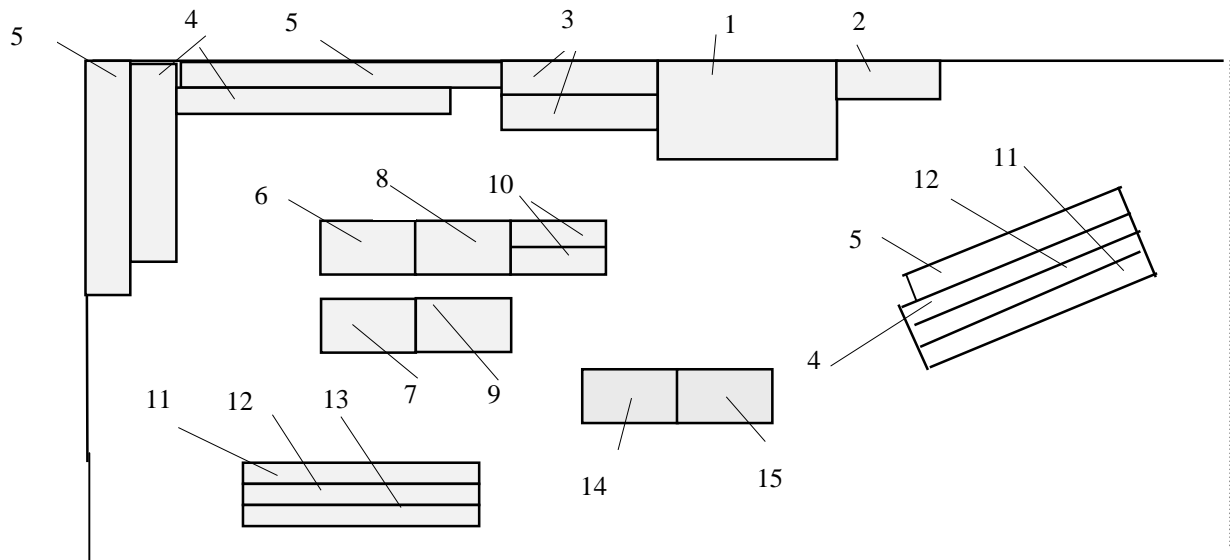


Рис.7.1. Схема выпиливания образцов из клееной слоистой древесины: 1 - для определения плотности; 2 - влажности; 3 - предела прочности при скалывании по клеевому слою; 4 - предела прочности при статическом изгибе (вдоль волокон, поперек и под углом 45°); 5 - предела прочности при растяжении (вдоль волокон, поперек и под углом 45°); 6 и 7 - водопоглощения, влагопоглощения и объёмного разбухания; 8 - предела прочности при скалывании по древесине; 9 - изменения размеров в зависимости от относительной влажности воздуха; 10 - модуля упругости при сжатии; 11 - модуля упругости при статическом изгибе; 12 - модуля упругости при растяжении, 13 - ударной вязкости; 14 - маслостойкости; 15 - предела прочности при сжатии.

7.3. Определение физических свойств клееной слоистой древесины

ГОСТ 9621-72 устанавливает методы определения влажности, плотности, водопоглощения, влагопоглощения и объёмного разбухания клееной продукции.

Влажность готовой продукции может определяться на образцах любой формы площадью не менее 25 мм^2 . С момента изготовления до взвешивания образцы должны храниться в полиэтиленовом пакете для обеспечения сохранения влажности. Затем, как и при определении влажности шпона, образцы взвешивают с точностью до $0,01 \text{ г}$, высушивают до постоянной массы при температуре $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ и рассчитывают влажность по формуле, указанной на с.160.

7.2. Нормативные значения влажности клееной продукции, %:

Фанера ФСФ и ФК	5-10
Фанера ФБА	6-15
Фанера бакелизированная толщиной, мм:	
5-7	6 ± 2
10 - 18	8 ± 2
Пластики древесные слоистые толщиной, мм	
1- 12	3-8
15-60	не более 6 - 7
Пластик ДСП-Б-т	не более 10
Плиты фанерные	5-10

При *определении плотности* (табл.7.3) образцы имеют размеры $100 \times 100 \times S_{\phi}$ мм, где S_{ϕ} -толщина продукции. Длину и ширину образцов измеряют с точностью 0,1 мм, а толщину S_{ϕ} измеряют в пяти точках с точностью 0,01 мм и в расчет берут среднее значение. Образцы взвешивают с точностью 0,01 г и рассчитывают плотность по формуле на с.161.

7.3. Нормативная плотность клееной слоистой древесины

Материал	Плотность, кг/м ³
Фанера бакелизированная	не более 1200
Пластики древесные слоистые толщиной 1 - 12 мм , составные	не менее 1280
цельные	не менее 1250
Пластики древесные слоистые толщиной 15 - 60 мм в том числе: с индексом "м"	не менее 1300
с индексом "т"	не менее 1280
Плиты фанерные марок :	
ПФ-А, ПФ-Б, ПФ-В	550-850
ПФ-Л	700-850
ПФ-Х, ПФД-Х	670-850
ПФО-Х	600-670

Следующие три показателя (*водо-, влагопоглощение и объёмное разбухание*) определяются на образцах размером $80 \times 4 \times S$ мм, где 80 - длина образца вдоль волокон наружного слоя, а толщина S равна толщине продукции, но не более 20 мм. Для древеснослоистых пластиков определение водопоглощения производится на образцах размером $50 \times 50 \times S$, мм. Образцы измеряют и взвешивают с указанной выше точностью. Влагопоглощением называют увеличение массы образца в атмосфере влажного воздуха, водопоглощением - увеличение массы образца после его выдерживания в воде, а объёмным разбуханием - увеличение его объёма в результате водо- или влагопоглощения.

Для определения *влагопоглощения и объёмного разбухания* образцы выдерживают в эксикаторе над пересыщенным раствором соды при температуре 20 ± 2 °С. Образцы располагают на решетке в один ряд с расстоянием между ними 10 - 15 мм и выдерживают до 50 суток, периодически взвешивая через 1, 2, 3, 5 и 10 суток, с тем чтобы проследить динамику набухания образцов.

При определении *водопоглощения и объёмного разбухания* образцы погружают в эксикатор с дистиллированной водой с температурой 20 ± 2 °С и периодически взвешивают и измеряют через 1, 2, 3, и 5 суток. Образцы при этом предварительно следует осушить фильтровальной бумагой

Влаго- и водопоглощение (DW) и объёмное разбухание P_0 вычисляют по формулам, %

$$DW = \frac{m_1 - m}{m} 100; \quad P_0 = \frac{S_1 b_1 l_1 - S b l}{S b l} 100,$$

где m_1 - масса образца после увлажнения, г; m - масса образца до увлажнения, г; S_1, b_1, l_1 - размеры образца после увлажнения, мм; S, b, l - размеры образца до увлажнения, мм.

Согласно ГОСТ 13913 - 78 водопоглощение древесных слоистых пластиков зависит от толщины (табл.7.4).

7.4. Водопоглощение древесных слоистых пластиков

Толщина пластиков, мм	1-2,5	3-5	6-7	8-12	15-20	25-50	55-60
Водопоглощение за 24 ч, %, не более	15	10	7	5	3	2	1

Предельное водопоглощение должно быть не более 18% для пластика марки ДСП-А и не более 20% для пластика марки ДСП-Б, а предельное объёмное разбухание соответственно не более 20 и 22%.

В связи с тем, что в ряде случаев требуется знать не объёмное, а линейное изменение размеров фанерной продукции, разработан специальный метод *определения изменения линейных размеров в зависимости от относительной влажности воздуха* (ГОСТ 18068 - 72). Образцы размером 100 x 100 x S_{ϕ} , мм, высушивают в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 103 ± 2 °С, затем выдерживают в эксикаторе с безводным хлористым кальцием при температуре 20 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 5% в течение 1 ч. После измерения размеров образцы помещают в установку, где поддерживают температуру 20 ± 2 °С и относительную влажность воздуха 65 ± 2 % (что соответствует равновесной влажности древесины примерно 12%). Образцы должны располагаться вертикально на расстоянии не менее 20 мм друг от друга. Выдерживание ведут при периодическом ежесуточном взвешивании образцов и заканчивают, когда разность между двумя последовательными взвешиваниями не превысит 0,5%. После этого снова измеряют длину, ширину и толщину образцов и помещают образцы в другую установку, где поддерживается температура 20 ± 2 °С и относительная влажность воздуха 97 ± 2 % . (Это соответствует равновесной влажности древесины около 30 %.) После аналогичного взвешивания и выдерживания до постоянной массы у образцов измеряют толщину, длину и ширину.

Относительное изменение линейных размеров рассчитывают отдельно для двух диапазонов изменения влажности древесины - от 0 до 12% и от 0 до 30 % по формулам:

$$Dl = \frac{l_1 - l_0}{l_0} 100 ; \quad Db = \frac{b_1 - b_0}{b_0} 100 ; \quad DS = \frac{S_1 - S_0}{S_0} 100 ,$$

где l_0 , b_0 , S_0 - начальные размеры образца (в абсолютно сухом состоянии), l_1 , b_1 , S_1 - размеры образца после выдерживания в среде с относительной влажностью воздуха 65 или 97%.

К физическим свойствам следует отнести также *тепло- и маслостойкость* клееной слоистой древесины. Эти показатели нормированы для пластиков марок ДСП-Б-э и ДСП-В-э (как цельных, так и составных). Согласно ГОСТ 9627.2-75 и ГОСТ 9627.3-75 тепло- и маслостойкость определяются на образцах размером 300 x 300 x S_{ϕ} , мм, при этом кромки должны быть защищены водостойким клеем, например фенолоформальдегидным или бутварфенольным. При определении теплостойкости образцы помещают в сушильный шкаф, температуру в котором поднимают с 20 до 103 ± 2 °С в течение 4 часов. При данной температуре образцы выдерживают 24 часа, затем извлекают из сушильного шкафа и осматривают с целью обнаружения возможных дефектов. При оценке маслостойкости такие

же образцы в металлической сетчатой емкости помещают в сосуд с трансформаторным маслом. Масло в течение 30 минут подогревают до 55 ± 2 °С, выдерживают эту температуру в течение 30 минут, затем за 30-60 минут поднимают температуру до 103 ± 2 °С. В этих условиях образцы выдерживают 6 часов, после чего извлекают из сосуда, осушают и осматривают для обнаружения дефектов. На образцах не должно быть пузырей, на краях образцов трещин толщиной более 0,08 мм глубиной более 5 мм (контролируется щупом).

7.4. Определение предела прочности при скалывании

Новый межгосударственный стандарт ГОСТ 9624 - 93 устанавливает метод определения предела прочности фанеры, фанерных и столярных плит, древесных слоистых пластиков при скалывании по клеевому слою и по древесине (см. рис.7.2, 7.3 и табл.7.5)

7.5. Размеры образца для испытаний на скалывание.

Наименование продукции	Размеры, мм, согласно рис.7.2						
	l	b	S	h	b_1	l_1	l_2
ДСП толщиной до 2,5 мм	70	40	S_ϕ	$2S_{ш}$	12	5	5
ДСП и фанерные плиты: толщиной 2,5 ... 15 мм	85	40	S_ϕ	$2S_{ш}$	12	12,5	12,5
толщиной более 15 мм	85	40	$S_\phi/2+5$	5	12	12,5	12,5
Фанера толщиной до 15 мм	95	40	S_ϕ	$2S_{ш}$	12	12,5	20
Фанера толщиной более 15 мм	95	40	$S_\phi/2+5$	5	12	12,5	20

Примечания: 1- для 4-х слойной фанеры $h = 3S_{ш}$; 2- допускается другая ширина пропила b_1 при изменении конструкции захватывающего приспособления; 3 - для фанеры толщиной более 15 мм образцы опиливаются (срезаются) до толщины $h = S_\phi/2 + 5$ мм, где S_ϕ - толщина продукции.

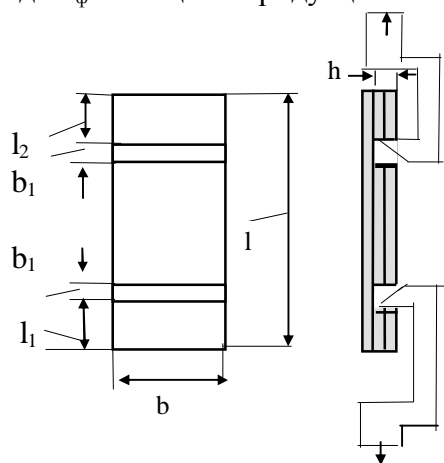


Рис 7.2. Образец для испытания фанеры на скалывание по клеевому слою .

Стандарт допускает и другую форму образца, который может быть испытан не в специальном приспособлении, а в обычных захватах испытательной машины (рис.7.3, табл.7.6).

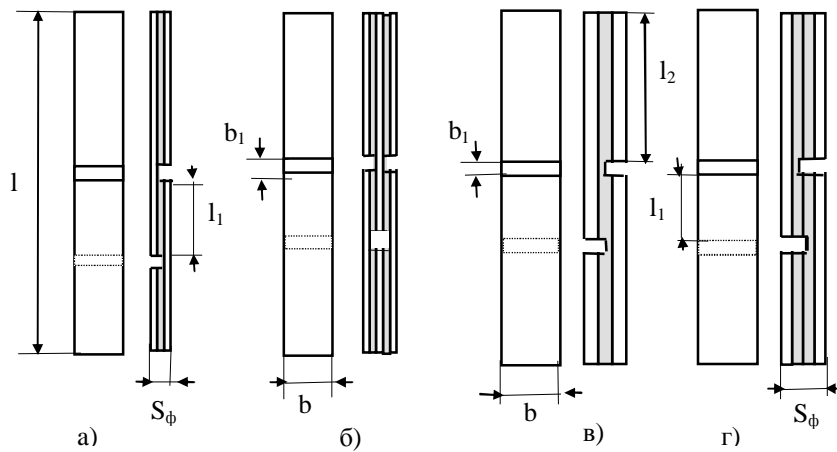


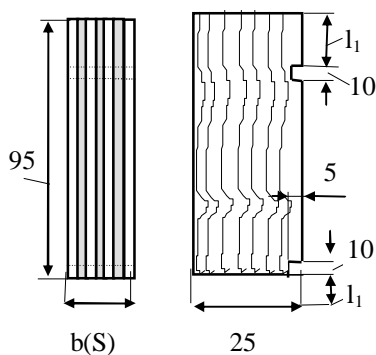
Рис.7.3. Форма образцов для испытаний на скалывание: а) - для трехслойной авиационной фанеры толщиной до 2,5 мм; б) - для пятислойной авиационной фанеры толщиной до 2,5 мм; в) для фанеры любой слойности, кроме 4-слойной; г) для 4-слойной фанеры.

7.6. Размеры образцов, показанных на рис. 7.3

Наименование продукции	Размеры, мм				
	l	l ₁	l ₂	b	b ₁
Авиационная 3-слойная фанера толщиной до 2,5 мм	130	15	55	25	3
Авиационная 5-слойная фанера толщиной, мм					
2,0 мм	130	10	57	25	3
2,5 мм	130	15	55	25	3
Фанера любой слойности, кроме 4-слойной, с толщиной наружных слоев, мм					-
1,5 и более	135	25	55	25	
менее 1,5 мм	135	10	62,5	25	3
Фанера 4-слойная	135	25	55	25	3

При испытании фанеры любой слойности (кроме 4-слойной) образец должен быть 3-слойным, для чего лишние слои шпона срезают, оставляя средний слой, прочность склеивания которого определяют. Таким образом может быть проверена прочность склеивания в различных слоях фанеры по сечению. Образец должен иметь симметричную конструкцию. Глубина пропила должна быть такой, чтобы было пропилено 2/3 толщины среднего листа шпона..

Форма и размеры образцов для испытания на скалывание по древесине показаны на рис.7.4.



Размеры, мм	
b(S)	l ₁
15	23
20	17
25	14
30	11,5
35	10
40	8,5

Рис.7.4. Форма и размеры образцов для испытания фанеры на скалывание по древесине

Особенность этого испытания заключается в том, что толщина образца должна быть равна толщине продукции, но не менее 15 мм. Поэтому для материала толщиной менее 15 мм проводят склеивание холодным способом нескольких листов фанеры до получения толщины 15 мм и более.

Испытания проводят на сухих или влажных образцах согласно требованиям стандартов на конкретную продукцию. Увлажнение может быть путем выдерживания в воде с температурой 20 ± 5 °С в течение 24 часов или кипячения в воде (100 °С) в течение 1 или 3 часов. После увлажнения образцы выдерживают 10 минут при комнатной температуре и подвергают испытанию в специальном приспособлении или в захватах испытательной машины, работающих на растяжение.

Скорость испытания образца должна быть такой, чтобы время до разрушения составляло 60 ± 30 с. Предел прочности рассчитывается по формуле, МПа

$$t_{ск} = \frac{P_{max}}{l_1 b},$$

где P_{max} - максимальная нагрузка, Н; l_1 , b - размеры площади скалывания, мм.

Нормативы прочности продукции на скалывание указаны в табл. 7.7 - 7.12.

7.7. Показатели прочности фанеры общего назначения при скалывании по клеевому слою

Порода древесины внутренних слоев шпона	Предел прочности для фанеры для марок и пород шпона наружных слоев, МПа, не менее,			
	лиственных пород		хвойных пород	
	ФСФ (после кипячения)	ФК (после вымачивания)	ФСФ (после кипячения)	ФК (после вымачивания)
Ель, сосна, пихта, кедр, лиственница	1,0	1,0	1,0	0,9
Береза	1,5*)	1,5*)	-	-
Липа, осина, тополь	0,6	0,6	1,0	0,9
Ольха, бук, клен, ильм	1,2	1,0	-	-

*) По условиям договора допускается фанера с пределом прочности до 1,2 МПа

7.8. Показатели прочности авиационной фанеры при скалывании вдоль волокон, МПа, не менее

Толщина фанеры, мм	В сухом виде	После кипячения
1	-	2,0
1,5 - 4,0	2,4	1,0
5 - 6	2,5	1,7
8 - 12	2,7	1,6

7.9. Показатели прочности фанерных плит при скалывании после вымачивания образцов, МПа, не менее

Марка продукции	Толщина продукции, мм	Внутренние слои		
		березовые	Березовые, сосново березовые, осиновые	Липовые, сосново - липовые
ПФ - А	15 - 45	1,4	1,2	1,0
ПФ - Б	20 - 45	1,6	1,2	1,0
	53 - 78	1,6	-	-

ПФ - В	8	1,6	-	-
	12 - 30	1,6	1,2	1,0
ПФ - Х	13 - 33	2,4	-	-
ПФД-Х	16	1,6	-	-
ПФО - Х	33	-	1,9	-
ПФО - Л	14 - 22	2,9	-	-

7.10. Показатели прочности фанеры, облицованной строганым шпоном, при скалывании в сухом виде, МПа, не менее

Порода подслоя	Порода облицовки	
	береза	другие породы
Береза	1,2	1,0
Липа, осина	0,6	0,6
Другие породы	1,0	1,0

7.11. Показатели прочности бакелизированной фанеры на скалывание после кипячения, МПа, не менее

Толщина фанеры, мм	Марки продукции		
	ФБС	ФБВ, ФБС-А	ФБС ₁ , ФБВ ₁ , ФБС ₁ - А
5 - 18	1,76	1,47	1,47

7.12. Показатели прочности древесных слоистых пластиков толщиной 15-60 мм на скалывание по клеевому слою, МПа, не менее

Наименование марок	Предел прочности
Цельные ДСП-Б-о	8,8
Цельные ДСП-А, ДСП-Б, ДСП-Б-э	7,8
Цельные ДСП-В и ДСП-В-э, составные ДСП-Б, ДСП-Б-э и ДСП-Г	6,9
Составные ДСП-В и ДСП-В-э	5,9
Цельные ДСП-Б-м, ДСП-В-м, составные ДСП-Г-м	4,9
Составные ДСП-В-т	3,9

7.5. Определение предела прочности и модуля упругости при растяжении

Согласно ГОСТ 9622 - 87 образцы для испытаний на растяжение выпиливаются вдоль волокон наружного слоя, поперек волокон и под углом 45° по форме и размерам, указанным на рис .7.5.

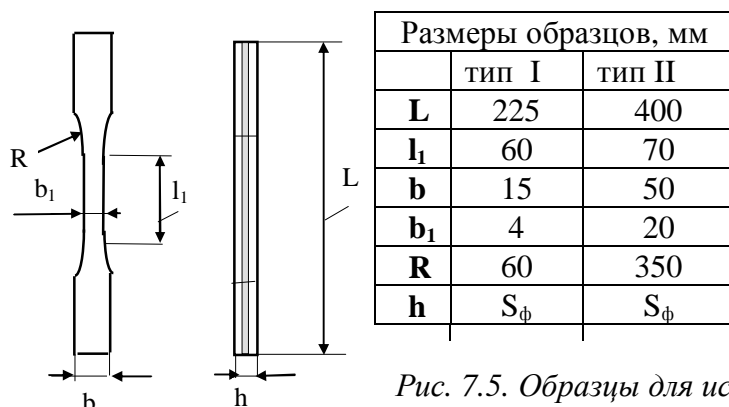


Рис. 7.5. Образцы для испытаний фанерной продукции на растяжение

Второй тип образца рекомендуется для научно - исследовательских целей. При испытании образцы помещают в клиновидные захваты машины, при этом тонкие образцы (толщиной до 15 мм) устанавливают так, чтобы сжимающие усилия были направлены перпендикулярно слоям образца, а толстые - так, чтобы сжатие в захватах приходилось на кромки образца. Время испытания должно составлять 30-90 с. Образцы, разрушение которых произошло не в рабочей части, в расчет не принимают, и они должны быть заменены.

Расчетная формула имеет вид, МПа

$$S_p = \frac{P_{max}}{b_0 S_\phi},$$

где P_{max} - максимальная нагрузка на образец, Н; b_0 - ширина рабочей части образца, мм; S_ϕ - толщина продукции, мм.

При определении модуля упругости на образец с двух сторон устанавливают тензометры и образец подвергают шестикратной нагрузке в диапазоне примерно 5 - 25% от разрушающей. После каждого нагружения нагрузку снижают до 1-2% от разрушающей. Продолжительность одного цикла нагружения должна быть в пределах 30 - 90 с. Модуль упругости рассчитывают по формуле:

$$E_p = \frac{Pl}{b_0 S_\phi Dl};$$

где P - нагрузка, Н, соответствующая средней величине приращения деформации Dl мм; l - база тензометра, мм.

Нормативы прочности продукции при растяжении приведены в табл.7.13-7.16.

7.13. Показатели прочности авиационной фанеры при растяжении вдоль волокон, МПа, не менее

Толщина фанеры, мм	Фанера общего назначения				Авиационная фанера марок		
	ФК		ФСФ		БП - А	Других	
	листв.	хвойн.	листв.	хвойн.		1 сорт	2 сорт
1 - 2	-	-	-	-	97,5	95	82,5
2,5	-	-	-	-	94	92,5	80
3 - 4	30	20	40	25	86,5	85	72,5
4	30	20	40	25	-	85	72,5
5	30	20	40	25	-	77,5	67,5
6	30	20	40	25	-	72,5	62,5
8 - 10	-	-	-	-	-	67,5	52,5
12	-	-	-	-	-	65	50

7.14. Показатели прочности бакелизированной фанеры при растяжении вдоль волокон, МПа, не менее

Толщина фанеры, мм	Марки фанеры		
	ФБС	ФБВ, ФБС- А	ФБС ₁ , ФБВ ₁ , ФБС ₁ - А
5 - 7	88	78,5	59
10 - 12	73,5	-	-
14 - 18	68,5	-	-

7.15. Показатели прочности плит древесно - слоистых пластиков (толщиной 15 - 60 мм) при растяжении вдоль волокон, МПа, не менее

Марки плит	Конструкция		Марки плит	Конструкция	
	Цельные	Составные		Цельные	Составные
ДСП-Б	255	216	ДСП-В-э	137	108
ДСП-В	137	108	ДСП-Б-м	196	-
ДСП-Б-э	255	216	ДСП-В-м	127	-
ДСП-Б-о	265	-	-	-	-

7.16. Показатели прочности листов древесно - слоистых пластиков на растяжение, МПа, не менее

Направление растяжения	Норма для листов толщиной, мм		
	1 - 2,5	3 - 12	3 - 12
	Цельные		Составные
Вдоль волокон	157	147	137
Попер. волокон	-	132	108
Под углом 45 ⁰	-	78	69

7.6. Определение предела прочности и модуля упругости при сжатии

Согласно ГОСТ 9623 - 87 предел прочности определяется для продукции толщиной более 10 мм, а модуль упругости - для продукции толщиной более 15 мм. Образцы изготовляют в виде прямоугольной призмы размерами $S_{\phi} \times S_{\phi} \times 1,5 S_{\phi}$ при определении предела прочности и размерами $S_{\phi} \times S_{\phi} \times 4S_{\phi}$ при определении модуля упругости, где S_{ϕ} - толщина продукции. Для древесных слоистых пластиков толщиной более 15 мм образец для определения прочности должен быть изготовлен в виде призмы размерами 15 x 15 x 22,5 мм. При толщине фанерной продукции более 20 мм образец для определения модуля упругости имеет размеры 20 x 20 x 80 мм. Образцы изготовляют с направлением волокон вдоль наружного слоя фанеры, поперек или под углом 45⁰.

Образец помещают в испытательную машину на шаровую опору и нагружают до разрушения в течение 30 - 90 с. Предел прочности и модуль упругости определяют и рассчитывают аналогично испытаниям на растяжение. Нормативы прочности см. табл.7.17.

7.17. Показатели прочности плит древеснослоистых пластиков (толщиной 15-60 мм) при сжатии вдоль волокон, МПа, не менее

Марка плит	Конструкция плит		Марка плит	Конструкция плит	
	Цельные	Составные		Цельные	Составные
ДСП-А	176	-	ДСП-В-э	122	118
ДСП-Б	157	152	ДСП-Б-м	127	-
ДСП-В	122	118	ДСП-В-м	98	-
ДСП-Г	122	-	ДСП-Г-м	98	-
ДСП-Б-э	157	152	ДСП-Б-о	265	-

7.7. Испытания фанерной продукции на изгиб

В соответствии с ГОСТ 9625 - 87 образцы изготавливают с направлением волокон вдоль наружного слоя фанеры, поперек или под углом 45° . Размеры образца: ширина 50 мм, длина $15h$ при толщине h , равной или более 10 мм и 150 мм при толщине образцов менее 10 мм. Возможно испытание образцов в форме бруска квадратного сечения со стороной равной толщине материала, и длиной, равной 15-кратной толщине образца. Схема испытания образца показана на рис.7.6, а нормативы - в табл.7.18 - 7.21.

Время нагружения образца до разрушения должно быть в пределах 1-2 минут. Прочность при изгибе определяется по формуле:

$$s_{изг} = \frac{1,5P_{max}l}{bh^2} ;$$

а модуль упругости

$$E = \frac{DPl^3}{4bh^3 f} ,$$

где P_{max} - разрушающая нагрузка, Н; DP - интервал нагружения, Н, в котором измеряется прогиб f , мм; l - расстояние между опорами, мм; b - ширина образца, мм; h - толщина образца, мм.

$h=S_{\phi}$, мм	l , мм	l_1 , мм
≥ 10	12h	15h
< 10	100	150

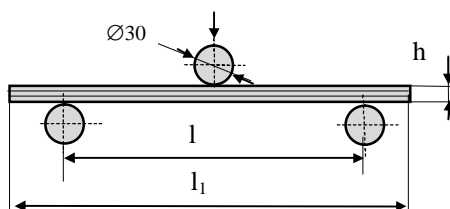


Рис.7.6. Схема испытания фанерной продукции на статический изгиб.

7.18. Прочность фанеры общего назначения на стат. изгиб, МПа, не менее

Марка фанеры	Порода шпона наружных слоев	Толщина S_{ϕ} , мм	Порода шпона внутренних слоев			
			Береза	Ольха, бук, клен, ильм	Сосна, лиственница, ель, пихта, кедр	Липа, осина, тополь
ФК	лиственные	9-30	55	45	35	25
	хвойные	9-30	-	30	30	30
ФСФ	лиственные	9-30	60	50	40	30
	хвойные	9-30	-	35	35	35

7.19. Показатели прочности бакелизированной фанеры при изгибе, МПа, не менее

Толщина фанеры, мм	Направление изгиба	Марки фанеры		
		ФБС	ФБВ, ФБС-А	ФБС ₁ , ФБВ ₁ , ФБС ₁ -А
7	Поперек волокон	78,5	63,5	-
10 - 12		78,5	68,5	-
14 - 18		88,2	78,5	-
10 - 12	Вдоль волокон	117,5	108	88
14 - 18		108	98	78,5

7.20. Показатели прочности плит древеснослоистых пластиков (толщиной 15-60 мм) при изгибе вдоль волокон, МПа, не менее

Марка плит	Конструкция плит		Марки плит	Конструкция плит	
	Цельные	Составные		Цельные	Составные
ДСП-А	-	-	ДСП-В-э	176	147
ДСП-Б	274	255	ДСП-Б-м	216	-
ДСП-В	176	147	ДСП-В-м	137	-
ДСП-Г	147	-	ДСП-Г-м	82	-
ДСП-Б-э	274	255	ДСП-Б-о	294	-

7.21. Прочность фанерных плит при статическом изгибе вдоль волокон наружного слоя, МПа, не менее

Марка продукции	Толщина плит, мм	Порода внутренних слоев		
		Береза	Сосна, береза + сосна, береза + осина	Липа, сосна + липа.
ПФ-А	15 - 45	73,5	63,7	53,9
ПФ-Б	20 - 45	98,0	78,5	68,7
	53 - 78	98,0	-	-
ПФ-В	8	98,0	-	-
	12 - 30	98,0	88,3	78,5
ПФ-Х	13 - 33	107,8	-	-
ПФД-Х	16	107,8	-	-
ПФО-Х	33	-	98,0	-
ПФ-Л	14 - 22	107,8	-	-

Такие же образцы и схему испытания используют для определения ударной вязкости клееной слоистой древесины при изгибе (ГОСТ 9626 - 90) с помощью маятникового копра (табл.7.22). Образец располагают на опорах так, чтобы удар был направлен посередине длины образца перпендикулярно или параллельно слоям согласно требованиям стандартов на продукцию. Следует использовать копер с запасом энергии 50-100 Дж. Ударную вязкость вычисляют по формуле, Дж/м²

$$A_w = \frac{L}{bh} ,$$

где L - работа, затраченная на излом, Дж (кгс·см), b - ширина образца, м; h - высота образца, м.

7.22. Нормативные значения ударной вязкости при изгибе вдоль волокон наружного слоя, кДж/м², не менее

Материал	Марка продукции	Конструкция	Толщина, мм	Ударная вязкость
Древесные слоистые пластики	ДСП-Б-о	Цельные	15 - 60	88
	ДСП-Б,	Цельные	15 - 60	78
	ДСП-Б-э	Цельные	15 - 60	78
	ДСП-Б	Составные	15 - 60	69
	ДСП-Б-э	Составные	15 - 60	69
	ДСП-Б-т	Любые	15 - 60	69
	ДСП-Б-м	Цельные	15 - 60	59
Древесные	ДСП-В	Любые	15 - 60	29

слоистые пластики	ДСП-Г	Составные	15 - 60	29
	ДСП-В-э	Любые	15 - 60	29
	ДСП-В-м	Цельные	15 - 60	24
	ДСП-Г-м	Составные	15 - 60	16
Плиты фанерные	ПФ-Х	-	13 - 33	34
	ПФО-Х	-	33	34
	ПФД-Х	-	16	34

Прочность при *изгибе гнutoкeенных заготовок* определяют по ГОСТ 19921 - 74 (табл.7.22). Образцы для испытаний высотой 20 мм выпиливают из криволинейных участков заготовок любого профиля по форме, указанной на рис.7.7. Размеры S , R_n , α соответствуют размерам однократных гнutoкeенных заготовок, а длины l_2 и l_1 определяются в зависимости от фиксированного расстояния между концами образца $L = 200$ мм. Влажность образцов должна быть 8 ± 2 %.

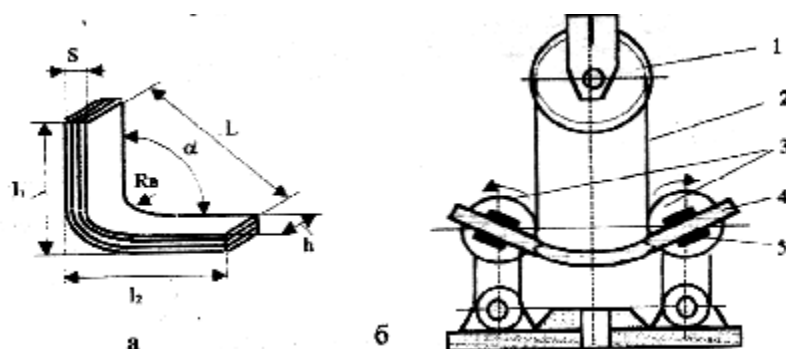


Рис. 7.7. Образец (а) и схема испытания (б) гнutoкeенных заготовок на изгиб: 1 - блок уравнительный; 2 - канат; 3 - блоки закрепления; 4 - образец; 5 - зажимные губки.

Образец закрепляют в приспособлении (рис.7.7), зажимая с двух сторон на длине, равной 2-3 кратной толщине образца, и нагружают равномерно со скоростью 10 мм/мин до его разрушения. После испытания определяют влажность каждого третьего образца, беря пробу вблизи места разрушения образца (не далее 10 мм). Разрушающий момент $M_{разр}$ вычисляют по формуле, Н·м:

$$M_{разр} = \frac{P_{max} r_{бл}}{2},$$

где P_{max} - максимальная разрушающая нагрузка, Н; $r_{бл}$ - радиус блока закрепления, м.

Приведенный предел прочности при статическом изгибе $S_{прив}$ вычисляют по формуле, Н/мм²

$$S_{прив} = \frac{g_{прив} M_{разр}}{R_n^2 h},$$

где $g_{прив}$ - условная характеристика сопротивления сечения гнutoкeенного образца, зависящая от соотношения внутреннего и наружного радиусов кривизны образца и характера анизотропии (табл.7.23); R_n - наружный радиус образца, мм; h - высота образца, мм.

При значениях $R_{вн}/R_n > 0,8$ приведенный предел прочности образца определяется по формуле:

$$S_{прив} = \frac{6M_{разр}}{hS^2};$$

где S - толщина образца, мм.

7.23. Значения условной характеристики сопротивления сечения гнутоклееного образца $g_{прив}$ при статическом изгибе

$R_{вн}/R_n$	$\gamma_{прив}$	$R_{вн}/R_n$	$\gamma_{прив}$	$R_{вн}/R_n$	$\gamma_{прив}$	$R_{вн}/R_n$	$\gamma_{прив}$	$R_{вн}/R_n$	$\gamma_{прив}$
При параллельном расположении волокон древесины									
0,35	45,8	0,45	54,1	0,55	66,0	0,65	83,6	0,75	124
0,36	46,0	0,46	55,2	0,56	67,9	0,66	86,5	0,76	131,8
0,37	46,4	0,47	56,4	0,57	69,5	0,67	89,5	0,77	139,6
0,38	46,8	0,48	57,5	0,58	71,3	0,68	92,4	0,78	147,4
0,39	47,1	0,49	58,7	0,59	73,0	0,69	95,4	0,79	155,2
0,40	48,4	0,50	59,8	0,60	74,8	0,70	98,3	0,80	163,0
0,41	49,5	0,51	61,0	0,61	76,3	0,71	103,4	-	-
0,42	50,7	0,52	62,3	0,62	78,3	0,72	108,6	-	-
0,43	51,8	0,53	63,5	0,63	80,3	0,73	113,7	-	-
0,44	53,0	0,54	64,8	0,64	82,0	0,74	118,9	-	-
При перекрестном расположении волокон древесины									
0,60	82,0	0,65	88,0	0,70	95,6	0,75	113,6	0,80	150,0
0,61	83,2	0,66	89,5	0,71	99,2	0,76	120,9	-	-
0,62	84,4	0,67	91,0	0,72	102,8	0,77	128,1	-	-
0,63	85,6	0,68	92,6	0,73	106,4	0,78	135,4	-	-
0,64	86,8	0,69	94,1	0,74	110,0	0,79	142,7	-	-

7.24. Нормативы прочности гнутоклееных заготовок при изгибе, МПа, не менее

Вид профиля заготовок	Область применения	Предел прочности
Дугообразный	Ножки стульев задние	56
Дугообразный, Л-образный скругленный, П-образный	Царги и проножки стульев незамкнутые	33
Уголковый Г- и Л-образный	Ножки стульев, столов, табуретов кресел, диванов - кроватей, корпусной мебели, спинкодержатели	22
Дугообразный	Спинки стульев, кресел и парт	19
Уголковый	Спинки - сиденья стульев, кресел	13

7.8. Определение содержания свободного формальдегида

Одним из самых существенных показателей фанерной продукции является класс эмиссии свободного формальдегида. Для того чтобы отнести фанеру к классу эмиссии E1 или E2, необходимо определить содержание формальдегида в продукции. ГОСТ 27678 - 88 с 01.07.90 г. распространяется не только на древесностружечные плиты, но и на фанеру и устанавливает перфораторный метод определения данного показателя.

Фанеру для испытаний отбирают в период от 3 до 6 дней после изготовления (обычно не менее трех листов от партии). Из листов выпиливают заготовки

площадью не менее $0,1 \text{ м}^2$ на расстоянии не ближе 300 мм от кромки листа. Заготовки следует хранить герметично упакованными не более 42 дней. Перед испытаниями из заготовок выпиливают образцы для испытаний размером 25 x 25 мм общей массой около 500 г. Образцы можно хранить в упакованном виде до испытаний не более 24 часов при температуре $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Сущность перфораторного метода заключается в экстракции формальдегида кипящим толуолом, поглощении его дистиллированной водой и обратном иодометрическом титровании. Аппарат для экстракции показан на рис.7.8. Он состоит из круглодонной колбы, перфоратора со спускным краном, фильтром ФКП-60-ПОР-160 ТХС по ГОСТ 25336 - 82 и теплоизолированной верхней частью и отводной трубкой; холодильника типа ХСВО или ХСВ по ГОСТ 25336 - 82 общей длиной около 400 мм; трубки длиной 380 мм и наружным диаметром 10 мм с шаровым расширением диаметром 50 мм на расстоянии 200 мм от нижнего конца; колбы-сборника типа Кн-2 - 250 - 50 (34, 40) ТС по ГОСТ 25336 - 82. Влажность фанеры в момент испытаний определяют по ГОСТ 9621-72, взвешивая одновременно 5-6 образцов общей массой не менее 25 г. Затем от общей массы образцов отбирают $105 \pm 5 \text{ г}$, взвешивают образцы с точностью 0,1 г и помещают в круглодонную колбу 1, куда наливают 600 см^3 толуола. Колбу подсоединяют к перфоратору 2 и заполняют его водой в объеме примерно 1 литр так, чтобы между поверхностью воды и отверстием слива сифона оставалось пространство высотой 10 - 20 мм. Затем через трубку с шаровым расширением присоединяют холодильник и сборник. В сборник предварительно наливают 100 см^3 дистиллированной воды.

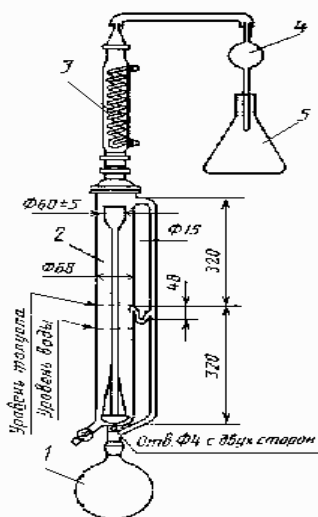


Рис.7.8. Аппарат для экстракции формальдегида: 1 - круглодонная колба, 2 - перфоратор, 3 - холодильник, 4 - трубка с шаровым расширением, 5 - колба.

После сборки аппарата включают нагрев колбы от внешнего электронагревателя. Мощность нагревателя регулируют так, чтобы время между включением и прохождением первых пузырей толуола через фильтр составляло 20 - 30 мин и скорость обратного регулярного потока толуола составляла 50 - 70 капель в минуту в течение всего времени экстрагирования. Экстракцию проводят в течение 2 ч, начиная с момента прохождения первых пузырей

через фильтр. Необходимо следить за тем, чтобы вода из сборника не попадала в другие части аппарата. Содержащуюся в перфораторе воду после охлаждения переливают через спускной кран в мерную колбу типа 2 - 2000 - 2 по ГОСТ 1770 - 74, а перфоратор промывают дважды водой (200 см^3) и эту воду также сливают в мерную колбу. После этого туда же переливают раствор из сборника, доливают воду до метки и раствор перемешивают. Из мерной колбы пипеткой отбирают 100 см^3 раствора в коническую колбу для титрования типа Кн-1 - 500 - 29/32 по ГОСТ 25336 - 82, добавляют 50 см^3 раствора иода ($1/2 \text{ I}_2$ концентрацией $0,01 \text{ моль/дм}^3$) и 20 см^3 раствора гидроксида натрия (NaOH концентрацией 1

моль/дм³). Колбу закрывают и на 15 минут ставят в темноту, затем осторожно добавляют 10 см³ серной кислоты (по ГОСТ 4204 - 77, раствор, разбавленный по объёму в отношении 1:1). Раствор при этом должен приобрести темно-коричневый цвет. Выделившийся при этом избыточный иод титруют раствором серноватистокислового натрия (Na₂S₂O₃ · 5H₂O концентрацией 0,01 моль/дм³) в присутствии 1%-ного раствора крахмала до исчезновения окраски. При этом фиксируют объём серноватистокислового натрия в см³, израсходованный на титрование.

Дополнительно необходимо провести контрольное испытание, используя реактивы из той же партии и в тех же количествах, но без испытуемых образцов. Содержание формальдегида в миллиграммах на 100 г абсолютно сухой продукции вычисляют по формуле

$$X = \frac{3(V - V_1)(100 + W)}{m},$$

где V - объём раствора серноватистокислового натрия, израсходованный на титрование в контрольном испытании, см³; V_1 - объём раствора серноватистокислового натрия, израсходованный на титрование в основном испытании, см³; W - влажность образцов, %; m - масса испытуемых образцов, г.

Результат вычислений округляют до целого числа. За результат испытаний принимают среднее арифметическое не менее двух титрований, расхождение между которыми не должно превышать 5 мг. В противном случае титрование повторяют. При содержании формальдегида не более 10 мг на 100 г сухого продукта фанеру относят к классу E1, при содержании до 20 мг - к классу E2.

Глава 8. Технологические расчеты в производстве лущеного шпона и фанеры

8.1. Расчет программы фанерного предприятия

Программа (производственная мощность) - это максимально возможный годовой объем выпуска продукции при полном использовании головного оборудования (клеильных прессов) при работе в 3 смены. Для расчета программы и последующих работ необходимо иметь следующие *исходные данные*:

- а) точное описание продукции с указанием ее марки и размеров;
- б) марку головного оборудования (прессов) и их количество;
- в) характеристики используемого сырья (порода, средний диаметр, длина, распределение по сортам), возможности поставки в кряжах или чураках, способ доставки (водный или сухопутный).

Производительность $\Pi_{час}$ определяют отдельно для каждой марки продукции:

$$\Pi_{час} = Q_{эт} K_{ф} K_{пр} K_{м} K_{т},$$

где $Q_{эт}$ - часовая производительность эталонного пресса, за который принимается пятнадцатэтажный пресс с немеханизированной загрузкой и выгрузкой пакетов фанеры листовых пород марки ФК размером в чистоте 1525x1525 мм, толщиной 4 мм, трехслойной, по 4 листа в каждом промежутке пресса (при этих условиях $Q_{эт} = 3,35 \cdot м^3/ч$); $K_{ф}$ - коэффициент формата, равный отношению площади обрезного листа фанеры к площади эталонной продукции; $K_{пр}$ - коэффициент промежутков, равный отношению числа этажей пресса, данного в задании, к числу этажей эталонного пресса (характеристики прессов приведены в табл. 6.3); $K_{м}$ - коэффициент механизации (для цехов с предварительной подпрессовкой пакетов $K_{м} = 0,95$, в остальных случаях $K_{м} = 1,02$); $K_{т}$ - технологический коэффициент фанерной продукции данного типоразмера (табл. 8.1-8.3).

Технологический коэффициент выражает степень трудоемкости данного вида продукции по отношению к эталонной - чем меньше коэффициент, тем больше затрат требует изготовление фанеры данной марки. При нахождении нужного коэффициента следует выписать из таблицы все параметры, сопутствующие данному технологическому коэффициенту (слойность, число листов в промежутке пресса, марку клея и т.п.).

Годовая программа M определяется по формуле, $м^3$,

$$M = \Pi_{час} N T_{эф}$$

где N - число прессов; $T_{эф}$ - фонд эффективного времени работы одного пресса, $T_{эф} = 260 \cdot 3 \cdot 7,69 = 6000$ ч, где 260 - число рабочих дней в году; 3 - число смен; 7,69 - средняя продолжительность смены, ч.

Все расчеты выполняются отдельно для каждой заданной марки продукции.

8.1. Технологические коэффициенты для фанеры марок ФК и ФСФ

Толщина S _ф , мм	Слой- ность, п _с	Число листов в этаже, п _л	ФК		ФСФ на смоле марок			
			сосна	береза	Экстер- А	СФЖ- 3011	СФЖ -3013	Экс- тер-А
3	3	4	-	<u>0,979^{*)}</u> 0,881	-	<u>0,603</u> 0,563	<u>0,555</u> 0,522	-
3	3	5	-			<u>0,663</u> 0,627	<u>0,618</u> 0,585	-
4	3	3	-	<u>0,979</u> 0,883		<u>0,612</u> 0,571	<u>0,561</u> 0,531	<u>0,481</u> 0,454
4	3	4	-	<u>1,107</u> 1,011		<u>0,704</u> 0,665	<u>0,654</u> 0,621	<u>0,558</u> 0,533
6,5	3	2	0,803	-	<u>0,478</u> 0,452	<u>0,567</u> 0,533	<u>0,525</u> 0,495	<u>0,478</u> 0,452
6,5	5	2	-	<u>0,764</u> 0,704			<u>0,594</u> 0,564	<u>0,519</u> 0,499
9	7	1	-	<u>0,606</u> 0,559		<u>0,484</u> 0,454	<u>0,442</u> 0,418	<u>0,382</u> 0,362
12	11	1	0,666	<u>0,719</u> 0,674	<u>0,397</u> 0,397	<u>0,582</u> 0,550	<u>0,540</u> 0,507	<u>0,460</u> 0,443
15	13	1	0,725	<u>0,794</u> 0,744	<u>0,466</u> 0,465	<u>0,657</u> 0,627	<u>0,615</u> 0,585	<u>0,525</u> 0,505
18	15	1	0,732	<u>0,764</u> 0,729	<u>0,546</u> 0,533	<u>0,657</u> 0,618	<u>0,618</u> 0,594	<u>0,582</u> 0,556

^{*)} В числителе для фанеры форматом 1525 x 1525 мм, в знаменателе - 2135 x 525 мм. Для фанеры форматом 1830 x 1525, 2440 x 1525, 2440 x 1525 мм применяют поправочные коэффициенты 0,857; 0,914; 1,143 соответственно.

8.2. Технологические коэффициенты для авиационной и декоративной фанеры

Толщина S _ф , мм	Число листов в этаже, п _л	Фанера БС-1 при склеивании в проклад- ках		Фанера БП-А при склеива- нии в прокладках		Декоратив- ная фанера
		фанерных	металли- ческих	фанерных	металличе- ских	
1	10	-	-	0,284	0,352	-
1,5	7	-	-	0,296	0,364	-
1,5	2	-	-	-	-	0,043
2	5	-	-	0,287	0,352	-
2	2	-	-	-	-	0,057
2,5	4	-	-	0,278	0,337	-
3	2	-	-	-	-	0,081
3	3	0,296	0,376	0,260	0,322	-
4	2	-	-	-	-	0,097
4	3	0,334	0,409	-	-	-
5	2	0,359	-	-	-	0,106
6	2	0,384	0,409	-	-	0,124
8	1	0,287	0,373	-	-	0,088
10	1	0,310	0,391	-	-	0,106
12	1	0,331	0,412	-	-	0,124

Примечание. Коэффициенты указаны для плит форматом 1525 x 1525 мм, по 1 листу в промежутке пресса. Для плит форматом 1830 x 1525, 2440 x 1220 и 2440 - 1525 мм применяют коэффициенты 0,857; 0,914 и 1,143 соответственно.

8.3. Технологические коэффициенты для фанерных плит .

Толщина плит, S_{ϕ} , мм	Плиты фанерные на смолах			Толщина плит, S_{ϕ} , мм	Плиты фанерные на смолах	
	карбамидных	СФЖ-3011	СФЖ-3013		СФЖ-3011	СФЖ-3013 Ватекс-244
8	-	0,307	0,303	29	0,208	0,275
12	0,478	0,367	0,393	30	0,212	0,245
13	-	0,386	0,415	33	0,217	0,260
14	0,513	0,385	0,436	35	0,216	0,265
15	0,533	0,396	0,455	40	0,222	0,283
16	0,553	0,395	0,451	45	0,218	0,296
18	0,545	0,436	0,435	53	0,224	0,279
20	0,331	0,298	0,331	62	0,238	0,282
22	0,349	0,306	0,360	68	0,240	0,288
25	0,374	0,240	0,336	78	0,252	0,300

Примечание. Коэффициенты указаны для плит форматом 1525 x 1525 мм, по 1 листу в промежутке пресса. Для плит форматом 1830 x 1525, 2440 x 1220 и 2440 x 1525 мм применяют коэффициенты 0,857; 0,914 и 1,143 соответственно.

8.2. Выбор конструкции фанеры и расчет толщин шпона

Стандарты предписывают выбирать толщину шпона и фанеры из ряда рекомендуемых значений. Задача выбора конструкции фанеры заключается в согласовании слойности продукции n_c с толщинами шпона $S_{ш}$ и заданной толщиной фанеры S_{ϕ} с учетом упрессовки Y_n . Зависимость имеет вид

$$S_{\phi} = \frac{SS_{ш}(100 - Y_n)}{100};$$

где $SS_{ш}$ - сумма толщин шпона, мм, составляющего лист фанеры.

Для равнослойной фанеры имеем:

$$SS_{ш} = n S_{ш}$$

Тогда толщина шпона выразится формулой:

$$S_{ш} = \frac{S_{\phi}}{n} \frac{100}{(100 - Y_n)}$$

Величина упрессовки может быть рассчитана (с.134) или взята из табл. 8.4.

8.4. Упрессовка фанеры, %, при горячем способе склеивания

Порода древесины	Виды фанерной продукции					
	ФК	ФСФ, БС-1	ФБА	Декоративная	Бакелизоров.	Плиты фанерные
Береза и другие лиственные породы	10	16	12	20	30	19
Сосна и другие хвойные породы	14	20	16	20	-	19

Расчетная толщина шпона должна быть округлена до ближайшей стандартной величины (см. табл.2.1), а фактическая упрессовка рассчитана по формуле, %

$$Y_n = \frac{100(\Sigma S_{ш} - S_{\phi})}{\Sigma S_{ш}}$$

При расхождении фактической упрессовки с табличной величиной более 5% абс. можно предусмотреть конструкцию неравнослойной фанеры, в частности с толстым хвойным шпоном в средних слоях. Так как упрессовка хвойного (соснового) шпона больше, чем березового, то расчетная зависимость принимает вид

$$S_{\phi} = \Sigma S_{ш1} \frac{(100 - Y_{n1})}{100} + \Sigma S_{ш2} \frac{(100 - Y_{n2})}{100},$$

где Y_{n1} и Y_{n2} упрессовка соответственно березового и соснового шпона.

Так как уравнение содержит два неизвестных, то одной толщиной шпона необходимо задаться, а вторую - рассчитать по формуле

$$\Sigma S_{ш2} = \frac{S_{\phi} - \Sigma S_{ш1} \frac{100 - Y_{n1}}{100}}{\frac{100 - Y_{n2}}{100}}.$$

Некоторые рекомендуемые схемы сборки пакетов березовой фанеры даны в табл. 8.5

8.5. Рекомендуемые схемы набора пакетов шпона

S _ф , мм	Слойность, пс	Толщина шпона x слойность	Упрессовка, %
3	3	1,15 x 3	15
4	3	1,5 x 3	12,5
4	3	1,15 x 2 + 2,20	12,5
6,5	5	1,5 x 5	15,4
6,5	3	1,8 x 2 + 3,6	10,7
9	7	1,15 x 2 + 1,5 x 5	8,8
9	7	1,50 x 7	16,6
12	9	1,50 x 9	12,5
12	7	1,80 x 4 + 2,2 x 3	15
15	11	1,50 x 11	10
15	9	1,50 x 4 + 2,2 x 5	13,3
18	13	1,50 x 13	8,3
18	11	1,50 x 6 + 2,2 x 5	11,1

8.3. Расчет потребности в шпоне

Необходимое количество сухого и сырого шпона для выполнения программы выпуска фанерной продукции M может быть рассчитано *аналитическим* путем. Сначала определяется необходимый объем сухого шпона на программу выпуска фанеры данной толщины и марки, м³,

$$Q_{ш} = M \frac{l_{ш} b_{ш}}{l_{\phi} b_{\phi}} \frac{S_{ш}}{S_{\phi}} K_p K_l K_{ш},$$

где $l_{ш}$, $b_{ш}$ - длина и ширина шпона, мм (можно считать, что припуск на обработку составляет 75 мм на две стороны); l_{ϕ} , b_{ϕ} - длина и ширина обрезной фанеры, мм; S_{ϕ} - заданная толщина фанеры, мм; K_p - коэффициент потерь шпона

на стадии прирубки кусков для их ребросклеивания; K_n - коэффициент потерь при починке шпона; $K_{ш}$ - коэффициент потерь при шлифовании фанеры.

Значения коэффициентов зависят от конкретных условий производства:

Доля неформатного шпона, %	0	5	10	15	20
K_p	1,00	1,007	1,015	1,023	1,031

Удельный вес починенного шпона, %	0	5	10	15	20	25
K_d	1,00	1,002	1,004	1,006	1,008	1,1

Удельный вес шлифованной фанеры, %	0	25	50	75	100
$K_{ш}$	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08

Необходимый объем сырого шпона $Q_{сш}$ на программу, м³,

$$Q_{сш} = Q_{ш} \frac{100}{100 - U_c} K_1,$$

где U_c - усушка шпона, %; для березы - 9,0 %; для осины - 7,0 %; для лиственницы, сосны и ольхи - 7,5 %; K_1 - коэффициент потерь шпона на стадиях сушки и сортировки, $K_1 = 1.01 \dots 1.03$.

8.4. Расчет потребности в сырье.

В поперечном сечении чурака различают четыре зоны (рис.8.1):

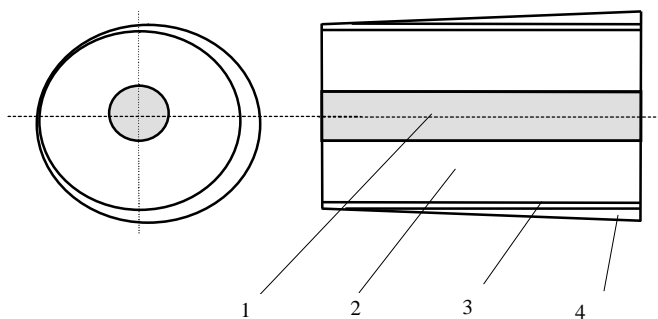


Рис. 8.1. Зоны чурака: 1 - карандаш; 2 - зона форматного шпона; 3 - зона длинных кусков; 4 - шпон - рванина (отходы при оцилиндровке).

При определении объемов этих зон пользуются формулой объема пустотелого цилиндра:

$$V = \frac{\rho(D^2 - d^2) * l}{4},$$

но добавляют к ней эмпирические коэффициенты, учитывающие отклонения формы чураков от формы идеального цилиндра. К таким коэффициентам относятся коэффициент выхода делового шпона K_d и коэффициент выхода форматного шпона K_ϕ , зависящие от диаметра чурака и сорта сырья. В результате формулы расчета объема делового $V_{дш}$ и форматного $V_{фш}$ шпона приобретают вид:

$$V_{дш} = \frac{\rho l (K_d^2 D_c^2 - d_k^2)}{4};$$

$$V_{фш} = \frac{\rho l (K_\phi^2 D_c^2 - d_k^2)}{4},$$

где l - длина чурака, м; D_c - диаметр чурака; d_k - диаметр карандаша, м;

Объем кускового шпона определяется как разность между объемами делового и форматного шпона:

$$V_{д.к} = V_{д.ш} - V_{ф.ш}$$

Объем карандаша
$$V_k = \frac{\pi d_k^2 l}{4}$$

Объем отходов при оцилиндровке:

$$V_{оц} = V_c - (V_{д.к} + V_k)$$

Если принять объем чурака за 100%, то можно записать:

$$P_{оц} + P_{д.к} + P_k + P_{ф.ш} = 100\%$$

где $P_{ф.ш} = \frac{V_{ф.ш}}{V_c} 100$; $P_{д.к} = \frac{V_{д.к}}{V_c} 100$; $P_k = \frac{V_k}{V_c} 100$.

При средних диаметрах чураков объем каждой зоны приблизительно составляет: $P_{оц} = 25 - 30\%$; $P_{д.к} = 5 - 8\%$; $P_{ф.ш} = 55 - 60\%$; $P_k = 10 - 12\%$, а расход сырья на 1 м³ шпона - 1,45-1,70 м³/м³.

Сущность метода расчета потребности в сырье заключается в определении процентного содержания основных составляющих баланса древесины при лущении чураков, а именно: объема шпона-рванины (отходов при оцилиндровке); объема делового шпона, в том числе форматного и кускового; объема карандаша. Зная количество отходов (шпона-рванины и карандаша), рассчитывают потребность в чураках исходя из известного количества сырого шпона. В данных расчетах объем чурака принимают за 100%.

В расчетах необходимы следующие *исходные данные*:

1) Длина чурака l_c , м. Принимается в соответствии с маркой намечаемого лущильного станка. Например, для отечественных станков типа ЛУ-17-10 длина чурака составляет 1,6 м.

2) Диаметр чурака D_c , м. В расчет целесообразно заложить средний диаметр чурака, характерный для данного предприятия. Если нет конкретных сведений по этому вопросу, то можно применить ориентировочные значения 24 см для березового сырья и 40 см для хвойного.

3) Объем чурака V_c , м³. Определяется по таблицам объемов круглых лесоматериалов в зависимости от вершинного диаметра и длины сортимента (табл.3.5). Не следует определять объем кряжа как объем цилиндра, так как это дает заниженную величину. Фактически форма кряжа ближе к форме усеченного конуса, а диаметр чурака показывает вершинный диаметр без коры.

4) Доля сырья 1, 2, 3-го сортов в общем объеме поставки q_1, q_2, q_3 (по данным предприятия), при этом $(q_1 + q_2 + q_3) = 100\%$

5) Диаметр малого кулачка лущильного станка d_0 , м (табл.4.3).

6) Потребность в сыром шпоне $Q_{сш}$, м³.

7) Программа выпуска фанеры M , м³.

Расчетные формулы.

1) Коэффициенты выхода делового шпона из сырья 1, 2, 3-го сортов:

$$K_{q1} = \frac{D_c}{0,00648 + 1,082D_c};$$

$$K_{q2} = \frac{D_c}{0,00657 + 1,089D_c};$$

$$K_{q3} = \frac{D_c}{0,00368 + 1,115D_c}.$$

2) Средневзвешенный коэффициент выхода делового шпона

$$K_q = \frac{K_{q1} * q_1 + K_{q2} * q_2 + K_{q3} * q_3}{100};$$

3) Диаметры карандаша, из сырья 1,2,3-го сортов, м

$$d_{к1} = d_o - 0,00275 + 0,245D_c^2 - 0,195 * D_c^3$$

$$d_{к2} = d_o - 0,00275 + 0,260D_c^2 - 0,120D_c^3;$$

$$d_{к3} = d_o - 0,00210 + 0,275D_c^2 - 0,080D_c^3$$

4) Средневзвешенный диаметр карандаша, м

$$d_{ср.к.} = \frac{d_{к1}q_1 + d_{к2}q_2 + d_{к3}q_3}{100}$$

5) Выход делового шпона, %

$$P_{дш} = \frac{100pl_c (K_q^2 D_c^2 - d_{ср.к}^2)}{4V_c}$$

6) Коэффициенты выхода форматного шпона из сырья 1, 2, 3-го сортов соответственно:

$$K_{\phi 1} = \frac{D_c}{0,00848 + 1,124D_c};$$

$$K_{\phi 2} = \frac{D_c}{0,008 + 1,137D_c};$$

$$K_{\phi 3} = \frac{D_c}{0,00469 + 1,172D_c}.$$

7) Средневзвешенный коэффициент выхода форматного шпона

$$K_{\phi} = \frac{q_1 K_{\phi 1} + q_2 K_{\phi 2} + q_3 K_{\phi 3}}{100}$$

8) Выход форматного шпона, %:

$$P_{ф.ш} = \frac{100pl_c (K_{\phi}^2 D_c^2 - d_{ср.к}^2)}{4V_c}$$

9) Выход делового кускового шпона, %

$$P_{ок} = P_{дш} - P_{фш}$$

10) Объем отходов на карандаш, %

$$P_k = \frac{100pl_c d_{ср.к}^2}{4V_c}$$

11) Объем отходов на шпон-рванину, %

$$P_{оц} = 100 - (P_{дш} + P_k)$$

12) Всего отходов, %

$$P_{отх} = P_{оц} + P_k$$

13) Потребность сырья в чураках, м³

$$Q_c = \frac{100Q_{сш}}{100 - P_{отх}}$$

14) Потребность сырья в кряжах, м³

$$Q_{кр} = \frac{100Q_c}{100 - P_{разд}}$$

Отходы при разделке $P_{разд}$ в среднем составляют 5,5 %.

15) Расход сырья на 1 куб.м фанеры

$$q_{уд.} = \frac{Q_{кр}}{M}$$

16) Расход сырья на 1 м³ сырого шпона

$$q_{ш.уд.} = \frac{Q_{кр}}{Q_{с.ш}}$$

В ряде случаев требуются укрупненные расчеты для предварительной оценки потребности в сырье и шпоне. Для этих целей имеются *нормы расхода сырья на 1 м³ сырого шпона, разработанные ЦНИИ фанеры с учетом породы, сорта и диаметра сырья (табл.8.6).*

8.6. Нормы расхода березового сырья (длиной 1,6 м) на 1 м³ сырого шпона.

Дс, см	1-й сорт	2-й сорт	3-й сорт	Дс, см	1-й сорт	2-й сорт	3-й сорт
16	1,928	1,978	2,049	24	1,597	1,645	1,709
18	1,767	1,821	1,888	26	1,580	1,623	1,695
20	1,662	1,705	1,765	28	1,563	1,601	1,679
22	1,623	1,667	1,729	30	1,547	1,581	1,665

При другой длине березовых чураков поправочные коэффициенты на длину составляют:

Длина, м	1,3	1,91	2,23	2,54
Поправочный коэффициент	0,965	1,180	1,292	1,328

Для сосны применяется коэффициент 0,98. (Так как форма ствола сосновых чураков более правильная, то расход снижается на 2 %.)

8.5. Составление баланса древесины

Выполненные расчеты наглядно могут быть показаны в таблице, где отражен основной технологический поток и все потери древесины в ходе изготовления фанеры (табл.8.7).

8.7. Схема движения материала в производстве фанеры

Операция	Материал	Объем матери- риала		Отходы и потери	Объем от- ходов	
		%	м ³		%	м ³
1. Разделка	Кряжи			Отходы при разделке		
2. Окорка	Чураки	100		Кора		
3. Гидротермообработка	Чураки окорен- ные			-	-	
4. Лушение	Сырой шпон			Шпон- рванина Карандаши		
5. Сушка шпона	Сухой шпон			Усушка		
6. Починка шпона	Сухой шпон сор- тов II, III, IV			Потери на ленты		

7. Прирубка кусков	Кусковой шпон			Потери на прирубку		
8. Кромкофугование кусков	Кусковой шпон			Потери при кромкофуговании		
9. Ребросклеивание шпона	Кусковой шпон			-		
10. Горячее прессование	Необрезная фанера			Упрессовка		
11. Форматная обрезка	Обрезная фанера			Отходы при обрезке		
12. Шлифование	Товарная продукция			Шлифовальная пыль		
Итого отходов						
В том числе:						
возвратные						
безвозвратные (потери)						
Неучтенные потери						
Расход сырья на 1 м ³ сырого шпона						
Расход сырья на 1 м ³ фанеры						

Пояснения к составлению таблицы 8.7:

1. Отходы при разделке $Q_{разд}$ представляют собой разницу между объемом кражей и объемом чураков

$$Q_{разд} = Q_{кр} - Q_{ч}$$

2. Объем коры ориентировочно можно принять равным 10-12 % от объема окариваемого материала. Если в технологии принята другая последовательность операций (например, окорка перед разделкой), то это должно быть отражено в данной таблице.

3. Объем чураков, поступающих на лущение, принимается равным 100%. После лущения он разделяется на три составляющие: деловой сырой шпон, шпон - рванина и карандаши.

4. Потери на усушку $Q_{ус}$ рассчитываются как разница между объёмом сырого и сухого шпона

$$Q_{ус} = Q_{сш} - Q_{ш}$$

5. Отходы на ленты для починки шпона $Q_{ни}$ принимаются с учетом коэффициента потерь на починку шпона K_n (стр.185).

$$Q_{ни} = Q_{ш} (K_n - 1)$$

6. Отходы на прирубку кусков $Q_{зс}$ рассчитываются с учетом соответствующего коэффициента потерь на прирубку и ребросклеивание (K_p).

$$Q_{зс} = (Q_{ш} - Q_{ни}) * (K_p - 1)$$

7. Отходы на упрессовку Q_{yn} рассчитываются от объёма сухого шпона, поступившего на сборку пакетов, с учетом упрессовки Y_n .

$$Q_{yn} = (Q_{ш} - Q_{ни} - Q_{зс}) * Y_n / 100$$

8. Объём сухого шпона за вычетом всех потерь дает объём необрезной фанеры $Q_{иф}$:

$$Q_{нф} = (Q_{ш} - Q_{ни} - Q_{зс} - Q_{ун})$$

9. Отходы на форматную обрезку $Q_{обр}$ определяются разностью между размерами шпона (необрезной фанеры) и обрезной фанеры:

$$Q_{обр} = Q_{нф} * \left(\frac{l_{ш} b_{ш}}{l_{ф} b_{ф}} - 1 \right)$$

10. Объем шлифовальной пыли $Q_{шлиф}$ в пл.м³ может быть рассчитан по формуле

$$Q_{шлиф} = \frac{(Q_{нф} - Q_{обр})P}{100} * \frac{nD}{S_{ф}}$$

Здесь P - доля шлифованной фанеры в процентах от всего выпуска, n - число шлифуемых сторон фанеры (одна или две), D - припуск на шлифование (в среднем 0,2 мм на сторону). При учете продукции толщина шлифованной и нешлифованной фанеры считается равной номинальной толщине.

По результатам расчетов определяется сумма всех отходов и отдельно - безвозвратные (потери на упрессовку и усушку). Неучтенные отходы представляют собой разницу между расчетной программой предприятия M и объемом обрезной фанеры $Q_{оф}$

$$Q_{оф} = Q_{нф} - Q_{обр}$$

Они возникают из-за неполного учета возможных потерь (например, при транспортировке материала, потерь на физико - механические испытания продукции и пр.).

Итоговая таблица 8.7 позволяет увидеть возможные резервы производства и более полно планировать переработку вторичного сырья, объем которого превышает объем основной продукции даже на самых современных предприятиях. Пути возможного использования вторичных ресурсов рассмотрены в гл.10.

8.6. Расчет потребности в связующем

Расчету потребности должен предшествовать выбор марки связующего и рецептуры клея (табл. 8.8, 8.9). Производственный расход клея на программу выпуска составляет, кг,

$$Q_k = \frac{M(n_c - 1)l_{ш}b_{ш}}{S_{ф}l_{ф}b_{ф}} q_k K_n$$

где q_k - удельный расход клея, г/м² (табл.8.11). Для пленочного клея принимается масса 1м² пленки (68...74 г); K_n - коэффициент производственных потерь, $K_n = 1.03...1.05$. Удельный расход клея, кг/м³ $q_{к.уд} = \frac{Q_k}{M}$.

8.8. Марки клеев, используемых в фанерном производстве.

Марка фанерной продукции	Марка связующего
ФК	Карбамидные КФ-0, КФ-Ж, КФ-Б, М-70
ФСФ	Фенолоформальдегидные СФЖ-3013, СФЖ-3014, Ватекс-244, Экстер-А
ФБА	Альбуминовый, казеиновый, комбинированный
БС-1	Фенолформальдегидный СФЖ-3011
БП-А, БП-В	Бакелитовая пленка марок А или В

8.9. Рецептура клеев для фанеры.

Наименование клея	Основные компоненты, масс. ч.
Карбамидный	Смола 100, хлористый аммоний 0,7-1,0, древесная мука или лигнин 3-5
Феноло-формальдегидный	Смола 100, мел 9-12, лигнин 3
Альбуминовый	Альбумин 100, известь 10
Комбинированный	Альбумин 100, казеин - 20-30
Казеиновый	Казеин 100, известь 20, жидкое стекло 30-40

8.10. Расход клеев при контактном способе нанесения

Клей	Породы древесины	Толщина шпона, мм	Норма расхода клея, г/м ²
Ватекс - 234. Экстер - А	Лиственные	1,15	130 - 135
		1,5	140 - 150
	Хвойные	до 2,0	140 - 150
		2 - 2,5	150 - 160
СФЖ-3011, СФЖ - 3013, СФЖ - 3014	Лиственные	1,15	110 - 120
		1,50	120 - 130
	Хвойные	до 2	110 - 120
		2 и более	140 - 150
Карбамидные	Лиственные	до 2	100 - 110
		2 и более	110 - 120
	Хвойные	до 2	110 - 120
		2 и более	120 - 130

Величину $Q_{к,уд}$ можно сравнить с нормами расхода синтетических смол (табл.8.11). Потребность в отдельных компонентах рассчитывается согласно рецептуре клея.

8.11. Нормы расхода клеев, кг/м³, на производство фанеры

Толщина <i>S_ф</i> , мм	Слойность <i>n_c</i>	Фанера ФК		Фанера ФСФ		БС-1	ДФ-1, ДФ-2
		Берез.	Хв.	Берез.	Хв.		
3	3	83,8	-	90,1	-	89,3	89,3
4	3	62,8	-	74,3	-	66,9	-
4	5	-	-	-	-	133,9	-
5	5	-	-	-	-	107,1	107,1
6-6,5	3	-	54,0	-	53,6	-	-
6-6,5	5	90,8	-	107,3	-	89,3	89,3
8	7	-	-	-	-	100,5	100,5
9	5	-	66,4	-	66,0	-	-
9	7	83,8	-	99,1	-	-	-
10	9	-	-	-	-	107,1	107,1
12	7	62,8	74,8	-	74,3	-	-
12	9	-	-	99,1	-	89,3	-
12	11	-	-	-	-	111,5	111,5
15	7	-	59,8	-	59,4	-	-
15	9	67,0	-	-	79,2	-	-
15	11	83,8	-	99,1	-	-	-
18	7	-	49,9	-	49,5	-	-
18	11	69,8	-	-	-	-	-
18	13	-	-	99,1	-	-	-

8.7. Расчет потребности в оборудовании для производства шпона и фанеры

Необходимое число станков (агрегатов, линий) находят по формуле

$$N = \frac{Q_{год}}{\Pi_{год}};$$

где $Q_{год}$ - годовой объем работ для данного участка фанерного предприятия, м³; для участка раскроя это потребный объем кряжей, для участка окорки и ГТО - объем чураков, для лущильного цеха - потребность в сыром шпоне и т.п.; $\Pi_{год}$ - годовая производительность данного станка,

$$\Pi_{год} = \Pi_{час} T_{эф},$$

$\Pi_{час}$ - часовая производительность, м³/ч, определяемая для каждой единицы оборудования по формуле, зависящей от принципа работы станка, уровня механизации и других факторов; $T_{эф}$ - эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч; зависит от сменности работы.

Фанерные предприятия относятся к предприятиям непрерывного цикла, поэтому основное оборудование работает в 3 смены. Годовой фонд рабочего времени определяют из расчета 95 выходных и праздничных дней в году и 10 дней остановки оборудования на капитальный ремонт. Число рабочих суток составляет $365 - 95 - 10 = 260$; число смен $260 \cdot 3 = 780$.

Средняя продолжительность смены рассчитывается из следующих условий: 1-я смена работает 6 дней в неделю по 8 часов; 2-я смена - 5 дней по 8 часов; 3-я смена - 5 дней по 7 часов. Всего в неделю отрабатывается 16 смен общей продолжительностью 123 ч, то есть средняя продолжительность смены составляет $123:16 = 7,69$ ч. Следовательно,

$$T_{эф} = 260 \cdot 3 \cdot 7,69 = 6000 \text{ ч.}$$

В ряде случаев необходимо отказываться от ночных смен, если выбранное (неголовное) оборудование может обеспечить выполнение программы в две или даже одну смену. При двухсменной работе средняя продолжительность смены составляет 8 часов, а $T_{эф} = 260 \cdot 2 \cdot 8 = 4160$ ч. При односменной работе $T_{эф} = 2080$ ч.

Если расчетное число станков N выражено дробным числом и дробь составляет более 10% от целого числа, то ее следует округлить до следующего целого числа; если меньше 10%, то ее не учитывают, полагая, что перегрузка может быть устранена за счет интенсификации работы, уплотнения рабочего времени.

Коэффициент загрузки оборудования, %:

$$K = \frac{N_p}{N_{np}} 100,$$

где N_p - расчетное число станков, шт.; N_{np} - принятое число станков, шт.

В некоторых случаях часовая производительность станка аналитически не может быть определена, поэтому приходится пользоваться справочными данными. Если в справочнике указана не часовая, а сменная ($\Pi_{см}$) производительность, то

$$\Pi_{год} = \Pi_{см} * N$$

где N - число смен в году, равное 780, 520 или 260 соответственно при трех-, двух- и односменной работе данного оборудования.

Значение N_p определяется отдельно для каждой марки фанеры, а число станков принимается после суммирования значений N_p . Например, имеем $N_{p1} = 0,37$ и $N_{p2} = 1,29$. Тогда $N_p = N_{p1} + N_{p2} = 1,66$ и принимаем два станка ($N_n = 2$) и коэффициент загрузки $K = (1,66 / 2)100 = 88 \%$.

Операция разделки является обычно первой операцией технологического процесса производства фанеры. В некоторых случаях целесообразно предусматривать два станка для разделки, даже если по расчетам получается один (в целях обеспечения надежности работы всего предприятия). Часовая производительность станков определяется по циклу одного реза (разд.3.2) или берется из паспортной характеристики оборудования. Это же касается и окорочных станков. В расчет следует закладывать минимальные скорости подачи, используемые в зимний период.

На участке гидротермообработки в обобщенных расчетах время прогрева чуряков можно брать из табл. 3.9, 3.10.

Одновременно с выбором основного технологического оборудования нужно решать вопрос о рациональном использовании вторичных ресурсов - коры и отходов разделки (см. гл.10).

При выборе лущильного станка можно ориентироваться на отечественные станки ЛУ-17-10 или финские серии HV (см. табл. 4.3). При расчете потребности в станках следует отдельно рассчитать часовую производительность лущильного станка и ножниц для рубки шпона, а затем определить потребность в линиях лущения - рубки шпона по меньшей производительности. При необходимости выпуска шпона разных толщин можно рассчитать средневзвешенную толщину шпона и расчеты вести с учетом этой величины.

Выбор схемы организации труда в лущильном цехе во многом зависит от размерно - качественных характеристик сырья и объема производства. Неотъемлемой частью цеха являются системы сбора и переработки вторичного сырья - шпона-рванины, карандашей, кускового и неформатного шпона. Лущильный цех работает в три смены, сырой шпон не должен храниться в плотных стопах более 4 часов.

Выбор марки сушилки должен производиться с учетом того, что базовой отечественной моделью является СРГ-25М. Наиболее удачным следует признать использование линий сушки и сортирования шпона, например, фирмы "Raute". Для переработки кускового шпона в форматный наиболее современными являются линии, объединяющие прирубку и поперечное ребросклеивание шпона.

Клеильно - обрезной цех формируется на базе заданного количества головного оборудования - клеильных прессов конкретной марки. Часовая производительность пресса определена при расчете программы предприятия по эталонному прессу. Для контроля результатов расчета следует рассчитать производительность пресса аналитически (гл.5). При этом загрузка пресса должна быть близка к 100%. Участок нанесения клея и сборки пакетов следует планировать с учетом максимальной механизации работ и использования холодной подпрессовки пакетов. Послепрессовая обработка фанеры включает в себя выдержку необрезной фанеры, форматную обрезку, ремонт, сортирование, шлифование и упаковку фанеры.

По итогам расчета производительности станков и их потребности рекомендуется составить сводную таблицу загрузки оборудования (табл.8.12).

8.12. Сводная таблица загрузки оборудования

NN	Операция	Марка станка	Сменность	П _{час} М ³	П _{год} , М ³	Объем работ, М ³	К-во / % загрузки
1	Окорка						
2	Разделка						
...							
18	Сортирование фанеры						
19	Шлифование						

Данная таблица позволяет в обобщенном виде представить результаты расчетов по всему циклу производства фанеры, сделать анализ загрузки оборудования. Для некоторых станков с неполной загрузкой можно выбрать работу в две или одну смену, предварительно предусмотрев площади для хранения буферного запаса полуфабрикатов.

Наиболее трудным моментом заполнения таблицы является правильное определение объема работ, приходящегося на данную технологическую операцию. Объем работ выражается в м³ материала, выходящего из станка. Для окорки это объем кряжей, для разделки - объем чураков. Нужно иметь в виду, что кора не входит в баланс древесины, поэтому отходы окорки не вычитаются из объема кряжей. Объем работ на участке ГТО выражается в куб.м сырья, подлежащего проварке. (Последовательность операций подготовки сырья к лущению может отличаться от представленной и тепловая обработка может быть первой операцией технологического процесса.)

Объем работ для линий лущения - рубки шпона выражается в м³ сырого делового шпона. Технологию и оборудование для переработки вторичного сырья в лущильном цехе (шпона - рванины и карандашей) следует принимать согласно рекомендациям, изложенным в гл. 10. Для сушильного оборудования объем работ - потребность в сухом деловом шпоне, для шпонопочиночных станков - та доля сухого форматного шпона, которая планируется для повышения сортности листов на один разряд (обычно 10 - 20%). Загруженность участка обработки кускового шпона определяется объемом сухого кускового шпона.

Для участка нанесения клея и сборки пакетов объем работ равен объему сухого делового шпона, поступающего в клеильно - обрезной цех. Здесь нужно учесть, что часть сухого шпона может реализовываться как товарный шпон. При расчете загрузки горячих прессов за объем работ принимают программу предприятия, выраженную в м³ чистообрезной фанеры. Это же касается и форматно - обрезных станков и линий сортирования фанеры. Загрузка шлифовальных станков зависит от доли продукции, подлежащей шлифованию. При расчете объемов толщина шлифованной и нешлифованной фанеры считается одинаковой.

В приложении II даны нормативы расхода пара, электроэнергии, воды, режущего инструмента на производство различных видов фанерной продукции, а также приведена структура себестоимости продукции. Эти данные будут полезны при выполнении экономической части проектов соответствующих цехов.

Глава 9. Производство строганого шпона

9.1. Характеристика материала

Строганный шпон представляет собой тонкие листы древесины, полученные методом строгания брусьев (табл.9.1, 9.2). Он применяется главным образом в мебельной промышленности для облицовки мебельных щитов. Согласно ГОСТ 2977-82 изготавливают шпон как из лиственных, так и хвойных пород (лиственница, сосна). По текстуре древесины строганный шпон классифицируют на виды: радиальный (Р), полурadiaльный (ПР), тангентальный (Т) и тангентально - торцовый (ТТ), получаемый из наростов. В зависимости от качества древесины, размеров по длине и ширине шпон разделяют на 1-й и 2-й сорта.

9.1. Размеры строганого шпона, мм

Размер листов	1 сорт, видов		2 сорт, видов	
	Т, ПР, Р	ТТ	Т, ПР, Р	ТТ
Минимальная длина (с градацией 50)	900	200	400	200
Минимальная ширина (с градацией 10)	120	200	160	100
Толщина	0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0			

Влажность древесины шпона должна составлять $8 \pm 2\%$.

9.2. Характеристика сырья для получения строганого шпона.

Порода древесины	Сорта сырья	Диаметр, см, не менее	Длина, м, не менее
Дуб, ясень, ильм, бук	1; 2	26	1,5
Клен, граб, орех, бархат	1; 2	22	1,5
Красное дерево	1; 2; 3	40	3,0
Лиственница	1; 2	32	2,5

9.2. Технологический процесс получения строганого шпона

9.2.1. Подготовка к строганию

Поперечный раскрой бревен необходим при их длине более 3 м. Используют бензомоторные или электропилы. Использование круглопильных станков ограничено из-за больших диаметров поступающего сырья (для красного дерева до 120 см).

Для продольного раскроя следует применять ленточнопильные станки - вертикальные или горизонтальные (табл.9.3).

Продольный раскрой кряжей на брусья и ванчesy (несимметричные брусья) может выполняться различными способами, выбор которых зависит в основном от диаметра сырья (см. табл. 9.4). Методы отличаются также по трудности крепления ванчесов, по выходу радиального (наиболее ценного) шпона, по количеству одновременно строгаемых брусьев.

9.3. Оборудование для продольного раскроя кряжей

Параметр	ЛБ-100-3	ЛГС-1000	ЛПГ-100	Тайга-100
Диаметр шкива, мм	1000	1000	1000	900
Ширина пилы, мм	100-135	-	-	100
Наибольший. диаметр бревна в комле, мм	700	800	900	1000
Длина бревен, м	1 ... 6,5	3,5 ... 6,5	2,0 ... 6,5	До 6,5
Скорость подачи м/мин	5 ... 80	2 ... 40	До 72	-
Установленная мощность, кВт	37,5	29,5	45,0	32,0
Размеры (L x B x H), м	16,2 x 2,5 x 3,0	12,0 x 3,0 x 2,32	10,0 x 3,0 x 2,5	9,87 x 2,89 x 2,98
Масса, кг	3 600	4200	5800	3830

Производительность ленточнопильного станка, м³ бруса

$$P_{\text{час}} = \frac{60K_p K_m U b h}{z};$$

где K_p - коэффициент рабочего времени $K_p = 0,9-0,93$; K_m - коэффициент машинного времени, $K_m = 0,7-0,8$; U - скорость подачи кряжа при его пилении, м/мин; b, h - ширина и толщина бруса; $m; z$ - число пропилов.

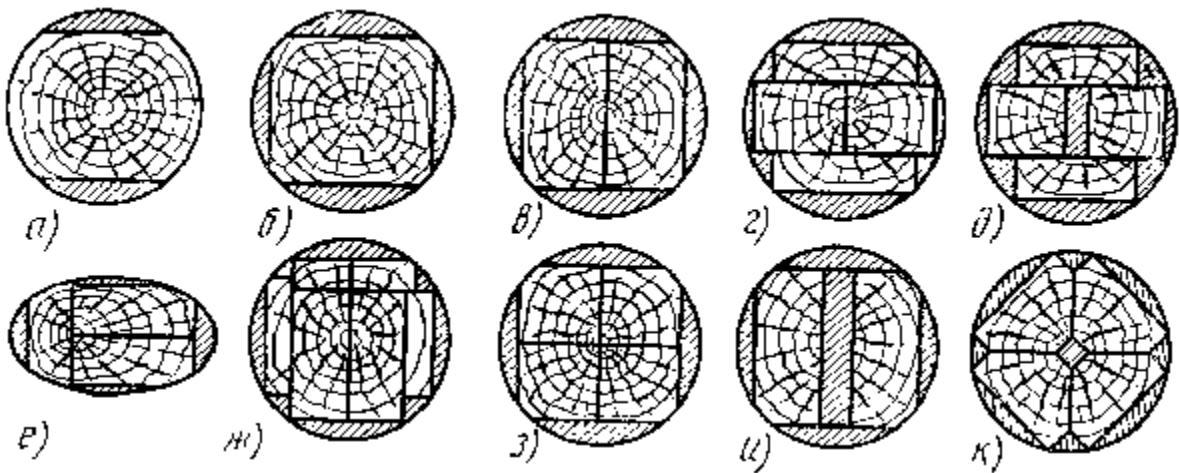


Рис.9.1 Схемы продольного раскроя кряжей: а - кряжевой, б - брусовой тупокантный, в - ванчестный 4-х сторонний, г - способ троения, д - тоже с выпиливанием сердцевинной доски, е - ассиметричный, ж - комбинированный, з - раскрой на четверти, и - ванчестный с выпиливанием сердцевинной доски, к - секторно-радиальный.

Гидротермообработка сырья проводится для повышения ее пластических свойств. Оптимальная температура древесины составляет 40 - 75⁰ в зависимости от ее плотности (зависимость примерно прямопропорциональная). Можно использовать парильные ямы (прогрев над водой), парильные камеры и автоклавы (прогрев в среде пара) - табл.9.5. Проварка не используется, так как она способна вызвать нежелательное изменение цвета древесины.

9.4. Способы продольного раскряжения и их характеристики

Способ раскряжения	Диаметр кряжа, см	Выход шпона, %	Характеристика способа
Кряжевой	26 - 40	44-51	Трудоемкость надежного крепления, тангенциальная текстура шпона.
Брусковой тупокантный	более 40	38-45	Хорошая надежность крепления, тангенциальная текстура шпона.
Ванчесный 4-х сторонний	30-80	48-50	Шпон высокого качества. Строгание от центра к периферии. Рекомендуется для красного дерева
Способ троения без выпиливания сердцевинной доски	Более 80	50-55	Наибольший выход радиального шпона, высокая трудоемкость процесса раскряжения
Способ троения с выпиливанием сердцевинной доски	Более 100	48-50	Рекомендуется для лиственницы диаметром 36-60 см, а также для сырья с загнившей сердцевиной
Асимметричный раскрой	Более 100	40-45	Для сырья овального сечения
Комбинированный	Более 80	40-45	Для сырья больших диаметров с отлупными трещинами
Раскрой на четверти	80-100	50-52	Высокий выход радиального шпона. Строгание ванчесов в две стадии.
Ванчесный с выпиливанием сердцевинной доски	40-60	45-50	Рекомендуется для лиственницы диаметром более 62 см, а также для сырья с пороками в центральной части кряжа.
Секторно-радиальный	Более 80	50-55	Наилучший качественный выход шпона (70% радиального). Заготовки строгаются поштучно

Брусья загружаются на вагонетке, куда укладываются с помощью тельфера. Цикл гидротермообработки в автоклаве включает в себя:

- время подъема давления (20 - 30 минут) ,
- время выдержки при максимальном давлении (80 - 240 минут в зависимости от породы, размеров бруса и начальной температуры) ,
- время снижения давления (20 - 30 минут) ,
- время вспомогательных операций (загрузка и выгрузка брусьев).

Время выравнивания температур после выгрузки брусьев составляет 120 - 240 минут в зависимости от толщины брусьев.

Производительность парильной камеры, парильной ямы или автоклава, м³/см

$$P_{cm} = \frac{t_{cm}}{t_u} V ;$$

где t_{cm} - продолжительность смены, ч; t_u - время полного цикла тепловой обработки, включающее время пропарки и время вспомогательных операций, ч; V - объем загружаемого сырья, м³.

9.5. Характеристика пропарочных агрегатов

Параметр	Автоклавы		Парильные ка- меры		Парильные ямы	
	Вместимость агрегата по сырью, м ³					
	3 м ³	20 м ³	3 м ³	10 м ³	4 м ³	9 м ³
Длина, м	5	18	-	-	-	-
Диаметр, м	2	2	-	-	-	-
Объем агрегата, м ³	-	-	16,7	65	15	31,5
Макс. давление пара, атм	5,0		2,0			
Рабочее давление пара, атм	3,5		1,5-2,0			
Характеристики пара	Острый насыщенный			Отработанный		

9.6. Продолжительность пропарки брусьев в парильных камерах и ямах

Порода	Толщина брусьев, мм	Время пропарки брусьев, ч	
		летом	зимой
Дуб, клен	до 250	6	10
	260 и более	10	24
Бук	до 250	10	14
	260 и более	20	34
Ясень, ильм	до 250	8	14
	260 и более	13	25
Красное дерево	-	18	25
Орех	-	18	25

9.2.2. Стругание брусьев и ванчесов

Стругание брусьев и ванчесов выполняется на шпонострогальных станках, которые в зависимости от направления главного движения могут быть горизонтальными, наклонными или вертикальными. Основными узлами горизонтального станка (рис.9.1) являются суппорт, совершающий возвратно - поступательное движение, и стол с брусьями поднимающимися на толщину шпона за 1 ход суппорта (в вертикальных станках наоборот).

В нашей стране наиболее распространены горизонтальные станки марок ФММ-3100, ДК-4000, ДКV-3000 производства б. ЧССР (табл. 9.7)

Цикл работы на станке складывается из следующих операций:

- загрузка ванчесов на стол станка, их установка и крепление;
- стругание и вынос листов;
- раскладка листов в кноли (кноль - пачка шпона из одного бруса);
- перекантовка ванчесов (брусьев);
- стругание после перекантовки;
- удаление отструга.

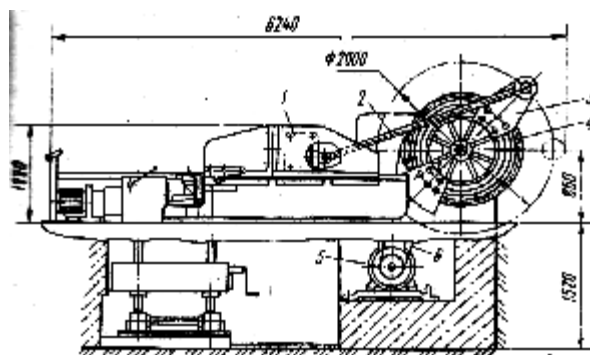
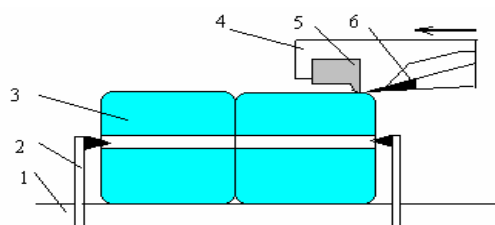


Рис. 9.2. Схема работы шпонострогального станка: 1 - стол станка; 2 - зажимы; 3 - брусья; 4 - суппорт; 5 - прижимная линейка; 6 - строгальный нож.

Рис.9.3. Общий вид станка DKV-3000: 1 - суппорт, 2 - шатун, 3 - кривошип, 4 - зубчатое колесо, 5 - электродвигатель, 6 - клиноременная передача.

9.7. Техническая характеристика шпонострогальных станков..

Параметры	FMM-3100	DKV-4000	DKV-3000	TN-35 (Италия)	SM/36 (ФРГ)
Направление строгания	горизонтальное			наклонное	вертикальное
Максимальные размеры блока заготовок, мм					
длина	3100	4000	3000	3560	3950
ширина	1200	1200	1200	1150	800
Толщина строгаемого шпона, мм	0,1-6,0	0,1-.6,0	0,1-6,0	0,1-3,0	0,5-5,0
Число двойных ходов суппорта в минуту	9-14	12-35	12-35	до 56	14-80
Мощность главного электродвигателя, кВт	20	71	54	43	45
Размеры станка, (L x B x H), м,	6,45 x 4,75 x 1,39	6,24 x 5,33 x 1,96	6,24 x 4,43 x 1,96	-	6,60 x 6,80 x 3,00
Масса станка, кг	21000	29950	26400	22500	36700

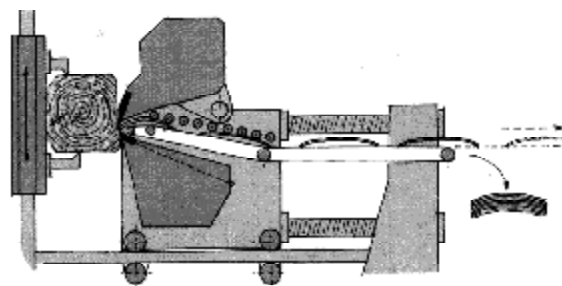


Рис.9.4 Схема вертикального шпонострогального станка модели TZ/E (Cremona).

На рис. 9.4 показана схема вертикального шпонострогального станка ф. Кремона с возвратно-поступательным движением в вертикальной плоскости зажимного приспособления и поступательным движением ножевого суппорта.

Для уборки листов шпона из полости суппорта разработаны специальные приспособления, которые значительно облегчают труд рабочих и повышают производительность горизонтального станка. Для вертикальных станков такие приспособления не требуются.

В станках используют ножи с углом заточки $16-17^{\circ}$ и задним углом $1-2^{\circ}$. При этом сам нож движется под углом $10-12^{\circ}$ к оси бруса, что позволяет снизить ударные нагрузки при строгании. Величина обжима шпона - 10-15%.

В последние годы появились станки принципиально новой конструкции. Желание избавиться от возвратно - поступательного движения больших масс привело к созданию роторных и ротационных шпонострогальных станков. В первых вращательное движение совершает режущий инструмент, а во вторых - балка с зажатыми брусками (станок ф. Кремона - рис.9.5). В обоих случаях строгание фактически превращается в прерывистое лущение чураков с получением сравнительно широких кусков шпона. Станок позволяет получать в основном тангенциальный шпон.

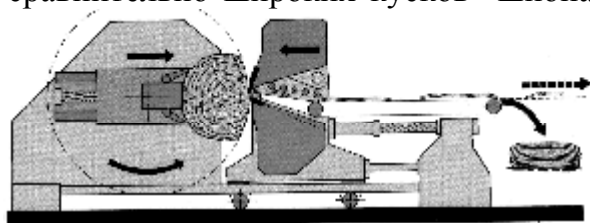


Рис. 9.5. Принципиальная схема роторного строгального станка модели TR/S фирмы Кремона.

При криволинейном строгании на станке Кремона листы не свертываются и обеспечивается максимальное использование бревна. Перед строганием на бревне фрезеруются два параллельных паза и строгается одна сторона бревна, что экономит время и сырье. Максимальная длина 4000 мм, наибольший диаметр сырья 800 мм, получаемая толщина шпона от 0,1 до 3,3 мм. Число резов станка изменяется в пределах от 20 до 110 в минуту, установленная мощность 207 кВт. За станком установлен конвейер для подачи шпона в 3-ярусную сушилку. Производительность всей линии до 5 млн. м² в год, число работающих - 5 человек.

Заслуживает внимания технология получения тонких досок методом строгания (безопилочного резания вдоль волокон - slicing) на станках фирмы Линк (ФРГ) - рис. 9.6, табл. 9.8. Мощная система подачи подает прогретый брус на нижний строгальный нож, который и отделяет доску от бруса. После каждого прохода брус снова возвращается на станок.

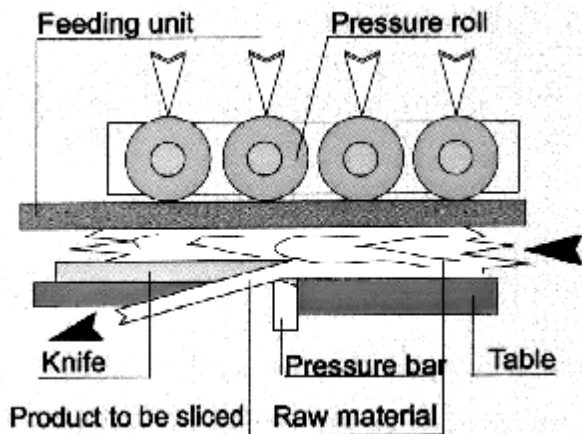


Рис.9.6. Принципиальная схема станка для получения тонких досок (шпона) методом продольного строгания (ф. Linck)

По сравнению с выпиливанием тонких досок на ленточнопильных станках при этом варианте экономия древесины составляет 12-18%. Получаемый на таких станках материал отличается хорошим качеством поверхности, стабильной толщиной. После сушки и шлифования слои используют в качестве лицевого слоя трехслойного паркета и в других изделиях.

9.8. Технические характеристики строгальных станков ф. Линк

Параметры	SL 110	SR 125
Ширина строгания, мм	50 - 100	50 - 250
Толщина получаемого материала, мм	1 - 12	1 - 12
Макс. высота бруса, мм	80	200
Толщина остатка бруса (отструга), мм	>4	>4
Минимальная длина бруса, мм	250	800
Максимальная длина бруса, мм	Не ограничена	Не ограничена
Максимальная скорость подачи, м/мин	180	180
Мощность привода, кВт	45	60
Масса станка, кг	6500	7500
Масса устройства для смены ножа, кг	1000	1200

Последующая обработка строганого шпона практически совпадает с операциями, выполняемыми над лущеным шпоном (сушка, сортировка, прирубка и упаковка). Из отечественного оборудования для сушки строганого шпона рекомендуется паровая сушилка марки СУР - 5, для прирубки шпона - гильотинные ножницы НГ-30.

9.3. Технологические расчеты в производстве строганого шпона

Обычно требуется рассчитать программу цеха, определить потребное количество сырья на программу, составить баланс его использования, а также рассчитать необходимое количество оборудования цеха производства строганого шпона. Все расчеты можно выполнить, используя нормативные данные или аналитически. Обычно первый способ применяют для получения более общих результатов, при оценке возможных затрат на материалы, оборудование, при оценке вариантов проектов и т.п. Аналитический способ более точен и возможен для конкретных условий производства.

9.3.1. Расчет по нормативным данным

Программа участка (цеха) определяется по производительности головного оборудования, в данном случае шпонострогательных станков. Производительность может быть рассчитана по часовой эталонной мощности и коэффициентам приведения (табл. 9.9).

$$\text{Годовая программа цеха в тыс.м}^2 \quad M = Q_{эм} K_{эм} T_{эф} n;$$

где $T_{эф}$ - эффективный фонд времени (6000 часов при трехсменной работе и 4032 часа - при двухсменной), n - количество станков в цехе.

Потребность в сырье на программу выпуска строганого шпона определяется по индивидуальным нормам расхода, указанным в табл. 9.10.

9.9. Часовая эталонная мощность ($Q_{эм}$) шпонострогательных станков и коэффициенты приведения ($K_{эм}$) при длине бруса 3 м.

Тип станка	$Q_{эм}$ т.м ² /ч	$K_{эм}$ для данной породы и $S_{ш}$, мм					
		Красное дерево		Бук	Ясень		Лиственница
		0,6	0,8	0,6	0,8	1,0	
ДКВ-3000 ($a=16, N=3$) ^{*)}	0,608	1,38	1,27	1,0	0,76	0,65	
FMM - 3100 ($a=12, N=3$)	0,514	1,35	1,27	1,0	0,78	0,68	
Линия Сремона ($a=45, N=1$)	0,522	1,55	1,40	1,0	0,75	0,64	
Станки с механизмом отбора шпона ($a=18, N=4$)	0,863	1,4	1,27	1,0	0,75	0,64	

^{*)} a - число рабочих ходов суппорта в минуту, N - количество брусьев в одном поставе (определяется максимальной шириной блока заготовок, зажимаемых в станке).

9.10. Нормативы расхода дуба, бука и ясеня на 1000 м² строганого шпона толщиной 0,8 мм.

Диаметр кряжа см	Дуб				Бук		Ясень	
	1-я группа		2-я группа		1-й сорт	2-й сорт	1-й сорт	2-й сорт
	1-й сорт	2-й сорт	1-й сорт	2-й сорт				
26	2,26	2,4	3,116	3,37	2,2	2,343	1,84	2,08
28	2,15	2,27	2,964	3,168	2,139	2,302	1,78	2,01
30	2,06	2,16	2,812	3,068	2,087	2,268	1,735	1,94
32	1,965	2,075	2,669	2,923	2,041	2,236	1,67	1,86
34	1,9	1,99	2,536	2,796	2,001	2,21	1,63	1,81
36	1,825	1,93	2,413	2,682	1,966	2,185	1,58	1,77
38	1,77	1,87	2,318	2,587	1,934	2,164	1,54	1,72
40	1,71	1,82	2,252	2,501	1,905	2,144	1,5	1,67
42	1,655	1,775	2,185	2,435	1,879	2,126	1,47	1,65
44	1,64	1,74	2,128	2,375	1,855	2,111	1,455	1,62
46	1,61	1,73	2,1	2,323	1,834	2,096	1,445	1,59
48	1,58	1,71	2,071	2,28	1,815	2,083	1,44	1,57
50	1,57	1,69	2,042	2,249	1,796	2,071	1,48	1,56
52	1,56	1,68	2,024	2,22	1,779	2,059	1,425	1,55
54	1,56	1,68	2,014	2,197	1,763	2,049	1,42	1,54
56	1,56	1,68	1,995	2,177	1,75	2,039	1,41	1,53
58	1,56	1,68	1,986	1,159	1,738	2,08	1,41	1,52
60	1,56	1,68	1,986	2,147	1,723	2,022	1,4	1,52

Обычно предприятие выпускает шпон различных толщин и использует сырье различных пород и диаметров. Поэтому при расчете программы и потребности в сырье следует пользоваться средневзвешенными нормами расхода. Средневзвешенная величина в общем случае определяется по формуле:

$$H = \frac{100}{S(q_i / P_i)}$$

где q_i - номинальное значение параметра, P_i - доля соответствующей величины, %;. Например, планируется использовать буковое сырье 1 сорта диаметром 40 см (35%) и 50 см (65%). Соответствующие нормы расхода составляют (см. табл.9.9) 1,905 и 1,796. Тогда средневзвешенная величина составит:

$$H = \frac{100}{35 / 1,905 + 65 / 1,796} = 1,832$$

9.11. Нормативы расхода красного дерева на 1000 м² строганого шпона толщиной 0,8 мм

Диаметр кряжа, см	Расход, м ³	Диаметр кряжа, см	Расход м ³	Диаметр кряжа, см	Расход, м ³	Диаметр кряжа, см	Расход, м ³
50	1,736	68	1,476	86	1,354	104	1,262
52	1,701	70	1,460	88	1,343	106	1,254
54	1,668	72	1,444	90	1,333	108	1,246
56	1,638	74	1,429	92	1,324	110	1,238
58	1,610	76	1,415	94	1,315	112	1,231
60	1,555	78	1,401	96	1,306	114	1,224
62	1,553	80	1,389	98	1,297	116	1,217
64	1,513	82	1,376	100	1,289	118	1,210
66	1,494	84	1,365	102	1,271	120	1,204

При строгании шпона другой толщины используют поправочные коэффициенты:

Толщина шпона, мм	0,4	0,6	0,8	1,0
Поправочный коэффициент	0,523	0,773	1,0	1,2

Баланс сырья можно составить с учетом потерь по операциям технологического процесса (табл.9.12).

9.12. Ориентировочные потери древесины в цикле получения строганого шпона, %

Потери древесины	Лиственные породы	Тропические породы
При распиловке кряжей на ванчesy	14	16
При тепловой обработке	4	4
При строгании шпона	10	10
При сушке шпона	7	7
При сортировке и обрезке	14	22
При транспортировке	1	1
Итого	50	60

В соответствие с этим выход сырого шпона составляет 72-70%, а выход сухого шпона 50-40% (за 100% принят объём кряжа). Расчеты ведутся на 1000 м² сухого товарного шпона. Из вторичного сырья подлежат переработке: горбыль и отструг - на мелкую пилопродукцию, срезки - на технологическую щепу и др. продукцию (см. глава 10).

9.3.2. Аналитический способ расчета

Производительность шпонострогального станка

$$\Pi = \frac{60 - t_1}{t_c + t_{всн}} N_{бр} \frac{H - (h_1 + h_2)}{S_{ш}} l b_{ср};$$

где t_1 - время на установку и правку ножа, в среднем $t_1 = 25$ мин; t_c - время строгания, мин

$$t_c = \frac{H - h_1}{S_{ш} n_x};$$

где $t_{всн}$ - вспомогательное время цикла строгания, $t_{всн} = 8-9$ мин; $N_{бр}$ - число брусьев в закладке, шт (принимается соответственно ширине бруса и максимальной ширине блока заготовок, загружаемых на стол станка); H - высота бруса, мм; h_1 - толщина срезов, (в среднем $h_1 = 6$ мм); h_2 - толщина отструга, $h_2 = 25 - 40$ мм; l - длина бруса, м; $b_{ср}$ - средняя ширина листа шпона, м; $S_{ш}$ - толщина шпона, мм; n_x - число ходов суппорта в мин. Годовая программа цеха M определяется аналогично (см. стр.)

Потребность в сырье определяется *методом расчета пооперационных потерь*. Разберем этот метод на примере четырехкантного способа раскря (рис.9.7)

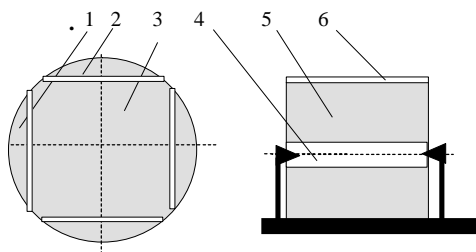


Рис.9.7. Составляющие баланса древесины при получении строганого шпона: 1 - горбыль, 2 - опилки, 3 - брус, 4 - отструг, 5 - зона получения делового шпона, 6 - срезки.

Баланс древесины при получении сырого строганого шпона можно выразить такой формулой, м³

$$V_{кр} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_{шн}$$

где $V_{кр}$ - объем кряжа; V_1 - потери на горбыль; V_2 - потери на опилки; V_3 - потери на срезки; V_4 - потери на отструг; $V_{шн}$ - полезный выход шпона.

Потери на горбыль (V_1) и опилки (V_2) рассчитываются как разница между объемом кряжа и объемом бруса:

$$V_1 + V_2 = V_{кр} - LH^2 K_1$$

$V_{кр}$ - объем кряжа данного диаметра и длины, м. Определяется по таблицам объемов круглых лесоматериалов (см. табл.3.5). Для больших диаметров объем кряжа можно рассчитать как объем цилиндра; L - длина кряжа, м; H - высота бруса, м; K_1 - коэффициент, учитывающий наличие обзола на бруссе, $K_1 = 0,98$.

Потери на опилки зависят от ширины пропила (b_0 , мм):

$$V_2 = b_0 LH 10^{-3} K_1 n;$$

где n - число пропилов на бруссе.

Потери на срезки составят

$$V_3 = LB h_1 10^{-3} K_2 ;$$

где - высота срезов, можно принять $h_1 = 6$ мм на две стороны; K_2 - коэффициент, учитывающий потери древесины при гидротермической обработке брусьев, $K_2 = 0,96$.

Потери на отструг (V_4) определяются толщиной отструга, которая составляет 25 - 40 мм. (можно принять в среднем 30 мм). Тогда

$$V_4 = h_2 \cdot 10^{-3} \cdot HL \cdot K_2;$$

где h_2 - толщина отструга, $h_2 = 25-40$ мм.

$$\begin{aligned} \text{Выход шпона, м}^3 & V_{шп} = V_{кр} - (V_1 + V_2 + V_3 + V_4) \\ \text{то же в м}^2 & V_{шп} = V_{шп} \cdot 10^{-3} / S_{ш} \text{ м}^2. \end{aligned}$$

Полезный выход шпона в % от объема кряжа

$$P = \frac{100V_5}{V_{кр}}$$

Потребность в сырье на программу цеха, м³

$$Q_c = \frac{100M}{P}$$

При последующей обработке сырого шпона имеют место потери при сушке, сортировке и прирубке листов шпона. Безвозвратные потери на усушку шпона составляют примерно 7%, при сортировке и прирубке - 14% для лиственных пород и 22 % - для красного дерева. Проведенные расчеты для наглядности можно отразить в табл. 9.13.

9.13. Баланс сырья при получении строганого шпона..

Материал	м ³ на 1 кряж	м ³ / год	м ³ /час	%
Кряжи	$V_{кр}$	Q_c		100
Горбыль	V_1			
Опилки	V_2			
Брус	$V_{кр} - V_1 - V_2$			
Брус после ГТО				
Срезы	V_3			
Отструг	V_4			
Сырой шпон	$P_{час}$			
Сухой шпон				
Товарный шпон				

В этой таблице объем бруса после ГТО меньше исходного на величину потерь при гидротермообработке. Объем сухого шпона меньше объема сырого на величину потерь при сушке, а объем товарного шпона меньше, чем объем сухого - на величину потерь при сортировке и прирубке (см. табл. 9.12).

9.3.3. Выбор и расчет потребности в оборудовании

Выбор той или иной марки оборудования определяется многими факторами как технического, так и экономического характера - возможная производительность, занимаемая площадь, потребляемая мощность, наличие расходных материалов, безопасность труда, современность конструкции, соответствие параметрам имеющегося сырья и т.п. Потребное количество оборудования в общем

случае определяется по часовой (сменной) производительности станка (агрегата) и объему работ, приходящемуся на данный станок:

Годовая производительность оборудования :

$$P_{год} = P_{см} N_{см}$$

или:
$$P_{год} = P_{час} T_{эфф}$$

где $N_{см}$ - число смен, при двухсменной работе $N_{см} = 500$, при трехсменной $N_{см} = 750$; $T_{эфф}$ - эффективный фонд времени, при двухсменной работе $T_{эфф} = 6000$ ч, при двухсменной $T_{эфф} = 4160$ ч.

Количество единиц оборудования

$$n = Q / P_{год};$$

где Q - объём работ, приходящийся на данный станок

Загрузка головного оборудования (шпонострогального станка) принимается равной 100%.

Для сушки шпона применяют те же роликовые паровые сушилки, что и для лущеного шпона. При загрузке и выгрузке шпона необходимо сохранять последовательность выхода листов шпона из-под ножа шпонострогального станка, укладывая их в отдельные стопы с сохранением “кноля” - пачки шпона из одного бруса с одинаковой текстурой. Расчет потребности сушилок приведен в разделе 5.3. Это же касается и гильотинных ножниц для прирубки кусков (рекомендуется марки НГ-30). В результате расчетов целесообразно заполнить таблицу по форме табл. 9.14.

При составлении данной таблицы особо следует обратить внимание на размерность величин. Дело в том, что потребность в сырье оценивается в m^3 , а потребность в шпоне - в m^2 . При расчете потребности в оборудовании целесообразно все величины перевести в m^3 .

9.14. Сводная таблица загрузки оборудования.

Операция	Марка оборудования	Часовая (сменная) производительность. $P_{час} (P_{см})$	Объём работ в год, $m^3(m^2)$ /год $Q_{год}$	Часовая потребность, $m^3/час$	Число станков, n	Загрузка, %
Продольный раскрой						
Гидротермообработка						
Строгание шпона						
Сушка шпона						
Прирубка шпона						

9.3. Технологические расчеты в производстве строганого шпона

Обычно требуется рассчитать программу цеха, определить потребное количество сырья на программу, составить баланс его использования, а также рассчитать необходимое количество оборудования цеха производства строганого шпона. Все расчеты можно выполнить, используя нормативные данные или аналитически. Обычно первый способ применяют для получения более общих результатов, при оценке возможных затрат на материалы, оборудование, при оценке вариантов проектов и т.п. Аналитический способ более точен и возможен для конкретных условий производства.

9.3.1. Расчет по нормативным данным

Программа участка (цеха) определяется по производительности головного оборудования, в данном случае шпонострогательных станков. Производительность может быть рассчитана по часовой эталонной мощности и коэффициентам приведения (табл. 9.9).

$$M = Q_{эм} K_{эм} T_{эф}^n;$$

где $T_{эф}$ - эффективный фонд времени (6000 часов при трехсменной работе и 4032 часа - при двухсменной), n - количество станков в цехе.

Потребность в сырье на программу выпуска строганого шпона определяется по индивидуальным нормам расхода, указанным в табл. 9.10.

9.9. Часовая эталонная мощность ($Q_{эм}$) шпонострогательных станков и коэффициенты приведения ($K_{эм}$) при длине бруса 3 м.

Тип станка	$Q_{эм}$ т.м ² /ч	$K_{эм}$ для данной породы и $S_{ш}$, мм				
		Красное дерево		Бук	Ясень	Лиственница
		0,6	0,8	0,6	0,8	1,0
ДКВ-3000 (а = 16, N = 3) *)	0,608	1,38	1,27	1,0	0,76	0,65
FMM - 3100 (а = 12, N = 3)	0,514	1,35	1,27	1,0	0,78	0,68
Линия Сремона (а = 45, N = 1)	0,522	1,55	1,40	1,0	0,75	0,64
Станки с механизмом отбора шпона (а = 18, N = 4)	0,863	1,4	1,27	1,0	0,75	0,64

*) a - число рабочих ходов суппорта в минуту, N - количество брусьев в одном поставе (определяется максимальной шириной блока заготовок, зажимаемых в станке).

9.10. Нормативы расхода дуба, бука и ясеня на 1000 м² строганого шпона толщиной 0,8 мм.

Диаметр кряжа см	Дуб				Бук		Ясень	
	1-я группа		2-я группа		1-й сорт	2-й сорт	1-й сорт	2-й сорт
	1-й сорт	2-й сорт	1-й сорт	2-й сорт				
26	2,26	2,4	3,116	3,37	2,2	2,343	1,84	2,08
28	2,15	2,27	2,964	3,168	2,139	2,302	1,78	2,01
30	2,06	2,16	2,812	3,068	2,087	2,268	1,735	1,94
32	1,965	2,075	2,669	2,923	2,041	2,236	1,67	1,86

34	1,9	1,99	2,536	2,796	2,001	2,21	1,63	1,81
36	1,825	1,93	2,413	2,682	1,966	2,185	1,58	1,77
38	1,77	1,87	2,318	2,587	1,934	2,164	1,54	1,72
40	1,71	1,82	2,252	2,501	1,905	2,144	1,5	1,67
42	1,655	1,775	2,185	2,435	1,879	2,126	1,47	1,65
44	1,64	1,74	2,128	2,375	1,855	2,111	1,455	1,62
46	1,61	1,73	2,1	2,323	1,834	2,096	1,445	1,59
48	1,58	1,71	2,071	2,28	1,815	2,083	1,44	1,57
50	1,57	1,69	2,042	2,249	1,796	2,071	1,48	1,56
52	1,56	1,68	2,024	2,22	1,779	2,059	1,425	1,55
54	1,56	1,68	2,014	2,197	1,763	2,049	1,42	1,54
56	1,56	1,68	1,995	2,177	1,75	2,039	1,41	1,53
58	1,56	1,68	1,986	1,159	1,738	2,08	1,41	1,52
60	1,56	1,68	1,986	2,147	1,723	2,022	1,4	1,52

Обычно предприятие выпускает шпон различных толщин и использует сырье различных пород и диаметров. Поэтому при расчете программы и потребности в сырье следует пользоваться средневзвешенными нормами расхода. Средневзвешенная величина в общем случае определяется по формуле:

$$H = \frac{100}{S(q_i / P_i)}$$

где q_i - номинальное значение параметра, P_i - доля соответствующей величины, %;. Например, планируется использовать буковое сырье 1 сорта диаметром 40 см (35%) и 50 см (65%). Соответствующие нормы расхода составляют (см. табл.9.9) 1,905 и 1,796. Тогда средневзвешенная величина составит:

$$H = \frac{100}{35 / 1,905 + 65 / 1,796} = 1,832$$

9.11. Нормативы расхода красного дерева на 1000 м² строганого шпона толщиной 0,8 мм

Диаметр кряжа, см	Расход, м ³	Диаметр кряжа, см	Расход м ³	Диаметр кряжа, см	Расход, м ³	Диаметр кряжа, см	Расход, м ³
50	1,736	68	1,476	86	1,354	104	1,262
52	1,701	70	1,460	88	1,343	106	1,254
54	1,668	72	1,444	90	1,333	108	1,246
56	1,638	74	1,429	92	1,324	110	1,238
58	1,610	76	1,415	94	1,315	112	1,231
60	1,555	78	1,401	96	1,306	114	1,224
62	1,553	80	1,389	98	1,297	116	1,217
64	1,513	82	1,376	100	1,289	118	1,210
66	1,494	84	1,365	102	1,271	120	1,204

При строгании шпона другой толщины используют поправочные коэффициенты:

Толщина шпона, мм	0,4	0,6	0,8	1,0
Поправочный коэффициент	0,523	0,773	1,0	1,2

Баланс сырья можно составить с учетом потерь по операциям технологического процесса (табл.9.12).

9.12. Ориентировочные потери древесины в цикле получения строганого шпона, %

Потери древесины	Лиственные породы	Тропические породы
При распиловке кряжей на ванчesy	14	16
При тепловой обработке	4	4
При строгании шпона	10	10
При сушке шпона	7	7
При сортировке и обрезке	14	22
При транспортировке	1	1
Итого	50	60

В соответствие с этим выход сырого шпона составляет 72-70%, а выход сухого шпона 50-40% (за 100% принят объём кряжа). Расчеты ведутся на 1000 м² сухого товарного шпона. Из вторичного сырья подлежат переработке: горбыль и отструг - на мелкую пилопродукцию, срезки - на технологическую щепу и др. продукцию (см. глава 10).

9.3.2. Аналитический способ расчета

Производительность шпонострогального станка

$$P = \frac{60 - t_1}{t_c + t_{всн}} N_{бр} \frac{H - (h_1 + h_2)}{S_{ш}} l b_{ср};$$

где t_1 - время на установку и правку ножа, в среднем $t_1 = 25$ мин; t_c - время строгания, мин

$$t_c = \frac{H - h_1}{S_{ш} n_x};$$

где $t_{всн}$ - вспомогательное время цикла строгания, $t_{всн} = 8-9$ мин; $N_{бр}$ - число брусев в закладке, шт (принимается соответственно ширине бруса и максимальной ширине блока заготовок, загружаемых на стол станка); H - высота бруса, мм; h_1 - толщина срезков, (в среднем $h_1 = 6$ мм); h_2 - толщина отструга, $h_2 = 25 - 40$ мм; l - длина бруса, м; $b_{ср}$ средняя ширина листа шпона, м; $S_{ш}$ - толщина шпона, мм; n_x - число ходов суппорта в мин. Годовая программа цеха M определяется аналогично (см. стр.)

Потребность в сырье определяется *методом расчета пооперационных потерь*. Разберем этот метод на примере четырехкантного способа раскряга (рис.9.7)

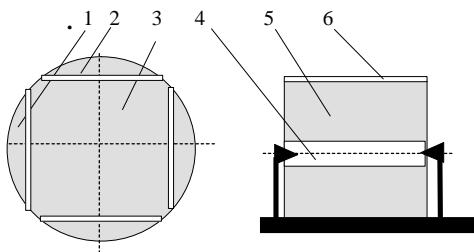


Рис.9.7. Составляющие баланса древесины при получении строганого шпона: 1 - горбыль, 2 - опилки, 3 - брус, 4 - отструг, 5 - зона получения делового шпона, 6 - срезки.

Баланс древесины при получении сырого строганого шпона можно выразить такой формулой, м³

$$V_{кр} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_{шн}$$

где $V_{кр}$ - объём кряжа; V_1 - потери на горбыль; V_2 - потери на опилки; V_3 - потери на срезки; V_4 - потери на отструг; $V_{шн}$ - полезный выход шпона.

Потери на горбыль (V_1) и опилки (V_2) рассчитываются как разница между объёмом кряжа и объёмом бруса:

$$V_1 + V_2 = V_{кр} - LH^2 K_1$$

$V_{кр}$ - объем кряжа данного диаметра и длины, м. Определяется по таблицам объемов круглых лесоматериалов (см. табл.3.5). Для больших диаметров объем кряжа можно рассчитать как объем цилиндра; L - длина кряжа, м; H - высота бруса, м; K_1 - коэффициент, учитывающий наличие обзола на бруссе, $K_1 = 0,98$.

Потери на опилки зависят от ширины пропила (b_0 , мм):

$$V_2 = b_0 LH 10^{-3} K_1 n ;$$

где n - число пропилов на бруссе.

Потери на срезки составят

$$V_3 = LB h_1 10^{-3} K_2 ;$$

где h_1 - высота срезков, можно принять $h_1 = 6$ мм на две стороны; K_2 - коэффициент, учитывающий потери древесины при гидротермической обработке брусев, $K_2 = 0,96$.

Потери на отструг (V_4) определяются толщиной отструга, которая составляет 25 - 40 мм. (можно принять в среднем 30 мм). Тогда

$$V_4 = h_2 10^{-3} HL * K_2;$$

где h_2 - толщина отструга, $h_2 = 25-40$ мм.

$$V_{ун} = V_{кр} - (V_1 + V_2 + V_3 + V_4)$$

Выход шпона, м³

$$V_{ун} = V_{ун} * 10^{-3} / S_{ш} \text{ м}^2.$$

то же в м² :

Полезный выход шпона в % от объема кряжа

$$P = \frac{100V_5}{V_{кр}}$$

Потребность в сырье на программу цеха, м³

$$Q_c = \frac{100M}{P}$$

При последующей обработке сырого шпона имеют место потери при сушке, сортировке и прирубке листов шпона. Безвозвратные потери на усушку шпона составляют примерно 7%, при сортировке и прирубке - 14% для лиственных пород и 22 % - для красного дерева. Проведенные расчеты для наглядности можно отразить в табл. 9.13.

9.13. Баланс сырья при получении строганого шпона..

Материал	м ³ на 1 кряж	м ³ / год	м ³ /час	%
Кряжи	$V_{кр}$	Q_c		100
Горбыль	V_1			
Опилки	V_2			
Брус	$V_{кр} - V_1 - V_2$			
Брус после ГТО				
Срезки	V_3			
Отструг	V_4			
Сырой шпон	$P_{час}$			
Сухой шпон				
Товарный шпон				

В этой таблице объем бруса после ГТО меньше исходного на величину потерь при гидротермообработке. Объем сухого шпона меньше объема сырого на

величину потерь при сушке, а объем товарного шпона меньше, чем объем сухого - на величину потерь при сортировке и прирубке (см. табл. 9.12).

9.3.3. Выбор и расчет потребности в оборудовании

Выбор той или иной марки оборудования определяется многими факторами как технического, так и экономического характера - возможная производительность, занимаемая площадь, потребляемая мощность, наличие расходных материалов, безопасность труда, современность конструкции, соответствие параметрам имеющегося сырья и т.п. Потребное количество оборудования в общем случае определяется по часовой (сменной) производительности станка (агрегата) и объему работ, приходящемуся на данный станок:

Годовая производительность оборудования :

$$P_{год} = P_{см} N_{см}$$

или:

$$P_{год} = P_{час} T_{эфф}$$

где $N_{см}$ - число смен, при двухсменной работе $N_{см} = 500$, при трехсменной $N_{см} = 750$; $T_{эфф}$ - эффективный фонд времени, при двухсменной работе $T_{эф} = 6000$ ч, при двухсменной $T_{эф} = 4160$ ч.

Количество единиц оборудования

$$n = Q / P_{год};$$

где Q - объем работ, приходящийся на данный станок

Загрузка головного оборудования (шпонострогального станка) принимается равной 100%.

Для сушки шпона применяют те же роликовые паровые сушилки, что и для лущеного шпона. При загрузке и выгрузке шпона необходимо сохранять последовательность выхода листов шпона из-под ножа шпонострогального станка, укладывая их в отдельные стопы с сохранением "кноля" - пачки шпона из одного бруса с одинаковой текстурой. Расчет потребности сушилок приведен в разделе 5.3. Это же касается и гильотинных ножниц для прирубки кусков (рекомендуется марки НГ-30). В результате расчетов целесообразно заполнить таблицу по форме табл. 9.14.

При составлении данной таблицы особо следует обратить внимание на размерность величин. Дело в том, что потребность в сырье оценивается в m^3 , а потребность в шпоне - в m^2 . При расчете потребности в оборудовании целесообразно все величины перевести в m^3 .

9.14. Сводная таблица загрузки оборудования.

Операция	Марка оборудования	Часовая (сменная) производительность. $P_{час} (P_{см})$	Объем работ в год, $m^3(m^2)$ /год $Q_{год}$	Часовая потребность, $m^3/час$	Число станков, n	Загрузка, %
Продольный раскрой						
Гидротермообработка						
Строгание шпона						
Сушка шпона						
Прирубка шпона						

Глава 10. Использование вторичного сырья фанерного производства

Фанерное производство, несмотря на внедрение прогрессивной техники и технологии, остается материалоёмкой отраслью промышленности. Затраты на сырье в отрасли составляют 60% себестоимости продукции, а удельный вес древесных отходов превышает 50%. Использование этих отходов происходит далеко не самым оптимальным образом. Основная масса используется на топливо, а часть просто вывозится в отвалы.

Опыт передовых предприятий в России и за рубежом показывает, что существует множество способов рационального и комплексного использования древесного сырья в полном его объеме с получением десятков наименований продукции, пользующейся спросом в самых различных отраслях промышленности и сферы потребления.

10.1. Классификация и характеристика отходов

Вторичное сырье фанерного производства (табл.10.1) классифицируется по следующим признакам:

- 1) по структуре - крупномерные, кусковые, мягкие;
- 2) по наличию коры - из окоренного или неокоренного сырья;
- 3) по породному составу - хвойные, твердолиственные, мягколиственные и смешанного состава;
- 4) по влажности - влажные (более 12%) и сухие.

10.1. Максимальные размеры древесных отходов, мм

Группа отходов	Виды отходов	Длина	Ширина	Толщина
Крупномерные	Отрезки долготья, кряжей и чураков	1300	-	700
	Горбыли	3000	-	35
	Карандаши	2540	-	100
	Отструги	3000	-	40
Кусковые	Шпон - рванина	800	140	5
	Обрезки шпона	800	100	5
	Обрезки фанеры и плит	2440	70	60
	Обрезки гнукотклееных заготовок	1550	70	60
Мягкие	Древесные опилки	6	3	2
	Древесная пыль	2	1	1
	Станочная стружка	12	6	1,5

Наиболее предпочтительные размерно - качественные характеристики с точки зрения использования имеют крупномерные отходы, которые сохраняют все свойства природной древесины и основные размеры сырья. Наибольший интерес представляют карандаши и отструги, не имеющие коры.

Кусковые отходы отличаются большим видовым разнообразием и неопределенностью размеров. Они могут содержать кору до 35 % либо отвержденную смолу (до 15%) в обрезках фанеры. Преимущества этих отходов - в стабильности толщины, в сравнительно большой длине. Шпон-рванина, кроме того, представляет наиболее здоровую периферийную часть ствола.

Ценность мягких отходов - в том, что их можно использовать без доизмельчения, а иногда и без сушки (древесная пыль, опилки при обрезке фанеры).

Наиболее специфическим вторичным сырьем является кора, которая не вошла в классификационную таблицу. Она содержит не только кору и луб, но и до 3 - 4% древесины периферийной части ствола. При этом кора имеет и особые химические свойства, различные у разных пород древесины.

Общие ресурсы отходов в фанерной и спичечной промышленности потенциально составляют 56,6% перерабатываемого сырья, из них крупномерные примерно 32%, кусковые 60% и мягкие 8%. Отходы окорки не входят в баланс древесины, их объем оценивается примерно в 12,5% общего объема сырья.

10.2. Переработка и использование крупномерных отходов

Крупномерные отходы являются наиболее ценным вторичным сырьем в производстве шпона и фанеры. Их переработка возможна в товарный шпон путем долущивания или дострагивания сортиментов, в технологическую щепу путем измельчения в рубительных машинах, в технологическую стружку - в стружечных станках, в упаковочную стружку - в древошерстных станках, а также в пилопродукцию и товары народного потребления - на станках общего назначения.

10.2.1. Переработка отходов в товарный шпон

От 3 до 6% сырья могут составлять некондиционные кряжи и чураки, отбракованные по наличию ядровой гнили или загнивающего ложного ядра, что препятствует их лущению в станках, оснащенных обычными кулачками. Для такого сырья разработаны методы центровки в луцильных станках специальными зажимными элементами - планшайбами, которые передают осевое усилие со шпинделей на периферийную, здоровую часть чурака. Диаметр планшайбы должен быть не менее диаметра чурака. Для обеспечения нормального процесса лущения на суппорте станка установлена выносная траверса с луцильным ножом, длина которого меньше длины чурака, а по концам траверсы и ножа закреплены подрезающие ножи.

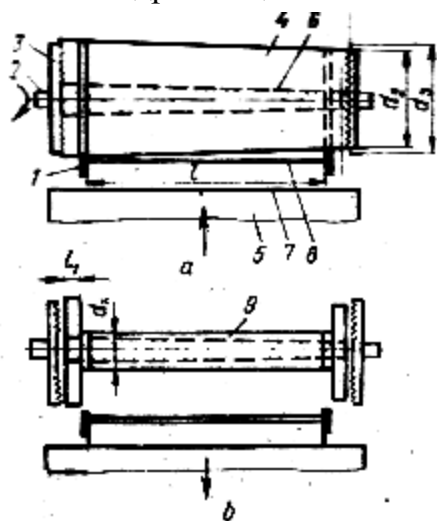


Рис. 10.1. Схемы лущения чурака с гнилью в начальный (а) и конечный (б) моменты обработки: 1 - подрезающие ножи, 2 - шпиндель, 3 - зажимной элемент, 4 - чурак, 5 - суппорт, 6 - гниль, 8 - луцильный нож, 9 - карандаш.

При лущении подрезающие ножи производят опережающее перерезание волокон - вырезают канавки, глубина которых равна толщине шпона. Лущение ведут до такого диаметра карандаша, при котором на нем остается кольцо здоровой древесины минимальной толщины, а сам карандаш имеет вид катушки. Опыт показал, что величина смещения лезвия луцильного ножа и

выносной траверсы от корпуса ножедержателя должна составлять 140 - 150 мм, длина торцовых шайб - 90 - 100 мм, а наименьшая толщина кольца здоровой

древесины карандаша - 10 - 15 мм. При этом способе получают неформатный шпон из-за уменьшенной длины зоны лущения .

Значительный эффект в использовании некондиционного сырья дает использование бесшпиндельных лущильных станков. Наилучшие результаты они дают при долущивании карандашей (см. рис.4.6). Долущивание карандашей возможно и на малых лущильных станках типа СпЛУ. Перед этим они распиливаются на три или две заготовки. Долущивание позволяет уменьшить диаметр карандашей с 80 - 100 мм до 45 - 70 мм и получить дополнительно от 0,2 до 0,6 м³ шпона на каждые 100 штук карандашей длиной 0,8 м.

Заслуживает внимания способ, разработанный в Японии, который состоит в том, что карандашам на специальном станке путем строгания сначала придаётся шестигранная форма. Затем семь таких брусков специальным клеем склеивают в блок, имеющий форму чурака, пригодного для лущения на обычном лущильном станке.

В производстве строганого шпона самым ценным вторичным продуктом являются отструги твердолиственных пород, максимальные размеры которых могут составлять до 3000 x 300 x 70 мм. Для получения из них дополнительного шпона существует несколько способов.

Первый способ предусматривает крепление отстругов на столе шпонострогольного станка специальными крюками толщиной 7 - 8 мм, что позволяет обеспечить их строгание с толщины 60 - 70 мм до толщины 15 - 20 мм. Второй способ связан с реконструкцией станка, на котором устанавливается плита с системой присосов и манжетами. Включение вакуум - насоса создает разрежение, и отструги плотно прижимаются к столу с усилием 100 - 150 кН, после чего могут строгаться до толщины 5 - 10 мм. Третий способ основан на соединении нескольких отстругов в один блок с помощью деревянных нагелей или специальным клеем. Соединение на клею более перспективно, так как дает более высокий выход шпона, и более безопасно, чем при использовании нагелей. Клей КМ - 2 на основе смолы СМ 60 - 08 обеспечивает склеивание древесины влажностью до 80 - 90%. Он наносится на обе склеиваемые поверхности в количестве 200 - 250 г/м². Количество отстругов в блоке определяется средней высотой ванчеса и возможностями оборудования. Блоки склеивают в струбцинах при совмещении операций склеивания и гидротермической обработки при давлении не менее 0,17 МПа. После этого блоки обрезают с четырех сторон с целью образования достаточно ровной плоскости прилегания блоков при их креплении в станке. Выход строганого шпона из склеенного блока составляет 50 -56 %.

10.2.2 Переработка отходов в технологическую щепу

ГОСТ 15815 - 83 предусматривает следующие марки щепы в зависимости от ее назначения:

- Ц-1 для производства сульфитной целлюлозы и древесной массы, предназначенной для изготовления бумаги с регламентируемой сорностью;
- Ц-2 - то же для бумаги и картона с нерегламентируемой сорностью и для производства сульфатной и бисульфатной целлюлозы, предназначенной для изготовления бумаги и картона с регламентируемой сорностью;
- Ц-3 - для производства сульфатной целлюлозы и различных видов полуцел-

люлозы, предназначенной для изготовления бумаги и картона с нерегламентируемой сорностью;

ГП-1 для производства спирта, дрожжей, глюкозы и фурфурола;

-

ГП-2 для производства пищевого кристаллического ксилита;

-

ГП-3 для производства фурфурола и дрожжей при двухфазном гидролизе;

-

ПВ - для производства древесноволокнистых плит;

ПС - для производства древесностружечных плит.

Показатели качества щепы зависят от её марки (табл. 10.2).

10.2. Показатели качества технологической щепы.

Показатель	Ц-1	Ц-2	Ц-3	ГП-1	ГП-2	ГП-3	ПВ	ПС
Массовая доля коры, %, не более	1	1,5	3	11	3	3	15	15
Массовая доля гнили, %, не более	1	3	7	2,5	1	1	5	5
Массовая доля минеральных примесей, %	-	0,3	0,3	0,5	-	0,3	1	0,5
Остаток, % не более, на ситах с диаметром, мм:								
30	3	5	6	5	5	5	10	5
20 и 10	86	84	81	90	90	94	79	85
5	10	10	10	-	-	-	10	-
на поддоне	1	1	3	5	5	1	1	10
Обугленные частицы	Не допускаются							

Для плитного производства можно использовать все лиственные породы или их смесь с хвойными в любом соотношении. ЦНИИФ рекомендует двухпоточную технологию переработки крупномерных отходов фанерного производства (рис.10.2).

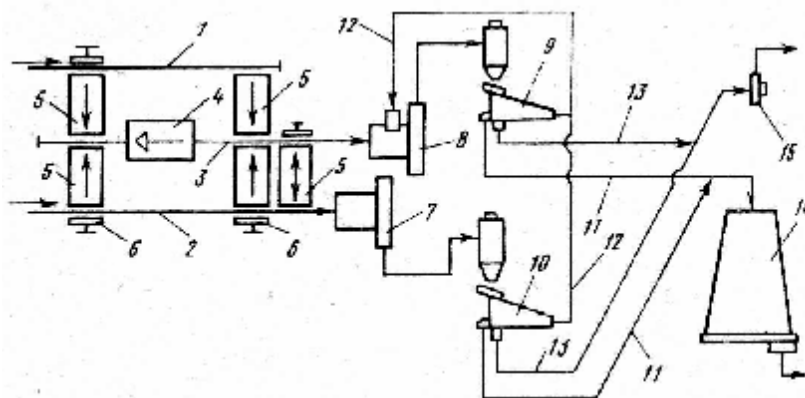


Рис.10.2. Схема переработки крупномерных отходов на технологическую щепу: 1, 2, 3 - конвейеры для отходов, 4 - колун, 5 - поперечные конвейеры, 6 - сбрасыватели, 7, 8 - дисковые рубильные машины; 9, 10 - гирационные сортировки для щепы, 11 - конвейер для кондиционной щепы, 12 - конвейер для крупной фракции, 13 - конвейер для мелкой фракции, 14 - бункер-накопитель кондиционной щепы, 15 - пневмоустановка для некондиционной фракции.

В первом потоке в щепу перерабатываются отходы с участка раскряжевки и отбраковки чураков, а во втором - карандаши. Схема предусматривает полную механизацию переместительных операций, непрерывность процесса, возможность переключения подачи отходов с одного потока на другой, доизмельчение крупной фракции.

Наиболее характерным недостатком участков измельчения древесины является несоответствие характеристик оборудования размерно - качественным особенностям используемых отходов. Для крупномерных отходов фанерного производства обязательной операцией является раскалывание отрезков кряжей и чураков в случае недопустимого для рубительных машин диаметра, внутренней гнили, трещин и включения металла. Характеристики древокольных станков отечественного производства даны в табл.10.3.

10.3 Технические характеристики древокольных станков.

Параметр	КЦ-7А	КЦ-6М	КГ-2А	КГ-8А	ЛО-46	ДО-20
Производительность, пл.м ³ /ч	10	12	11	12	15	20
Длина чураков, мм	1000-1250	1000 - 1250	1000	1000 - 1250	600 - 1250	400-1250
Диаметр максимальный, мм	600	700	700	1000	1000	1000
Число поленьев за цикл, шт.	2	4	2, 4	2, 4, 6	2, 4, 6	2-25
Время цикла, с	10	10	15	12	10	12-26
Макс. усилие, кН	50	100	250	300	350	580
Установленная мощность, кВт	10	10	17	15	17	30
Размеры станка (L x B x H), м	4,37 x 1,57 x 1,38	5,45 x 1,82 x 2,15	4,48 x 1,87 x 2,43	4,60 x 1,00 x 1,54	5,03 x 1,05 x 1,28	5,15 x 1,74 x 2,12
Масса, кг	2700	3670	3420	3900	3200	6000

В отличие от других станков колун ДО-20 работает по принципу тангенциально - радиального деления. Число получаемых частей при этом равно числу ячеек сменной делительной головки. Для раскалывания бракованных чураков, имеющих длину 1,6 - 1,9 м, то есть более указанной в таблице для всех марок колунов, можно применять станки марок К-131 и 10-32 фирмы "Raute", обеспечивающие раскалывание чураков длиной 2,5-3,2 м, или предусматривать предварительный поперечный раскрой чураков по длине.

Для измельчения отходов в фанерном производстве рекомендуются машины с наклонной подачей МРН-25 и подобные, а также машины фирмы "Кархула". Машины с горизонтальной загрузкой можно использовать для измельчения карандашей. Для переработки больших объемов и при отсутствии древокольных станков эффективны машины МРН-50 и МРН-100, имеющие большое проходное окно. Для доизмельчения крупной фракции щепы рубительные машины марок МРГ или МРН можно оборудовать дополнительным патроном и повысить выход кондиционной фракции на 6 - 8%.

Для фанерной отрасли наибольший интерес представляет рубительная машина МРНП-40-1, имеющая лучшие показатели по энерго- и металлоемкости и занимаемой производственной площади. Она имеет практически безударный выброс щепы из зоны рубки и снабжена шумопоглощающими устройствами. Для маломерного сырья типа обрезков и отторцовок представляет интерес роторные рубительные машины МРБ-04 и фирмы "Raute".

Перед подачей щепы на сортировку целесообразно иметь небольшие бункера с дозаторами. Это позволит избежать переполнения сит и проваливания части щепы на среднее сито без сортирования. Хранение готовой кондиционной щепы осуществляется в вертикальных бункерах или на специальном механизированном складе, разработанном в НПО "Научфанпром" с производительностью шнековых питателей до 40 пл.м³/ч и вместимостью 2800 м³.

10.2.3. Переработка отходов в технологическую и упаковочную стружку.

Для предприятий, имеющих собственный цех стружечных плит, возможна переработка отходов, не имеющих коры (в основном карандашей), не в щепу, а непосредственно в стружку. Для этого требуется распиловка карандашей на мерные отрезки, создание буферного запаса, измельчение заготовок в стружку на стружечных станках, складирование полученной стружки и дозированная выдача ее в производство плит (рис.10.3).

Для стабильной работы стружечных станков необходим не менее чем односменный запас мерных заготовок на конвейере - накопителе. Для поштучной подачи заготовок удобен трехсекционный цепной питатель со скоростями движения цепей соответственно 4,5; 6,5 и 8,5 м/мин. При достаточных запасах заготовок в накопителях их подготовка может проводиться в одну - две смены. Рекомендуемые марки стружечных станков - ДС-6 и ДС-8.

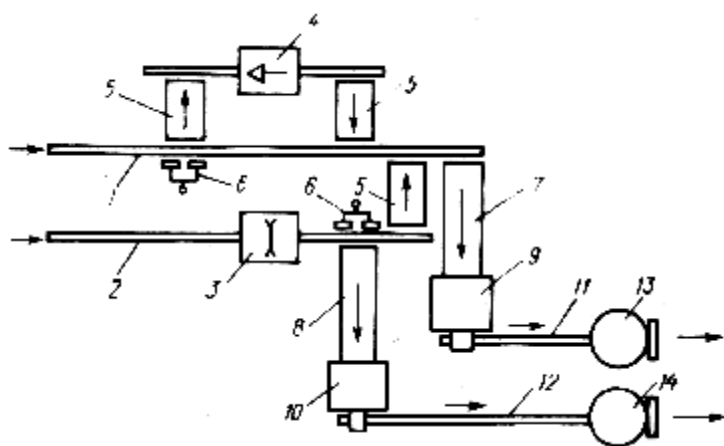


Рис. 10.3. Схема переработки крупномерных отходов в технологическую стружку: 1, 2 - конвейеры для отходов, 3 - питающая установка для разделки карандашей, 4 - колонна, 5 - поперечные конвейеры, 6 - сбрасыватели, 7, 8 - конвейеры-накопители заготовок, 9, 10 - стружечные станки, 11, 12 - конвейеры для готовой стружки, 13, 14 - бункеры-накопители стружки.

Фанерные предприятия, не имеющие плитного производства, эффективно используют крупномерные отходы для выработки упаковочной стружки (древесной шерсти), которая представляет собой материал в виде тонких длинных лент, полученных путем строгания древесины вдоль волокон. Согласно ГОСТ 5244-79 толщина стружки составляет от 0,05 до 0,5 мм, ширина от 1,5 до 9 мм и длина от

200 до 530 мм. Содержание стружки длиной менее 200 мм не должно превышать 10%, а менее 50 мм - не более 2%. Стружка должна иметь цвет и запах здоровой древесины, не содержать посторонних примесей, коры, гнили и плесени. Максимальная влажность стружки - 20-22%.

Технологический процесс получения упаковочной стружки состоит из подсортировки отходов, разделки по длине, раскалывания отходов большого диаметра, строгания на древошерстном станке, сушки и упаковки продукции (рис.10.4).

Наиболее подходящим сырьем является заболонная древесина с минимальным количеством сучков, а также древесина мягколиственных пород (осина, липа, ольха). Раскалывание производят с учетом того, что максимальная ширина поверхности строгания должна быть не более 340 мм. Основным оборудованием для изготовления упаковочной стружки является древошерстный станок СД-3 и его модификации СД-3М и СД-4А с возвратно - поступательным движением ножевой плиты (табл.10.4). Режущим органом являются строгальные и делительные ножи. Коэффициент полезного выхода составляет 0,75 - 0,8.

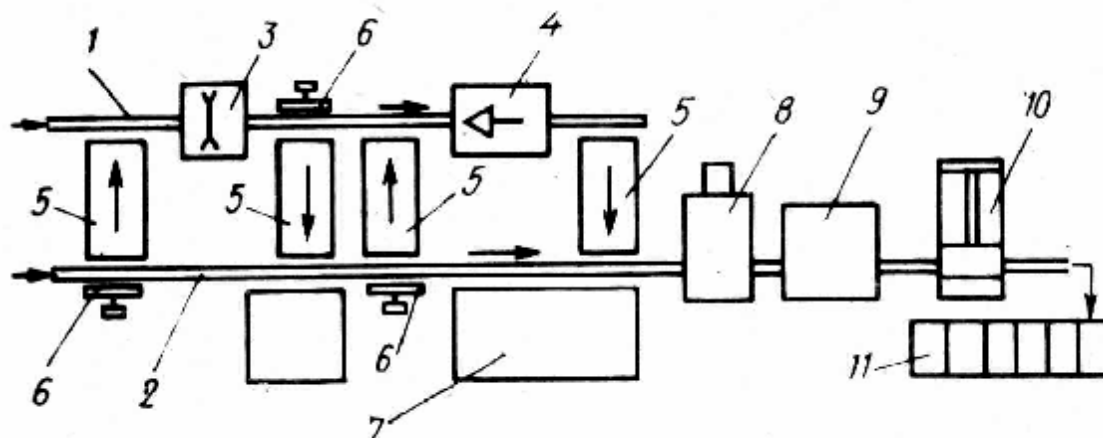


Рис. 10.4. Схема переработки крупномерных отходов в упаковочную стружку: 1, 2 - конвейеры для отходов, 3 - пила для разделки отходов, 4 - колун, 5 - поперечные конвейеры, 6 - сбрасыватели, 7 - площадка для запаса отходов, 8 - древошерстный станок, 9 - сушилка, 10 - киповальный пресс, 11 - склад продукции.

10.4. Характеристика древошерстного станка СД-4А:

Наибольшая длина полена, мм	520
Число двойных ходов ножевой плиты в минуту	240
Установленная мощность, кВт	23,1
Масса станка, кг	3 500
Завод - изготовитель	Новозыбковский станкозавод

Для сушки упаковочной стружки применяют несколько типов сушилок. Наиболее совершенной является тоннельная сушилка непрерывного действия, оснащенная сетчатым транспортером, захватывающим стружку непосредственно у станка. После сушки производится кипование стружки в тюки с обвязкой вис-

козным шпагатом. Станок ПК-4А (табл.10.5) имеет сигнализацию об окончании или обрыве шпагата и систему учета продукции.

10.5. Характеристика станка для кипования стружки ПК-4А:

Размеры кипы, мм	360 x 500 x 750
Число двойных ходов толкателя в минуту	60
Установленная мощность, кВт	11,0
Масса, кг	1 700
Завод - изготовитель	Новозыбковский станкозавод

10.2.4. Переработка отходов в пилопродукцию и товары народного потребления

По качеству древесины крупных отходов на первое место следует поставить горбыли, получающиеся при продольном раскрое кряжей твердолиственных пород на брусья и ванчesy. Они содержат наиболее здоровую молодую древесину с минимумом пороков. На втором месте находятся отструги, обычно содержащие сердцевину ствола с низкими механическими свойствами. Наиболее значимая по объему часть отходов - карандаши отличается правильностью формы, но низким качеством древесины, как наиболее старой части ствола, склонной к тому же к загниванию. Выбор направления переработки отходов должен учитывать эти особенности древесины.

Из крупномерных отходов на фанерных предприятиях можно вырабатывать свыше 30 различных видов пилопродукции. В наибольшем объеме вырабатывают штакетник, тарную дощечку, черновые мебельные заготовки, брусковые детали различного назначения а также штукатурную дрань, черенки для лопат, инструментальные ручки, толкушки и т.п. Из отходов на эту продукцию в основном используют карандаши, отструги и горбыли.

Наибольшим спросом из этой продукции пользуется штакетник и тарная дощечка. Штакетник (ОСТ 13 - 1 - 78) представляет собой дощечки для обустройства решетчатых заборов и других хозяйственных нужд. Он разделяется на строганый, дощатый и горбыльный. Строганый штакетник - дощечки прямоугольного сечения, строганные с 4 сторон. Один конец штакетника должен иметь декоративную обработку. Дощатый штакетник - материал определенного сечения и длины с пилеными поверхностями. Горбыльный штакетник имеет сегментное или трапециевидальное сечение в зависимости от того, выпилен он из периферийной или средней части карандаша (табл.10.6).

10.6. Размеры штакетника, мм

Вид штакетника	Длина (± 5)	Ширина (± 2)	Толщина (± 1)
Строганый	От 500 до 1200 с шагом 100	40; 50	16; 19; 22
	От 1250 до 1800 с шагом 50	40; 50; 60; 70	22; 25; 32; 40
Дощатый и горбыльный	От 500 до 2500 с шагом 100	от 40 до 100 с шагом 10	16; 19; 22; 25; 28; 32

Тарную дощечку предприятия выпускают обычно в комплектах, ориентированных на тот или иной вид ящика. В комплект могут входить планки дна, дощечки торцовых и боковых стенок, трехгранные планки. Для некоторых типов ящиков возможно применение дощечек толщиной от 4 мм. Влажность древесины должна быть не более 22%.

Организация труда на участке переработки карандашей на штакетник зависит от объемов производства. Для снижения трудозатрат следует использовать точную схему с максимальной механизацией переместительных операций (рис.10.5)

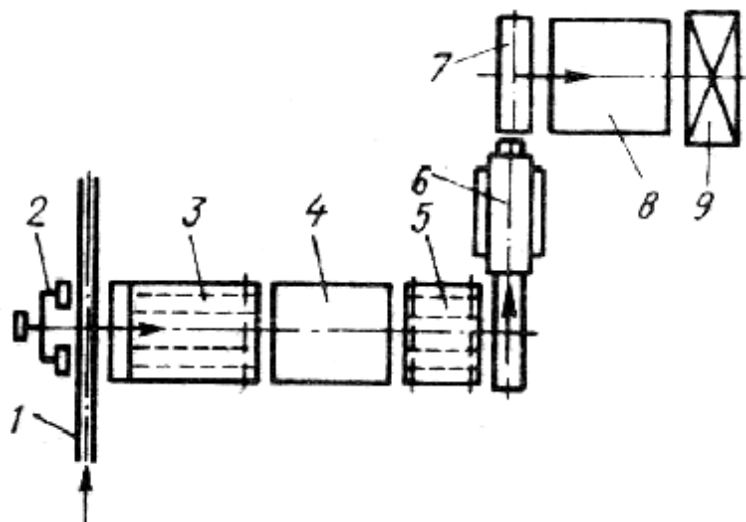


Рис.10.5. Схема переработки на штакетник: 1 - конвейер для карандашей, 2 - сбрасыватель, 3 - поперечный цепной конвейер, 4 - конвейер-накопитель, 5 - питатель, 6 - многопильный станок, 7 - скат, 8 - конвейер-накопитель штакетника, 9 - упаковочная площадка.

Схема предусматривает создание запаса карандашей в накопителе, откуда с помощью питателя они бесперебойно поступают в многопильный станок.

При переработке карандашей на тарную дощечку и черновые мебельные заготовки на некоторых предприятиях в линии используют сначала брусочный станок для получения двухкантного бруска, а затем многопильный для получения дощечек заданной толщины. После этого пакеты дощечек раскраиваются по длине, поступают на сортировку и упаковку. При такой схеме горбыльки, образующиеся на брусочном и многопильном станках, можно использовать как штакетник.

При переработке карандашей на четырехкантные бруски можно использовать продольно-фрезерный станок с механизмом подачи, переоборудованным для заготовок круглого сечения. При строгании 5 мм на сторону можно получить за один проход декоративные тупокантные бруски для использования в строительстве и отделке интерьеров. На делительном станке карандаши можно распилить на прокладки для собственных нужд предприятия.

Наряду с серийным оборудованием общего назначения находят применение и специализированные станки. Для продольной распиловки карандашей наибольший интерес представляют станки ТДС-1 и ТДС-5М. В зарубежной практике из крупномерных отходов хвойных и лиственных пород в основном вырабатывают черновые мебельные заготовки с использованием для этой цели ленточнопильных станков. Например, фирма "Иточу" (Япония) выпускает специальную автоматическую линию для переработки до 800 - 900 шт. карандашей в час на заготовки сечением 20 x 20 мм. Линия включает два ленточнопильных делительных

станка (модель А1250), многопильный обрезной станок (модель А300) и специальную машину для упаковки заготовок в пачки. Общая установленная мощность линии 310 кВт, ее обслуживают 6 человек.

При изготовлении из карандашей таких изделий, как стержни, валики, ролики для намотки рулонных материалов, достигается наибольший экономический эффект. При малых объемах работ лучше использовать универсальное и комбинированное оборудование. Во всех описанных случаях речь шла о продукции, изготовление которой не требует камерной сушки древесины до влажности 6-10%, после чего возможно склеивание заготовок (реек) в более дорогостоящую продукцию типа клееных щитов, трехслойных брусков и пр. В каждом конкретном случае требуется тщательный экономический анализ целесообразности глубокой переработки отходов фанерного производства.

10.3. Переработка и использование кусковых отходов

10.3.1. Переработка отходов в форматный шпон и наполнитель комбинированных материалов

Для более полного использования кускового шпона созданы технологии и оборудование для сращивания узкого и короткомерного шпона в форматный лущеный и строганный шпон. Соответствующие схемы показаны на рис.10.6.

Технология предусматривает следующие операции:

- отбор и разметка обрезков шпона;
- прирезка кусков по длине и ширине;
- сортирование и комплектование заготовок в пачки;
- ребросклеивание шпона в листы или в ленту нужного формата;
- прирезка листов или ленты на готовые заготовки.

При обработке строганого шпона дополнительно требуется подбор кусков по породе и текстуре. Оборудование, используемое для обработки кускового шпона, описано в разд. 5.5. К специальному оборудованию следует отнести станки для вырубki зубчатых шипов и торцевой склейки шпона (табл.10.7).

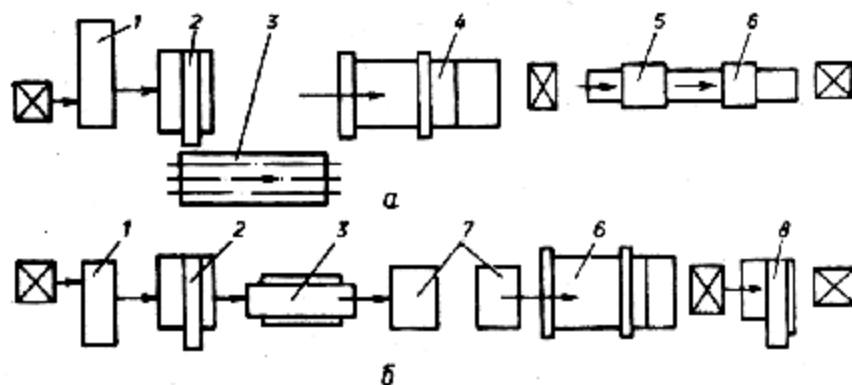


Рис.10.6. Схемы переработки лущеного (а) и строганого (б) шпона в товарный шпон: 1 - рабочие столы и подстопные места, 2, 3 - ножницы, 4 - ребросклеивающие станки, 5 - станок для вырубki зубчатых шипов, 6 - станок для торцевой склейки полос шпона, 7 - столы для подбора шпона и перфорирования клеевой ленты, 8 - ножницы для прирезки облицовок в размер.

10.7. Характеристики станков для обработки кускового шпона

Параметр	Для вырубki шипов	Для сращивания
Производительность, м ³ / час	2,5	2,5
Скорость подачи, м / мин	10- 40	10- 20
Давление воздуха, МПа	0,6	-
Давление склеивания, МПа	-	0,2 - 0,5
Число резов ножниц в минуту	-	10 - 60
Установленная мощность, кВт	1,1	0,6
Габаритные размеры, м	0,96 x 1,35 x 1,15	2,3 x 1,0 x 1,2
Масса, кг	750	1600

Исследования и опыт предприятий показали, что обрезки шпона и фанеры могут быть эффективно использованы для изготовления заполнителя комбинированных материалов - реечных, ячеисто-решетчатых и ячеисто-сотовых строительных и мебельных щитов, а также ребровой фанеры.

Обрезки фанеры раскраивают на полосы необходимой длины и ширины на круглопильном станке и сортируют. Заполнитель для одного щита должен быть одной толщины и одной породы древесины, допускаются стыки по длине, но с расстоянием между стыками в соседних заготовках не менее 150 мм. Комплект заполнителя собирается на рабочем столе в реечную или решетчатую конструкцию и подается на сборку пакета, включающего в себя рамку, заполнитель и облицовки. Рейки заполнителя располагаются поперек направления волокон наружных слоев.

10.3.2. Переработка отходов в дробленку и технологическую щепу

Дробленка представляет собой материал, полученный в дробилках и предназначенный на топливо. К этому материалу не предъявляется каких - либо требований по размеру и качеству частиц. В дробилки направляются обычно шпона-рванина от неокоренных чураков, обрезки шпона и фанеры и другие отходы, переработка которых на другую продукцию нерентабельна. В настоящее время около половины всех кусковых отходов в отрасли направляется на топливо, хотя такое положение нельзя считать нормальным.

Схема переработки включает в себя транспортные средства подачи отходов, дробилки и бункера-накопители. Для измельчения обрезков шпона и фанеры применяют дробилки марок ДШ-3, ДР-5, МРБ-1, "Варкаускас" и др. В последнее время получили распространение измельчающие фрезы в комплекте с пилами, например на форматно - обрезном станке.

Повышение эффективности производства требует увеличенного производства технологической щепы, которая отличается от дробленки более высокими требованиями к размерам частиц и наличию посторонних включений. Чтобы обеспечить измельчение в щепу шпона - рванины, обрезков шпона и фанеры, в технологический процесс необходимо включить операции обнаружения и удаления металлических включений, сортировки щепы с удалением крупной фракции, мелочи и пыли. Желательно предусмотреть и доизмельчение крупной фракции, особенно при больших масштабах производства.

Оптимальной следует считать такую технологическую схему, при которой имеются два потока отходов - отдельно для влажных (шпон - рванина и обрезки сырого шпона) и сухих (обрезки сухого шпона и фанеры). Полученная щепа после сортировки и доизмельчения крупной фракции направляется в общий бункер, где она усредняется по своим свойствам (фракционному составу и влажности), соответствующим стандарту на щепу марки ПС (рис.10.7).

В данной схеме головным оборудованием являются барабанные рубительные машины марок ДШ-1М, ДШ-2, ДРС-1М, ДШ-3А, ДУ-2А, МРБ-10, ДШ-4. Их основное отличие от барабанных дробилок заключается в том, что гравитационный способ подачи изменен на принудительный. При синхронизации скоростей подачи и резания достигается получение более точных размеров щепы. Наиболее совершенной по конструкции является машина ДШ-4 (табл.10.8).

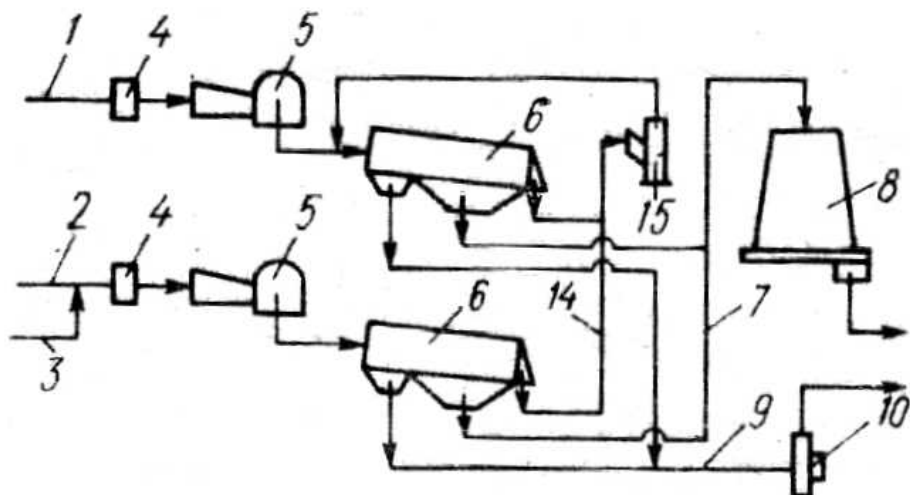


Рис.10.7. Схема переработки кусковых отходов в щепу : 1, 2, 3- конвейеры для отходов, 4 - металлоискатели. 5 - рубительные машины, 6 - сортировка для щепы, 7 - конвейер для кондиционной щепы, 8 - бункер для кондиционной щепы, 9 - конвейер для дробленки и отсева щепы, 10 - пневмоустановка, 14 - конвейер для крупной фракции, 15 - дезинтегратор.

В качестве металлоискателя используют устройство марки ЭМИ-64П, работа которого основана на изменении амплитуды генерируемых колебаний при попадании металла в поле датчика. Датчик состоит из двух катушек в плоском неметаллическом корпусе. Минимальная масса регистрируемых датчиком предметов из черных и цветных металлов, проходящих в зоне его действия на расстоянии 300 мм от рабочей поверхности, составляет 0,2 кг. Металлоискатель входит в комплект поставки станка ДШ-4 (табл.10.8).

Наилучшими марками сортировок для щепы, получаемой из шпона являются барабанные одно - и двухситовые СБЩ-1, СБЩ-2, СБЩ-3, в которых для крупной фракции размеры ячеек составляют 35 x 35 мм, а для мелкой - 6 x 6 мм. Сортировки не имеют качающихся масс и не требуют мощного фундамента, в них достигается самоочищение сит.

10.8. Характеристика барабанной рубительной машины ДШ-4:

Производительность, пл.м ³ / ч	до 30
Диаметр ножевого барабана, мм	1200
Число ножей / контрножей	18 / 2
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	500
Ширина загрузочного отверстия, мм	1070
Высота загрузочного отверстия, мм	365
Скорость подачи, м/мин	90
Установленная мощность, кВт	125
Размеры (L x B x H), м	4,45 x 3,1 x 1,65
Масса, кг	14 900

Доизмельчение крупной фракции проводят в дезинтеграторах марки ДЗН-02 или фирмы "Raute" (ИН-1, ИН-П). Последние могут измельчать также другие кусковые отходы (оторцовки, обрезки фанеры, шпона).

10.3.3. Переработка кусковых отходов в технологическую и упаковочную стружку и частицы для пресс-масс

Известны технические решения по переработке шпона - рванины в технологическую стружку непосредственно у лущильного станка с помощью специальных измельчителей, пристраиваемых к станку. Специальная ножевая головка вместо обычной оцилиндровки срезает с чурака стружку, которая сбрасывается в воронку и затем, с помощью конвейера, проходящего вдоль фронта лущильных станков, попадает в бункер - накопитель. Аналогично поступают и при обрезке фанеры с помощью пильно - фрезерных головок. Однако качество стружки при этом часто не соответствует требованиям плитного производства.

Более эффективным может оказаться переработка шпона - рванины и обрезков сырого шпона в упаковочную стружку. При этом следует из общей массы отходов отбирать материал, не содержащий коры, формировать из него пачки и обрезать их по формату, соответствующему размерам магазина древошерстного станка. Строгают пакеты на серийно выпускаемом станке СД-4А или подобном. По договоренности с потребителем можно поставлять стружку большей влажности, чем по стандарту. В этом случае стружка не сушится, а только выдерживается определенное время в производственном помещении. Размеры упаковочной стружки: по длине 300-450 мм, по ширине 1,5-5,0 мм, по толщине 0,2-0,5 мм.

Отходы в виде обрезков сухого шпона являются ценным сырьем для получения древесных частиц, применяемых в производстве пресс-масс МДПК (пресс-крошка). Технологический процесс включает в себя подготовку отходов к переработке, их измельчение и сортировку, создание промежуточного запаса и дозированной выдачи частиц в производство. Размеры древесных частиц согласно ГОСТ 11368 - 79 указаны в табл.10.9.

Для измельчения применяют молотковые дробилки, наиболее распространена дробилка КДУ-М. Как и при других способах измельчения, точные размеры частиц в дробилке не достигаются, поэтому обязательна последующая сортировка в эксцентриктовых грохотах. Хранение запасов - в серийных бункерах типа ДБО.

10.9. Размеры древесных частиц для пресс-крошки

Марка продукции	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм
МДПК-Б	80	5	1,8
МДПК-Б ₁	50	8	1,8
МДПК-Б ₂ и МДПК-Б ₄	80	10	0,6
МДПК-Б ₅	50	5	1,8

10.3.4. Переработка кусковых отходов в товары хозяйственного и культурно - бытового назначения

Из кусковых отходов фанерного производства предприятиями отрасли изготавливается свыше 60 наименований различной продукции:

- разделочные доски для пищевых продуктов;
- заготовки для настенных (навесных) вешалок;
- комплекты заготовок для посылочных ящиков;
- планки для детских санок;
- подрозетники;
- пучинные карточки для железных дорог;
- ярлыки для маркировки грузов;
- вкладыши и планки для намотки рулонных материалов и пр.

Во всех случаях основная операция заключается в отборе отходов, которые удовлетворяют размерам и качественным показателям на продукцию, особенно в части допуска сучков, грибных окрасок, ложного ядра и т.п. Основным видом оборудования здесь является круглопильный станок для смешанной распиловки типа Ц-6. Могут потребоваться сверлильный станок типа СВП, шлифовальный ШЛПС, фрезерный ФЛ. Широко применяются собственные разработки предприятий и ручной электрифицированный инструмент.

Из обрезков шпона наиболее массовой продукцией являются палочки для мороженого, медицинские шпатели и различные заготовки из шпона. Технологический процесс при этом предусматривает отбор кусков, вырубание полос шпона заданной ширины, рубку палочек из полос, сушку и шлифование палочек, их сортировку и упаковку. Соответствующая схема показана на рис.10.8.

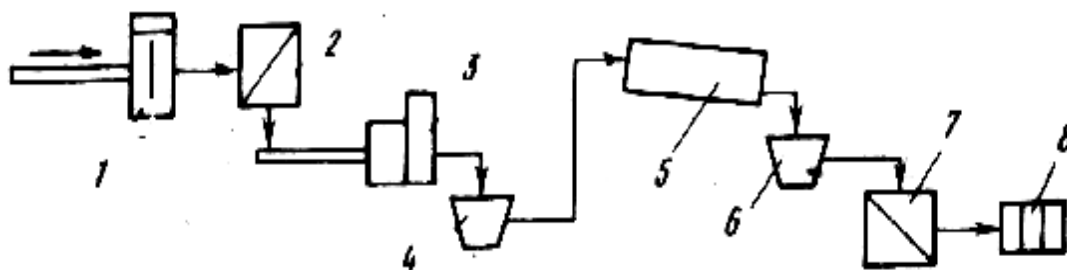


Рис.10.8. Схема изготовления палочек для мороженого и шпателей: 1 - гильотинные ножницы, 2 - подстоечное место, 3 - делительный станок или штамп, 4, 6 - лоток или контейнер, 5 - сушильно - шлифовальный аппарат, 7 - сортировочный стол, 8 - упаковочная машина.

Сушильно-шлифовальный аппарат представляет собой вращающийся барабан, обтянутый шлифовальной лентой и сеткой и снабженный системой циркуляции подогретого воздуха. При использовании сухого шпона процесс идет без сушки. Сортировка и упаковка проводится вручную или с использованием специальной машины модели 19 итальянской фирмы “Лаффи”. Объем производства палочек для мороженого в системе бывшего Главфанспичпрома в 1987 году составил около 2 млрд. штук.

В целом же нужно отметить, что объем использования кусковых отходов значительно меньше, чем крупномерных. Примерно 60% из них расходуется на топливо, поэтому здесь имеются еще огромные резервы для получения предприятиями дополнительной прибыли.

10.4. Переработка мягких отходов

10.4.1. Переработка отходов для производства древесных плит

Наибольший интерес для производства плит представляют опилки, образующиеся при разделке фанерного сырья и форматной обрезке фанеры. Исследования показали, что опилки можно применять во внутреннем слое древесностружечных плит в объеме до 50% без потери прочности и снижения других показателей ДСтП. Для этого необходимо наладить сбор опилок, обеспечить удаление металлических включений с помощью железоотделителей, сортировку в СЩ-1М или отсевах типа ДРС-1М с целью удаления крупных частиц (сколов) и пыли.

В производстве пятислойных плит можно использовать такое соотношение объемов: 1/3 - средний слой из опилок или станочной стружки, 1/3 - промежуточный слой из специальной стружки и 1/3 - наружные слои из тонкой стружки, микростружки и древесной пыли.

В зарубежной практике широкое распространение получила технология переработки опилок, станочной стружки и отсева щепы в волокно для наружных слоев плит путем размола на рафинерах, дефибрерах. Однако распространение этого опыта сдерживается большой энергоемкостью процесса размола. Лучшие результаты достигаются при переработке этих отходов на дробилках и мельницах, вырабатывающих специальную тонкую стружку или микростружку. При переработке опилок на молотковой дробилке или шаровой мельнице частицы уменьшаются по толщине и ширине в 2-3 раза по сравнению с опилками, но имеют исходную длину.

Представляют товарную ценность и такие отходы, как мельчайшие частицы и древесная пыль. Если такие частицы не содержат коры в виде включений размером более 1 мм, то для наружных слоев они не менее эффективны, чем специально изготовленная микростружка или волокно. Технология переработки опилок, станочной стружки и пыли требует применения специального оборудования - закрытой пневмосистемы для сбора отходов, специальных циклонов для отделения пыли в две стадии, малых бункеров для хранения частиц и пыли. При параллельном изготовлении фанерной продукции и древесностружечных плит такая утилизация может оказаться вполне рентабельной.

10.4.2. Использование отходов для гидролиза, пресс-масс и пресс-изделий

Сырьем, пригодным для гидролизного производства (спиртовой, дрожжевой и фурфурольный профили), являются опилки, получаемые при разделке древесного сырья. Опилки не должны содержать более 8% коры, 5% гнили и 0,5% минеральных включений. Сортировка опилок должна осуществляться с использованием верхнего сита с отверстиями 30-35 мм и нижнего - не более 3-6 мм. Очень важен породный состав опилок. Для дрожжевого производства породный состав опилок не регламентируется, для фурфурольного пригодны только опилки лиственных пород, а для спиртового - допустима смесь хвойных (не менее 70%) и лиственных пород. В производстве пищевого ксилита опилки должны быть только из березовой древесины или с примесью осины до 10% .

Более широко опилки и станочная стружка используются для выработки пресс-масс и пресс-изделий. В соответствии с ГОСТ 11368 - 79 из опилок лиственных и хвойных пород и их смеси, имеющих размеры по длине не более 4,5 мм и по толщине не более 1,8 мм могут быть получены пресс-массы марок МДПО-Б и МДПО-В. Из станочной стружки и из ее смеси с опилками, имеющие длину не более 15 мм, ширину не более 5 мм и толщину не более 12 мм, получают пресс-массу МДПС-М. Первые две марки пресс-масс пригодны для производства различных конструкционных деталей в машиностроении, а также сидений стульев, рукояток инструментов, погонажных изделий. Пресс-масса МДПС-М нашла применение в производстве подоконных досок (с облицовкой пленками), отделочных деталей мебели и игрушек.

Технологический процесс близок к производству ДСтП, особенно в части подготовки осмоленной стружки. Производство пресс-массы МДПО-В освоено, например, на Уфимском ДФК. Особенностью производства является автоматическое дозирование всех компонентов и организация прессового отделения для изготовления готовых изделий - втулок, вкладышей, шкивов, роликов и т.п.

Производство из опилок *пъезотермопластика* освоено на Костромском ФК. Здесь нет участка клееприготовления, но имеется участок автоклавов для обработки опилок паром при температуре 170 - 180 °С и давлении 1 МПа. Через 2 часа обработки массу при влажности 100 - 130% направляют через циклон в приемник. Полученные при такой обработке опилки имеют коротковолокнистую структуру. Содержание лигнина и целлюлозы количественно не изменяется, а содержание пентозанов падает в 5-7 раз. Частицы несколько уменьшаются в размерах и приобретают темно-коричневый цвет. Затем масса сушится в барабанных сушилках, проходит отделение крупных частиц в сите - бурате, смешивается в смесителе с водой и олеиновой кислотой и формуется в пресс-формах в брикеты, которые в горячем прессе прессуются до окончательной толщины при давлении 150 МПа и температуре 160 °С. Полученные плитки охлаждают и выдерживают не менее суток, затем шлифуют, снимают облой и фаски. Плитки используют для покрытий пола и других целей, их цвет может регулироваться добавкой цветного порошка в пресс - формы. Форма плиток может быть квадратной, прямоугольной или шестигранной.

На Киевском ДОКе освоено производство *тырсолита и паркелита*. Смесь опилок и станочной стружки (для паркелита) и древесной пыли (для тырсолита)

отделяется от крупных частиц, сушится до влажности 4-10 %, смешивается со связующим и прессуется. Тырсолит получают между плитами пресса в виде листов толщиной до 8 мм, а паркелит - в пресс-формах в виде плиток 300 x 300 мм, толщиной 18 мм. Свойства описанных материалов указаны в табл.10.10.

10.10. Свойства продукции из опилок

Показатель	Пластик из МДПО	Пьезотермо-пластик	Тырсолит и паркелит
Плотность, кг/м ³	1200 -1380	1350-1430	950 -1100
Предел прочности, МПа			
при статическом изгибе	49 -80	25 - 40	23 - 28
при сжатии	98 - 108	60 -80	-
при растяжении	-	20 -25	-
Твердость по Бринеллю, МПа	2 - 3,1	1,5 - 1,9	0,9 - 1,2
Водопоглощение, %	2 - 3	2- 4	15 - 45
Разбухание по толщине, %	0,4 - 1,0	2 - 4	10 - 25

10.4.3. Использование отходов как топлива

Возможны два способа использования мягких отходов в виде топлива - сжигание вместе с щепой и дробленкой или в самостоятельном потоке. Однако наличие мелкой фракции (опилок и пыли) резко снижает производительность и КПД топок и сушильных агрегатов, повышает их пожароопасность. Поэтому широко применяется модернизация существующих топок и систем топливоподачи путем перевода их на факельный или факельно - вихревой способ сжигания смеси мягких отходов с газом или мазутом. Такой опыт имеют Усть-Ижорский ФК и ПДО “Житомирдрев”, Таганрогский МК и другие предприятия.

В последние годы мягкие отходы все шире используют на топливо в виде *брикетов* или *окатышей* для квартирных печей и каминов (табл.10.11). Плотность брикетов в 2,5 - 3 раза выше, чем у исходного материала, поэтому требуются меньшие емкости для хранения и транспортировки, достигается повышенная температура горения, не требуются системы дозирования и взвешивания. Наиболее широко производство брикетов распространено в США, Японии, Западной Европе.

Предпочтительная форма брикетов - цилиндрическая или шашечная, так как она требует более простой брикетирующей установки. Цилиндрические могут изготавливаться с внутренним отверстием диаметром 13 - 17 мм, что повышает интенсивность горения. Для этой же цели в смесь прессуемых отходов вводят специальные добавки (1,5 - 3%).

Схема производства брикетов показана на рис. 10.9. По такой схеме используются отходы на Таллинском ФМК, имеющем импортную установку из Финляндии. Имеет перспективы и производство топливных брикетов - окатышей диаметром 3 - 12 мм и длиной 6 - 25 мм, причем начальная влажность сырья может быть до 35%.

10.11. Характеристики брикетного топлива на основе мягких отходов.

Параметр	США, Англии и других стран		Стран СНГ	
	Цилиндрические	Шашечные	Цилиндрические	Брусковые
Длина, мм	300	15 - 20	400	60 - 160
Диаметр, мм	100	80	52	-
Сечение, мм	-	-	-	45...80 x 20...50
Плотность, кг/м ³	1000-1300	1100-1300	1150-1300	1000-1100
Масса, кг	До 2,5	До 0,25	1,05	До 0,5
Калорийность, дж/кг	До 18	До 19	До 16,7	До 15,6
Зольность, %	0,8	0,75	0,83	0,84

Параметры прессования брикетов указаны в табл.10.12.

10.12. Параметры прессования топливных брикетов

Давление прессования, МПа,	
минимальное	30
оптимальное	50 - 100
Влажность исходного материала, %,	
максимальная	16 - 28
оптимальная	6 - 15
Температура нагрева, °С,	
допустимая	80 - 125
рекомендуемая	150 - 200

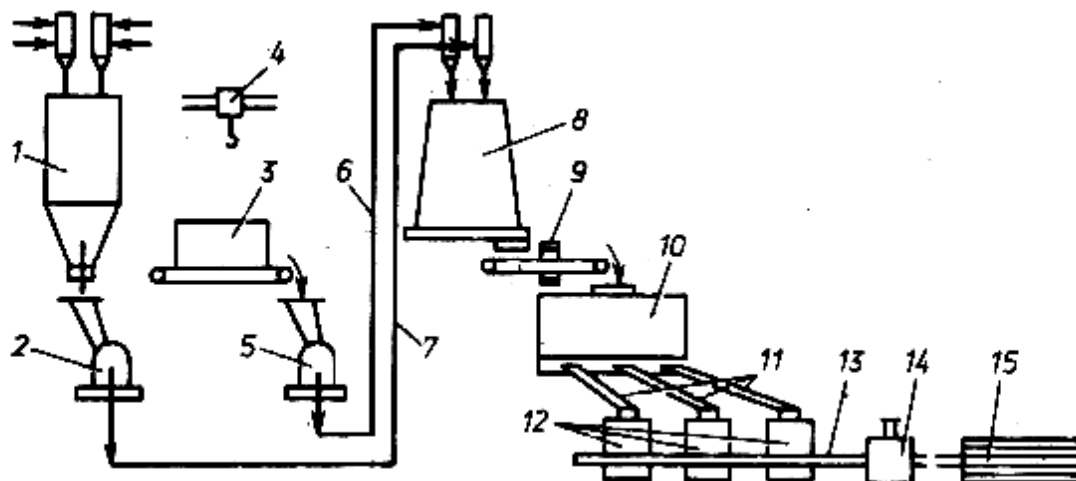


Рис. 10.9. Схема брикетирования мягких отходов: 1 - бункер для сбора отходов, 2 - мельница, 3 - контейнерная эстакада, 4 - тельфер, 5 - дробилка, 6, 7 - пневмоконвейеры, 8 - бункер-накопитель отходов, 9 - железоотделитель, 10 - расходный бункер, 11 - дозирующие шнеки, 12 - брикетирующие прессы, 13 - конвейер, 14 - брикетный делитель, 15 - упаковочная площадка

10.5. Переработка и использование коры

Кора может использоваться во внутреннем слое трех - и пятислойных стружечных плит. При отсутствии окорки измельчению подлежит шпон - рванина с корой, а при наличии окорочных станков - самостоятельный поток коры. Исследования ЦНИИФ показали, что трехслойные плиты при любом содержании коры во внутреннем слое в 1,2 - 1,5 раза прочнее, чем однослойные. Во внутреннем слое может содержаться до 40 - 50% измельченной березовой коры. Несколько худшие результаты дает осиновая кора, для которой приходится увеличивать содержание связующего с 9 - 9,5% до 10,5 - 11% во внутреннем слое (от массы абсолютно сухой древесины).

Шпон - рванина может содержать до 30 - 35% коры. Она измельчается сначала на барабанных рубительных машинах, а затем на центробежных стружечных станках ДС-5 или ДС-7. При этом наблюдается повышенное содержание мелких частиц и пыли, на 40 - 50% состоящих из коры. После отсортировывания этих фракций содержание коры в стружке уменьшается до 20 - 25%, что благоприятно влияет на все физико - механические показатели плит.

Использование коры, отбираемой непосредственно от окорочных станков, не получило промышленного применения из-за сложностей технологии. По данным ЦНИИМОД, наиболее целесообразно перерабатывать такие отходы путем однократного измельчения в специальных корорубках, мельницах или дробилках (табл.10.13). Как показали исследования, полученный продукт при переработке коры хвойных пород содержит не более 7 - 13% крупной фракции (- / 7) и 13 - 15% мелкой фракции (1/0) и вполне пригоден для использования в плитном производстве.

10.13. Оборудование для измельчения коры

Параметр	Корорубка КР-6	Мельница	
		МК-5-1	МК-10
Производительность, пл.м ³ /ч	6	5	10
Диаметр ротора, мм	540	600	1000
Количество, шт.:			
ножей	2	4	8
бил	17	24	32
контрножей	2	24	32
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	950	1500	735
Мощность привода, кВт	40	55	75
Размеры, (L x B x H), м	1,64 x 1,06 x 1,39	2,15 x 0,9 x 2,0	2,21 x 1,24 x 1,55
Масса, кг	2 400	2 400	3 300

Кора является также объектом *химической переработки*. Из березовой и осиновой коры получают фармакопейную смолу и деготь. Традиционная технология предусматривает сухую перегонку соковой бересты без доступа воздуха при высокой температуре. Однако соковая береста является дефицитным продуктом, а сама технология отличается тяжелыми условиями труда. Учитывая необходимость химической переработки отходов окорки в фанерном производстве в ЛТА

разработан способ получения дегтя методом газификации коры и последующей термообработки смол.

Подготовка коры к газификации заключается в удалении металлических включений и посторонних примесей, измельчении коры и отделении от нее луба. Последняя операция проводится методами флотации (береста легче воды), просеивания (частицы луба имеют меньшие размеры), либо пневмосепарации (частицы луба, как более тяжелые, оседают в начале камеры). Лучшие результаты обеспечивает последовательная работа механического отделителя и пневмосепаратора.

Некоторые фанерные предприятия осуществляют заготовку коры и поставляют ее как полуфабрикат на специализированные предприятия в соответствии с ТУ 13 - 707 - 83 на бересту. Наибольший опыт химической переработки бересты накоплен в ПО "Киевдревпром", имеющем установку по производству дегтя мощностью до 5 т. Выход дегтя составляет 25% от массы сухой бересты, численность рабочих - 3 чел.

Луб, содержание которого в березовой коре составляет 60 - 80 %, может перерабатываться в муку, пригодную в качестве наполнителя к синтетическим клеям взамен дефицитной древесной муки. Процесс состоит из сушки луба до влажности 4 - 8 % и размола на мельнице до однородной мелкой фракции, близкой к древесной муке №140 по ГОСТ 16361 - 80. Частицы муки имеют не плоскую, а овальную форму, но это не отражается на качестве клея и фанеры. Оптимальное количество наполнителя - 4 %.

Кора является очень важным *топливным ресурсом*. Гипродревом и рядом других организаций создан типовой комплект оборудования и проект участка подготовки коры к сжиганию производительностью до 3 т/ч (рис.10.10).

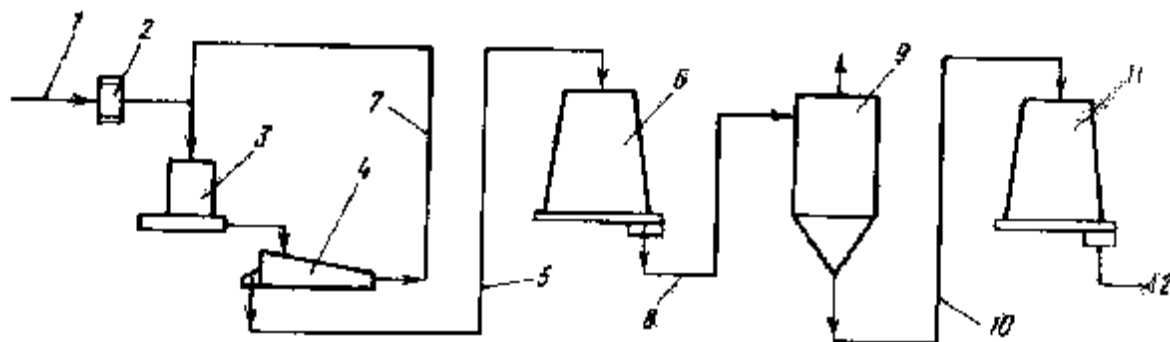


Рис.10.10. Схема подготовки отходов окорки как топлива: 1 - конвейер для отходов окорки, 2 - металлоискатель, 3 - мельница, 4 - виброгрохот, 5,8,10 - конвейеры кондиционной щепы; 6,11 - бункеры - накопители коры, 9 - сушильный агрегат

Сушка коры возможна по двум вариантам - в циклонно-спиральной сушилке отходящими газами котельной или в топочно - сушильном агрегате в комбинации с барабаном. В первом случае кора имеет влажность 50 - 60% и подается в топку. Во втором случае примерно половина коры подается в бункер как товарная, а вторая половина направляется в топку котлоагрегата, где сжигается, а газы подаются в циклонно - спиральную сушилку.

Отходы окорки, как и мягкие отходы, чаще используются для получения *топливных брикетов*. На Кировской лесобазе силами КирНИИЛП введен в эксплуатацию участок мощностью 5,4 тыс. т брикетов в год с численностью три человека в смену. После металлоискателя ЭМИ-64П кора измельчается в две стадии - сначала в барабанной корорубке, затем в центробежной дробилке. Сушат кору в барабанной сушилке со спиральной приставкой и топкой, использующей ту же сухую кору. Второй поток сухой коры с помощью шнекового делителя подается в пресс модели Б-8230. Готовые брикеты размером 160 x 68 x (20 - 30) мм проталкиваются в бункер - накопитель для отгрузки потребителю.

Плотность брикетов составляет 1000 - 1100 кг/м³, предел прочности при изгибе - 1,5 МПа, теплота сгорания 16 - 17 Дж / кг, что не ниже, чем у топливных брикетов из мягких отходов.

В зарубежной практике кора, как и мягкие отходы все шире перерабатывается не в брикеты, а в окатыши. Измельченная и подсушенная до 35% кора прессуется в окатыши, причем во время прессования за счет сил трения влажность материала дополнительно понижается на 15 - 20%. Используемые в США установки имеют мощность до 7,7 т/ч, теплота сгорания окатышей из коры не ниже 14,6 Дж/кг.

Наиболее массовое применение кора может найти в качестве *удобрения*. В коре содержится до 60% лигнина, который со временем может перейти при определенных условиях в гумус. Кора богата различными питательными веществами и разлагается быстрее опилок, она имеет высокую пористость и влагоемкость. Кора быстро накапливает и хорошо удерживает влагу, имеет высокое содержание органических соединений.

Опыт использования коры как удобрения накоплен в ПО "Кировмебель", Красноярском ЛПК, Костромском ФК. Измельченную кору складывают с добавками, содержащими азот и фосфор, в результате чего образуется компост, способный конкурировать по эффективности с другими удобрениями.

Глава 11. Склеивание массивной древесины

Под массивной древесиной понимают пиломатериалы и заготовки, которые путем склеивания могут превращаться в погонажные изделия, клееные щиты и столярные плиты, детали деревянных конструкций и многое другое. Организация цеха клееной продукции на лесопильно - деревообрабатывающем предприятии требует наличия качественной камерной сушки пиломатериалов до влажности не более 10% и производственного помещения с температурой воздуха не ниже 15 °С. При этом возможно решение целого ряда задач по более полной переработке пилопродукции, в частности:

- а) переработка короткомерных пиломатериалов и отпада от экспорта на заготовки целевого назначения
- б) получение из тонких боковых досок заготовок требуемого сечения
- в) сокращение числа градаций по длинам, упрощение операций сортировки и пакетирования пиломатериалов
- г) поставка заказчикам конструкционных пиломатериалов заказных длин
- д) получение из некондиционных досок брусьев большого сечения, для которых не хватает толстомерного сырья
- е) более рациональное использование низкосортных пиловочных бревен с применением специальных методов раскряя;
- ж) увеличение выхода продукции за счет использования развальных способов раскряя бревен.

11.1. Сращивание древесины по длине

Клееная продукция может быть получена с использованием всех трех видов склеивания - по длине, ширине и толщине. Для ряда видов продукции, называемой погонажные изделия (доски пола, обшивка, поручни, плинтусы и т.п.), особенно важным является склеивание по длине (сращивание), которое позволяет к тому же наилучшим образом использовать короткомерные и низкосортные пиломатериалы.

Для этих целей можно использовать склеивание впритык гладко опиленными торцами, сращивание на ус или на зубчатый шип (рис. 11.1).

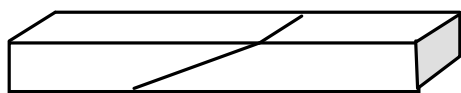
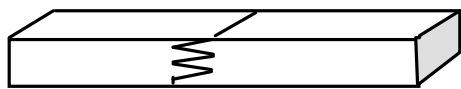


Рис.11.1. Три вида соединений древесины по длине



Торцовое соединение впритык дает низкую прочность (10- 15% от прочности цельной древесины) и применяется как монтажное склеивание или для деталей, не испытывающих эксплуатационных нагрузок. Этой прочности достаточно для перемещения и обработки склеенных

деталей на круглопильных и продольно - фрезерных (строгальных) станках. Возможные области применения соединений впритык - изготовление рамок щит-

товых дверей, щитовых деталей встроенных шкафов, кухонной мебели и других изделий, где всю нагрузку воспринимает облицовка.

Усовые соединения могут обеспечивать до 100% прочности цельной древесины при изгибе, но требуют повышенного расхода материала, так как длина уса должна составлять 10 - 15 толщин материала. Это не позволяет применять эти соединения для утилизации коротких отрезков досок. Возможно применение усовых соединений при изготовлении авиационных деталей, деталей корпуса деревянных судов, весел, тетив пожарных лестниц и других высоконагруженных деталей, как правило, не содержащих значительных сучков.

11.1.1 Характеристика зубчатых соединений

Зубчатые соединения (ГОСТ 19414 - 90) занимают по прочности промежуточное положение между соединениями впритык и усовыми. Профиль зубчатых шипов показан на рис.11.2 .

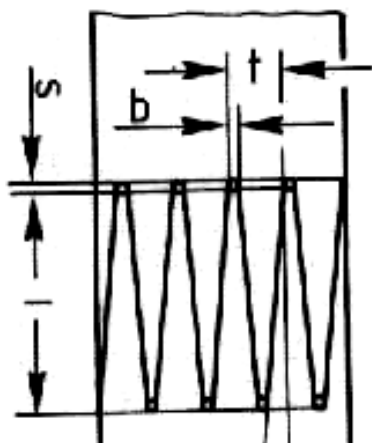


Рис. 11.2. Зубчатое клеевое соединение (l - длина шипа, t - шаг соединения, b - затупление шипа, s - зазор в стыке).

Основные достоинства зубчатых соединений - минимальные потери древесины, технологичность и относительная простота формирования шипов, способность самозаклинивания при действии торцевого давления и способность сохранять давление вне пресса.

Относительная прочность соединения зависит от параметров соединения (табл.11.1).

11.1. Параметры зубчатых соединений

Длина шипа, l мм	50	32	20	10	4
Шаг шипа, t мм	12	8,0	6,2	3,8	1,6
Затупление, b мм	2	1,0	1	0,5	0,2
Зазор в стыке S , мм	Не более 5% длины шипа				
Максимальное торцевое давление, МПа	4	8	10	12	13
Относительная прочность, %	75	75	65	65	65

Различают конструкционные соединения, используемые в нагруженных деталях, и неконструкционные, для которых расчет на прочность не производится. В первом случае шипы нарезают по пласти заготовки и соединение называют вертикальным, так как шипы ориентированы в вертикальной плоскости. В этом случае влияние крайних шипов, которые несколько отгибаются при запрессовке соединения, на прочность при изгибе оказывается незначительным. Во втором случае более рационально применять нарезку шипов по кромке заготовки, что дает более декоративное (горизонтальное) соединение (рис. 11.3).

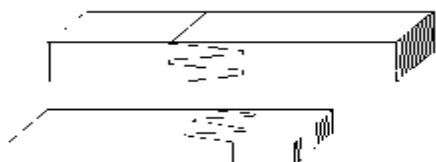


Рис. 11.3 Горизонтальное и вертикальное зубчатые соединения.

Для уменьшения влияния отгиба шипов на прочность соединения крайние шипы можно делать более толстыми. Прочность соединения в этом случае может составить 40 - 50% от прочности цельной древесины на изгиб. Условное обозначение зубчатого соединения включает его вид и геометрические параметры, например:

В-50x12x2 ГОСТ 19414-90 (вертикальное с длиной шипов 50мм, шагом 12 мм и затуплением 2 мм);

Г-20x6,2x1,0 ГОСТ 19414-90 (горизонтальное с длиной шипов 20 мм, шагом 6,2 мм и затуплением 1,0 мм).

Точность выполнения шипов должна соответствовать 13-му качеству по ГОСТ 6449.1-82, а параметр шероховатости склеиваемых поверхностей не должен превышать $Rm_{max}200$ по ГОСТ 7016-82. Склеивание нужно производить не позднее чем через 24 часа после формирования шипов.

Затупление шипов является следствием конструкций фрез, формирующих шипы. Зазор в стыке является обязательным для деталей конструкционного назначения, так как он гарантирует плотное прилегание склеиваемых поверхностей.

Влияние зубчатых соединений на прочность можно сравнить с влиянием сучков в реальных пиломатериалах. Установлено, например, что в досках 1-го сорта допускаемые пороки могут снижать прочность при изгибе примерно на 25%, а в досках 3-го сорта - даже на 40%. Поэтому клееные пиломатериалы могут быть допущены к использованию наравне с неклееными. В зависимости от длины шипов рекомендуются следующие области применения соединений (табл.11.2).

11.2. Рекомендуемые области применения зубчатых клеевых соединений.

Вид продукции	Длина шипов, мм				
	5	10	15	20	32
Детали решетчатой мебели	+	+	+	-	-
Детали оконных переплетов	+	+	+	-	-
Детали балконных дверей	-	+	+	+	-
Детали дверных и оконных коробок	-	+	+	+	-
Детали чистых полов	-	+	+	+	-
Наличники, плинтусы	+	+	+	-	-
Обшивка стен	+	+	+	+	-
Поручни	-	+	+	+	-
Лаги	-	-	+	+	+
Детали спецтары	-	+	+	+	-
Детали полов вагона	-	-	-	+	+
Детали обшивки кузовов автомобилей	-	-	-	+	+
Детали настилов ролл-трейлеров	-	-	-	-	+
Детали полов контейнеров	-	-	-	+	+
Детали каркасов стеновых панелей	-	-	-	+	+
Детали стропил и межэтажных перекрытий	-	-	-	-	+

11.1.2. Технологический процесс сращивания

Сырьем для сращивания обычно являются короткомерные и низкосортные пиломатериалы влажностью не более 15%. В производстве крупномерных изделий сращиванию подлежат доски большой длины (до 6 м). Минимально допустимая длина составляет от 0,1 до 0,5 м в зависимости от используемого оборудования и качества сырья. Средняя длина может быть очень различной, но обычно колеблется в диапазоне $1 \pm 0,5$ м. Некоторое импортное оборудование, предназначенное только для сращивания короткомерных пиломатериалов, устанавливает максимальную длину заготовок до 1 м.

Подготовка сырья к склеиванию заключается в формировании сушильных пакетов и камерной сушке досок. Качество их должно соответствовать требованиям на изделие. Дополнительно следует обращать внимание на то, чтобы в зоне фрезерования не было сучков диаметром более 5 мм, прорости, смоляных кармашков, червоточины и трещин. Сучки, допускаемые в изделии, должны находиться от кончиков шипов не ближе, чем на расстоянии трех диаметров сучков (диаметр измеряется между касательными, перпендикулярными продольной оси отрезка). Заготовки должны быть рассортированы по породам, так как смешение пород в одной клееной детали не допускается. Разница во влажности сращиваемых заготовок не должна превышать 6%. Заготовки, склеенные по длине при высокой влажности, могут быть в последующем высушены до эксплуатационной влажности по нормальным и мягким режимам.

Клеи, используемые для погонажных изделий, выбираются в соответствии с условиями эксплуатации продукции: для внутреннего использования - поливинилацетатные (влажность древесины не более 12%), казеиновые и карбамидные, для наружного использования - фенольные и фенолорезорциновые.

Технологический процесс изготовления включает следующие операции:

1) *Продольный раскрой*. Выполняется с целью прирезки досок на заданную ширину. В пакете пиломатериалов после сушки могут быть доски различных ширин, а также доски, содержащие обзол. Поэтому первой операцией должно быть формирование ширины и удаление дефектных участков на прирезных станках. Уменьшение ширины доски может также уменьшить общую покоробленность заготовки.

2) *Поперечный раскрой досок*. Необходим для вырезки недопустимых дефектов, в том числе и покоробленной части заготовок. Использоваться могут специализированные линии раскроя, автоматы, работающие по предварительной разметке, или станки общего назначения. Отечественная промышленность выпускает широкую гамму торцовочных станков. Наряду с традиционными станками (ЦПА-40, ЦМЭ-2, ЦКБ-40) имеются легкие торцовочные станки, например, марок ТСП-2, ТСП-1 с нижней пилой, ЦТМ-20 с верхней пилой (рис.11.3)

При поперечном резании должна быть обеспечена перпендикулярность реза - отклонение плоскости торца от прямого угла не должно превышать 3 мм для любого сечения доски

Табл.11. 3. Характеристики торцовочных станков для подготовки пиломатериалов к сращиванию:

Параметр	ЦМЭ-3К	ТСП-2	ТСП-1	ЦТМ-20
Толщина материала, мм	20-150	До 75	15-75 (100)	5-75
Макс. ширина материала, мм	400	150 - 250	450 (500)	20-200
Миним. длина материала, мм	320	400		300
Макс. диаметр пилы, мм	360	355		315 (250)
Установленная мощность, кВт	2,2	4,0	4,0	3,0 (2,2)
Габаритные размеры, м	6,35*) x 1,23 x 1,7	0,78 x 0,99 x 1,2	0,59 x 1,0 x 1,3	0,70 x 0,39 x 0,50
Масса, кг	750	272	285	50
Изготовитель (поставщик)	Кировский станкоза- вод	ЦНИИМОД		

*) вместе со столами

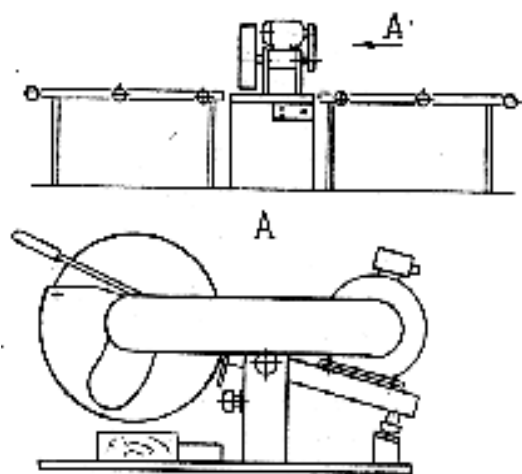


Рис.11.4. Общий вид станка ЦТМ-20

На крупных предприятиях имеет смысл использовать современные линии торцевания, оснащенные микропроцессорной техникой, реагирующей на метки, сделанные специальным мелом (флюоресцентным карандашом). После того как рабочий отметит места вырезки, измерительная станция с помощью фотодатчика и счетчика импульсов определяет длину доски и фиксирует метки, затем передает всю информацию в

компьютер, который может работать по одной из следующих программ:

- соблюдение только заданной спецификации длин;
- получение максимального объемного выхода заготовок без учета их качества;
- получение заготовок оптимального качества;
- получение заготовок максимальной стоимости (каждой заготовке определенно-го сорта и размера предварительно задается цена);
- раскрой с учетом последующей зарезки зубчатых шипов (несколько увеличивается зона вырезки около сучков с тем, чтобы завиток не попадал в зону шипа).

Подобные линии имеют точность позиционирования до 0,1 мм и скорость подачи до 150 м/мин. Ниже в табл. 11.4 даны характеристики линий оптимизированного раскроя пиломатериалов серии Opticut фирмы Dimter (ФРГ)

В тех случаях, когда главным является не внешний вид заготовок, а их прочность (например, для элементов строительных конструкций), можно использовать аналогичные линии с узлом оценки прочности доски и автоматической отметкой слабых мест, которые затем выпиливаются на торцовой пиле.

Табл. 11. 4. Характеристики линий оптимизированного раскроя пиломатериалов ф. Димтер

Параметр	Opticut S 75	Opticut 100	Opticut 204	Opticut 300
Макс. длина материала, м	До 4,5 (6,3)	3,3 (6,3)	3,3 (6,3)	
Миним. начальная длина , м		0,4	0,4	
Длина после раскроя, мм	min. 50		130	
Размеры поперечного сечения, мм	10 x 20 ... 160 x 240	15 x 40 ... 100 x300	12 x 30 ... 80 x 150	
Точность позиционирования, мм	± 0,5	± 0,5		0,8 - 1,5
Макс. скорость подачи, м/мин	60	90		230 (170)
Время цикла пиления, с		2,0	0,6	1,0
Диаметр пилы, мм		500	500	
Мощность пиления, кВт	7,5	3,7		5,5 (7,5)
Установленная мощность , кВт	9,7	5,7		
Производительность, м/смену		5000	8000 - 12000	11000 - 15000



Рис.11.5. Общий вид линий оптимизированного раскроя пиломатериалов Opticut

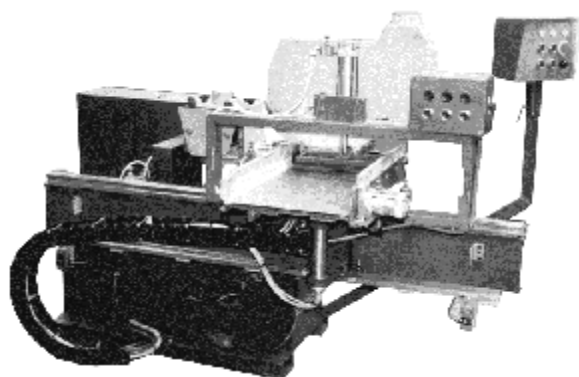
3) *Формирование зубчатых шипов.* Отечественная промышленность выпускает специальные станки для резки зубчатых шипов (табл.11.5).

Данные станки имеют фрезерный суппорт, настраиваемый по высоте, и каретку с ручным приводом. Зарезать можно горизонтальные или вертикальные шипы. Во втором случае требуется большая высота набора инструмента (не менее ширины заготовки). При этом появляется возможность резки шипов в пакете заготовок, торцы которых выравнены по направляющей линейке. После резки одного торца рабочий переворачивает пакет, выравнивает вторые торцы и повторяет цикл резки шипов. Особенностью настройки шипорезов является то, что необходимо обеспечить смещение профиля шипов на 1/2 шага на правой и левой сторонах заготовки.

Наиболее современным из отечественного оборудования является станок ШС-6 (рис.11.6), имеющий пильный и фрезерный суппорты и автоматизированную подачу каретки с заготовками.

Табл. 11.5. Характеристики шипорезных станков с кареткой для формирования зубчатых шипов

Параметры	ШС	ШС-2	ШС-6	СФШ-001
Длина заготовки, мм	350-1000	Миним. 200	180-800	-
Ширина заготовки, мм	40-140	250	40-140	150
Толщина заготовки, мм	20-70	40-120	20-70	До 80
Частота вращения пилы, об/мин	-	3000	3000	-
Частота вращения шпинделя, об/мин	5800	6000	6000	4500
Наружный диаметр фрезы, мм	-	125	160	160
Посадочный диаметр пилы / фрезы, мм	-	50 / 40	-	32
Установленная мощность, кВт	4,0	5,5	6,5	4,0
Габаритные размеры, м	1,04 x 1,03 x 1,25	2,03 x 0,75 x 1,3	2,37 x 1,41 x 1,42	1,05 x 0,66 x 1,2
Масса, кг	300	410	770	300
Завод-изготовитель	Новозыбков- ковский станкоза- вод	"Савма", г. Кимры	Липецкий станкоза- вод	"Бакаут", Новгород

*Рис.11.6 Общий вид шипорезного станка ШС-6*

Режущим инструментом являются сборные или цельные фрезы, двух- или четырехрезцовые. Наиболее часто используют минишпы с длиной 10 мм.

4) *Нанесение клея на шпы.* Часто используют ручное нанесение (окунание). Имеются также клеенаносящие станки с гребенкой, повторяющей профиль шипов и находящейся в ванне с клеем. Для регулирования расхода клея имеется заслонка такого же профиля. Зазор между ней и гребенкой устанавливается из расчета расхода клея не менее 400 г/м^2 площади клеевого соединения. Предпочтительным является двухстороннее нанесение клея. Линии фирмы ГреКон предусматривают нанесение клея методом распыления после формирования шипов на втором торце, при этом клеенаносящий узел расположен непосредственно на шипорезном станке. В других линиях клеенаносящий профильный ролик располагают на прессе для срачивания.

5) *Сборка и запрессовка соединения.*

Проводится в пневматических или гидравлических прессах, обеспечивающих необходимое усилие прессования, которое зависит от длины шипа (табл. 11.1).

При сечении пиломатериалов 50 x 100 мм торцовое усилие при длине шипов 10 мм составит $12 \text{ МПа} \cdot 50 \cdot 100 = 60\,000 \text{ Н}$ ($\cong 6$ тонн).

Технология сращивания предусматривает два варианта получения длинных заготовок:

а) запрессовка в бесконечную ленту и отпиливание на заданную длину клееной детали. В этом случае давление запрессовки приходится прикладывать через пласти заготовок (рис.11.7). Такой вариант необходим при изготовлении крупногабаритных изделий, например, деталей строительных конструкций.

б) соединение (наживление) заготовок без приложения давления или с небольшой подпрессовкой до получения нужной длины, отпиливание в заданный размер и прессование с приложением торцового усилия к сращенной заготовке (двухстадийная запрессовка). В этом варианте нельзя получить точную длину клееной продукции после пресса, так как число стыков может быть разным и уменьшение длины после выборки всех зазоров будет разным для разных заготовок. При использовании минишипов это не является существенным недостатком.

Соответственно этим вариантам различают и конструкции прессов. К прессам первого типа относятся прессы ПТ-85 и ПС-250 (рис.11.7).

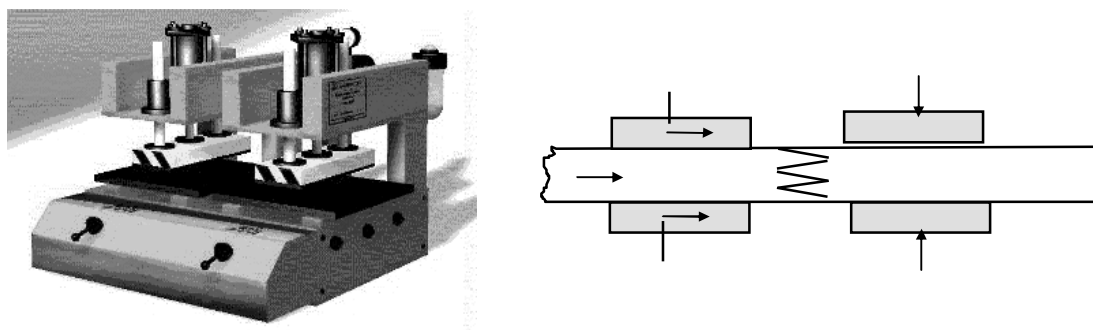


Рис.11.7. Схема работы торцового пресса для сращивания пиломатериалов и общий вид пресса ПС-250 (ЗАО Простор)

Торцовочный пресс ПТ - 85 конструкции ЦНИИМОД предназначен для работы в составе автоматической линии сращивания и имеет подвижный и неподвижный прижимы, горизонтальные пневмоцилиндры и базирующее устройство. В пресс подаются заготовки с предварительно соединенными зубчатыми шипами, на которые нанесен клей. Когда зубчатое соединение окажется между прижимами в зоне прессования, оператор или автоматическое устройство подает команду на начало цикла прессования. Прижимы зажимают заготовку по обе стороны от соединения, после чего горизонтальные пневмоцилиндры, перемещая подвижный прижим, производят индивидуальное прессование соединения. Затем заготовки продвигаются вперед так, чтобы следующее соединение оказалось в зоне прессования, после чего рабочий цикл повторяется. Время выдержки в прессе (не менее 2 секунд) необходимо для выдавливания клея, стабилизации усилий и деформаций. Отверждение клея происходит вне пресса, а надежность самозаклинивания достаточна для механической обработки клееных заготовок сразу после сращивания.

Табл. 11.6. Характеристики торцовых прессов для сращивания пиломатериалов

Параметр	ПТ-85	ПС-250
Размеры склеиваемого материала, мм:		
длина	300 - 6500	Не ограничена
ширина	74 - 200	До 250
толщина	19 - 75	20-110
Максимальное усилие, кН	85	15-45
Время цикла прессования, с	2 - 4	-
Рабочий ход траверсы, мм	15	-
Производительность: циклов в минуту м ³ /год	6 - 8 3000	-
Размеры, (L x B x H), м	1,87 x 1,37 x 1,32	0,76 x 0,68 x 0,76
Масса, кг	2750	95
Завод-изготовитель	ЦНИИМОД	"Простор", Кострома

Прессы второго типа представлены широкой гаммой устройств (табл. 11.7), содержащих торцовую пилу, верхний и боковой прижимы и торцовый пневматический или гидравлический прижим. Часто они снабжаются и клеенаносящим устройством, что позволяет сократить вспомогательное время и уменьшить занимаемую производственную площадь на участке сращивания. Такие прессы работают в следующем цикле:

1. Нанесение клея и сборка соединений с ручным продвижением материала до упора.
2. Верхний прижим и выравнивание боковым прижимом для получения строгой прямолинейности заготовки.
3. Отпиливание в нужный размер с помощью встроенной нижней пилы и передача заготовки в зону прессования.
4. Обжим заготовки торцовым давлением с выдержкой 2-5 с.
5. Открытие пресса и выталкивание клееной детали на подстопное место.

Общий вид пресса марки ПССТ-6,75 показан на рис. 11.8.

Табл. 11.7. Прессы торцового сращивания заготовок

Параметр	ПС-2	ПС-6	ЛСП 350	СПБ-002	ПССТ-6,75-20
Ширина мин.- макс. (мм)	150	40-140		150	50-200
Толщина мин.- макс. [мм)	120	20-70	100	80	15-100
Конечная длина, м	3,2	6,0	6,25	3,2; 4,5; 6,0	3,0 - 6,75
Усилие прессования, кН	7,7	20			5-200
Потребляемая мощность, кВт	2,21	3,42	2,2	8,5	5,0
Производительность	-	-	750 м/ч	2-3 шт/мин	1-3 шт/мин
Размеры в плане, м	4,5 x 1,07	7,8 x 1,85	12 x 1,5	5,1 x 1,4	7,0 x 1,8
Масса, кг	500	2600	-	1100/1500/1550	-
Завод - изготовитель	САВМА	Липецкий завод	ЭЛО	Бакаут	Горлуш, Киев

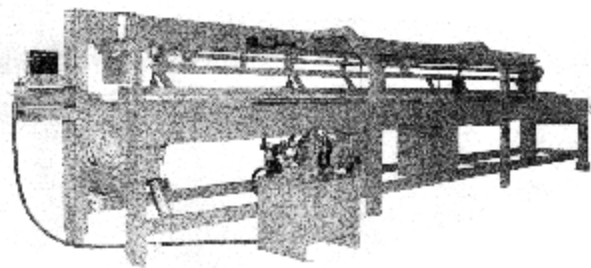


Рис.11.8 Общий вид прессы для сращивания заготовок марки ПССТ-6,75-20 фирмы Горлуш (Киев)

11.1.3. Линии сращивания пиломатериалов

Операции формирования шипов, нанесения клея, запрессовки соединения и торцовки на заданную длину объединены в *линиях сращивания*. Их можно разделить на линии с гибкой связью (станки не связаны между) и линии с жесткой транспортной связью. Кроме того, такие линии могут иметь в своем составе один или два шипорезных станка..

Первыми отечественными серийными линиями склеивания по длине коротких отрезков, выпускавшимися в начале 60-х годов, были линии ПЛС-25 и ОК-502, у которых шипорез и прессующий узел не были связаны между собой. Производительность ОК-502 составляла всего 7 пог.м в минуту при массе оборудования 12 т.

В 1974 г в ЦНИМОДе впервые была разработана линия склеивания пиломатериалов по длине (модель 547), а затем усовершенствованный вариант ЛСкД-45. Линия предназначена для цехов с объемом производства до 10 000 м³ пиломатериалов в год. Она имела два шипореза специальной конструкции для резки горизонтальных шипов и торцовый фрикционный пресс непрерывного действия ПТ-85. В следующей модели ЦНИИМОД-69 применена опрессовка заготовок по торцам, что позволило поднять производительность и качество склеивания (уменьшилось растрескивание заготовок, имеющих поперечное коробление, и деформация шипов, уменьшились энергозатраты на прессование).

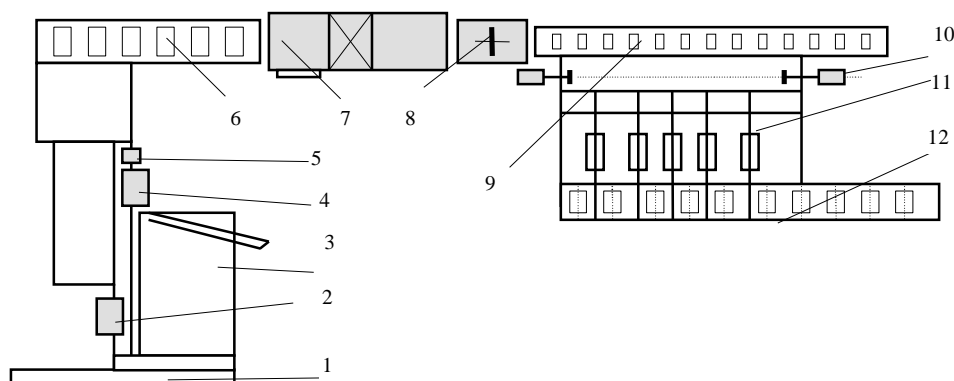


Рис.11.9 Линия склеивания пиломатериалов по длине ЦНИИМОД-69: 1 - механизм загрузки, 2 - первый шипорезный агрегат, 3 - шина продольного перемещения заготовки, 4 - второй шипорезный агрегат, 5 - клеенаноситель, 6 - питатель, 7 - механизм сборки, 8 - торцовочный станок, 9 - приемный стол, 10 - пресс, 11 - механизм раскрытия и укладки заготовок, 12 - конвейер роликовый

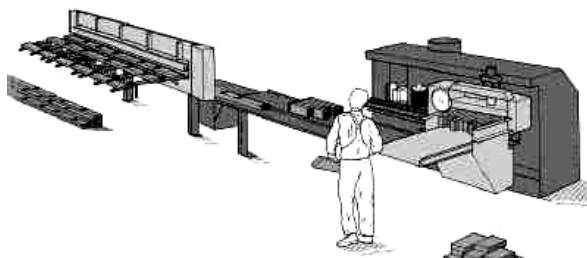


Рис. 11.10. Линия сращивания СУПРА 1 (ГреКон)

На рис.11.10 показана линия сращивания модели СУПРА фирмы ГреКон. Зарезка вертикальных шипов идет в пакете заготовок, поставленных на кромку. После зарезки рабочий разворачивает пачку, выравнивает ее по второму торцу и повторяет цикл зарезки с нанесением клея на шипы. После этого заготовки наживляются и продвигаются вперед до упора. Автоматическая торцовая пила отпиливает заготовку на нужную длину (3 – 6 м) и сдвигает ее в зону прессования, где выполняется прессование под высоким торцовым давлением в течение нескольких секунд. Завершающей операцией является сталкивание клееной заготовки на подстопное место. Производительность пресса – 2 такта в минуту.

Для средних и крупных предприятий имеются линии сращивания с различной степенью механизации и автоматизации работ. На рис.11.11 показана линия ЛСП-750 компании ЭЛО с производительностью до 1500 пог.м в час.

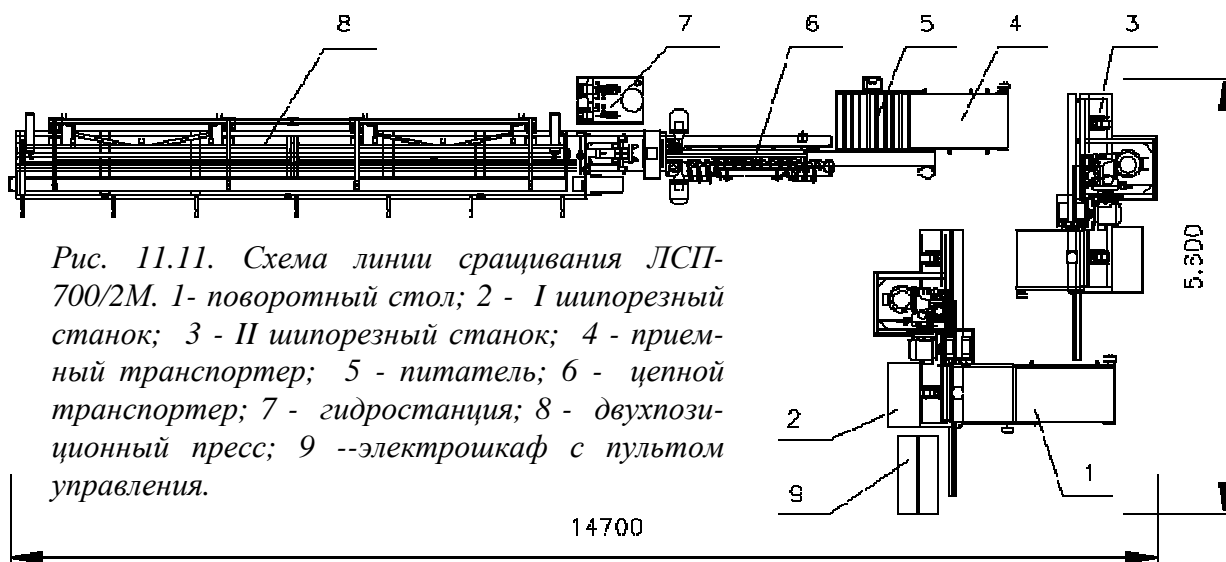


Рис. 11.11. Схема линии сращивания ЛСП-700/2М. 1- поворотный стол; 2 - I шипорезный станок; 3 - II шипорезный станок; 4 - приемный транспортер; 5 - питатель; 6 - цепной транспортер; 7 - гидростанция; 8 - двухпозиционный пресс; 9 --электрошкаф с пультом управления.

Эта линия отличается наличием двух шипорезных агрегатов, автоматической подачей заготовок в пресс, а также конструкцией пресса, который разделен на две функциональные зоны. В первой зоне набираются заготовки нужной длины (от 2-х до 6-ти метров) с предварительным поджимом, набранная доска отрезается и продвигается во вторую зону, где фиксируется пневмоприжимами и подвергается продольному сжатию гидроцилиндром. После склеивания доска выталкивается в накопитель.

11.1.4. Послепрессовая обработка и контроль качества склеивания

Послепрессовая обработка клееной продукции заключается в ее выдержке для полного отверждения клея (иногда совмещается с досушкой заготовок), в обработке на продольно - фрезерных станках для получения готовой продукции заданного профиля и в упаковке в транспортные пакеты. Известен опыт производства клееных досок пола из короткомерных пиломатериалов транспортной влажности (20-22%) на смоле ФРФ-50 с параформом в качестве отвердителя. Клееные доски длиной 6 м сразу после склеивания помещались в сушильную камеру и досушивались до влажности 12-15%, затем после кондиционирования обрабатывались в 4-стороннем строгальном станке до нужного профиля.

Контроль прочности зубчатых соединений выполняется двумя методами - на изгиб и растяжение (рис.11.12). Испытание на изгиб (ГОСТ 15613.4-78) проводится на образцах в виде прямоугольной призмы с соединением посередине длины образца. Толщина и ширина образцов равны толщине склеенных элементов, а длина составляет 15 толщин ($l=15h$).

По результатам испытаний трех образцов определяют относительную прочность клеевого соединения на изгиб, %:

$$s_{\text{огн}} = \frac{2P_2}{P_1 + P_3} 100 ,$$

где P_2 - разрушающая нагрузка основного образца, Н; P_1 и P_3 - разрушающие нагрузки контрольных (цельных) образцов, Н.

Абсолютная прочность при изгибе клееного образца, МПа,

$$s_{\text{изг}} = \frac{P_2 l}{bh^2} ;$$

где l - расстояние между опорами, мм; b - ширина образца, мм; h - толщина образца, мм.

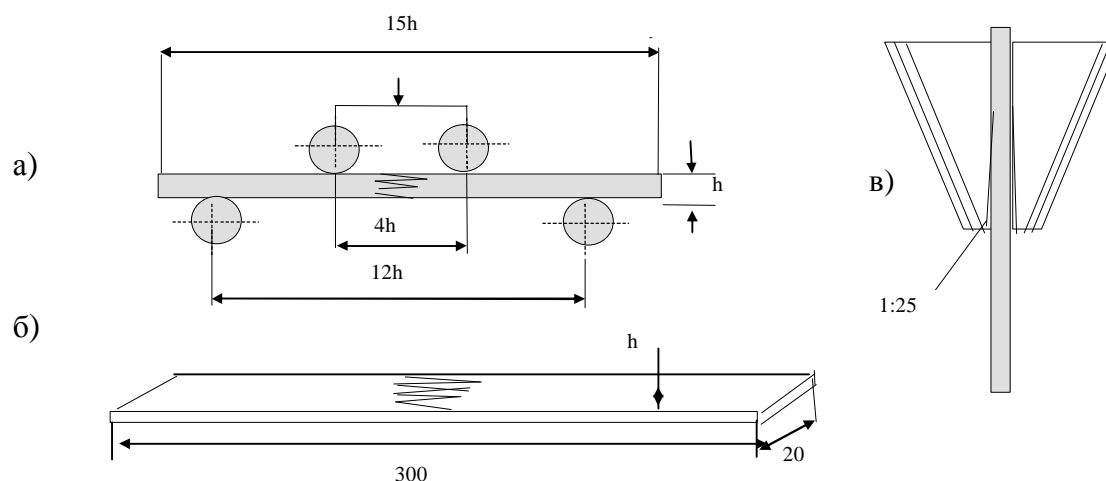


Рис. 11.12. Схемы испытания образцов с зубчатыми соединениями: а - на статический изгиб, б - образец для испытания на растяжение вдоль волокон, в - зажим для испытаний на растяжение

Прочность образца на растяжение выражается отношением разрушающей нагрузки к площади поперечного сечения образца. Особенность этого испытания в том, что зажимы испытательной машины имеют наклон губок не менее 1:25 с тем, чтобы края губок не вызвали перерезание волокон древесины.

11.2. Склеивание заготовок по ширине и толщине

Путем склеивания по ширине получают универсальный полуфабрикат – реечные щиты, имеющие широкую область применения. Путем склеивания по толщине производят трехслойные бруски для оконных блоков. Между склеиванием по кромкам и склеиванием по пластям нет принципиальной разницы. При использовании заготовок квадратного сечения понятия кромка и пласть совпадают. Толстые щиты также можно склеивать из заготовок, ориентированных вертикально, то есть по толщине.

11.2.1. Характеристика реечных щитов

Клееные щиты из массивной древесины широко используются в столярно - мебельном производстве. Наиболее распространенными изделиями являются:

- а) фасадные и лицевые элементы корпусной мебели;
- б) боковины кроватей, столешницы;
- в) филенки дверей;
- г) панели отделки интерьеров;
- д) покрытия пола.

Мебель из массивной натуральной древесины является наиболее экологически чистым изделием. Сегодня основным материалом для серийного производства корпусной мебели остаётся древесностружечная плита - материал, в котором хорошо сочетаются необходимые характеристики конструкционного материала (большие габариты, формоустойчивость, достаточная прочность и изотропность свойств по плоскости плиты) с широкой сырьевой базой в виде вторичного сырья деревообработки и современных синтетических клеев. Однако на потребительском рынке все более четко проявляется тенденция к широкому использованию мебели из массива как предпочтению естественному материалу перед искусственным.

Преимущества мебельных щитов из массивной древесины перед щитами из ДСтП заключаются в высокой их декоративности, прочности и долговечности, экологической чистоте. В развитых промышленных странах массивная древесина очень широко используется в производстве бытовой мебели, а стружечные плиты вытесняются в сферу производства административной и иной мебели. Часто применяется и своего рода компромиссный вариант - массивная древесина применяется только для фасадных элементов корпусной мебели. Сравнение показателей натуральной древесины (на примере хвойных пород при влажности древесины 12%) и стружечных плит дано в таблице 11.8.

11.8. Сравнение физико - механических показателей ДСтП и древесины хвойных пород

Показатель	ДСтП	Хвойная древесина
Плотность, кг/м ³	600 - 800	390 - 450
Прочность, МПа:		
при изгибе	14 - 18	60 - 80
при растяжении поперек волокон (пласти)	0,3 - 0,5	4 - 5
Сопротивление выдергиванию шурупов, Н/мм	45 - 60	80 - 120
Твердость, МПа	30	18 - 25
Модуль упругости при изгибе, МПа	2000	10000

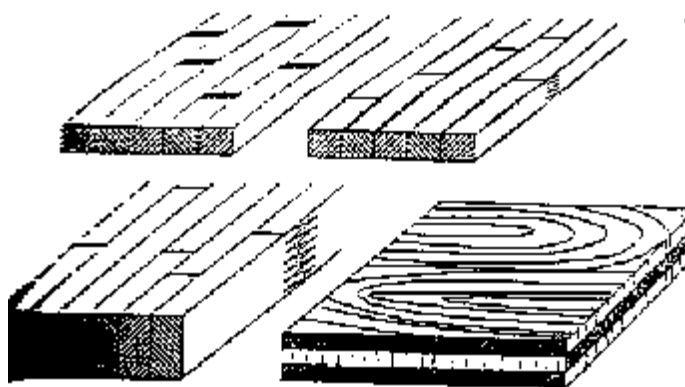


Рис.11.13. Конструкция щитов из массивной древесины

Щиты из массивной древесины можно классифицировать по таким признакам (рис.11.13):

- По слоистости – на одно- и трехслойные
- По наличию зубчатых шипов – из делянок сращенных или несращенных по длине
- По виду зубчатых соединений – с горизонтальными или с вертикальными соединениями
- По расположению делянок - склеенные по кромке или по пласти.

Трехслойные щиты состоят из реек, при этом направление волокон в смежных слоях взаимно перпендикулярное (эффект фанеры). Слои могут иметь одинаковую толщину (равнослойный щит) или более толстый средний слой. Равнослойные щиты более просты в изготовлении, но использование более толстого среднего слоя позволяет лучше использовать низкокачественные пиломатериалы. С увеличением толщины среднего слоя формоустойчивость клееного щита снижается.

К настоящему времени существует несколько нормативных документов, определяющих требования к качеству данной продукции. В частности, технические условия на *щиты мебельные* из массивной древесины (ТУ 13Р-05789617-02-95) различают три типа щитов:

- а) фасадные и рабочие. К фасадным щитам относятся дверцы, передние стенки ящиков, декоративные бруски. К рабочим щитам относятся крышки столов и т.п.;
- б) прочие (нелицевые);
- в) подлежащие облицовыванию.

Допускается использовать пиломатериалы хвойных и лиственных пород. Ширина деланки для щита может быть в пределах 35 - 70 мм, влажность древесины $8 \pm 2\%$. Качество склеивания оценивается пределом прочности при скалывании по клеевому слою (ГОСТ 15613.1-84), который должен быть не менее 4,0 МПа. Щиты должны поставляться в шлифованном виде, упакованные в транспортные пакеты одного размера высотой не более 1200 мм на поддонах (табл.11.9).

11.9. Параметры мебельных щитов из массивной древесины

Параметры	Значение, мм	Предельное отклонение, мм
Длина	300 - 3 000	$\pm 5,0$
Ширина	200 - 1300	$\pm 5,0$
Толщина под облицовку	10 - 35	$\pm 0,3$
без облицовки	10 - 18	$\pm 0,2$
	18 - 35	$\pm 0,3$
Отклонение от прямолинейности кромок, мм/м; под облицовку		не более 2,0
без облицовки		не более 1,0
Отклонение от перпендикулярности кромок, мм/м: под облицовку		не более 2,0
без облицовки		не более 1,0
Разность длин диагоналей пластей, % от длины		не более 0,2
Параметр шероховатости поверхности, $R_{m_{max}}$, мкм под облицовку		не более 63
без облицовки		не более 16
Покоробленность щитов (стрела прогиба), мм/м		не более 1,0

Для контроля внешнего вида щитов на соответствие техническим условиям отбирают 10% щитов, но не менее 20 шт., а для контроля размеров и покоробленности - 5%, но не менее 5 щитов. При обнаружении несоответствия ТУ объём проверки удваивается. Если при этом более 5% щитов окажутся не соответствующими техническим условиям, партия бракуется. Щиты должны храниться при температуре воздуха не ниже $+2^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха 45 - 70%. В технических условиях также подробно указаны нормы допуска пороков для щитов.

Технические условия ТУ ОП 13-0273675-220-93 на *щиты деревянные клееные общего назначения*, разработанные ЦНИИМОД, предусматривают два типа щитов - из цельных заготовок (тип I) и из заготовок, предварительно склеенных по длине на зубчатый шип (тип II). По назначению предусмотрено два вида - декоративные (Д) для элементов мебели, филенчатых дверей и отделки помещений и поделочные (П) для изготовления полок в подсобных помещениях, ящиков, опалубки, различных конструктивных элементов индивидуальных домов. Предусмотрены следующие размеры щитов (табл.11.10).

11.10. Размеры клееных щитов общего назначения по ТУ ЦНИИМОД

Толщина (+0,25)	Ширина (+1,0)	Длина (+ 2,0)
18	200, 250, 300, 400	800, 1000, 1200, 2000, 2500
	500	2000, 2500
30	250, 300, 400, 500, 600, 800	1500, 2000, 2500

Ширина делянки должна быть не более 50 мм, покоробленность не более 1,5 мм на 1 м диагонали щита. Из пороков древесины в декоративных щитах допускаются только здоровые сросшиеся сучки диаметром до 25 мм на пласти и до 10 мм на кромке щита. Для сращивания заготовок можно использовать горизонтальные и вертикальные зубчатые шипы, расстояние между стыками не регламентируется. Прочность зубчатых соединений на изгиб должна быть не менее 20 МПа.

Для склеивания можно использовать клеи, разрешенные Министерством здравоохранения РФ для данной продукции и дающие бесцветный шов (поливинилацетатные, карбамидные и др.). Толщина клеевого кромочного шва должна быть не более 0,1 мм, а прочность при скалывании не менее 4,5 МПа.

При изготовлении щитов целевого назначения (например, в рамках одного мебельного комбината) размеры клееных щитов определяются сообразно размерам деталей. Опыт показал, что для мебели нерационально изготавливать щиты длиной более 2 м, так как при больших длинах реек значительно возрастает их покоробленность. Ширина щитов определяется характеристиками оборудования. При склеивании крупноформатных щитов возникает проблема их раскроя на черновые заготовки на специальном оборудовании, поэтому часто щиты клеятся по размерам одной черновой заготовки, требующей в дальнейшем только форматной обрезки и обработки по пласти.

Реечные щиты для столярно-строительных изделий могут иметь более мягкий допуск пороков, чем указанные выше. Например, ГОСТ 8242 - 88 предусматривает среди прочего подоконные доски из массивной древесины (марки ПД-1) шириной от 144 до 450 мм. При ширине более 144 мм доски должны быть склеены по ширине делянками не уже 100 мм клеем средней или высокой водостойкости. Толщина досок 34 и 42 мм, допускается сращивание по длине шипами длиной не менее 10 мм.

ГОСТ 28015 - 89 предусматривает щиты марки ОЩ-3 со склеиванием делянок на гладкую фугу толщиной 17, 22 и 27 мм с допуском $\pm 0,2$ мм, шириной 300 - 600 мм и длиной 300 - 1200 мм (с шагом 100 мм). Щиты имеют по периметру шпунт и гребень для соединения друг с другом. Рейки, кроме крайних, могут быть сращены по длине. Тонкие щиты (17 мм) укладываются только по сплошному основанию, их ширина должна быть не более 400 мм. Влажность древесины 5-11%. В зависимости от качества древесины и обработки щиты разделяются на марки А и Б.

11.2.2. Характеристика трехслойных брусков

Сегодня в сфере производства деревянных окон и дверей произошел почти повсеместный переход от использования цельной древесины к использованию трехслойных клееных брусков. Этот переход имеет две причины. Во-первых, он решает проблему нехватки крупномерного сырья, особенно для брусков оконных и дверных коробок. Во-вторых, этим достигается повышение долговечности и формостабильности этой продукции, так как клееные детали всегда прочнее цельных. В клееной детали пороки древесины распределены более равномерно, развитие трещин затруднено из-за наличия клееного шва, общая деформация клееной детали меньше, чем у цельной. Кроме этого, в среднем слое брусков может располагаться древесина более низкого качества, чем в наружных. Производство трехслойных брусков в Европе стало самостоятельным производством с хорошей перспективой развития и надежными рынками сбыта.

Другим не менее важным событием стал переход от традиционных одинарных стекол к стеклопакетам с двойным или тройным остеклением. Фактически все современные окна стали окнами со спаренными переплетами, что позволило сократить размеры поперечного сечения брусков оконной коробки.

Третий важный момент современной технологии - возможность использования зубчатых соединений для сращивания короткомерных отрезков пиломатериалов, что позволяет более рационально использовать древесной сырье.

Детали окон и балконных дверей подвергаются наиболее интенсивному атмосферному воздействию. Несмотря на использование для склеивания надежных водостойких связующих, при конструировании нужно стремиться к тому, чтобы клеевые швы не подвергались прямому действию дождя и солнечных лучей. Поэтому оконный блок конструируют так, чтобы клеевые швы располагались в нем вертикально и были по возможности защищены строительными элементами.

Опыт изготовления и эксплуатации клееных деревянных конструкций позволяет считать, что толщина слоя в клееной детали не должна превышать 35 мм, то есть для клееных брусков наиболее подходят пиломатериалы толщиной 38-40 мм. При большей толщине слоев возрастает опасность больших внутренних напряжений в клеевых соединениях. При малой толщине слоев и увеличении их числа резко возрастают расходы на сырье и материалы. Трехслойная конструкция является наиболее сбалансированной и симметричной.

Размеры поперечных сечений оконных брусков находятся в пределах 55 – 80 мм, а толщина слоев составляет 19-27 мм. Уменьшение толщины слоев не ухудшает качество продукции, но для наружного слоя существует одно ограничение – толщина его не должна быть менее 15 мм. Дело в том, что толщина наружного фальца, защищающего сопряжения створок от дождя, составляет 8-12 мм, а клеевой шов должен быть скрыт от прямых атмосферных воздействий. При этом строго должно соблюдаться требование симметричности клееного бруска - толщина наружных слоев в нем должна быть одинакова. Средний слой может иметь любую толщину, но не более 35 мм. В крайних случаях, когда конструкция окна не позволяет скрыть клеевой шов трехслойного бруска, применяют двухслойный

брусков. Слои такого бруска должны иметь одинаковую толщину и быть подобраны по структуре древесины, то есть иметь примерно одинаковую плотность древесины и расположение годовых слоев

Трехслойные бруски как полуфабрикат для изготовления оконных брусков обычно имеют прямоугольное сечение. Однако в связи с тем, что глубина профилирования в процессе превращения бруска в готовую деталь может достигать до 30 мм и потери древесины в стружку до 30%, то имеет смысл изготавливать профильные бруски. Склеивание позволяет без труда изготавливать бруски различного профиля, максимально приближенного к профилю готовой детали. Помимо явной экономии древесины имеется экономия энергозатрат, так как объем древесины, уходящей в стружку, при таком варианте резки снижается и могут быть использованы более легкие станки с двигателями меньшей мощности.

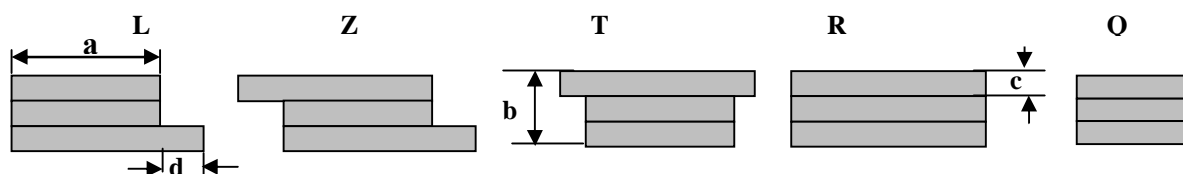


Рис.11.14 Профили трехслойных брусков для столярных изделий

В табл.11.11 и на рис.11.14 показаны рекомендуемые размеры и профили трехслойных брусков, чаще всего реализуемые на европейском рынке.

Табл. 11.11. Размеры поперечного сечения клееных заготовок

Размер, мм	L	Z	T	R	Q
a (толщина бруска)	50, 60, 70, 75, 80, 85, 90	80, 83	75	75, 80, 90, 125	57, 62, 67
b (ширина бруска)	57, 61, 67, 71, 96, 115	61, 67, 71	57	47, 57, 62, 75	57, 62, 67
c (толщина слоя)	19, 21, 25, 32, 35	21, 25	19	16, 19, 21, 25	19, 21
d (выступ)	9, 14, 19	14, 19	14	-	-

Влажность древесины брусков рекомендуется на уровне 10-14%, но с условием, что разница во влажности отдельных слоев не более 2%. Сушка по первой категории дает градиент влажности в пиломатериалах $\pm 2\%$, который должен уменьшиться при кондиционировании пиломатериалов после сушки в течение не менее одной недели в помещении клеильного цеха до величины $\pm 1\%$. К конструкции клееных брусков предъявляются определенные требования. Главное требование касается расположения годовых слоев – в наружных слоях оно должно быть радиальным или полурadiальным.

11.2.3. Технологический процесс производства клееных щитов и брусков

11.2.3.1. Получение реек (слоев)

Различают поперечный раскрой пиломатериалов на заготовки, при котором задается черновой размер заготовки по длине, и продольный раскрой для задания размера по ширине. При отсутствии склеивания наиболее распространенным является поперечно - продольный раскрой досок. В этом случае первой операцией является торцовка досок на заготовки заданной длины (длин) с вырезкой недопустимых дефектов. Потери древесины на этой операции в значительной мере зависят от сорта пиломатериалов, требований к качеству деталей и кратности длин заготовок и досок.

Потери образуются не только из-за вырезки недопустимых дефектов, но и из-за покоробленности досок, что может быть вызвано нарушениями технологии сушки или особенностями роста дерева.

Введение в технологический процесс операции склеивания коренным образом меняет подход к задаче раскроя пиломатериала на заготовки. Возможны следующие варианты организации труда:

а) использование склеивания по длине и ширине заготовок;

б) использование склеивания только по ширине, например в производстве щитов для фасадов мебели, где стыки по длине не допускаются.

Наличие линий сращивания позволяет отказаться на участке поперечного раскроя от соблюдения заданных длин заготовок, а вырезать лишь недопустимые пороки (в том числе сильно покоробленные участки) и удалять потрескавшиеся концы досок. При правильном выборе сечения пиломатериалов операция продольного раскроя может отсутствовать либо сводится лишь к устранению разноширинности досок. В ряде случаев эту операцию можно ставить впереди поперечного раскроя, например при работе с короткомерными пиломатериалами (то есть прирезной станок впереди торцовочного). Кроме основной задачи - прирезки на постоянную ширину - здесь выполняется и задача создания одной базовой поверхности, что облегчает последующие операции механической обработки древесины. Эффективным средством является и дополнительная операция строгания одной пласти (на глубину до 1 мм), которая позволяет вскрыть все дефекты доски и более тщательно выполнять поперечный раскрой.

Если технологический процесс предусматривает склеивание по длине и ширине, например при производстве щитов, в которых допускаются стыки по длине, то оптимальной становится такая последовательность операций:

- строжка пласти;
- поперечный раскрой (вырезка дефектов);
- сращивание и торцовка на заданную длину;
- продольный раскрой на рейки заданной ширины.

При отсутствии сращивания наиболее рациональной схемой раскроя становится поперечно - продольно - поперечная. Первая торцовка определяет черновые размеры заготовок по длине. Рабочий не учитывает наличие пороков в досках и решает задачу только соблюдения заданной спецификации длин. Чем

больше число длин заготовок, тем более рационально можно использовать длину доски. Последние модели импортных торцовок (точнее, линий торцовки) оснащены микропроцессорной техникой, которая позволяет самым оптимальным образом раскроить заданную доску на заготовки заданных длин. На крупных предприятиях применяют проходные торцовки (слепой раскрой досок одной длины стационарными пилами).

Затем заготовки нужной длины проходят продольный раскрой, схема которого зависит от толщины доски. Наилучшими в производстве клееных реечных щитов являются доски толщиной 50 - 60 мм, которые можно распилить, превращая толщину доски в ширину делянки.

Эта операция легко сочетается со строжкой пластей в продольно - фрезерном станке, у которого вместо пятого шпинделя имеется пильный вал. Однако толстые доски являются и самыми дорогими пиломатериалами. Их использование приводит к завышению себестоимости клееных щитов и возможно обычно только для экспортной продукции. Использование высококачественных пиломатериалов для производства клееной продукции в чем-то противоречит самой идее склеивания, которое предназначено не в последнюю очередь для утилизации маломерных и низкосортных досок.

На лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях обычно имеются в большом объеме тонкие (22-25 мм), сбыт которых затруднен. Опыт показывает, что доски толщиной 22 мм могут быть превращены в щиты толщиной 18 мм, а доски толщиной 25 мм - в щиты толщиной 20 мм. Основные особенности использования тонких досок заключаются в следующем:

- а) увеличиваются потери древесины на участке раскроя и строгания;
- б) поверхности лицевых поверхностей реек в основном тангенциальные, что дает более декоративный вид, особенно для сосны и ели, но увеличивается склонность щитов к короблению, так как тангенциальные усушка и разбухание примерно в полтора раза выше, чем радиальные.
- в) в тонких боковых досках отсутствует сердцевинная трубка, а сучки имеют более здоровый вид;

Тонкие доски могут быть удачным материалом для производства столешниц и других щитов толщиной 40 - 50 мм. Здесь ширину рейки можно превращать в толщину щита, добиваясь радиального расположения годовых слоев и высокой формостабильности щита за счет малого отношения ширины делянки к ее толщине (например, 20 / 40 мм). Ценой высокого качества становится высокий расход пиломатериалов на единицу продукции.

Экономически оправданным может быть использование тонких необрезных пиломатериалов, например, березовых. Для них может потребоваться торцовочный станок с пилой большого диаметра или станок специальной конструкции с шириной пиления до 600-800 мм. При продольном раскросе большой эффект может дать использование лазерного разметчика, который точно обозначает линию пропила поверх доски. При продольном раскросе более высокий полезный выход может дать обрезка необрезных досок по сбегу.

Полученные рейки (как при раскросе толстых, так и тонких досок) содержат недопустимые пороки, которые должны быть выпилены на третьей стадии - на малых торцовочных станках. Разбивка поперечного раскроя на две стадии по-

звolyет использовать для реек более легкие торцовки. На этой операции одновременно выполняется сортирование реек по сортам, длине и текстуре древесины с подбором комплектов на один щит.

11.2.3.2. Нанесение клея

Основным типом клеенаносящих станков являются вальцовые. Специально для производства реечных щитов ВНИИДМАШем разработан станок KB-2 с длиной ролика 200 мм. (рис. 11.15, табл.11.12.) Клей наносится на нижнюю пластъ заготовки.

Рис.11.15. Клеенаносящий станок KB-2-3

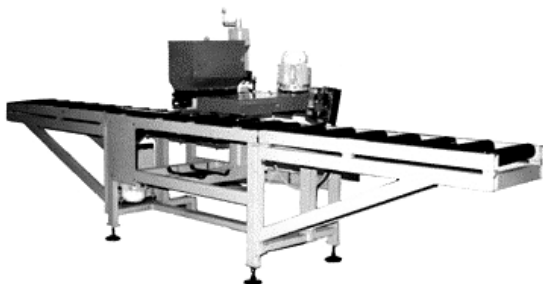
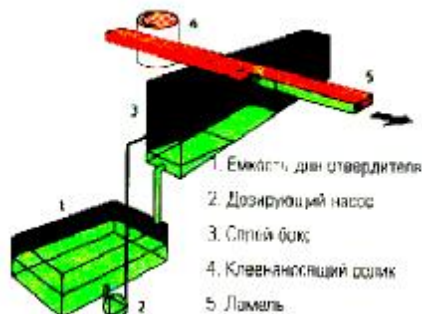


Табл. 11.12 Характеристика клеенаносящего станка KB-2-3

Длина вальца, мм	200
Диаметр вальца, мм	200
Толщина заготовки, мм	20 – 100
Скорость подачи, м/мин	6,1; 10,0
Вязкость клея, с по ВЗ-4	60
Установленная мощность, кВт	0,25
Габаритные размеры, м	2,6 x 0,55 x 1,19
Масса, кг	310

Более предпочтительным является двухстороннее нанесение клея. Оно обеспечивает симметричную структуру клеевого соединения, гарантирует надежное смачивание обеих поверхностей и, как следствие - более высокую прочность и долговечность клеевых швов. Для этой цели имеются легкие импортные клеенаносящие станки с верхним и нижним наносящими роликaми. Вальцы имеют общий привод и съёмные клеевые бачки. При одностороннем нанесении нижний бачок можно снимать. В этом случае верхний бачок контактирует с верхним вальцом, при вращении которого связующее переносится на верхнюю кромку заготовок. При этом нижний валец остается чистым, что значительно улучшает условия труда на данном участке. Бачок легко снимается для очистки и наполнения свежим клеем.

Рис.11.16 Схема раздельного нанесения клея и отвердителя (ф.Каско)



Еще одним удачным вариантом является раздельное нанесение смолы и отвердителя. На рис.11.16 показана схема установки фирмы Каско, в которой на одну кромку наносится смола, а на вторую - отвердитель. Это позволяет существенно увеличить время открытой выдержки при склеива-

нии, например, карбамидными клеями и не заниматься специальной подготовкой клея, то есть смешиванием смолы с отвердителем.

При нанесении клея на горизонтальную поверхность требуется разворот реек на 90° , что бывает затруднительно в автоматических линиях с проходными прессами. Поэтому находят применение и кромочные клеенаносители, наносящие клей на вертикальную поверхность. Удержание клея зависит от тикструпных свойств связующего. Для их повышения в клей вводят специальные наполнители. Обычные станки с вертикальными роликами себя не оправдали, так как они значительно загрязняют рабочее место подтеками клея и не обеспечивают равномерность нанесения. Лучшие результаты дает нанесение клея с помощью экструдера, через которые клей выдавливается под некоторым избыточным давлением. В результате на кромку заготовки наносятся полосы клея, которые хорошо удерживаются на вертикальной поверхности. Система автоматики обеспечивает синхронность работы подающих механизмов и подачи клея, поэтому клей выдавливается только в момент прохождения заготовки и производственные потери его сведены до минимума (прессы Димтер, ФРГ).

11.2.3.3. Оборудование для склеивания щитов и брусков

Прессы для производства клееной массивной древесины можно классифицировать по таким признакам:

- 1) по виду привода: ручные, электромеханические, пневматические, гидравлические;
- 2) по расположению: горизонтальные, вертикальные, наклонные;
- 3) по обогреву: холодные и горячие;
- 4) по виду обогрева: электричеством промышленной частоты, токами высокой частоты (ТВЧ), паром, горячей водой, с аккумулярованием тепла.

Выбор головного оборудования, каким является пресс, зависит от объемов производства. При индивидуальном (штучном) производстве достаточно иметь элементарные механические струбцины, но их использование требует больших затрат ручного труда. Некоторое их снижение возможно, если струбцины объединены в так называемую "веерную вайму". Струбцины и ваймы могут быть оборудованы пневмо- или гидрозажимами, что значительно снижает вспомогательное время и затраты ручного труда.

На рис.11.17 показана веерная вайма фирмы "Интерурал" на 16 позиций. Для предотвращения выпучивания щитов предусмотрены эксцентриковые боковые зажимы. Усилие прижима создается пневмоприжимами, давление запрессовки - до 0,7 МПа.

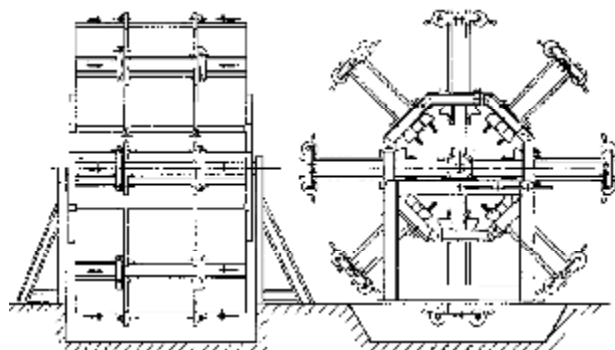


Рис.11.17. Веерная пневматическая вайма

Для склеивания по толщине удобно использовать вертикальные или наклонные прессы (ваймы). На рис.11.18 и в табл.11.13 показан пресс ПВС-3 Липецкого станкозавода.

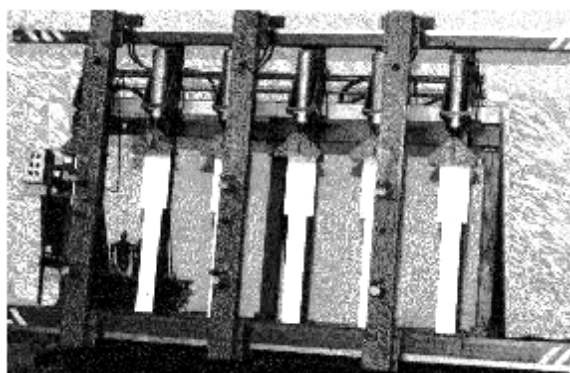


Рис. 11.18 Пресс вертикальный гидравлический ПВС-3 (Липецкий станкозавод).

Пресс ПВС-3 может быть спаренным (ПВС-6) для максимальной длины продукции 6 м. Установка их производится на домкратах, с помощью которых выполняется выставка опорных поверхностей в одной плоскости с необходимой

точностью.

Табл.11.13. Характеристика вертикального прессы ПВС-3

Длина заготовок, мм	800...3000
Ширина заготовок, мм	25...150
Толщина заготовок, мм	25...50
Длина клееных брусьев, сходящих с прессы, мм	800...3000
Макс. суммарное усилие прессования, кН	70
Число гидроцилиндров прессования, шт.	6
Габаритные размеры, мм	4,10 x1,60 x2,40
Масса, кг	2400

Для склеивания щитов может быть переделан и обычный одно- или многоэтажный горячий пресс для облицовывания мебельных щитов. Для этого нужно дополнительно оснастить его механизмом бокового прижима. Сегодня облицовка мебельных щитов на наших мебельных фабриках стало большой редкостью в виду того, что рынок предоставляет широкий выбор уже облицованных стружечных и волокнистых плит. По этой причине такие прессы остались без дела. Их модернизация с целью склеивания реечных щитов может стать наиболее удачным и недорогим вариантом перехода на выпуск мебели из массивной древесины.

Из специального оборудования для склеивания щитов наибольшее распространение получили позиционные короткотактные прессы. Такой пресс разработан еще в 70-х годах ЦНИИМОДом для цеха клееных деревянных конструкций. Он предназначался для термореактивных клеев и был оборудован системой ТВЧ-нагрева. Площадь склеивания составляла 1000 x 3000 мм². В настоящий момент выпускается усовершенствованная модель УСШ-2,5 ВЧ с нагревом токами высокой частоты. Вологодский станкозавод выпускает столярный пресс ПС-1 с нагревом термомаслом (рис. 11.19, табл.11.14).

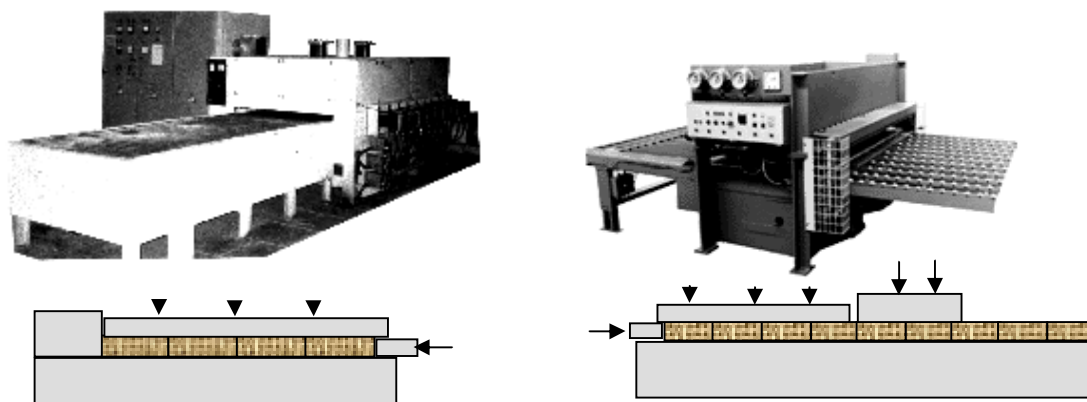


Рис.11.19 Прессы для склеивания реечных щитов и схемы их работы: а) УСШ-2,5 (ЦНИИМОД); б) марки ПС-1 (Вологодский станкозавод)

В прессе УСШ-2,5 можно склеивать щиты любой длины, а в прессе ПС-1 - любой ширины, так как он проходного принципа действия. Для того, чтобы не усложнять конструкцию добавлением пильного агрегата для отпиливания щита нужной ширины, используют отделение щитов друг от друга за счет того, что последняя рейка в щите не намазывается клеем. Оба пресса не имеют клеенаносящих устройств. Нанесение клея выполняется на отдельном рабочем месте, а сборка пакета реек - вручную на приемном столе пресса.

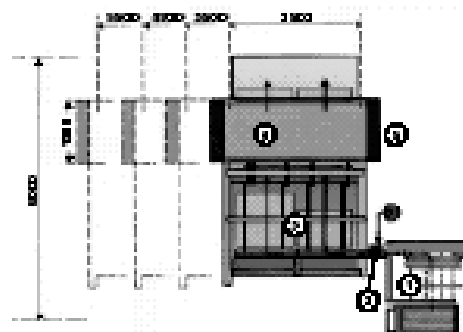
11.14. Технические параметры установок для склеивания по ширине

Параметр	УСШ-2,5 ВЧ	ПС-1
Размеры клееной продукции, мм:		
длина минимальная	500	-
длина максимальная	Неогранич.	2600.
ширина максимальная	1000	Неогранич
толщина	10-63	15-90
Скорость подачи, м/мин	18,0	-
Производительность, м ³ /ч	2,0	-
Система нагрева	Генератор ТВЧ	Термомасло
Мощность нагревателей, кВт	-	36
Установленная мощность, кВт	60	44
Размеры (L x B x H), м	18,05x4,47x 2,53	4,59 x 4,27 x 1,9
Масса, кг	8 840	7000

Одна из последних моделей фирмы Димтер (ФРГ) – прессовая установка Профипресс (рис.11.20) - работает по схеме пресса ПС-1, но отличается от него высокой степенью механизации и автоматизации работ.

Рис.11.20. Профипресс фирмы Димтер:

- 1 – подающая станция
- 2 – клеенаноситель
- 3 – наборный участок пресса
- 4 – обогреваемый пресс
- 5 - высокочастотная установка (по заказу)



Установка характерна модульным принципом построения, что позволяет выпускать оборудование для получения щитов различных длин и ширин. Пресс работает в следующем цикле:

Рейки с подающего конвейера подаются к клеенаносителю. Нанесение клея выполняется методом экструзии. Рейки продвигаются до упора и смещаются в наборную часть с помощью нижних шин, при этом обеспечивается смачивание второй кромки клеем, предварительное прессование щитов и проникновение клея в древесину, что позволяет сократить время горячего прессования. В установке предусмотрена возможность набора двух и более щитов на столе пресса. После набора первого щита в работу вступает второй упор и формируется второй пакет реек. Это позволяет в полной мере использовать рабочую площадь пресса. Толкатель перемещает пакеты реек в зону прессования. Верхняя плита пресса опускается и выравнивает рейки в горизонтальной плоскости. Боковой прижим поднимается снизу и обеспечивает передачу давления на клеевые швы.

По окончании заданного времени горячего прессования верхняя плита поднимается и плита толкателя с помощью цепного привода загружает новые пакеты в пресс, выталкивая склеенные щиты. Возможно непрерывное склеивание щитов. Для отпиливания в размер по ширине щита на прессе устанавливается пильная каретка. Для удобства ухода за прессом зона подпрессовки и горячего прессования оборудована нижними поддонами, которые можно вынимать для очистки от подтеков клея. Пресс может обогреваться горячей водой, минеральным теплоносителем или токами высокой частоты по выбору заказчика. При ТВЧ-обогреве к прессу добавляется высокочастотный генератор. Производительность прессовой установки зависит от времени цикла и размеров продукции. Наиболее короткий цикл прессования характерен для случая обогрева токами высокой частоты.

Табл. 11.15. Техническая характеристика установки Профипресс (Димтер)

Ширина реек, мм	30 – 150
Толщина готовой плиты, мм	11 – 60
Длина плиты, м	0,3 – 5,5
Ширина плиты	Неограничена.
Температура нагрева плит, °С	
Теплая вода	80
Горячая вода	120
Термомасло	150
Мощность генератора ТВЧ, кВт	15 - 120

Особое место среди прессового оборудования занимают прессы с аккумулярованием тепла, то есть с предварительным нагревом реек до нанесения на них клея. Такой пресс может выглядеть следующим образом.

Рейки, подобранные по текстуре и другим признакам в комплекте на один щит, находятся на подстопном месте. Комплект реек ставится на кромку и перемещается на нагревательный стол. Наиболее удачным следует признать нагревательную плиту, в которой ТЭНы находятся в каналах, заполненных водой или термомаслом. Температура поверхности стола должна стабильно удерживаться

на уровне 90-100 °С. В течение 3-5 минут, пока пресс закрыт, кромки реек успеют прогреться до температуры 80 - 90°С за счет контакта с нагретой поверхностью стола. После выгрузки склеенного щита из пресса комплект реек проходит клеенаносающий станок, причем клей наносится на верхнюю (холодную) кромку каждой рейки. На сборочном столе рейки вручную раскладываются в щит таким образом, чтобы оставался зазор между холодной кромкой с нанесенным клеем и горячей сухой кромкой соседней делянки. Этим гарантируется отсутствие преждевременного отверждения клея и продлевается безопасное время его открытой выдержки. Затем рейки подаются в холодный тактовый или проходной пресс, обеспечивающий сначала создание верхнего давления для выравнивания реек в горизонтальной плоскости, а затем - бокового давления для сжатия реек. За счет контакта с нагретой поверхностью происходит ускоренное отверждение ПВА - клея (для отдельных марок - за 1 - 1,5 минуты).

Для данного оборудования характерно низкое энергопотребление, так как нагревать необходимо только очень тонкий слой древесины. Концентрация тепла в зоне клеевого соединения способствует формированию качественного клеевого шва за малый промежуток времени. Открытое время должно быть сведено к минимуму, так как дисперсионные клеи отличаются повышенным впитыванием клея в древесину. По этой причине в данной линии применяется одностороннее нанесение клея на холодную кромку. При высокой степени механизации и автоматизации работ можно использовать нагрев реек в конвекционной камере, двухстороннее нанесение клея и прессование в проходном прессе, что может обеспечить высокую производительность процесса при высоком качестве склеивания.

К проходным относятся прессы с непрерывным (толчковым) движением реек, обеспечивающие получение щита бесконечной ширины. Наиболее ранней из известных конструкций является линия фирмы "Bürkle", предназначенная для использования карбамидных и фенольных клеев. На рис.11.21 показана последняя модель проходного прессы ф. Грекон-Димтер

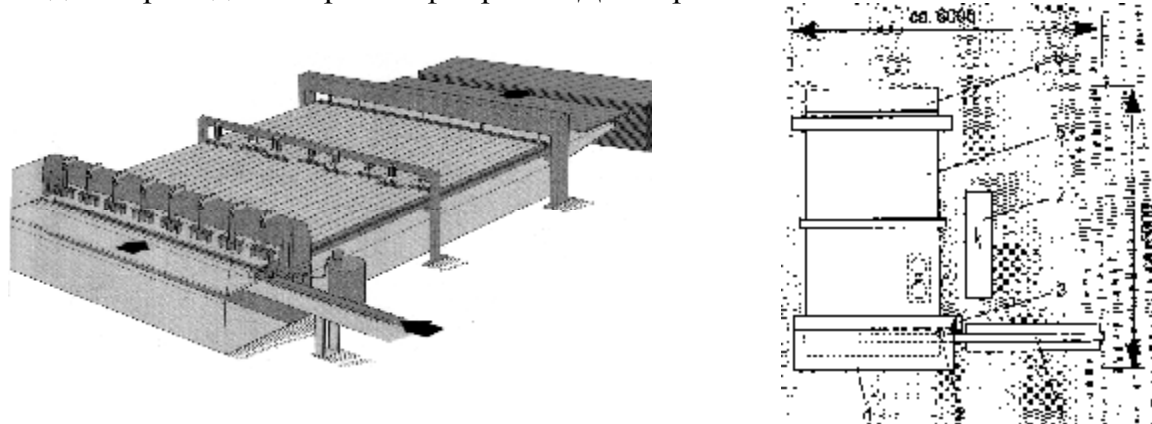


Рис.11.21. Общий вид и план проходного прессы Contipress ф. ГреКон-Димтер (ФРГ): 1 - ленточный конвейер подачи заготовок, 2 - подающий ролик, 3 - кромочный клеенаноситель, 4 - толкатель, 5 - плита прессы, 6 - стол для клееных щитов, 7 - электрощит управления.

Заготовки, подготовленные к склеиванию, подаются по ленточному конвейеру мимо кромочного клеенаносителя, работающего в автоматическом режиме. Толкатель сдвигает рейку, намазанную клеем, в зону прессования. Верхняя плита прессы служит для выравнивания реек в горизонтальной плоскости и создания условий для бокового давления. Нижняя плита прессы может обогреваться паром, водой или термомаслом. Первая рейка каждого щита не намазывается клеем, что позволяет отделять один щит от другого без использования продольной пилы.

11.2.3.3. Блочный способ получения реечных щитов

Блочный способ известен еще со времен, когда основным материалом для мебельных щитов были столярные плиты. Для плит марки СР (со склеенными срединками) использовался блочный метод изготовления срединки. Сегодня он имеет хорошие перспективы для возвращения в новом качестве благодаря появлению новой техники - линий сращивания пиломатериалов, гидравлических прессов новых конструкций и ленточнопильных станков с малой толщиной пропила.

При этом способе можно принять следующую последовательность операций:

1. Вырезка недопустимых дефектов из пиломатериалов
2. Сращивание пиломатериалов с получением заготовок нужной длины
3. 4-х сторонняя строжка заготовок
4. Нанесение клея на одну пластъ и на одну кромку заготовок
5. Сборка блока и его запрессовка в гидравлическом холодном прессе с верхним и боковым давлением (рис.11.20)
6. Распрессовка и выдержка клееного блока
7. Распиливание блока на горизонтальном ленточнопильном станке с получением щитов нужной толщины
8. Шлифование щитов для получения готовой продукции.

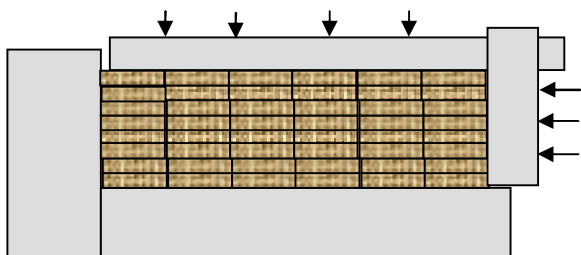


Рис.11.22. Принципиальная схема прессы для получения клееного блока

Преимущества блочного способа заключаются в более экономном расходовании древесины за счет устранения операций продольного распиливания досок на рейки круглыми пилами. При этом способе толщина доски превращается в ширину делянки щита, поэтому наиболее подходящими являются доски толщиной 40-60 мм. Для тонких досок такой способ связан с повышенным расходом пиломатериалов на 1м³ продукции, зато гарантирует радиальное расположение годовых слоёв в клееном щите.

11.2.3.4. Особенности производства трехслойных щитов.

Толщина делянок трехслойных щитов сравнительно мала (5 – 10 мм). Поэтому наряду с обычным оборудованием для изготовления реек находят применение специальные станки, которые при раскросе пиломатериалов дают малую

толщину пропила. Хорошо зарекомендовали себя в этом отношении такие станки как лесопильная рама с малым пропилом и ножевые (строгальные) станки.

Рама Newa TR 88-A представляет собой малую лесопильную раму с поставом до 25 пил, которые дают пропила 1,2 – 1,5 мм при ходе 60 – 250 мм, ширине резания до 150 мм и частоте работы 400 – 500 об/мин. Средняя скорость подачи при 16 пилах составляет 1 м/мин. Несмотря на малые отходы в опилки потери древесины при выпиливании ламелей толщиной 7 мм всё же составляют 15 – 20%. Еще один недостаток такого станка заключается в том, что древесина при выпиливании нагревается. Это ведет к изменению влажности материала и появлению нежелательных напряжений в нем, из-за чего разнотолщинность ламелей превышает $\pm 0,1$ мм. Благодаря малым капиталовложениям и широким возможностям использования такая пилорама особенно подходит для изготовления ламелей на малом предприятии.

Ножевой (продольно-строгальный) станок ф. Linsk описан в главе 9. В производственном потоке последовательно устанавливают несколько ножевых станков, имеющих общую электронную систему измерения толщины ламелей. Брус в потоке совершает круговое движение, при этом перед возвращением в первый станок он должен быть заново прогрет, например в ванне с горячей водой. После строгания ламели автоматически укладываются в штабель на рейки толщиной 10 мм и подвергаются атмосферной сушке в течение примерно 4 недель, а затем – камерной сушке по мягким режимам до конечной влажности примерно 6% в течение 2-3 суток и кондиционирование не менее 24 часов. Следовательно, предприятие, имеющее ножевые станки, должно также иметь достаточные сушильные мощности и буферные площади для хранения материала.

Сухие ламели перед склеиванием шлифуются на широколенточном станке с несколькими шлифовальными головками зернистостью 30/50. Толщина снимаемого слоя при шлифовании составляет 0,4 – 0,6 мм. Лицевая (наружная) сторона ламели должна быть прошлифована более мелкой шкуркой, чем внутренняя. Пакет шлифованных ламелей после их сортирования по качеству обрабатывается на фуговальном или строгальном станке для подготовки кромок к склеиванию. Сортирование ламелей на наружные и внутренние слои производится вручную или с использованием оптической сканирующей системы. Ламели для внутреннего слоя подвергаются также прирезке на нужную длину.

Ламели среднего слоя могут быть сращены на зубчатый шип. Затем они склеиваются в прессе проходного типа в непрерывный ковер, прирезаются на формат среднего слоя, укладываются в штабель и после выдержки шлифуются.

На участке сборки трехслойных щитов сначала на поддон укладываются рейки нижнего слоя с клеем, нанесенным на кромки, затем с помощью вакуумного перекладчика - средний слой, намазанный с двух сторон клеем, сверху которого укладываются рейки наружного слоя, кромки которых также намазаны клеем. В случае изготовления высококачественных плит проводится подсортировка реек лицевого слоя по цвету и текстуре. Клей готовится в нужном количестве непосредственно перед его использованием. Склеивание может выполняться как в одноэтажном, так и многоэтажном прессе с механизмом одновременного смыкания плит пресса (симультантным механизмом). Принцип склеивания показан на рис.11.23.

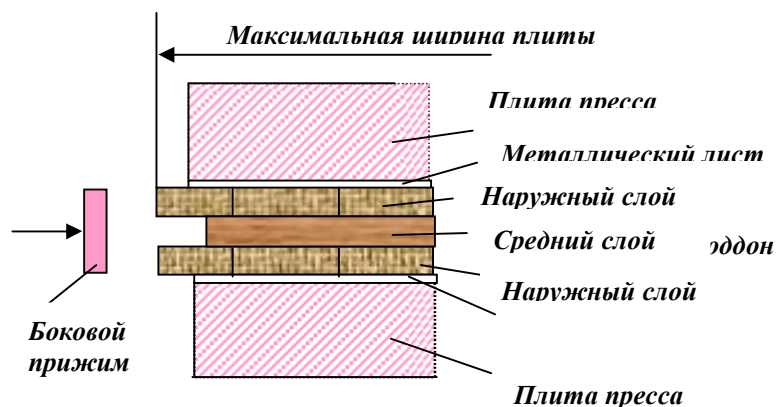


Рис.11.23. Схема формирования трехслойного щита из массивной древесины в этаже горячего пресса.

Одноэтажный пресс может оборудован высокочастотным обогревом, что позволяет значительно поднять его производительность. Металлические листы в этом случае не применяются. Если они используются, то должны после каждого цикла прессования охлаждаться и очищаться от остатков клея. При формате плит прессы $2080 \times 5030 \text{ мм}^2$ размер готового щита $2050 \times 5000 \text{ мм}^2$. Время цикла составляет в зависимости от толщины продукции и типа клея от 10 до 20 мин.

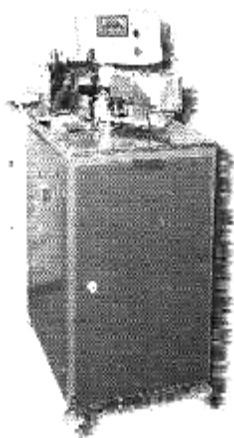
11.2.3.5. Послепрессовая обработка щитов

После склеивания необходимо выполнить форматную обрезку, ремонт и шлифовании клееной продукции. Обрезка по длине может выполняться на станках типа двухсторонних концеварнителей. Станки должны быть снабжены нижними подрезающими пилами, которые устраняют сколы на нижней пласти щитов. Наилучшим вариантом форматной обрезки можно считать трехстороннюю, при которой сначала работает двухпильный концеварнитель для формирования чистового размера щита по длине, а затем идет опилование одной кромки на однопильном станке с направляющей линейкой.

Шлифование щитов производится не на всех предприятиях. Распространена поставка клееных щитов в нешлифованном виде, если потребитель (мебельные фабрики) имеет лучшие возможности для форматной обработки и шлифования щитов. Кроме того, сокращение времени от момента шлифования до начала отделки благоприятно отражается на качестве отделочных покрытий.

Отличительным признаком технологии производства реечных щитов для мебели являются сравнительно большие затраты на *ремонт щитов*. Ремонт заключается в постановке пробок на место темных сучков и ликвидации смоляных кармашков. Пробки могут быть высверлены поперек волокон древесины или выточены из сучьев. Во втором случае сучок копирует натуральную древесину и щит выглядит более естественно. Поэтому производство пробок из сучьев стало самостоятельной операцией в цехах клееных щитов. Для этого ряд фирм выпускают специальное оборудование для изготовления пробок и постановки их в щиты.

Смоляные кармашки обычно заделывают замазками, приготовленными на основе древесной муки и карбамидной смолы. Более изящной является операция постановки шпонок - ремонтных заглушек (так называемых "лодочек") вместо смоляных кармашков. Для этой цели также существует набор малых станков и



ручного электрифицированного инструмента для изготовления шпонок, фрезерования канавки и зачистки места вклейки.

Автомат изготовления "Лодочки" выпускает фирма БАКАУТ из Новгорода (рис.11.24). Производительность - 2500 шт. в смену. В комплект предлагается приспособление для подготовки дефектных участков под заглушку.

Рис.11. 24. Общий вид автомата для изготовления заглушек типа "лодочка"

Для шлифования щитов используют широколенточные станки. Часто эта операция выполняется в два приема. На первом станке выполняют черновое шлифование, после которого проводят необходимый ремонт щитов, а затем на втором шлифовальном станке выполняют чистовое шлифование продукции. В связи с тем, что такие станки являются сравнительно дорогим и энергоемким оборудованием, на малых предприятиях широко применяют обработку пластей щитов путем цилиндрического фрезерования. Можно использовать линию в составе фуговального станка типа СФ-6 (8) и одностороннего рейсмусового станка типа СР-6 (8) или двухсторонний рейсмусовый станок типа С2Р-8. Припуски на обработку здесь могут быть увеличены до 2-3 мм, но качество обработки значительно ниже, чем при шлифовании. Есть опасность вырывов в зоне сучков, что потребует дополнительного ремонта (местной шпатлевки) щитов. Естественно, что перед отделкой щитов дополнительно потребуется их шлифование на проходных или позиционных станках, например, типа ШлПС.

11.2.4. Технологические расчеты в производстве клееной продукции

11.2.4.1. Определение программы цеха.

Программа производства обычно определяется по производительности головного оборудования, под которым в цехах клееной продукции понимается клеильный пресс, как наиболее сложное и дорогостоящее оборудование, под которое подстраивается вся технологическая цепочка в цехе. Производительность позиционного прессы зависит главным образом от цикла его работы:

$$П_{\text{час}} = \frac{60K_p l b h n}{t}$$

где l, b, h - чистовые размеры продукции, м (хотя из прессы выходят необрезные щиты, расчет выполняют с учетом чистовых размеров щитов, так как программа цеха выражается в размерах товарной продукции); n - число щитов в одной запрессовке, шт.; K_p - коэффициент рабочего времени, $K_p = 0,94 - 0,95$; t - время цикла одной запрессовки, мин

$$t = t_{\text{скл}} + t_{\text{всп}}$$

$t_{\text{скл}}$ - время склеивания, мин; зависит главным образом от вида клея и температуры плит прессы. Ориентировочно можно принять следующие цифры:

Холодное склеивание карбамидными клеями – 4 часа

Горячее склеивание карбамидными клеями – 5-10 мин

Холодное склеивание ПВА- клеями - 15 - 30 мин

Теплое склеивание ПВА-клеями - 5 мин

Склеивание в поле ТВЧ – 1 мин.

$t_{всп}$ - время вспомогательных операций, мин (включает в себя время загрузки ре-ек и выгрузки щитов, время подъема и снятия давления). Зависит от уровня механизации работ. В среднем составляет 1- 2 мин.

Для прессов проходного типа формула расчета часовой производительности имеет вид, м³:

$$P_{час} = 60 V l h K_p K_m ,$$

где V - скорость подачи, м/мин; K_m - коэффициент машинного времени (учитывает потери рабочего времени на настройку станка, межторцовые разрывы и пр.)

Годовая программа зависит от сменности работы оборудования:

$$P_{год} = P_{час} T_{эфф}$$

Эффективный фонд работы оборудования принимают равным при односменной работе - 2000 часов, при двухсменной - 4000 и трехсменной - 6000 часов.

11.2.4.2. Расчет потребности в пиломатериалах.

Наиболее простым и наглядным методом расчета потребности в пиломатериалах является *метод определения коэффициентов пооперационных потерь*. Он заключается в том, что потери древесины рассчитываются для каждой операции механической обработки по известным припускам на обработку.

Первичная торцовка на заданную длину. Отходы на этой операции зависят от характеристик используемых пиломатериалов (сорт, длина, размеры сечения), а также от кратности заготовок по длине и схемы раскроя. Поперечно - продольно - поперечная схема раскроя является оптимальной для продукции, склеиваемой из реек. При этой схеме первичная торцовка ведется без вырезки дефектов, а задается только необходимая длина (или несколько длин). Припуски по длине для делянок дощатого щита указаны в табл.11.16.

11.16. Припуски по длине делянок дощатого щита

Длина щита, м	Ширина щита, мм	Припуск по длине, мм
До 800	До 300	20
	300 - 600	25
	600 - 800	30
801 - 1600	До 400	25
	Более 400	30
1601 - 2400	До 800	30
	Более 800	35

Коэффициент выхода черновых заготовок из досок

$$P_1 = \frac{\sum (l + \Delta l)_i n_i}{L_{ср}} ,$$

где l - заданная длина щита, мм; Δl - припуск по длине (табл. 11.15), мм; n - целое число заготовок из доски,

$$n = \frac{L_{cp} K_d}{(l + \Delta_l)};$$

K_d - коэффициент использования длины доски, учитывающий потери на оторцовку и пропилы, $K_d = 0,98$.

Предположим, предприятие выпускает щиты двух типоразмеров - 800 x 250 и 2000 x 600 мм. Следовательно, длина заготовок должна составить соответственно 820 и 2030 мм. При длине доски 6 м и заданных длинах 0,82 и 2,03 м можно выкроить:

$$n_1 = (6 \cdot 0,98) / 0,82 = 7,17 = 7 \text{ шт.};$$

$$n_2 = (6 \cdot 0,98) / 2,03 = 2,89 = 2 \text{ шт.}$$

Следовательно, при раскрое на короткие заготовки полезный выход составит $7 \cdot 0,82 / 6 = 0,956$, то есть потери составят 4,4%. При раскрое на длинные заготовки возможно выпиливание только двух досок с остатком 1,82 м, который распиливается на две короткие заготовки. Суммарный полезный выход составит:

$$P_1 = (2 \cdot 2,03 + 2 \cdot 0,82) / 6 = 0,95.$$

Продольный раскрой заготовок и строгание реек. Выбор схемы получения делянок зависит от толщины доски (рис 11.25).

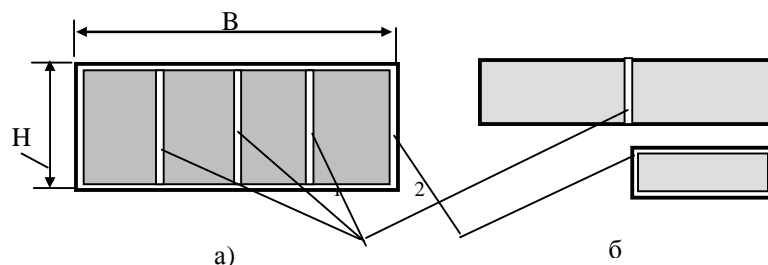


Рис.11.25. Схемы получения чистовых заготовок (делянок) из черновых заготовок для толстых (а) и тонких (б) досок: 1 - пропилы; 2 - припуски на фрезерование.

Размеры делянок при известных размерах поперечного сечения доски можно рассчитать по формулам:

при раскрое по схеме (а)

$$b = H - D_h; \quad h = \frac{B - \Delta_b - (n-1)q}{n};$$

при раскрое по схеме (б)

$$b = \frac{B - (n-1)q}{n} - D_b; \quad h = H - \Delta_h,$$

где B, H - ширина и толщина доски, мм; b, h - ширина и толщина делянки, мм; n - число делянок, получаемых из доски (кратность); q - ширина пропила, мм; D_b, D_h - припуски на двухстороннее фрезерование соответственно по ширине и толщине заготовки, мм (см. табл. 11.16, 11.17).

При отдельных операциях продольного раскроя и фрезерования коэффициент выхода нестроганных реек из черновых заготовок P_2 составит

$$P_2 = \frac{B - (n-1)q}{B},$$

а коэффициент выхода фрезерованных реек из нефрезерованных :

$$P_3 = \frac{bh}{(b + \Delta_b)(h + \Delta_h)}.$$

11.17. Припуски на фрезерование по ширине с двух сторон деталей без предварительного фугования (ГОСТ 7307-75), мм

Порода древесины	Номинальная толщина деталей					
	до 30			31-95		
	Номинальная ширина деталей					
	до 55	56-95	96-195	до 55	56-95	96-195
Припуски без непрофрезерования						
Сосна, ель, пихта, кедр	4,0	4,5	5,0	4,5	5,0	5,5
Лиственница	4,5	5,0	5,5	5,0	5,5	6,0
Твердолиственные	4,5	5,0	5,5	5,0	5,5	6,0
Мягколиственные	4,5	5,0	5,5	5,0	5,5	6,0
Припуски при частичном непрофрезеровании одной из сторон						
Сосна, ель, пихта, кедр	3,0	3,5	4,0	3,5	4,0	4,5
Лиственница	3,5	4,0	4,5	4,0	4,5	5,0
Твердолиственные	3,5	4,0	4,5	4,0	4,5	5,0
Мягколиственные	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5

11.18. Припуски на фрезерование по толщине с двух сторон деталей без предварительного фугования (ГОСТ 7307-75), мм

Порода древесины	Номинальная толщина деталей					
	до 30			31-95		
	Номинальная ширина деталей					
	до 55	56-95	96-195	до 55	56-95	96-195
Припуски без непрофрезерования						
Сосна, ель, пихта, кедр	3,5	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5
Лиственница	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0
Твердолиственные	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0
Мягколиственные	4,0	4,5	5,0	4,5	5,0	5,5
Припуски при частичном непрофрезеровании одной из сторон						
Сосна, ель, пихта, кедр	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	4,5
Лиственница	3,5	3,5	4,0	4,0	4,5	5,0
Твердолиственные	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5
Мягколиственные	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5

При работе с толстыми досками ($H > 40$ мм) операции фрезерования и продольного раскроя совмещаются в одном станке, поэтому можно записать

$$P_2 \cdot P_3 = \frac{nbh}{BH}$$

Например, для сосновых досок 50x125 мм при толщине пропила 3 мм и $n = 5$ получаем:

$$b = 50 - 5,5 = 44,5 \text{ мм}; \quad h = [(125 - 5,5 - (5 - 1) \cdot 3] / 5 = 21,5 \text{ мм.}$$

$$P_2 \cdot P_3 = (5 \times 44,5 \times 21,5) / (125 \times 50) = 0,765.$$

В данном случае имеем потери $100(1 - 0,765) = 23,5\%$, которые складываются из потерь в опилки и стружку.

Таблицы 11.17 и 11.18 не отражают всего многообразия условий производства. В частности, они не учитывают длину заготовки и характер ее предыдущей

обработки. Поэтому фактические минимально допустимые припуски целесообразно находить опытным путем, а расчеты вести с точностью 0,1 мм.

Отбраковка и торцовка реек. Потери древесины на этом участке не могут быть подсчитаны аналитически, так как зависят от качества (сорта) пиломатериалов, в данном случае - от наличия пороков в рейках.

В практике технологических расчетов приняты следующие ориентировочные значения выхода заготовок из пиломатериалов (табл.11.19).

11.19. Полезный выход заготовок из пиломатериалов

Материал	Сорт	Полезный выход, %
Пиломатериалы необрезные хвойных пород	I	80
	II	67
	III	50
	IV	40
Пиломатериалы необрезные твердых лиственных пород	I	65
	II	55
	III	35
Пиломатериалы необрезные из березы	I - III	42
Пиломатериалы обрезные хвойных пород	I - IV	67

Для хвойных обрезных досок можно считать, что полезный выход составляет 67% ($P_4 = 0,67$), а отпад примерно в 1/3 представляет собой кусковые отходы, частично пригодные для переработки на попутную продукцию.

Склеивание щитов. На данном участке не происходит механической обработки древесины, однако возможны потери из-за брака в работе, необходимости настройки и пробного склеивания щитов, по организационным причинам. По опыту предприятий можно принять потери в 1% ($P_5 = 0,99$).

Послепрессовая обработка щитов. Щит, вышедший из пресса, требует обработки по длине с помощью опиливания, по ширине путем фрезерования или опиливания и по толщине путем двухстороннего шлифования. Соответствующие припуски указаны в табл. 11.20.

Припуск по ширине может быть сведен к минимуму за счет приклеивания последней рейки малой ширины, дополняющей щит до размера, близкого к заданному.

Коэффициент выхода нешлифованных обрезных щитов из необрезных

$$P_6 = \frac{(l - \Delta_l)(b_{ш} - \Delta_b)}{nbl},$$

где l - длина реек, мм; $b_{ш}$ - ширина щита после пресса, мм; n - число реек шириной b в щите; D_l и D_b - припуски на обработку щитов по длине и ширине (табл.11.20).

Коэффициент выхода шлифованных щитов из нешлифованных

$$P_7 = \frac{h - \Delta_h}{h};$$

где h - толщина реек, мм; D_h - припуск по толщине (табл.11.19), мм.

11.20. Припуски на послепрессовую обработку щитов (ГОСТ 7307-75), мм

Размеры щита			Припуски по				
Толщина	Длина	Ширина	толщине при ширине		ширине при усло-		длине
			делянок, мм		вии		
			20-60	61-120	опили-	фрезеро-	(опили-
					вания	вания	вание)
До 30	До 800	до 300	1,5	1,5	10	3	20
		301-600	1,5	2,0	12	4	24
		601-800	2,0	2,0	12	4	30
	801-1601	до 400	1,5	2,0	12	4	25
		401-800	2,0	2,0	14	5	30
		801-1200	2,0	2,5	14	5	30
	1601-2400	до 400	2,0	2,0	14	5	30
		401-800	2,0	2,5	16	6	30
		801-1200	2,5	2,5	16	6	35
31-95	До 800	до 300	1,5	1,5	12	4	20
		301-600	2,0	2,0	14	4	25
		601-800	2,0	2,5	14	5	30
	801-1600	до 400	2,0	2,0	14	5	25
		401-800	2,0	2,5	16	5	30
		801-1200	2,5	3	18	6	35
	1601-2400	до 400	2,5	2,5	16	5	30
		401-800	2,5	3,0	18	6	35
		801-1200	3,0	3,0	18	6	35

Перемножая все коэффициенты потерь, получим полезный выход щитов из пиломатериалов

$$P_{общ} = P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_6 P_7.$$

Обратная величина называется расходным коэффициентом, показывающим расход пиломатериалов на м³ готовой продукции:

$$K_{расх} = \frac{1}{P_{общ}}$$

Для обрезных хвойных пиломатериалов эта величина колеблется в пределах 2,5 - 3,0 м³/м³, а для необрезных досок малой толщины может достигать до 4 - 4,5 м³/м³.

При известном расходном коэффициенте легко находится потребность в сухих пиломатериалах на программу M выпуска продукции:

$$Q_{nm} = MK_{расх}$$

Всю цепочку технологических расчетов можно вести и в обратном направлении, исходя из требуемых размеров щитов и выбирая оптимальные размеры заготовок и пиломатериалов.

11.2.4.3. Расчет объемов вторичного сырья.

При известном объеме перерабатываемых пиломатериалов можно определить конкретный объем вторичного сырья, образующегося на каждой технологической операции. Это удобно представить в виде табл.11.21. Здесь Q_1 - объем отходов в пл. м³. Наиболее эффективными путями повышения полезного выхода продукции являются использование автоматических линий торцевания, уменьшение толщины пропила (например, с помощью ленточных пил для продольного раскроя заготовок), тщательное соблюдение режимов сушки пиломатериалов.

11.21. Пооперационные потери древесины в производстве речных щитов..

Операция	Отходы	Расчетная формула
Торцовка досок	Кусковые	$Q_1 = Q_{пм} (1 - P_1)$
Продольный раскрой	Опилки	$Q_2 = Q_{пм} P_1 (1 - P_2)$
Фрезерование	Стружка	$Q_3 = Q_{пм} P_1 P_2 (1 - P_3)$
Торцовка и отбраковка реек	Кусковые	$Q_4 = Q_{пм} P_1 P_2 P_3 (1 - P_4)$
Прессование	Кусковые (отбраковка)	$Q_5 = Q_{пм} P_1 P_2 P_3 P_4 (1 - P_5)$
Форматная обрезка	Кусковые и опилки	$Q_6 = Q_{пм} P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 (1 - P_6)$
Шлифование	Шлифовальная пыль	$Q_7 = Q_{пм} P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_6 (1 - P_7)$

11.2.4.4. Расчет потребности в оборудовании

Потребность в оборудовании рассчитывается аналогично методике, изложенной в п. 8.7. Число станков можно определить по формуле

$$n = \frac{Q_{час}}{П_{час}},$$

где $П_{час}$ - часовая производительность станка, определяемая из характеристики оборудования или расчетным путем, м³; $Q_{час}$ - часовой объем работ, приходящийся на данный станок, м³.

$$Q_{час} = \frac{M}{T_{эф}},$$

M - программа предприятия; обычно принимается равной годовой производительности головного оборудования, м³; $T_{эф}$ - эффективный фонд времени оборудования, зависящий от сменности работы предприятия. Для столярно - мебельных предприятий принимают 2000 часов при односменной работе и 4000 часов - при двухсменной.

Производительность *торцовочного станка* на участке раскроя досок на заготовки, м³/ч

$$П_{час} = \frac{3600 K_p}{T_u n} l b h ;$$

где K_p - коэффициент рабочего времени, $K_p = 0,94$; l, b, h - размеры заготовки, м; n - число резов на одну заготовку, $n = 1,2 - 1,5$; T_u - время цикла, с.

$$T_u = \frac{60}{N_p},$$

где N_p - число резов в минуту, $N_p = 8 - 12$.

Объём работ для данного станка следует принимать равным часовой потребности в заготовках (а не в пиломатериалах!). Малые торцовки для реек рассчитываются аналогично, а за объём работ принимается часовая потребность в чистовых рейках, идущих на склеивание.

Производительность *проходных станков* (прирезных, продольно - фрезерных, шлифовальных) зависит от скорости подачи V (м/мин):

$$P_{час} = 60 K_p K_m V b h n,$$

а для концеварнителя: $P_{час} = 60 K_p K_m V h l n,$

где K_p и K_m - коэффициенты рабочего и машинного времени (табл.11.22), b , l и h - размеры материала, м, выходящего из станка; n - число одновременно обрабатываемых заготовок (например, реек получаемых из одной заготовки, шт.)

11.22. Коэффициенты использования рабочего (K_p), машинного (K_m) времени и скорости подачи (V) основного оборудования

Станок	K_p	K_m	V , м/мин
Круглопильный прирезной	0,9 - 0,93	0,9	20 - 40
4- сторонний продольно-фрезерный	0,8 - 0,9	0,9	10-30
Концеварнитель	0,9	0,6 - 0,9	4 - 6
Круглопильный с ручной подачей	0,85 - 0,9	0,6 - 0,7	4 - 6
Шлифовальный	0,8 - 0,9	0,75 - 0,9	8 - 12

Скорость подачи для конкретного станка выбирается с учетом характеристик оборудования и требуемого качества обработки. Не следует стремиться использовать максимальные скорости подачи, так как это отрицательно скажется на качестве обработки поверхностей. Обычно проходные станки имеют более высокую производительность, чем позиционные, и форсировать их работу не требуется.

11.3. Производство столярных плит

11.3.1. Характеристика материала

Столярные плиты представляют собой деревянные щиты с реечной серединой, облицованные с двух сторон строганым или лущеным шпоном. Как следует из названия, столярные плиты применяются в основном в мебельном производстве. Их основное преимущество перед ДСтП заключается в более высокой прочности, отсутствии токсичных веществ, небольшой плотности плит. Реечная середина, однако, обладает меньшей формостабильностью, чем стружечные плиты, поэтому облицовка в один слой здесь невозможна, так как она не обеспечивает качественной отделки поверхности.

ГОСТ 13715 - 78 указывает три типа столярных плит: **НР** - середина из несклеенных реек, **СР** - середина из склеенных реек; **БР** - середина из склеенных реек, полученных блочным способом.

Кроме того, на практике нашли применение плиты марки **БШ**, у которых середина получена блочно – шпоновым способом.

Плиты могут быть облицованы строганым шпоном с одной или двух сторон или быть без облицовки; могут быть нешлифованными, шлифованными с одной или двух сторон, а также обычной или повышенной точности. Стандартные раз-

меры плит составляют: длина 2,5; 1,83; 1,525 м, ширина 1,525 и 1,22 м, толщина 16,19, 25 и 30 мм. Разнотолщинность нешлифованных плит $\pm 0,6-0,8$ мм, шлифованных $\pm 0,4-0,6$ мм, допуск по ширине и длине ± 5 мм. В плите должны быть наружные слои и подслоя с параллельным направлением слоев, расположенных перпендикулярно длине плиты. В случае облицовки с одной стороны следует предусмотреть с обратной стороны третий слой лущеного шпона с тем, чтобы соблюсти требование строгой симметрии плиты относительно среднего слоя (речной серединки). Толщина наружных слоев и подслоя должна быть не менее 3,0 мм.

Прочность столярных плит при изгибе определяют, как и для фанеры, по ГОСТ 9625-87. Нормируемые показатели зависят от толщины плиты и толщины облицовки (табл.11.23) :

11.23. Прочность столярных плит при изгибе

Толщина облицовки, мм	Прочность при изгибе поперек реек, МПа, не менее, при толщине плиты, мм					
	16	19	22	25	30	Более 30
От 3 до 3, 6	22	18	14	12	11	10
Более 3, 6	25	20	15	15	12	-

Прочность плиты существенно зависит и от ее конструкции. Наибольшую прочность при изгибе имеют плиты типа БР. Если принять их показатель за 100%, то плиты СР покажут прочность примерно 89%, плиты НР – 80%, а плиты БШ – 65% (по результатам испытания образцов, выпиленных поперек волокон серединки столярных плит толщиной 25 мм).

Предел прочности при скалывании по клеевому слою определяют по ГОСТ 9624-93 в сухом виде. Для всех марок и толщин этот показатель не должен быть менее 1 МПа.

Сорта плит определяются качеством наружных слоев. Для необлицованных плит принимается во внимание сорт лущеного шпона и предусмотрены три сорта: А/АВ, АВ/ВВ, В/ВВ (в связи с тем, что ГОСТ на столярные плиты не был пересмотрен, в нем обозначение сортов шпона осталось без изменения). Для плит, облицованных с одной стороны, - сорт строганого шпона на лицевой поверхности столярной плиты: I/АВ, II/АВ. Плиты, облицованные с двух сторон, имеют сорта I/ II и II/II. Средняя плотность столярных плит составляет ориентировочно 520 кг/м³.

Рейки изготавливают из пиломатериалов 3-го и 4-го сортов по ГОСТ 8486 - 86 и 3-го сорта по ГОСТ 2695 - 83. Рейки в щите должны быть одной породы, не допускается гниль всех видов и обзол, трещины длиной более 200 мм. Для конструкции столярной плиты характерны жесткие требования к ширине делянок речной серединки, так как от нее в значительной мере зависит формоустойчивость изделия. Идеальным считается соотношение ширины и толщины рейки 1:1,5, однако это приводит к значительному расходу пиломатериалов - для тонких плит ширина рейки должна быть примерно 20 мм. ГОСТ 13715-78 регламентирует ширину реек для плит обычной точности (ОТ) до 40 мм и для плит повышенной точности (ПТ) - до 20 мм.

На практике используют рейки шириной 40-60 мм. Имеет значение и направление годовых слоев на торцах реек. Наибольшую формостабильность обеспечивают рейки радиальной распиловки, получаемые при блочном способе изготовления. Можно применять стыковку реек по длине, но расстояние между стыками в соседних рейках должно быть не менее 150 мм. В плитах марки НР рейки должны быть плотно прижаты друг к другу (зазор не более 0,5 мм).

Обозначение столярной плиты должно содержать следующие данные: тип и сорт плиты, вид обработки поверхности (НШ, Ш1, Ш2), вид облицовки поверхности (необл., обл.1, обл.2), точность изготовления (ПТ, ОТ), размеры, породу древесины, толщину слоев шпона. Например, плита типа НР, сорта А/В, шлифованная с одной стороны, необлицованная, обычной точности, толщиной 19 мм, шириной 1220 мм, длиной 1525 мм, с березовыми наружными слоями толщиной 3,0 мм обозначается следующим образом:

НР А/В Ш1 необл. ОТ 19 х 1220 х 1525 бер. 3,0 ГОСТ 13715 - 78.

Необлицованные плиты учитываются в м³, облицованные в м². Области применения столярных плит отражены в табл. 11.24.

11.24. Области применения столярных плит

Тип плит	Мебельная промышленность.	Вагоностроение	Судостроение	Другие отрасли
НР	Детали мебели	Перегородки, панели, багажные полки, встроенная мебель	Полы, перегородки, двери, стеновые панели, встроенная мебель	Элементы обычных конструкций
СР, БР	Детали мебели	Перегородки, панели, багажные полки, встроенная мебель	Полы, перегородки, двери, стеновые панели, встроенная мебель	Элементы конструкций повышенной точности

11.3.2. Технологический процесс производства

Технологический процесс производства столярных плит включает в себя изготовление серединок, подготовку облицовок, склеивание и послепрессовую обработку плит.

Для изготовления серединок столярных плит применяют сравнительно низкокачественные пиломатериалы хвойных и лиственных пород (3-го и 4-го сорта). Возможно использование реек, получающихся при обрезке пиломатериалов в лесопильном цехе. Особенно эффективно производство столярных плит вместе с производством реечных щитов, так как здесь возможно наиболее комплексное использование реек, в том числе низкокачественных и маломерных.

Блочно-реечный способ изготовления серединок основан на склеивании блока из строганных пиломатериалов, например, по схеме показанной на рис.11.22. В отличие от изготовления реечных щитов здесь требования к качеству древесины существенно ниже. Целесообразно использовать заготовки сращенные по длине на зубчатый шип или склеенные гладкоопиленными торцами клеем – расплавом. В некоторых случаях можно применять даже несклеенные по торцам заготовки. Полученный блок распиливают на щиты на ленточно - пильном станке и стро-

гают с двух сторон в рейсмусовом станке при скорости подачи не более 8 м/мин (шлифование полученных щитов в данном случае является излишнее дорогой операцией).

Столярные плиты с серединкой из склеенных реек (марки СР) отличаются повышенной прочностью, но более склонны к покоробленности при изменении влажности древесины, чем плиты из несклеенных реек. Отсутствие клеевых швов создает более благоприятные условия для свободной деформации дялянок серединки, поэтому плиты марки НР получили гораздо большее распространение в производстве столярно-мебельных изделий. Технология получения реек в этом случае аналогична описанной в предыдущем разделе. Для высококачественных плит необходимы рейки малой ширины, которая зависит от толщины столярной плиты:

Толщина плиты, мм	16	19	22	25	30	53	40	45	50
Ширина рейки, мм	14	17	20	23	28	33	37	42	47

Использование более широких реек возможно для деталей, к которым предъявляются менее жесткие требования к покоробленности и волнистости. Важным моментом является стабильная толщина рейки (разнотолщинность не более $\pm 0,3$ мм), получаемая путем их строгания в рейсмусовом станке.

Для плит типа НР выполняют не склеивание, а стяжку реек шпагатом или металлической рейкой. Сборка пакетов из несклеенных реек производится на наборном столе. Щит сжимают струбцинами до полного прилегания реек, обрезают в размер торцовые кромки и в них зарезают проушины. Существуют и специальные щитонаборные станки, выполняющие весь цикл работ по получению реечной серединки (сплачивание, опилование торцев, резка проушин, вставка рейки или шпагата). При совместном производстве столярных плит и реечных щитов весь отпад реек (кроме покоробленных и с гнилью) может найти применение в качестве серединок столярных плит.

Блочно - шпоновый способ используется на фанерных предприятиях, не имеющих собственных пиломатериалов. Для серединок используют толстый (3,6 мм) шпон. Пять листов склеивают (обычно казеиновым клеем) в плиты толщиной 18 мм с параллельным направлением волокон. Полученные плиты досушивают при температуре 40-50 °С до влажности 6 - 8%. Продолжительность досушки составляет при горячем склеивании 4-6 ч, при холодном склеивании –12-18 ч. Затем заготовки для блоков распиливают вдоль волокон на полосы шириной по 500 мм, которые склеивают в блоки и после выдержки распиливают на серединки для плит.

Облицовка из шпона готовится путем его прирубки и ребросклеивания по технологии, описанной в главе 5. «Классическая» столярная плита имеет с двух сторон облицовку из лущеного и/или строганого шпона, при этом направление волокон в облицовке одинаково и перпендикулярно рейкам. Это дает так называемый «эффект фанеры», то есть обеспечивает высокую прочность плит при изгибе как в продольном, так и поперечном направлениях. Поскольку для большинства деталей корпусной мебели, для которых и предназначена столярная плита, не предъявляют высоких требований к прочности в двух направлениях, то целесообразным является облицовка не шпоном, а готовым листовым материалом, например, трехслойной фанерой или твердой ДВП. В этом случае тех-

нология сборки пакетов существенно упрощается. Кроме того, для лицевой стороны можно использовать ДВП с декоративным покрытием или другой материал, не требующий отделки.

Склеивание проводится по технологии, близкой к технологии склеивания фанеры с использованием карбамидных или казеиновых клеев. Наряду с горячим склеиванием в многоэтажном прессе применяют и холодное склеивание в одноэтажном прессе при высоте пачки до 1200 мм. Давление горячего прессования составляет 1,2 - 1,3 МПа. После выдержки плиты опиливают на форматно - обрезных станках при скорости подачи до 15 м/мин.

Известен еще с 70-х годов метод непрерывного склеивания столярных плит на линии АНРА фирмы «Рауте» (Финляндия). В этой линии рейки, строганные с 4- сторон и прирезанные на заданную длину, пучками подаются на загрузочный стол и с помощью вибрационного устройства направляются в устройство для уплотнения реечного ковра. Здесь за счет разности скоростей подачи и верхнего прижима рейки плотно прижимаются друг к другу. Затем на реечный ковер с двух сторон наносится вальцами клей. Возможно также использование пленочного клея, который разматывается из рулона и прижимается к реечному ковра сверху и снизу. Обе поверхности реечного ковра облицовывают одновременно шпоном в формирующей машине. Листы шпона с прирубленными кромками укладывают на движущиеся подающие цепи, отдельно для нижних и верхних поверхностей. В своем движении листы шпона поджимаются друг к другу. Весь материал поступает затем в высокочастотный проходной пресс для предварительного приклеивания облицовки к реечному ковра. Окончательное отверждение клея происходит в подвижном горячем прессе. Он установлен на колесах и работает в возвратно-поступательном режиме. При движении вперед пресс закрыт и обеспечивает необходимое вертикальное давление и прогрев клееной продукции. В конце своего пути пресс открывается и быстро возвращается в исходную позицию для повторения цикла прессования. Этим обеспечивается непрерывное склеивание ковра столярной плиты с постоянной скоростью на всем протяжении производственной линии. За подвижным прессом установлен двухпильный станок для обрезки кромок и получения заданной длины продукции. При этом обрезки измельчаются специальными фрезами и удаляются вместе с опилками. Ширина столярной плиты формируется с помощью мобильной пилы. Каретка с пилой движется в продольном направлении (относительно производственного потока), а пила - в поперечном, то есть вдоль реек столярной плиты. После выполнения реза каретка и пила возвращаются в исходное положение. Готовые плиты поступают на приемный стол, а оттуда на дальнейшую обработку или склад продукции.

На линии АНРА можно выпускать столярные плиты неограниченной ширины длиной (вдоль реек) 1220, 1830, 2440 мм и толщиной от 10 до 25 мм. Скорость подачи в составляет 1 – 8 м/мин, а производительность примерно 60 т. м³ в год.

11.4. Производство деталей строительных конструкций

11.4.1. Требования к элементам строительных конструкций

Строительные конструкции делятся на несущие и ограждающие. Использование древесины в несущих конструкциях дает наибольший эффект, так как в них удается сочетать высокие прочностные свойства древесины, ее малую плотность, декоративность. Клееные деревянные конструкции позволяют получать легкие безопорные сооружения большого пролета (до 120 м). Конструкции деталей показаны на рис. 11.26.

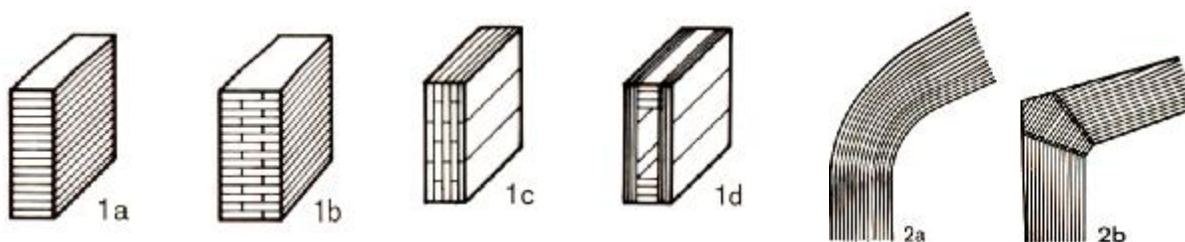


Рис.11.26. Типы клееных балок: 1а - сплошного сечения, 1b – тоже со склеиванием слоев по ширине, 1с – из вертикально расположенных слоев, 1d - в виде пустотелой рамки, 2а - гнutoкклееная, 2b – с вставкой на зубчатый шип.

При проектировании криволинейных балок нужно иметь в виду, что минимальный радиус изгиба составляет 6 м. Для экономии древесины в качестве углового соединения можно использовать вставку на прямых или зубчатых шипах (рис.11.26.2b).

В качестве связующего применяют карбамидные клеи для балок, эксплуатируемых в защищенных условиях, и резорциновый клеи – для балок, находящихся в условиях повышенной влажности или под действием атмосферных условий. Расход клея составляет 250-400 г/м², что в среднем дает 18,5 – 20 кг/м³ готовой продукции

В Германии различают три типа клееных деревянных балок – многослойные, двухслойные и трехслойные (рис.11.27). Многослойные формируются из нескольких горизонтальных слоев, двух- и трехслойные - соответственно из двух или трех слоев, которые располагаются вертикально.

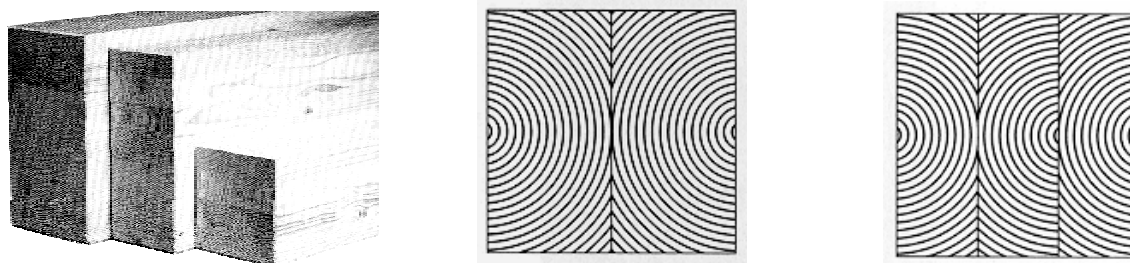


Рис.11.27. Многослойные, двух- и трехслойные балки

Двухслойные и трехслойные клееные балки склеиваются из слоев таким образом, чтобы в сооружении клеевой шов располагался вертикально. Доски располагаются внутренней стороной (обращенной к сердцевине) наружу, так как в этом случае образование трещин менее вероятно, а сучки менее крупные, чем с наружной стороны доски. Двухслойные и трехслойные балки применяют в рамных конструкциях, решетчатых сооружениях, стропилах, опорах.

Нашло применение армирование клееных деревянных деталей несущих конструкций путем вклеивания металла или стеклопластика. Арматура берет на себя большую часть усилий, что повышает несущую способность конструкции, позволяет уменьшить расход древесины. Для армирования чаще всего используют стальную арматуру периодического профиля, иногда - стальные полосы, проволоку, металлическую сетку. Вклеивают арматуру эпоксидным клеем в сжатые и растянутые зоны балок.

Нормы проектирования деревянных конструкций изложены в СНиП II-25-80. По условиям эксплуатации различают категории конструкций:

- А - внутри отапливаемых помещений,
- Б - внутри неотапливаемых помещений,
- В - на открытом воздухе,
- Г - в особых условиях, в том числе :
 - Г1 - соприкасающиеся с грунтом,
 - Г2 - постоянно увлажняемые,
 - Г3 - находящиеся в воде.

В зависимости от условий эксплуатации устанавливаются расчетные сопротивления на различные виды нагрузок.

Несмотря на обилие строительных материалов, большинство из которых значительно прочнее и долговечнее древесины, клееные деревянные конструкции (КДК) нашли свое применение в строительной индустрии и пользуются неизменным спросом. Этому способствуют следующие преимущества КДК перед другими конструкциями (в том числе металлическими и железобетонными):

- 1) высокая прочность при малом весе;
- 2) новые архитектурные возможности;
- 3) возможности получения больших пролетов;
- 4) возможность строительства на участках с малой механизацией;
- 5) высокая огнестойкость конструкций (для сплошных сечений характерно самозатухание огня по мере обгорания периферийных зон деталей и сохранение несущей способности конструкций);
- 6) отсутствие температурных деформаций.

На элементы деревянных строительных конструкций имеются отдельные технические условия (ТУ 13 - 247 - 75).

В зависимости от назначения различают три класса продукции:

- 1) Элементы, для которых главными являются архитектурные качества. Отделка должна подчеркивать природную структуру древесины, поверхности должны быть загрунтованы под прозрачное покрытие.

- 2) Элементы общестроительного назначения. Отделка может быть укрывистой.

3) Элементы, для которых внешний вид не имеет значения. Строгание боковых поверхностей не требуется, внешнее покрытие играет только защитную роль.

По температурно-влажностным условиям различают 3 группы элементов:

С - эксплуатируемые внутри отапливаемых помещений (влажность воздуха не более 75%). Соответствует группам А1, А2, Б1 по СНиП II-25-80;

В - эксплуатируемые в открытых атмосферных условиях и неотапливаемых помещениях (А3, Б2, В);

М - эксплуатируемые в воде или в земле, а также подвергающиеся сильному увлажнению.

Для изготовления элементов КДК допускаются пиломатериалы только хвойных пород (сосна, ель, пихта) с прочностью чистой древесины не менее: при изгибе - 65 МПа, при сжатии - 35 МПа, при растяжении - 85 МПа, при скалывании - 6 МПа.

Влажность пиломатериалов перед склеиванием должна быть не более 10% для элементов группы *С* и 14% для других групп. Разница во влажности отдельных досок не должна превышать 4%. В связи с опасностью больших внутренних напряжений при склеивании толстых досок принято ограничение по этому параметру - для элементов категории *С* толщина досок должна быть не более 50 мм, для других категорий - не более 40 мм. Для криволинейных деталей толщина досок не должна превышать 1/200 радиуса изгиба.

По качеству пиломатериалы для строительных конструкций разделяются на три категории, из которых первая предназначена для растянутой зоны изгибаемых элементов, вторая - для сжатой зоны и третья - для внутренних слоев.

11.4.2. Технологический процесс производства деталей КДК

11.4.2.1. Подготовка пиломатериалов

Механическая обработка начинается с предварительной строжки досок. Стrojка слоев облегчает последующий контроль качества древесины при торцовке и сращивании пиломатериалов. В линии сращивания потери древесины значительно снижаются, так как устраняется разноширинность досок и создаются хорошие базовые поверхности для последующих технологических операций.

Сортировка досок в отличие от другой продукции, где на первое место выдвигаются требования к внешнему виду поверхностей, должна проводиться по прочности досок. Сортировка по несущей способности позволяет существенно улучшить использование пиломатериалов, так как более жесткие слои можно расположить в нагруженных зонах изгибаемой балки и при равной прочности клееного элемента использовать меньшие поперечные сечения балок. Экономия материала при этом может составить от 20 до 25%. Установки для машинной сортировки пиломатериалов выпускают многие фирмы В большинстве из них пиломатериал движется поставленным на кромку и изгибается в двух направлениях в горизонтальной плоскости за счет точно регулируемых изгибающих роликов на заданную величину прогиба. Расстояние между опорами - переменное и зависит от толщины доски. Реакции доски на прогиб измеряются электрическими сило-

выми датчиками через небольшие равные интервалы (примерно 100 мм). По данным замеров компьютер может давать команду на маркировочное устройство для отметки наиболее слабых мест или постановку штампа категории качества данной доски. Оператор может вмешаться в эту процедуру и понизить сорт доски по условиям внешнего ее вида.

Наряду с сортировкой по модулю упругости существуют машины, оценивающие плотность чистой древесины в пиломатериалах. Они не способны реагировать на сучки и другие пороки древесины, но вместе с визуальной оценкой внешнего вида или машинной сортировкой по модулю упругости могут дать наиболее точную оценку несущей способности строительных пиломатериалов.

Затем доски поступают на торцовочные станки или на линию с автоматической торцовкой для вырезки дефектов, отмеченных оператором или машиной. В линиях Димтер торцовочный станок самостоятельно, без маркировки, опиливает все концы досок, которые часто имеют дефекты в виде трещин.

11.4.2.2. Сращивание пиломатериалов

Доски различной длины далее сращиваются на зубчатый шип в непрерывную ленту, которая раскраивается на слои нужной длины. При вырезке дефектов типа сучков нужно иметь в виду, что зубчатое соединение не обеспечивает 100%-ную прочность доски в месте стыка. Снижение прочности зависит от степени ослабления поперечного сечения в местах кончиков шипов. Степень ослабления равна отношению затупления шипа к шагу соединения. Согласно ДИН 68140 для несущих конструкций следует применять соединения со степенью ослабления не более 0,18. Этой величине соответствует снижение прочности и модуля упругости при изгибе примерно на 20 - 25% от прочности чистой древесины. Поэтому при настройке сортировочной машины следует исходить из того, что отметки нужно делать только для сучков, которые снижают модуль упругости (а следовательно и прочность при изгибе) не менее, чем на 25%.

Зарезку вертикальных шипов и склеивание следует выполнять в течение одного дня с тем, чтобы изменения влажности не вызвали дефектов склеивания. Нанесение клея должно быть двухсторонним. Сращивание осуществляется при продольном давлении, но в некоторых случаях требуется и поперечное давление для предотвращения отгибания крайних шипов. Полное давление следует прикладывать в течение не менее 2 с. Оно должно составлять для хвойной древесины при длине шипов до 10 мм не менее 12 МПа, при длине 60 мм – 2 МПа. Для лиственной древесины давление увеличивают на 30%. Поперечное давление для хвойной и лиственной древесины может не превышать 2-3 МПа. Для полного отверждения клея слои должны выдерживаться не менее 24 часов при температуре помещения не ниже 18 °С (если не используется дополнительный подогрев во время прессования). При ТВЧ-нагреве мощность генератора должна быть не менее 3 кВт. В противном случае есть опасность повреждения соединений при перемещении слоев и их укладке в штабель. После сращивания слои попадают на поперечный конвейер, длина которого определяется максимальной длиной слоя.

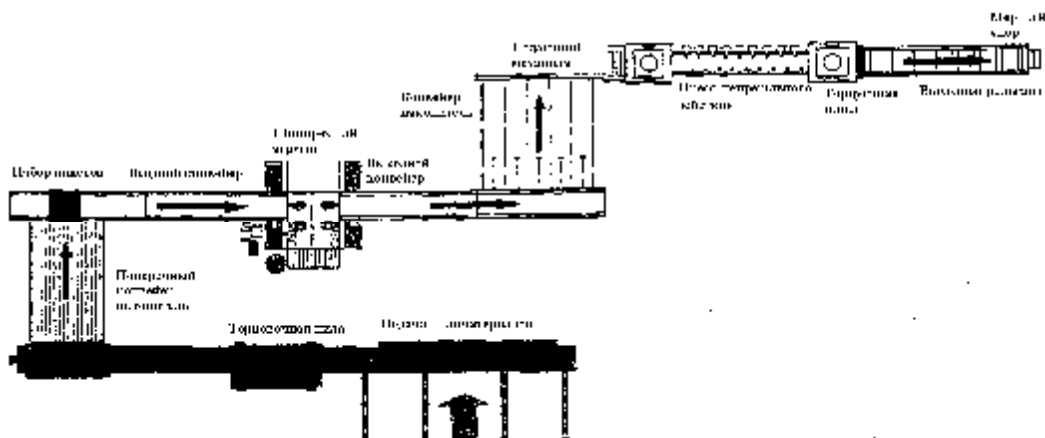


Рис.11.28. Схема линии сращивания слоев деталей строительных конструкций (Гре-Кон-Димтер)

На рис. 11.28 показана схема линии сращивания слоев деталей КДК. По сравнению с линиями для сращивания короткомерных пиломатериалов она имеет другой шипорезный агрегат и пресс для сращивания. Линия работает в следующей последовательности. После вырезки недопустимых пороков на входном конвейере набирается пакет досок, который продвигается к упору шипорезного агрегата, где выравнивается по переднему торцу. Первый шипорезный узел формирует вертикальные шипы на торцах при вертикальной перемещении суппорта станка. После формирования шипов и нанесения клея на передние торцы досок пакет продвигается на выходной рольганг. При обратном его движении происходит выравнивание задних торцов досок и резка шипов на них с нанесением клея. Затем на следующем поперечном конвейере идет поштучная разборка пакета и подача досок в непрерывный пресс, где идет сборка и запрессовка соединений. При продвижении непрерывной ленты до упора происходит торцевание слоя на заданную длину.

Следующей операцией технологического процесса является строгание двух пластей сращенных слоев (ламель). Соответствующий станок может располагаться непосредственно за установкой сращивания, после площадки буферного запаса сращенных слоев или непосредственно перед клеенаносящим станком. Строжка непосредственно перед нанесением клея дает наиболее ровные и чистые поверхности. В строгальном станке главное внимание следует уделять качественной подготовке поверхностей под склеивание.

11.4.2.3. Нанесение клея на пласти

Нанесение клея чаще всего производится методом налива и клеенаноситель находится сразу за строгальным станком. При этом необходимы большие скорости подачи (до 150 м/мин), что обеспечивает нужный расход клея (250 – 400 г/м²) и малое открытое время выдержки. Клеенаносящее устройство (рис.11.28) готовит клей смешиванием двух компонентов, после чего он подается в трубу с отверстиями. Клей наносится на верхнюю пластъ доски, которая сразу передается на участок сборки пакетов и прессования.



Рис.11.29. Нанесение клея методом налива

11.4.2.4. Прессы для получения крупногабаритных деталей

В зависимости от конструкции различают следующие прессы для склеивания крупногабаритных деталей:

- Горизонтальный гидравлический и/или механический пресс с переставляемыми блоками для криволинейных балок, в том числе с дополнительным боковым давлением (силовой пол)
- Вертикальный гидравлично-механический пресс (с боковыми цилиндрами для выравнивания слоев)
- Вертикальный гидравлический проходной пресс с ТВЧ-нагревом.

Требуемое давление составляет 0,6 – 1,2 МПа, расстояние между зажимными элементами для прямых балок должно быть не менее 400 мм, для криволинейных балок - не менее 300 мм.

Фирма Гесс-Технологи выпускает большую веерную вайму (ротационный пресс), марки BHS для изготовления клееного бруса, используемого в деревянном домостроении. Вайма имеет рабочую длину 16м и 8 рабочих поверхностей (рис.11.30, табл.11.25)

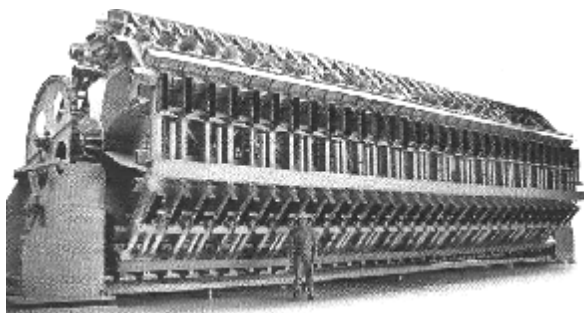


Рис.11.30. Ротационный пресс марки BHS фирмы Hess-Technologie

Клеильная установка образует три участка - ротационный пресс, накопитель для непрерывного приёма ламелей и отводящий транспортер. Шестнадцать прижимных цилиндров с усилием прессования до 10 кН смонтированы на накопителе для ламелей. Опорные цулаги при разгрузке действуют как выталкиватели. Они могут занимать три положения. Их можно опустить на 260 - 300 мм, поставить в среднее положение (выдвинуть на 180 - 240 мм) или установить в крайнее верхнее положение (на 120 - 160 мм). Последний прессующий цилиндр оснащен специальными датчиками. Если подаваемая заготовка короче, чем рабочая длина прижимных пластин, то прессование выполняется с учетом ее индивидуального размера, данные на который поступают на последний цилиндр с предпоследнего.

Табл.11.25. Характеристика ротационного пресса BHS

Длина клееного бруса, м	3 - 16	Число гидроцилиндров на одной позиции прессования, шт.	16
Ширина клееной продукции, мм	245 - 625	Диаметр поршня, мм	100
Толщина бруса, мм	120 - 300	Ход поршня, мм	450
Ширина приемного отверстия, мм	680	Диаметр гладкого штока, мм	60
Глубина укладки, мм	300	Расстояние между цилиндрами, мм	500
Число рабочих зон прессования	8	Ширина прижимных пластин, мм	350
Число гидроцилиндров на одной позиции, шт.	16	Макс. давление прессования, МПа	1,0
Время перехода на новую позицию прессования, с	30	Усилие на одном гидроцилиндре, кН	10

Гидравлический вертикальный пресс ф. Minda Industrieanlage (рис.11.31) в стандартном исполнении состоит из двух прессующих камер, которые с помощью рольганга перемещаются к вертикально стоящему пакету слоев. Пресс имеет нижнее давление и используется для одинарного и двойного прессования.

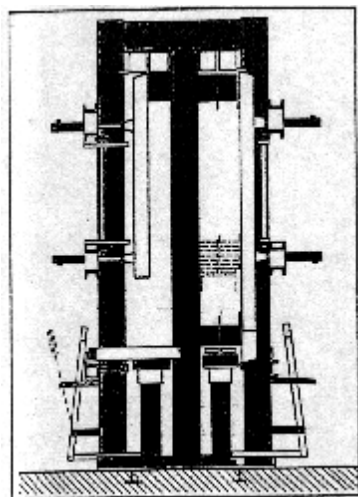


Рис.11.31. Схема пресса Минда

При одинарном прессовании могут быть склеены пакеты шириной 160-320 мм, при двойном прессовании ширина пакетов составляет 2 x 80 ... 2 x 160 мм. Прессовые камеры могут регулироваться независимо друг от друга. Гидроагрегат имеет два насоса по 4 кВт с максимальным давлением 250 бар. Время закрытия пресса при полной загрузке и при давлении в гидросистеме 50 бар составляет 50 с, полное давление прессования в 190 бар достигается за 10 с. Выравнивающие элементы гарантируют, что при двойном прессовании каждый пакет будет нагружен равным давлением (выравнивающий ход составляет 17 мм). Через 1600 мм располагаются боковые прижимы, которые выравнивают слои по высоте. С помощью дополнительных приспособлений этот пресс можно использовать для изготовления речных щитов, ограждающих балок и оконных брусков.

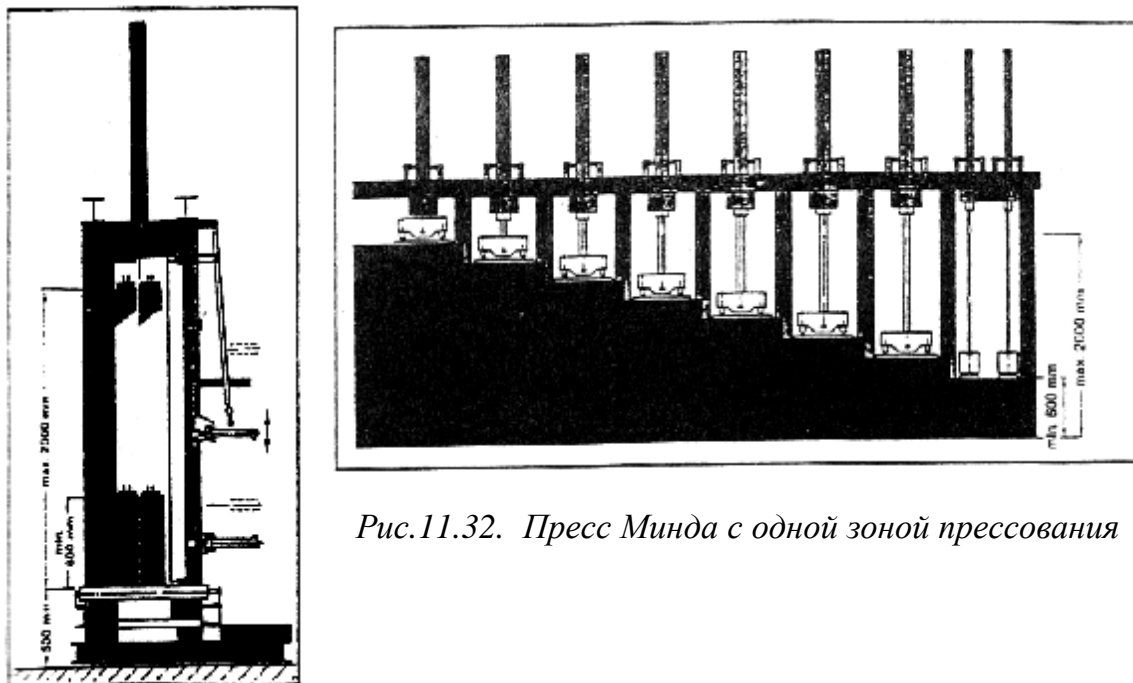


Рис.11.32. Пресс Минда с одной зоной прессования

Модифицированный пресс этой же фирмы имеет одну зону прессования и верхнее расположение гидроцилиндров, которые расположены в два ряда (рис.11.32). Это позволяет прессовать одну широкую балку (до 320 мм) или одновременно две балки шириной до 160 мм, в том числе различной длины. Горизонтальное перемещение главных цилиндров позволяет точно выбирать место приложения усилия прессования. Выравнивающие боковые прижимы расположены точно против стойки пресса. Нижний ряд цилиндров этого приспособления зафиксирован, верхний - может настраиваться по высоте. При соответствующей автоматизации пресс обслуживает один рабочий.

Размеры и производительность пресса зависят от размеров продукции и производственной программы предприятия. Поэтому прессы делаются модульной конструкции и для каждого предприятия могут быть изготовлены прессы соответственно особенностям клееной продукции.

Проходные прессы служат главным образом для производства продукции стандартных размеров (рис.11.33). Для ускорения отверждения во время прессования (давление не менее 0,8 МПа) клеевые швы прогреваются в поле ТВЧ с помощью вертикальных электродов, расположенных с обеих сторон склеиваемой балки. Необходимое давление создается двумя синхронно работающими цилиндрами. Слои выравниваются вертикальными подающими роликами. Размеры продукции составляют по ширине 80 – 200 мм, по высоте до 1500 мм. При скорости подачи 0,5 – 4,5 м/мин и мощности генератора 65 – 120 кВт (удельная мощность 2 – 5 ватт/мин.см²) производительность составляет 8,5 – 10,5 м³/ч (данные фирмы GreCon, 1995 г.). Для окончательного отверждения клеевых швов требуется 48 – 72 часа в условиях контролируемого климата.

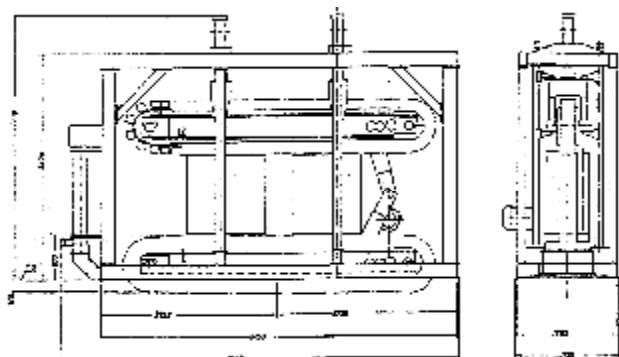


Рис.11.33. Проходной пресс с ТВЧ-нагревом для склеивания балок фирмы ГреКон (1985).

На рис.11.34 показаны прессы с горизонтальным направлением прессования.

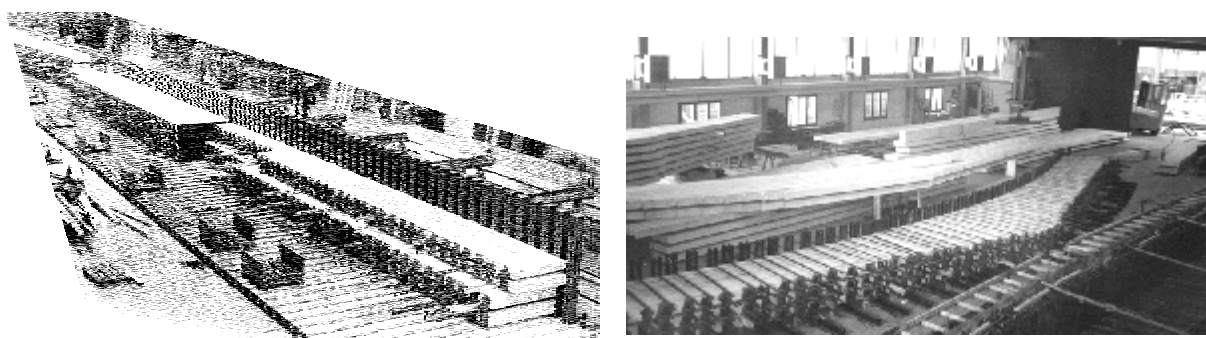


Рис.11.34. Прессы для склеивания деревянных балок.

11.3.2.5. Послепрессовая обработка деталей

После распрессовки и выдержки для полного отверждения клея балки должны быть простроганы по пласти для удаления подтеков клея и получения ровной поверхности под отделку. Для этой цели созданы специальные рейсмусовые станки с шириной строгания от 400 до 2600 мм. Особенно широкие станки имеют сверху и внизу по два ножевых вала, расположенных под углом и перекрывающих друг друга в середине ширины строгания. Каждый вал имеет свой привод, поэтому при строгании узких балок можно включать только половину привода резания.

При обработке прямых балок впереди и позади станка достаточно иметь обыкновенные рольганги. Для строгания криволинейных балок рейсмусовый станок устанавливают на поворотный круг (рис.11.35), а загрузку выполняют с помощью специальной тележки. Подачу к станку и от станка производится с помощью кранового оборудования. Для особенно длинных балок применяют также транспортные тележки, регулируемые по высоте. Они занимают меньше производственной площади, чем стационарные рольганги.

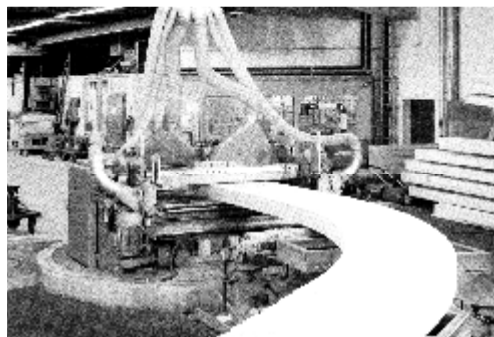
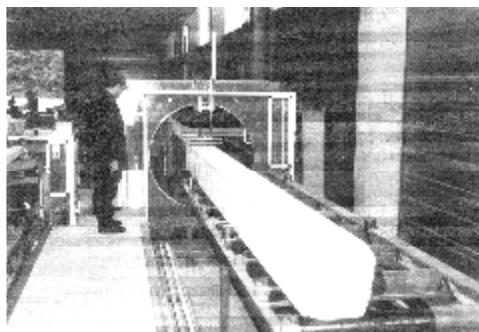


Рис.11.35. Большой рейсмусовый станок для строгания криволинейных балок

Послепрессовая обработка не сводится только к строганию балок. Необходимо еще выполнить ряд операций для превращения балки в изделие, готовое для монтажа на строительной площадке. Нужно опилить торцы балок с помощью торцовочного станка и придать балке необходимую форму. Работы могут выполняться в том же потоке, что и строгание балок. Для этих целей имеется много специальных приспособлений для выполнения пропилов, запилов, сверлений и т.п. Иногда возникает необходимость раскроить длинную балку на более короткие (например, 12-метровую балку распилить на четыре 3-метровые). Для этого также существуют большие торцовочные станки. При больших размерах продукции целесообразно использовать ручные пилы, дрели и т.п.

Заключительной операцией является упаковка продукции для защиты от высокой влаги воздуха и атмосферных осадков. Операция выполняется на упаковочных машинах, которые обволакивают балку термоусадочной пленкой (рис.11.36). Это особенно касается балок стандартных размеров от 60 x 120 до



160 x 360 мм и длиной 12-18 м. Транспортировка изделий заказчику выполняется обычно на грузовиках, оснащенных специальными приспособлениями для перевозки крупногабаритных изделий.

Рис.11.36.. Машина для упаковки деталей

11.4.3. Контроль качества в производстве КДК

Детали строительных конструкций являются наиболее ответственными, так как их дефекты могут привести к очень неприятным последствиям типа обрушения конструкций. Поэтому контроль качества здесь регламентирован очень строго и осуществляется на всех трех стадиях - входной контроль древесины и клея, текущий контроль параметров изготовления и выходной контроль готовой продукции.

Контроль качества древесины касается определения ее влажности и напряжений в пиломатериалах после сушки, а также оценки прочности пиломатериалов неразрушающим способом. Для определения равномерности сушки в разные места по вертикали и горизонтали штабеля укладывают контрольные доски, вырезают из них секции контроля конечной влажности через каждые 0,7 м длины доски. По изменению их влажности определяют равномерность сушки досок по объему штабеля. Для определения перепада влажности по толщине материала из отобранной доски рядом с секцией влажности вырезают секцию послойной влажности толщиной около 2 см вдоль волокон древесины. Концы образца отпиливают, а среднюю часть раскалывают продольно на три равные полоски, влажность которых определяют весовым способом. Разность во влажности боковых (взвешивают вместе) и средней полосок дает перепад влажности по толщине доски.

Для определения остаточных напряжений в высушенном материале рядом с секцией послойной влажности выпиливают два торцевых среза размером вдоль волокон по 10 мм. Образцы выдерживают в комнатных условиях в течение суток, после чего из срезов выпиливают силовые секции. Если в процессе выпилки форма секции не изменяется, значит, влажность распределена равномерно. В противном случае зубцы изгибаются в сторону большей влажности. Изгиб зубцов наружу показывает на наличие растягивающих напряжений, а внутрь - сжимающих напряжений в поверхностных зонах доски. Относительное отклонение зубцов секций в вершине от нормального положения не должно превышать 2% длины зубцов.

При контроле прочности конструкционных деталей следует руководствоваться нормативными значениями прочности (табл. 11.26)

11.26. Нормативные значения прочности конструкционных деталей, МПа, не менее

Показатель	Нормативы для сортов						
	К38	К30	К24	К19	К15	К12	К9
Изгиб на кромку	38	30	24	19	15	12	9
Изгиб на пласть	42	33	27	21	17	13	10
Растяжение	26	20	15	12	9	7	5
Сжатие	30	25	21	18	14	12	10
Скалывание	3,5	3,0	2,6	2,3	2,0	1,7	1,5
Модуль упругости при изгибе (ГПа)	8,1	7,0	6,1	5,3	4,6	4,0	3,5

При контроле технологических свойств клея определяют условную вязкость клеев по ВЗ-4 (ГОСТ 9070 - 75) в диапазоне вязкости от 80 до 300 - 400 с, при большей вязкости допускается применение вискозиметра ВЗ-1. Жизнеспособность, то есть время сохранения рабочей вязкости клея, определяют при температуре 20⁰С для 200 г свежеприготовленного клея. Условное время отверждения определяют путем измерения времени от момента опускания пробирки с клеем в кипящую воду до начала гелеобразования. Известен также способ определения времени холодного отверждения, при котором 10 - 20 г клея распределяют равномерно на целлофановой или полиэтиленовой пленке слоем 1-2 мм и выдерживают при температуре склеивания. Временем отверждения считают время выдержки, после которого изгиб пленки на 90⁰ приводит к хрупкому разрушению отливки. Клеящую способность проверяют в испытаниях на скалывание вдоль волокон по клеевому шву (см. п.1.4.10).

В ходе *выходного контроля* выполняют контроль качества клеевых соединений и всей клееной детали. Прочность склеивания на гладкую фугу проще всего оценивать методом послойного скалывания (рис.1.14), а прочность зубчатых клеевых соединений - в испытаниях на изгиб и растяжение (рис.1.8). В процессе изготовления рекомендуется испытывать крупные образцы, вырезанные из сращенных на зубчатый шип заготовок. Контрольные образцы должны иметь форму прямоугольной призмы с сечением равным сечению слоя и длиной 450 мм при толщине 20 - 30 мм и 750 мм при толщине более 30 мм. Схема испытания - 4 - точечная.

Водостойкость соединений определяют по ГОСТ 17005-82. Метод основан на оценке относительной прочности клеевых соединений при скалывании их вдоль волокон по ГОСТ 15613.1 - 84. Испытывают образцы пяти видов: контрольные, мокрые и высушенные после вымачивания, а также мокрые и высушенные после кипячения. Для испытаний должно быть изготовлено по 10 образцов, выдерживаемых в воде и подвергаемых кипячению. Образцы помещают в сосуд с водопроводной водой и нагружают таким образом, чтобы они были покрыты водой на 2-3 см. Выдержка продолжается 48 часов при температуре 20 ± 2 °С. Затем образцы протирают фильтровальной бумагой и испытывают на скалывание. Если средняя прочность клеевых соединений образцов окажется меньше 3,2 МПа, то соединения относят к низкой группе водостойкости и не подвергают кипячению. В противном случае проводят кипячение образцов в течение 3 часов, их охлаждение в течение 30 мин в холодной воде и испытание на скалывание вдоль волокон. Группы водостойкости и соответствующие нормативы даны в табл.11.27.

11.27. Группы водостойкости клеевых соединений древесины

Группа водостойкости клеевых соединений	Средняя прочность, МПа, не менее, при температуре воды	
	20 °С	100 °С
Низкая	До 3,2	-
Средняя А	3,2 и более	До 2
Средняя Б	3,2 и более	От 2 до 3,2
Повышенная	3,2 и более	3,2 и более

Помимо этих испытаний, при разработке новых клеев и в ряде других случаев может возникнуть необходимость проверить стойкость клеевых соединений к циклическим температурно-влажностным воздействиям.. Согласно ГОСТ 17580-82 образцы выпиливают из элементов конструкций или изготавливают специально в зависимости от цели испытания. Всего требуется 10 контрольных и 10 образцов для циклических испытаний. Один цикл включает в себя вымачивание образцов в воде с температурой $+20$ °С в течение 20 ч, замораживание в течение 6 ч при температуре -20 °С, оттаивание в течение 16 ч при температуре воздуха $+20$ °С, сушку в сушильной камере в течение 6 ч при температуре 55 - 65 °С и влажности воздуха 60-75 %. Всего выполняют 40 циклов. Испытания проводят на скалывание вдоль волокон с определением относительной прочности испытанных образцов. Различают три группы стойкости - малая (относительная прочность до 30 %), средняя (до 60 %) и повышенная стойкость (более 60%). При оценке результатов обращают внимание на характер разрушения клеевых соединений. При скалывании по древесине и низкой прочности соединений рекомендуется провести испытания на более прочной древесине.

Теплостойкость и морозостойкость клеевых соединений определяют по ГОСТ 18446-73. Общее количество испытываемых образцов складывается из трех серий по 8 образцов в каждой. Первая серия состоит из контрольных образцов (влажность 8-12 %), подлежащих испытанию на скалывание по истечении трех суток после склеивания. Вторая и третья серии состоят из образцов, подлежащих испытаниям на теплостойкость или морозостойкость. Образцы одной из

них испытывают на скалывание при заданной температуре, а другой - после выдерживания их в течение двух недель в нормальных условиях. Теплостойкость проверяют выдерживанием образцов в термокамере в течение двух недель при температуре 60 ± 3 °С, а морозостойкость - путем выдержки в морозильной камере в течение двух недель при температуре -30 °С сухих образцов или с влажностью более 30 % (выбираются в зависимости от условий эксплуатации продукции). После температурного воздействия половину образцов испытывают при температуре испытания, а половину - после двухнедельной выдержки в нормальных условиях. По относительной прочности соединений оценивают их группу тепло - или морозостойкости (табл.11.28).

11.28. Группы теплостойкости и морозостойкости клеевых соединений древесины

Показатель	Группа	Относительная прочность, %	
		При заданной температуре	В нормальных условиях
Теплостойкость	Нормальная Пониженная	Не менее 75 До 75	Не менее 90 Менее 90
Морозостойкость	Нормальная Пониженная	Не менее 100 Менее 100	Не менее 100 Менее 100

ГОСТ 19100-73 регламентирует испытания клеевых соединений на *атмосферостойкость*. Образцы склеивают специально в количестве не менее 8 штук на каждый вид испытания и выдерживают не менее 14 суток. Испытания проводят в различных климатических зонах - сухой, нормальной и влажной. В журнале испытаний ежемесячно отмечают температуру воздуха (среднюю, минимальную и максимальную), количество часов с температурой воздуха в интервалах от $+30$ до -30 °С с шагом 15 °С, количество осадков в мм, количество солнечных часов, количество дней с осадками (дождь, снег), количество часов с относительной влажностью воздуха от 100 до 90 %, от 90 до 70 % и ниже 70 %, а также максимальную скорость и преобладающее направление ветра. Образцы помещают на испытательных площадках лицевой стороной на юг с углом наклона к горизонту равным географической ширине места испытания на высоте 0,5 - 0,8 м. Стенд должен систематически очищаться от снега, расстояние между образцами - не менее 10 мм. Образцы снимают для испытаний после каждого времени года при экспозиции образцов на срок до 3 лет, два раза в год - при сроке испытаний до 5 лет и один раз в год - при сроке испытания свыше 5 лет. В течение первого года экспозиции съём образцов должен производиться через 1, 3, 6, 9 и 12 месяцев после начала испытания. Контрольные образцы испытывают одновременно с началом испытаний и хранят их в отапливаемом помещении. Образцы со стенда испытывают после их кондиционирования в лабораторных условиях в течение не менее двух недель. В качестве критерия атмосферостойкости принимают следующие показатели: изменение механической прочности образцов, изменение внешнего вида образцов (растрескивание, коробление, изменение цвета), изменение линейных размеров образцов в момент съёма со стенда. Определение группы стойкости - аналогично испытаниям по ГОСТ 17580-82.

Наряду с испытаниями клеевых соединений имеется необходимость испытания клееных конструкций или их элементов с тем, чтобы выявить существенные дефекты и принять меры к их устранению. Здесь нет строго нормированных ме-

тодов испытаний. В каждом конкретном случае выбирают такую схему, которая позволяет приблизиться к напряженно - деформированному состоянию в момент эксплуатации конструкции. Данные рекомендации могут содержаться в технических условиях или рабочих чертежах деталей и конструкций. В соответствии с ГОСТ 20850-84 нагрузку прикладывают ступенями по 10% контрольной нагрузки с длительностью нагружения 1 - 3 мин и временем выдержки на каждой ступени 5-10 мин. Максимальную (контрольную) нагрузку определяют из условия, что в наиболее напряженном сечении возникают напряжения равные удвоенному расчетному сопротивлению. Такие испытания особенно оправданы в период организации выпуска клееной продукции.

ЦНИИМОДом разработан также *метод испытания клеевых соединений на расслаивание* (ГОСТ 27812 - 88). Метод основан на определении суммарной длины расслоившихся участков клеевых швов на торцовых поверхностях образца после искусственного создания в образце напряжений разбухания и усушки. Образец выпиливают в виде прямоугольной пластины длиной вдоль волокон 75 ± 3 мм на расстоянии не менее 50 мм от торца и высотой не менее 150 мм. Из каждого элемента должно быть изготовлено не менее двух образцов, по одному с каждого торца, возможно деление образца по высоте сечения на части, в которых должно быть не менее трех клеевых швов.

При отработке технологии или проверке новых клеев применяют специальное склеивание заготовки из 4 слоев, которую затем распиливают на 5 образцов (не менее чем через 3 суток после склеивания). Образцы помещают в автоклав с водой температурой $10 - 25$ °С, где выдерживают в течение 1 ч под вакуумом $0,08 \pm 0,01$ МПа, а затем под давлением $0,5 \pm 0,03$ МПа в течение 3 часов, после чего помещают в сушильную установку. Образцы высушивают при температуре 60 ± 5 °С и скорости движения воздуха $2,5 \pm 0,5$ м/с до начальной массы (разница не более 5 %). После окончания сушки с помощью щупов толщиной от 0,08 до 0,1 мм определяют наличие расслоений в клеевых швах на обоих торцах и фиксируют шов с максимальным расслоением. Не учитывают расслоения длиной менее 2,5 мм и участки в зоне сучков, а также разрушения по древесине вблизи клеевых швов.

Показатель общего расслоения определяют по формуле

$$P_o = \frac{l_o}{2Bn} 100 ,$$

где l_o - суммарная длина расслоившихся участков клеевых швов на обеих торцовых поверхностях образца, мм; B - ширина образца, мм; n - количество клеевых швов в образце.

Показатель максимального расслоения отдельного клеевого шва P определяют по формуле

$$P = \frac{l}{2B} 100 ,$$

где l - суммарная длина расслоившихся участков клеевого шва на обеих торцовых поверхностях образца, мм.

За результат испытаний принимают наибольший показатель общего расслоения клеевых швов из числа всех испытанных образцов и показатель максимального расслоения отдельного клеевого шва.

11.2.4. Технологические расчеты в производстве клееной продукции

11.2.4.1. Определение программы цеха.

Программа производства обычно определяется по производительности головного оборудования, под которым в цехах клееной продукции понимается клеильный пресс, как наиболее сложное и дорогостоящее оборудование, под которое подстраивается вся технологическая цепочка в цехе. Производительность позиционного прессы зависит главным образом от цикла его работы:

$$P_{\text{час}} = \frac{60 K_p l b h n}{t}$$

где l, b, h - чистовые размеры продукции, м (хотя из прессы выходят необрезные щиты, расчет выполняют с учетом чистовых размеров щитов, так как программа цеха выражается в размерах товарной продукции); n - число щитов в одной запрессовке, шт.; K_p - коэффициент рабочего времени, $K_p = 0,94 - 0,95$; t - время цикла одной запрессовки, мин

$$t = t_{\text{скл}} + t_{\text{всп}}$$

$t_{\text{скл}}$ - время склеивания, мин; зависит главным образом от вида клея и температуры плит прессы. Ориентировочно можно принять следующие цифры:

Холодное склеивание карбамидными клеями – 4 часа

Горячее склеивание карбамидными клеями – 5-10 мин

Холодное склеивание ПВА- клеями - 15 - 30 мин

Теплое склеивание ПВА-клеями - 5 мин

Склеивание в поле ТВЧ – 1 мин.

$t_{\text{всп}}$ - время вспомогательных операций, мин (включает в себя время загрузки реек и выгрузки щитов, время подъема и снятия давления). Зависит от уровня механизации работ. В среднем составляет 1- 2 мин.

Для прессов проходного типа формула расчета часовой производительности имеет вид, м³:

$$P_{\text{час}} = 60 V l h K_p K_m,$$

где V - скорость подачи, м/мин; K_m - коэффициент машинного времени (учитывает потери рабочего времени на настройку станка, межторцовые разрывы и пр.)

Годовая программа зависит от сменности работы оборудования:

$$P_{\text{год}} = P_{\text{час}} T_{\text{эфф}}$$

Эффективный фонд работы оборудования принимают равным при односменной работе - 2000 часов, при двухсменной - 4000 и трехсменной - 6000 часов.

11.2.4.2. Расчет потребности в пиломатериалах.

Наиболее простым и наглядным методом расчета потребности в пиломатериалах является *метод определения коэффициентов пооперационных потерь*. Он заключается в том, что потери древесины рассчитываются для каждой операции механической обработки по известным припускам на обработку.

Первичная торцовка на заданную длину. Отходы на этой операции зависят от характеристик используемых пиломатериалов (сорт, длина, размеры сечения), а также от кратности заготовок по длине и схемы раскроя. Поперечно - продольно - поперечная схема раскроя является оптимальной для продукции, склеиваемой из реек. При этой схеме первичная торцовка ведется без вырезки дефектов, а задается только необходимая длина (или несколько длин). Припуски по длине для деленок дощатого щита указаны в табл.11.16.

11.16. Припуски по длине дялянок дощатого щита

Длина щита, м м	Ширина щита, мм	Припуск по длине, мм
До 800	До 300	20
	300 - 600	25
	600 - 800	30
801 - 1600	До 400	25
	Более 400	30
1601 - 2400	До 800	30
	Более 800	35

Коэффициент выхода черновых заготовок из досок

$$P_1 = \frac{\sum (l + \Delta_l) i n_i}{L_{cp}},$$

где l - заданная длина щита, мм; Δ_l - припуск по длине (табл. 11.15), мм; n - целое число заготовок из доски,

$$n = \frac{L_{cp} K_\delta}{(l + \Delta_l)};$$

K_δ - коэффициент использования длины доски, учитывающий потери на оторцовку и пропилы, $K_\delta = 0,98$.

Предположим, предприятие выпускает щиты двух типоразмеров - 800 x 250 и 2000 x 600 мм. Следовательно, длина заготовок должна составить соответственно 820 и 2030 мм. При длине доски 6 м и заданных длинах 0,82 и 2,03 м можно выкроить:

$$n_1 = (6 \cdot 0,98) / 0,82 = 7,17 = 7 \text{ шт.};$$

$$n_2 = (6 \cdot 0,98) / 2,03 = 2,89 = 2 \text{ шт.}$$

Следовательно, при раскрое на короткие заготовки полезный выход составит $7 \times 0,82 / 6 = 0,956$, то есть потери составят 4,4%. При раскрое на длинные заготовки возможно выпиливание только двух досок с остатком 1,82 м, который распиливается на две короткие заготовки. Суммарный полезный выход составит:

$$P_1 = (2 \times 2,03 + 2 \times 0,82) / 6 = 0,95.$$

Продольный раскрой заготовок и строгание реек. Выбор схемы получения дялянок зависит от толщины доски (рис 11.25).

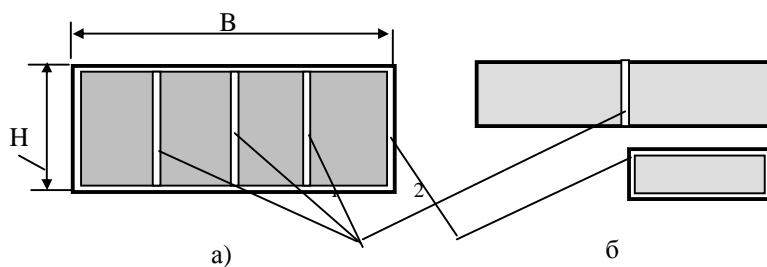


Рис.11.25. Схемы получения чистовых заготовок (дялянок) из черновых заготовок для толстых (а) и тонких (б) досок: 1 - пропилы; 2 - припуски на фрезерование.

Размеры дялянок при известных размерах поперечного сечения доски можно рассчитать по формулам:

при раскрое по схеме (а)

$$b = H - D_h; \quad h = \frac{B - \Delta_b - (n-1)q}{n};$$

при раскрое по схеме (б)

$$b = \frac{B - (n-1)q}{n} - D_b; \quad h = H - \Delta_h,$$

где B, H - ширина и толщина доски, мм; b, h - ширина и толщина деланки, мм; n - число деланок, получаемых из доски (кратность); q - ширина пропила, мм; D_b, D_h - припуски на двухстороннее фрезерование соответственно по ширине и толщине заготовки, мм (см. табл. 11.16, 11.17).

При отдельных операциях продольного раскроя и фрезерования коэффициент выхода нестроганных реек из черновых заготовок P_2 составит

$$P_2 = \frac{B - (n-1)q}{B},$$

а коэффициент выхода фрезерованных реек из нефрезерованных :

$$P_3 = \frac{bh}{(b + \Delta_b)(h + \Delta_h)}.$$

11.17. Припуски на фрезерование по ширине с двух сторон деталей без предварительного фугования (ГОСТ 7307-75), мм

Порода древесины	Номинальная толщина деталей					
	до 30			31-95		
	Номинальная ширина деталей					
	до 55	56-95	96-195	до 55	56-95	96-195
Припуски без непрофрезерования						
Сосна, ель, пихта, кедр	4,0	4,5	5,0	4,5	5,0	5,5
Лиственница	4,5	5,0	5,5	5,0	5,5	6,0
Твердолиственные	4,5	5,0	5,5	5,0	5,5	6,0
Мягколиственные	4,5	5,0	5,5	5,0	5,5	6,0
Припуски при частичном непрофрезеровании одной из сторон						
Сосна, ель, пихта, кедр	3,0	3,5	4,0	3,5	4,0	4,5
Лиственница	3,5	4,0	4,5	4,0	4,5	5,0
Твердолиственные	3,5	4,0	4,5	4,0	4,5	5,0
Мягколиственные	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5

11.18. Припуски на фрезерование по толщине с двух сторон деталей без предварительного фугования (ГОСТ 7307-75), мм

Порода древесины	Номинальная толщина деталей					
	до 30			31-95		
	Номинальная ширина деталей					
	до 55	56-95	96-195	до 55	56-95	96-195
Припуски без непрофрезерования						
Сосна, ель, пихта, кедр	3,5	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5
Лиственница	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0
Твердолиственные	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0
Мягколиственные	4,0	4,5	5,0	4,5	5,0	5,5
Припуски при частичном непрофрезеровании одной из сторон						
Сосна, ель, пихта, кедр	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	4,5
Лиственница	3,5	3,5	4,0	4,0	4,5	5,0
Твердолиственные	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5
Мягколиственные	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5

При работе с толстыми досками ($H > 40$ мм) операции фрезерования и продольного раскроя совмещаются в одном станке, поэтому можно записать

$$P_2 \cdot P_3 = \frac{nbh}{BH}$$

Например, для сосновых досок 50x125 мм при толщине пропила 3 мм и $n=5$ получаем:

$$b = 50 - 5,5 = 44,5 \text{ мм}; \quad h = [(125 - 5,5 - (5 - 1) \cdot 3) / 5 = 21,5 \text{ мм.}$$

$$P_2 \cdot P_3 = (5 \times 44,5 \times 21,5) / (125 \times 50) = 0,765.$$

В данном случае имеем потери $100(1-0,765) = 23,5\%$, которые складываются из потерь в опилки и стружку.

Таблицы 11.17 и 11.18 не отражают всего многообразия условий производства. В частности, они не учитывают длину заготовки и характер ее предыдущей обработки. Поэтому фактические минимально допустимые припуски целесообразно находить опытным путем, а расчеты вести с точностью 0,1 мм.

Отбраковка и торцовка реек. Потери древесины на этом участке не могут быть подсчитаны аналитически, так как зависят от качества (сорта) пиломатериалов, в данном случае - от наличия пороков в рейках.

В практике технологических расчетов приняты следующие ориентировочные значения выхода заготовок из пиломатериалов (табл.11.19).

11.19. Полезный выход заготовок из пиломатериалов

Материал	Сорт	Полезный выход,%
Пиломатериалы необрезные хвойных пород	I	80
	II	67
	III	50
	IV	40
Пиломатериалы необрезные твердых лиственных пород	I	65
	II	55
	III	35
Пиломатериалы необрезные из березы	I - III	42
Пиломатериалы обрезные хвойных пород	I - IV	67

Для хвойных обрезных досок можно считать, что полезный выход составляет 67% ($P_4 = 0,67$), а отпад примерно в 1/3 представляет собой кусковые отходы, частично пригодные для переработки на попутную продукцию.

Склеивание щитов. На данном участке не происходит механической обработки древесины, однако возможны потери из-за брака в работе, необходимости настройки и пробного склеивания щитов, по организационным причинам. По опыту предприятий можно принять потери в 1% ($P_5 = 0,99$).

Послепрессовая обработка щитов. Щит, вышедший из пресса, требует обработки по длине с помощью опиливания, по ширине путем фрезерования или опиливания и по толщине путем двухстороннего шлифования. Соответствующие припуски указаны в табл. 11.20.

Припуск по ширине может быть сведен к минимуму за счет приклеивания последней рейки малой ширины, дополняющей щит до размера, близкого к заданному.

Коэффициент выхода нешлифованных обрезных щитов из необрезных

$$P_6 = \frac{(l - \Delta_l)(b_{ш} - \Delta_b)}{nbl},$$

где l - длина реек, мм; $b_{ш}$ - ширина щита после пресса, мм; n - число реек шириной b в щите; Δ_l и Δ_b - припуски на обработку щитов по длине и ширине (табл.11.20).

Коэффициент выхода шлифованных щитов из нешлифованных

$$P_7 = \frac{h - \Delta_h}{h};$$

где h - толщина реек, мм; Δ_h - припуск по толщине (табл.11.19), мм.

11.20. Припуски на послепрессовую обработку щитов (ГОСТ 7307-75), мм

Размеры щита			Припуски по				
Толщина	Длина	Ширина	толщине при ширине		ширине при условии		длине
			делянок, мм				
			20-60	61-120	опиления	фрезерования	(опиление)
До 30	До 800	до 300	1,5	1,5	10	3	20
		301-600	1,5	2,0	12	4	24
		601-800	2,0	2,0	12	4	30
	801-1601	до 400	1,5	2,0	12	4	25
		401-800	2,0	2,0	14	5	30
		801-1200	2,0	2,5	14	5	30
	1601-2400	до 400	2,0	2,0	14	5	30
		401-800	2,0	2,5	16	6	30
		801-1200	2,5	2,5	16	6	35
31-95	До 800	до 300	1,5	1,5	12	4	20
		301-600	2,0	2,0	14	4	25
		601-800	2,0	2,5	14	5	30
	801-1600	до 400	2,0	2,0	14	5	25
		401-800	2,0	2,5	16	5	30
		801-1200	2,5	3	18	6	35
	1601-2400	до 400	2,5	2,5	16	5	30
		401-800	2,5	3,0	18	6	35
		801-1200	3,0	3,0	18	6	35

Перемножая все коэффициенты потерь, получим полезный выход щитов из пиломатериалов

$$P_{общ} = P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_6 P_7.$$

Обратная величина называется расходным коэффициентом, показывающим расход пиломатериалов на m^3 готовой продукции:

$$K_{расх} = \frac{1}{P_{общ}}$$

Для обрезных хвойных пиломатериалов эта величина колеблется в пределах 2,5 - 3,0 m^3/m^3 , а для необрезных досок малой толщины может доходить до 4 - 4,5 m^3/m^3 .

При известном расходном коэффициенте легко находится потребность в сухих пиломатериалах на программу M выпуска продукции:

$$Q_{пм} = MK_{расх}$$

Всю цепочку технологических расчетов можно вести и в обратном направлении, исходя из требуемых размеров щитов и выбирая оптимальные размеры заготовок и пиломатериалов.

11.2.4.3. Расчет объёмов вторичного сырья.

При известном объёме перерабатываемых пиломатериалов можно определить конкретный объём вторичного сырья, образующегося на каждой технологической операции. Это удобно представить в виде табл.11.21. Здесь Q_i - объём отходов в пл. м³. Наиболее эффективными путями повышения полезного выхода продукции являются использование автоматических линий торцевания, уменьшение толщины пропила (например, с помощью ленточных пил для продольного раскроя заготовок), тщательное соблюдение режимов сушки пиломатериалов.

11.21. Пооперационные потери древесины в производстве речных щитов..

Операция	Отходы	Расчетная формула
Торцовка досок	Кусковые	$Q_1 = Q_{пм} (1-P_1)$
Продольный раскрой	Опилки	$Q_2 = Q_{пм} P_1(1-P_2)$
Фрезерование	Стружка	$Q_3 = Q_{пм} P_1 P_2(1-P_3)$
Торцовка и отбраковка реек	Кусковые	$Q_4 = Q_{пм} P_1 P_2 P_3(1-P_4)$
Прессование	Кусковые (отбраковка)	$Q_5 = Q_{пм} P_1 P_2 P_3 P_4(1-P_5)$
Форматная обрезка	Кусковые и опилки	$Q_6 = Q_{пм} P_1 P_2 P_3 P_4 P_5(1-P_6)$
Шлифование	Шлифовальная пыль	$Q_7 = Q_{пм} P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_6 (1-P_7)$

11.2.4.4. Расчет потребности в оборудовании

Потребность в оборудовании рассчитывается аналогично методике, изложенной в п. 8.7. Число станков можно определить по формуле

$$n = \frac{Q_{час}}{П_{час}},$$

где $П_{час}$ - часовая производительность станка, определяемая из характеристики оборудования или расчетным путем, м³; $Q_{час}$ - часовой объём работ, приходящийся на данный станок, м³.

$$Q_{час} = \frac{M}{T_{эф}},$$

M - программа предприятия; обычно принимается равной годовой производительности головного оборудования, м³; $T_{эф}$ - эффективный фонд времени оборудования, зависящий от сменности работы предприятия. Для столярно - мебельных предприятий принимают 2000 часов при односменной работе и 4000 часов - при двухсменной.

Производительность торцовочного станка на участке раскроя досок на заготовки, м³/ч

$$П_{час} = \frac{3600K_p}{T_{ц}n} lbh;$$

где K_p - коэффициент рабочего времени, $K_p = 0,94$; l, b, h - размеры заготовки, м; n - число резов на одну заготовку, $n = 1,2 - 1,5$; $T_{ц}$ - время цикла, с.

$$T_{ц} = \frac{60}{N_p},$$

где N_p - число резов в минуту, $N_p = 8 - 12$.

Объём работ для данного станка следует принимать равным часовой потребности в заготовках (а не в пиломатериалах!). Малые торцовки для реек рассчитываются аналогично, а за объём работ принимается часовая потребность в чистовых рейках, идущих на склеивание.

Производительность *проходных станков* (прирезных, продольно - фрезерных, шлифовальных) зависит от скорости подачи V (м/мин):

$$P_{час} = 60 K_p K_m V b h n,$$

а для концеванителя: $P_{час} = 60 K_p K_m V h l n,$

где K_p и K_m - коэффициенты рабочего и машинного времени (табл.11.22), b , l и h - размеры материала, м, выходящего из станка; n - число одновременно обрабатываемых заготовок (например, реек получаемых из одной заготовки, шт.)

11.22. Коэффициенты использования рабочего (K_p), машинного (K_m) времени и скорости подачи (V) основного оборудования

Станок	K_p	K_m	$V, м/мин$
Круглопильный прирезной	0,9 - 0,93	0,9	20 -40
4- сторонний продольно-фрезерный	0,8 - 0,9	0,9	10-30
Концеванитель	0,9	0,6 - 0,9	4 - 6
Круглопильный с ручной подачей	0,85 - 0,9	0,6 - 0,7	4 - 6
Шлифовальный	0,8 - 0,9	0,75 - 0,9	8 - 12

Скорость подачи для конкретного станка выбирается с учетом характеристик оборудования и требуемого качества обработки. Не следует стремиться использовать максимальные скорости подачи, так как это отрицательно скажется на качестве обработки поверхностей. Обычно проходные станки имеют более высокую производительность, чем позиционные, и форсировать их работу не требуется.

1. (продолжение)

Наименование клеев	Жесткая ПВХ - пленка							
	Монолитно-пористая ПВХ							
	Бумажно-слоистый пластик							
	Шпон синтетический							
	Кожа искусственная							
	Пенорезина							
	Пеноуретан							
	Ткани							
1. Терморезактивные								
Карбамидоформальдегидные	-	-	+	+	+	-	-	-
Феноло - и резорциноформальдегидные	-	-	+	+	*	*	*	+
Эпоксидные	+	*	*	*	*	*	*	*
Полиуретановые	*	*	*	*	*	*	*	*
Полиэфирные	-	-	+	*	*	-	-	*
2. Термопластичные								
На основе поливинилацетата	+	+	+	+	+	-	*	+
Расплавы на основе этиленвинилацетата, полиамида	+	*	+	+	+	+	+	+
На основе поливинилхлорида	+	+	*	*	+	*	+	+
На основе метилполиамидных смол	-	-	*	*	*	-	-	+
На основе производных акриловой и метакриловой кислот	+	+	*	*	*	-	*	*
На основе производных целлюлозы	-	-	*	*	*	-	-	*
3. Каучуковые								
Латексные клеи на основе:								
дивинила и метилметакрилата	+	+	+	+	+	*	+	+
полихлорпропилена	*	*	+	+	+	+	+	+
Резиновые клеи на основе:								
натурального каучука	-	-	*	*	+	+	-	+
уретанового каучука	+	+	+	*	*	+	+	+
полихлоропрена	+	+	+	*	*	+	+	+
бутадиен-нитрильного каучука	+	+	+	*	*	+	+	+
4. Белковые клеи								
Коллагеновые (глютиновые)	-	-	*	+	*	-	-	*
Казеиновые	-	-	+	+	*	-	-	*

Примечание: Знак "+" - рациональное применение клея, знак "*" - склеивание возможно, знак "-" - склеивание невозможно.

2. Структура себестоимости фанерной продукции, %

Статья затрат	Фанеры марок						
	ФК	ФСФ	БП-А	БС-1	Баке- лизи- ро- ванна	Деко- ратив- ная	Об- лицо- ван- ная
Сырье	60,3	61,1	68,3	80,5	40,2	45,3	56,6
Материалы	9,4	11,5	10,4	5,4	26,9	28,0	3,6
Возвратные отходы	-6,1	-6,8	-2,0	-2,7	-3,0	-6,4	-5,2
Топливо и энергия	8,6	8,4	4,6	3,5	10,5	7,9	4,9
Зарплата	10,1	8,9	5,3	4,5	7,5	7,8	12,2
Отчисления на социаль- ное страхование	0,8	0,7	0,4	0,3	0,7	0,6	1,0
Содержание оборудова- ния	8,3	8,8	6,7	3,8	8,9	8,3	15,2
Цеховые расходы	3,8	3,1	2,3	1,7	3,0	3,0	6,7
Общезаводские расходы	3,9	3,6	2,9	2,1	4,3	4,5	4,1
Внепроизводственные расходы	0,9	0,7	1,1	0,9	0,9	1,0	0,9
Полная себестоимость	100	100	100	100	100	100	100

2. (продолжение)

Статьи затрат	Фанерная продукция			Шпон	
	ПФ-А	ПФ-В	ДСП	Лущеный	Строганный
Сырье	57,2	59,3	21,9	77,3	77,9
Материалы	11,7	13,6	47,0	1,0	0,4
Возвратные отходы	-10,3	-9,0	-2,2	-5,6	-2,3
Топливо и энергия	9,6	6,5	7,7	6,5	4,3
Зарплата	11,9	11,1	7,4	7,8	9,4
Отчисления на соц. страхование	1,0	1,0	0,5	0,6	0,6
Содержание оборудования	9,2	7,7	9,2	5,5	6,3
Цеховые расходы	4,1	4,5	2,7	2,6	2,9
Общезаводские расходы	5,1	4,7	5,0	2,9	2,9
Внепроизводственные расходы	0,5	0,6	0,8	1,4	1,6
Полная себестоимость	100	100	100	100	100

3. Расход пара на участке гидротермообработки фанерного сырья, кг/м³

Операция	Порода	Летом	Зимой
Проварка	Береза	75	150
	Сосна	90	180
	Ольха	70	140
Пропарка	Береза	140	220
	Сосна	145	300
	Ольха	130	190
Оттаивание	Твердолиственные	150-165	350-400
	Береза	-	210
	Сосна	-	275
	Ольха	-	185

4. Полная трудоемкость 1м³ обезличенной фанеры

Виды трудоемкости и операции	Чел.-ч	%
Технологическая трудоемкость	16,61	45,11
В том числе:		
1. гидротермообработка	0,81	2,2
2. окорка и разделка сырья	0,34	0,92
3. лущение и рубка шпона	3,02	8,20
4. сушка шпона	2,24	6,09
5. починка шпона	0,77	2,09
6. ребросклеивание шпона	0,44	1,2
7. сборка пакетов и склеивание	4,78	12,98
8. обрезка фанеры	0,82	2,23
9. сортировка фанеры	1,16	3,15
10. шлифование фанеры	0,13	0,35
11. маркировка и упаковка	0,33	0,9
12. транспортировка фанеры	0,17	0,46
13. прочие операции	0,55	1,49
Цеховое обслуживания	3,83	10,4
Общепроизводственное обслуживание	12,57	34,14
Производственная трудоемкость	33,01	89,65
Трудоемкость управления	3,81	10,35
Полная трудоемкость	36,82	100,00

5. Расход электроэнергии на лущение шпона

Толщина шпона, мм	0,5	1,12	1,50	2,2	3,0
Расход, кВт · ч/м ³	4,9	3,0	2,87	2,56	2,60

6. Расход пара на сушку шпона, кг/м³

Марки сушилок	Береза	Сосна		Твердо-лиственные
		ядро	заболонь	
Дыхательный пресс	750	600	1100	-
Вяртсиля	1080	-	-	-
Зимпелькамп	1100	-	-	-
RS-45	1300	-	-	-
Raute	1100			-
СУР-3	1300	1000	1500	1500
СУР-4	1100	900	1400	1500
СУР-5	1150	950	1450	1500
VMS	1200	-	-	
Конвейерная	250	-	-	
Сетчатая	1700			1300 - 1400

7. Расход электроэнергии на сушку шпона, кВт · ч/м³ сухого шпона

Оборудование	Расход	Оборудование	Расход
СУД-7	4,0	Вяртсиля	13,8
СУР-3	20,0	Зимпельками	25,5
СУР-4	25,0	RS-45	20
СУР-5	35,8	Raute	24
СРГ-25	32,0	СРС-Г	34
СРГ-25М	30,0	VMS	47
СРГ-50-2	36,0	-	-

8. Расход пара на склеивание фанеры, кг/м³

Порода	Толщина фанеры, мм				
	3	4	5	6	9
Береза	250	230	200	150	100
Сосна	275	250	225	175	125
Ольха	225	200	175	125	80

9. Расход электроэнергии на 1м³ фанеры

Марка продукции	Расход, кВт · ч/м ³	Марка продукции	Расход, кВт · ч/м ³
ФК, ФСФ	78	Плиты фанерные	86
ФК, экспортная	112	Обезличенная фанера	82
БС-1, БП-1	91	Столярные плиты	90
Бакелизованная	146		

10. Расход режущего и заточного инструмента

Наименование	Размерность	Норма расхода
Пилы круглые для разделки сырья	шт. в год на 1 станок	3 - 5
Пилы горизонтальной лесорамы	шт. в год на 1 станок	6 - 8
Ножи луцильные	шт. в год на 1 станок	9 (береза) 11 (сосна)
Прижимные линейки	шт. в год на 1 станок	2,0 (береза) 1,5 (сосна)
Нож шпонострогального станка	шт. в год на 1 станок	10
Ножи для рубки шпона	шт. в год на 1 станок	4
Линейки ножниц	шт. в год на 1 станок	2
Круги чашечные	шт. в год на 1500 м ножей и линеек	6 - 12
Круги дисковые	шт. в год на 1 станок	12 - 24
Оселки для правки ножей, линеек	шт. в год на 1 луцильный станок	1
Пилы круглые для обреза фанеры	шт. в год на 1 станок	10 - 12
Шкурка шлифовальная	Пог. м на 1000 пог. м шлифо- ванной поверхности	1,3 - 2,0

11. Расход условного топлива на выпуск фанерной продукции

Продукция	Расход, т/м ³	Продукция	Расход, т/м ³
Рядовая фанера	0,200	Пластики	0,450 т/т
Специальная фанера	0,398	Шпон строганный всех пород	0,170
Бакелизир. Фанера	0,469	Столярные плиты	0,410
Фанерные плиты	0,416		

Указатель стандартов, использованных в пособии

Номер стандарта	Наименование
ГОСТ 99 – 96	Шпон лущеный
ГОСТ 102 – 75	Фанера авиационная
ГОСТ 1770 – 74	Посуда мерная лабораторная стеклянная
ГОСТ 2695 – 83	Пиломатериалы лиственных пород
ГОСТ 2977-82	Шпон строганый
ГОСТ 3252 – 80	Клей мездровый
ГОСТ 3916.1-96	Фанера общего назначения из древесины лиственных пород
ГОСТ 3916.2 –96	Фанера общего назначения из древесины хвойных пород
ГОСТ 4204 – 77	Кислота серная
ГОСТ 5244 – 79	Стружка древесная
ГОСТ 7016 – 82	Изделия из древесины и древесных материалов. Параметры шероховатости поверхности
ГОСТ 7307 – 75	Детали из древесины и древесных материалов. Припуски на механическую обработку
ГОСТ 8242 – 88	Детали профильные из древесины и древесных материалов для строительства
ГОСТ 8486 – 86	Пиломатериалы хвойных пород
ГОСТ 8673 – 93	Плиты фанерные
ГОСТ 9070 – 75	Вискозиметры для определения условной вязкости лакокрасочных материалов
ГОСТ 9462-88	Лесоматериалы круглые хвойных пород
ГОСТ 9463-88	Лесоматериалы круглые лиственных пород
ГОСТ 9620-94	Древесина слоистая клееная. Отбор образцов и общие требования при испытании
ГОСТ 9621-72	Древесина слоистая клееная. Методы определения физических свойств
ГОСТ 9622 – 87	Древесина слоистая клееная. Методы определения предела прочности и модуля упругости при растяжении
ГОСТ 9623 – 87	Древесина слоистая клееная. Методы определения предела прочности и модуля упругости при сжатии
ГОСТ 9624 – 93	Древесина слоистая клееная. Метод определения предела прочности при скалывании
ГОСТ 9625 – 87	Древесина слоистая клееная. Метод определения предела прочности и модуля упругости при статическом изгибе.
ГОСТ 9626 – 90	Древесина слоистая клееная. Метод определения ударной вязкости при изгибе
ГОСТ 9627.2 – 75	Древесина слоистая клееная. Метод определения теплостойкости.
ГОСТ 9627.3 – 75	Древесина слоистая клееная. Метод определения маслостойкости.
ГОСТ 10587 – 93	Смолы эпоксидно – диановые неотвержденные
ГОСТ 11368-79	Массы древесные прессовочные
ГОСТ 11539 – 83	Фанера бакелизированная
ГОСТ 13913 – 78	Пластики древесные слоистые
ГОСТ 13715 – 78	Плиты столярные
ГОСТ 14231 – 88	Смолы карбамидо – формальдегидные
ГОСТ 14614 – 79	Фанера декоративная

ГОСТ 15613.1 – 84	Древесина клееная массивная. Методы определения предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон
ГОСТ 15613.4 – 78	Древесина клееная массивная. Метод испытания клеевого соединения на двухстороннее раскалывание
ГОСТ 15815 – 83	Щепа технологическая
ГОСТ 16361 – 87	Мука древесная
ГОСТ 17005 – 82	Древесина клееная массивная. Метод определения водостойкости клеевых соединений.
ГОСТ 17580 – 82	Конструкции деревянные клееные. Метод определения стойкости клеевых соединений к циклическим температурно – влажностным воздействиям.
ГОСТ 18446 – 73	Древесина клееная. Метод определения теплостойкости и морозостойкости клеевых соединений
ГОСТ 18992 – 80	Дисперсия поливинилацетатная, гомополимерная, грубодисперсная
ГОСТ 19100 – 73	Древесина клееная. Метод испытания клеевых соединений на атмосферостойкость
ГОСТ 19414 - 90	Древесина клееная массивная. Общие требования к зубчатым клеевым соединениям
ГОСТ 19921 – 74	Заготовки гнутоклееные. Метод определения предела прочности при статическом изгибе
ГОСТ 20800 – 75	Шпон лущеный. Методы испытаний
ГОСТ 20850 – 84	Конструкции деревянные клеевые
ГОСТ 20907- 75	Смолы фенол – формальдегидные жидкие
ГОСТ 20996 – 75	Пластик древесный слоистый марки ДСП-Б-а
ГОСТ 21178 – 80	Заготовки гнутоклееные
ГОСТ 25584 – 90	Конструкции деревянные клееные. Метод определения прочности клеевых соединений при послойном скалывании
ГОСТ 27812 – 88	Древесина клееная массивная. Метод испытания клеевых соединений на расслаивание
ГОСТ 27678 – 88	Метод определения содержания формальдегида
ГОСТ 28015 – 89	Щиты покрытий пола деревянные однослойные
ГОСТ 2977 – 82	Шпон строганый
ГОСТ 30427 – 96	Фанера общего назначения. Общие правила классификации по внешнему виду

Использованная литература

1. Бердинских И.П. Склеивание древесины. «Техника», Киев. 1959.
2. Бюриков В.Г. Синтетические смолы и клеи (текст лекций). М.; МГУЛ, 1995. 68 с.
3. Васечкин Ю.В. и др. Справочное пособие по производству фанеры. М.; Экология, 1993. 288 с.
4. Веселов А.А. Использование древесных отходов фанерного и спичечного производства. М. Лесн. пром-сть, 1987. 160 с.
5. Волынский В.Н. Каталог деревообрабатывающего оборудования отечественного производства. М., АСУ-Импульс, 2001, 342 с
6. Доронин Ю.Г. и др. Синтетические смолы в деревообработке. М.; Лесн. пром-сть, 1987. 224 с.
7. Зыков В.И., Симонов А.С. Основы технологии и оборудование в производстве лущеного шпона и сырой спичечной соломки. М.; Экология, 1991. 160 с.
8. Кардашов Д.А. Конструкционные клеи. М.; Химия, 1980. 288 с
9. Ковальчук Л.М. Производство деревянных клееных конструкций. М.; Лесн. пром-сть, 1979. 216 с.
10. Кондратьев В.П., Доронин Ю.Г. Водостойкие клеи в деревообработке, М.; Лесн.пром-сть, 1988. 215 с.
11. Куликов В.А. Производство фанеры. М.; Лесн. пром-сть, 1976. 368 с.
12. Куликов В.А., Чубов А.Б. Технология клееных материалов и плит. Учебник для вузов. М.; Лесн..пром-сть, 1984. 344 с.
13. Любченко В.И. Шпонострогательные станки и оборудование для обработки шпона. М.; Высш. Шк., 1987. 200с.
14. Михеев И.И. и др. Производство лущеного и строганого шпона. Учебное пособие для ПТУ. 3-е изд., М.; Профтехобразование, 1979. 176 с.
15. Мотовилин Г.В. Склеивание. Параллельный словарь – справочник (англ. – нем. – рус). СПб., «Наука». 2000. 470 с.
16. Мурзин В.С. Клеи и процессы склеивания древесины. Воронеж, ЛТИ, 1993. 89 с.
17. Орлов А.Т. и др. Механизация трудоемких операций в производстве фанеры”, М.; Лесн. пром-сть., 1987. 208 с.
18. Пластинин С.Н. Производство клееной пилопродукции на лесопильных предприятиях. М.; Лесн. пром-сть., 1983. 46 с.
19. Симонов А.С., Воронов В.А. Производство и сортировка лущеного и строганого шпона. М.; Высш. Шк., 1989. 240 с.
20. Стерлин Д.М. Сушка в производстве фанеры и стружечных плит. 2-е изд., М.; Лесн. пром-сть, 1977. 384 с.
21. Фрейдин А.С. Полимерные водные клеи. М.; Химия, 1985. 144 с.
22. Чубинский А.Н. Формирование клеевых соединений древесины. СПб. 1992. 163с.
23. Юрьев Ю.И., Моргачев А.М. Организация инструментального хозяйства на деревообрабатывающих предприятиях. Л., ЛЛТА, 1980. 80с.
24. Справочник мебельщика.Т.1. /Под ред. П Бухтиярова, М.; Лесн. пром-сть, 1985, 360 с.
25. Справочник фанерщика. /Под ред. И.А.Шейдина, 3-е изд. М., Лесн. пром., 1968, 830 с.
26. Справочник по производству фанеры /Под ред. Н.В.Качалина. М., Лесн. пром-сть, 1984. 432 с.
27. Справочник по лесопилению /Под ред. А.М. Копейкина.. М., Экология, 1991. 496 с.
28. Склеивание пиломатериалов на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях. Сб. науч. Тр. /ЦНИИМОД. Архангельск, 1980. 154 с.
29. Материалы фирмы «Raute Wood» (Финляндия), 1990 – 2001 гг.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	4
Глава 1 Клеи и процессы склеивания	5
1.1 Классификация клеев для древесины	5
1.2 Основные компоненты и способы регулирования свойств синтетических клеев	6
1.3 Основные типы клеев, применяемых в деревообработке	8
1.4 Основные показатели синтетических смол и клеев	10
1.4.1 Массовая доля сухого остатка	11
1.4.2 Вязкость синтетических смол и клеев	13
1.4.3 Водородный показатель синтетических смол и клеев	14
1.4.4 Содержание щелочи	15
1.4.5 Токсичность смолы	16
1.4.6 Стабильность (срок хранения) смолы	17
1.4.7 Жизнеспособность клея	18
1.4.8 Время отверждения клея	18
1.4.9 Температура пленкообразования	18
1.4.10 Клеящая способность клеев	19
1.5 Процессы, протекающие при склеивании	20
1.5.1 Смачивание древесины клеем	21
1.5.2 Увлажнение древесины клеем, повышение вязкости и концентрации	21
1.5.3 Переход клея в твердое состояние (появление когезии)	22
1.5.6 Появление адгезии клеевого шва	24
1.5.5 Усадка клеевого шва и появление внутренних напряжений	25
1.5.6 Влажностные напряжения в клеевом соединении древесины	26
1.6 Составляющие режима склеивания древесины	26
1.6.1 Состояние склеиваемой древесины	27
1.6.2 Состояние клея	27
1.6.3 Расход клея	
1.6.4 Время открытой выдержки (открытая выдержка)	28
1.6.5 Время закрытой выдержки (закрытая выдержка)	28
1.6.6 Давление прессования	28
1.6.7 Температура и время прессования. Способы нагрева клеевых швов	29
1.6.8 Послепрессовая выдержка клееной продукции	31
1.6.9 Соотношение различных периодов процесса склеивания	32
1.6.10 Методы испытаний клеевых соединений древесины	33
1.7 Термореактивные смолы и клеи на их основе	36
1.7.1 Карбамидоформальдегидные смолы и клеи на их основе	36
1.7.2 Меламиновые смолы и клеи на их основе	40
1.7.3 Фенолоформальдегидные смолы и клеи на их основе	42
1.7.4 Резорциновые и фенолорезорциновые смолы	44
1.7.5 Другие термореактивные клеи	46
1.8 Полимеризационные клеи	48
1.8.1 Поливинилацетатные клеи	48
1.8.2 Клеи-расплавы	52
1.8.3 Изоцианаты и полиуретановые клеи	54

1.8.4	Каучуковые клеи	56
1.9	Белковые клеи	58
1.10	Прочие клеи, используемые в деревообработке и смежных областях	60
Глава 2	Продукция фанерных производств	62
2.1	Общие сведения о фанере и луценом шпоне	62
2.2	Фанера общего назначения	64
2.3	Фанера березовая авиационная	66
2.4	Фанера декоративная	66
2.5	Фанера бакелизированная	67
2.6	Пластики древесные слоистые	68
2.7	Плиты фанерные	69
2.8	Другие виды фанерной продукции	70
Глава 3	Цех подготовки сырья к лущению	72
3.1	Склад сырья	72
3.2	Разделка и окорка сырья	74
3.3	Тепловая обработка сырья	78
3.4.	Оборудование для гидротермической обработки	79
Глава 4	Луцильный цех фанерного предприятия	82
4.1	Центрирование чураков	82
4.2	Режимы лущения шпона	84
4.3	Устройство и работа луцильного станка	86
4.4	Рубка и укладка шпона	89
4.5	Структура луцильного цеха фанерного предприятия	93
Глава 5	Сушильно-сортировочный цех фанерного предприятия	96
5.1	Особенности технологии сушки шпона	96
5.2	Технология сушки шпона	97
5.3	Оборудование для сушки шпона	99
5.4	Сортирование сухого шпона	106
5.5	Нормализация размеров и качества шпона	107
Глава 6	Клеильно – обрезной цех фанерного предприятия	119
6.1	Приготовление и нанесение клея на шпон	119
6.2	Сборка пакетов фанеры	122
6.3	Холодная подпрессовка пакетов	124
6.4	Прессы для получения клееных материалов	126
6.5	Технология склеивания фанеры	131
6.6	Упрессовка фанеры	134
6.7	Послепрессовая обработка фанеры	136
6.8	Производство специальных видов фанерной продукции	140
6.8.1	Производство облицованной и декоративной фанеры	140
6.8.2	Производство бакелизированной фанеры	141
6.8.3	Производство древеснослоистых пластиков	143
6.8.4	Производство фанерных плит	144
6.8.5	Производство гнутоклееных заготовок	145
6.8.5	Производство шпоновых досок	148
Глава 7	Контроль качества фанерной продукции	150
7.1	Испытания лущеного шпона	150
7.2	Общие требования к испытаниям клееной слоистой древесины	151
7.3	Определение физических свойств клееной слоистой древесины	152
7.4	Определение предела прочности при скалывании	155

		279	
	7.5	Определение предела прочности и модуля упругости при растяжении	158
	7.6	Определение предела прочности и модуля упругости при сжатии	160
	7.7	Испытания фанерной продукции на изгиб	161
	7.8	Определение содержания формальдегида	164
Глава 8		Технологические расчеты в производстве шпона и фанеры	167
	8.1	Расчет программы фанерного предприятия	167
	8.2	Выбор конструкции фанеры и расчет толщин шпона	169
	8.3	Расчет потребности в шпоне	170
	8.4	Расчет потребности в сырье	171
	8.5	Составление баланса древесины	174
	8.6	Расчет потребности в связующем	176
	8.7	Расчет потребности в оборудовании для производства шпона и фанеры	178
Глава 9		Производство строганого шпона	181
	9.1	Характеристика материала	181
	9.2	Технологический процесс получения строганого шпона	181
	9.2.1	Подготовка к строганию	181
	9.2.2	Строгание брусьев и ванчесов	184
	9.3	Технологические расчеты в производстве строганого шпона	187
	9.3.1	Расчет по нормативным данным	187
	9.3.2	Аналитический способ расчета	190
	9.3.3	Выбор и расчет потребности в оборудовании	191
Глава 10		Использование вторичного сырья фанерного производства	193
	10.1	Классификация и характеристика отходов	193
	10.2	Переработка и использование крупномерных отходов	194
	10.2.1	Переработка отходов в товарный шпон	194
	10.2.2	Переработка отходов в технологическую щепу	195
	10.2.3	Переработка отходов в технологическую и упаковочную стружку	198
	10.2.4	Переработка отходов в пилопродукцию и товары народного потребления	200
	10.3	Переработка и использование кусковых отходов	202
	10.3.1	Переработка отходов в форматный шпон и наполнитель комбинированных материалов	202
	10.3.2	Переработка отходов в дробленку и технологическую щепу	203
	10.3.3	Переработка кусковых отходов в технологическую и упаковочную стружку и частицы для пресс-масс	205
	10.3.4	Переработка кусковых отходов в товары хозяйственного и культурно-бытового назначения	206
	10.4	Переработка мягких отходов	207
	10.4.1	Переработка отходов для производства древесных плит	207
	10.4.2	Использование отходов для гидролиза, пресс-масс и пресс-изделий	208
	10.4.3	Использование отходов как топлива	209
	10.5	Переработка и использование коры	211
Глава 11		Склеивание массивной древесины	214
	11.1	Сращивание древесины по длине	214
	11.1.1	Характеристика зубчатых соединений	215
	11.1.2	Технологический процесс сращивания	217
	11.1.3	Линии сращивания пиломатериалов	223

11.1.4	Послепрессовая обработка и контроль качества склеивания	225
11.2	Производство реечных щитов (склеивание по ширине)	226
11.2.1	Характеристика реечных щитов	226
11.2.2	Характеристика трехслойных брусков	230
11.2.3	Технологический процесс производства клееных щитов и брусков	232
11.2.3.1	Получение реек (слоев)	232
11.2.3.2	Нанесение клея	234
11.2.3.3	Оборудование для склеивания щитов и брусков	235
11.2.3.4	Блочный способ получения реечных щитов	240
11.2.3.5	Особенности получения трехслойных щитов	240
11.2.3.6	Послепрессовая обработка щитов	242
11.2.4	Технологические расчеты в производстве клееной продукции	243
11.2.4.1	Определение программы цеха	243
11.2.4.2	Расчет потребности в пиломатериалах	244
11.2.4.3	Расчет объемом вторичного сырья	249
11.2.4.4	Расчет потребности в оборудовании	249
11.3	Производство столярных плит	250
11.3.1	Характеристика материала	250
11.3.2	Технологический процесс производства	252
11.4	Производство клееных деталей строительных конструкций	255
11.4.1	Требования к элементам строительных конструкций	255
11.4.2	Технологический процесс производства КДК	257
11.4.2.1	Подготовка пиломатериалов	257
11.4.2.2	Сращивание пиломатериалов	258
11.4.2.3	Нанесение клея на пласти	259
11.4.2.4	Прессы для получения крупногабаритных изделий	260
11.4.2.5	Послепрессовая обработка деталей	263
11.4.3	Контроль качества в производстве КДК	264
	Приложения	269
	Указатель стандартов, использованных в пособии	274
	Использованная литература	276

Владимир Николаевич Волынский
ТЕХНОЛОГИЯ КЛЕЕНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Отпечатано с оригинал - макета автора
Лицензия ЛР № 020460 от 10.04.97.

Сдано в произв.
Подписано в печать
Формат
Усл. печ. л.
Уч.-изд. л.
Заказ №
Тираж

Издательство АГТУ. 163007 Архангельск, наб.Сев.Двины, 17

Отпечатано в ИПП "Правда Севера". Архангельск, Новгородский пр., 32

