

А. Н. КИРИЛЛОВ  
Е. И. КАРАСЕВ

# ТЕХНОЛОГИЯ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

---

*Допущено Министерством лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР  
в качестве учебника для техникумов деревообрабатывающей промышленности*

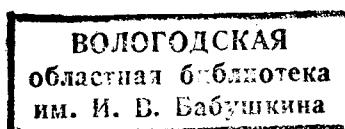
786974



Издательство

«ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»

Москва 1974



## **ВВЕДЕНИЕ**

В 1819 г. в России был изобретен лущильный станок. Это послужило началом производства лущеного шпона. Три или более листа шпона, склеенные в плоский лист с взаимно перпендикулярным расположением волокон в смежных слоях, получили название фанеры.

Древесина, как природный материал, обладает различными свойствами в разных направлениях древесного волокна.

В фанере разнородность свойств значительно меньше, так как склеивают слои с взаимно перпендикулярным расположением волокон древесины. Значительная прочность фанеры в продольном и поперечном направлениях при малом объемном весе, сравнительно большой размер листа по площади, возможность придавать ему необходимую форму — все эти качества определили область применения фанеры как конструкционного, строительного и поделочного материала.

XXIV съезд Коммунистической партии Советского Союза поставил грандиозные задачи по развитию всего народного хозяйства. Перед деревообрабатывающей промышленностью, в том числе перед фанерным производством, стоит задача увеличения выпуска различных материалов, изделий и повышения их качества. Так, выпуск фанеры в 1975 г. должен быть доведен до 2,5 млн.  $m^3$  в год.

Советский Союз производит более 2 млн. м<sup>3</sup> фанеры, занимая четвертое место в мире по объему производства после США, Канады и Японии и первое место в мире по объему производства березовой фанеры и ряда ее специальных видов.

Фанерная промышленность в СССР развивается за счет модернизации и расширения действующих предприятий, а также строительства новых заводов и комбинатов с комплексным использованием сырья на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке, т. е. в районах с большим запасом сырья.

Ежегодно выпуск фанеры увеличивается в результате повышения производительности труда и совершенствования технологических процессов производства.

Все шире внедряется в фанерной промышленности научная организация труда. Разрабатывается автоматизированная система управления этой перспективной отраслью народного хозяйства страны.

## Глава I

### КЛЕЕНАЯ ФАНЕРА И ОБЛАСТИ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

#### § 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ФАНЕРЫ И ФАНЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ

Из различных пород древесины можно получить два вида шпона: лущеный шпон, т. е. шпон, полученный путем лущения сырья на лущильных станках, и шпон строганый, т. е. шпон, полученный путем строгания на шпонострогальных станках.

Получение двух видов шпона объясняется различным их назначением.

Метод строгания используется для получения шпона с сохранением текстуры (строения) древесины ценных пород. Такой шпон применяют для отделки древесины менее ценных пород или других древесных материалов.

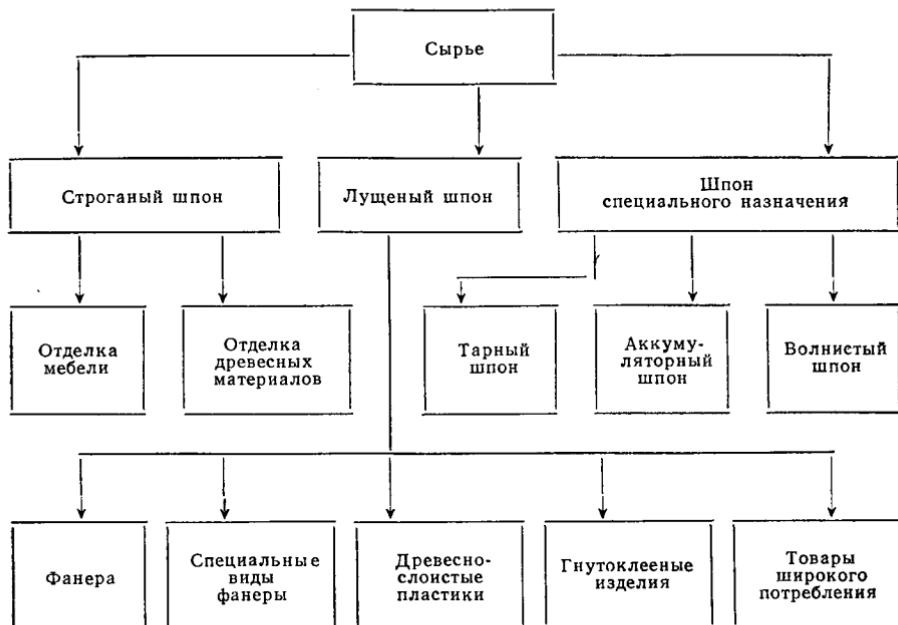
Строганый шпон из древесины дуба, бук, граба, клена, ореха, яблони и т. п. применяют для облицовки древесины хвойных пород, древесностружечных плит и фанеры в производстве мебели и для отделки общественных зданий (кабинетов, кинотеатров, выставочных залов), в домостроении, судостроении и т. д.

Лущеный шпон применяют для изготовления изделий, где используются его физико-механические показатели. Лущеный шпон имеет более широкое применение, что видно из схемы на стр. 6.

Лущеный шпон в виде готовой продукции используется не так широко, как в виде полуфабриката для производства фанеры и ее различных видов, древесных пластиков и гнутоклеенных изделий. В чистом виде лущеный шпон используют для изготовления сепараторов, изолирующих прокладок электрических аккумуляторов, различного вида тары (ящиков, плетенок, корзинок), товаров широкого потребления (палочек для эскимо, закладок для книг, сувениров и т. п.).

Как полуфабрикат лущеный шпон применяют для изготовления лыж; в мебельном производстве из него делают царги, спинки и ножки стульев, фанерные бочки и корпуса телевизоров и радиоприемников. Из шпона делают древесные слоистые пластики, заменяющие различные виды цветных металлов.

### Схема применения шпона



Основное направление использования лущеного шпона — получение фанеры и ее специальных видов (строительной, бакелизированной, декоративной, биофанеры, фанерных плит).

Как видно из схемы на стр. 7 технологический процесс производства фанерыложен и разнообразен. Фанеру различают по следующим основным признакам:

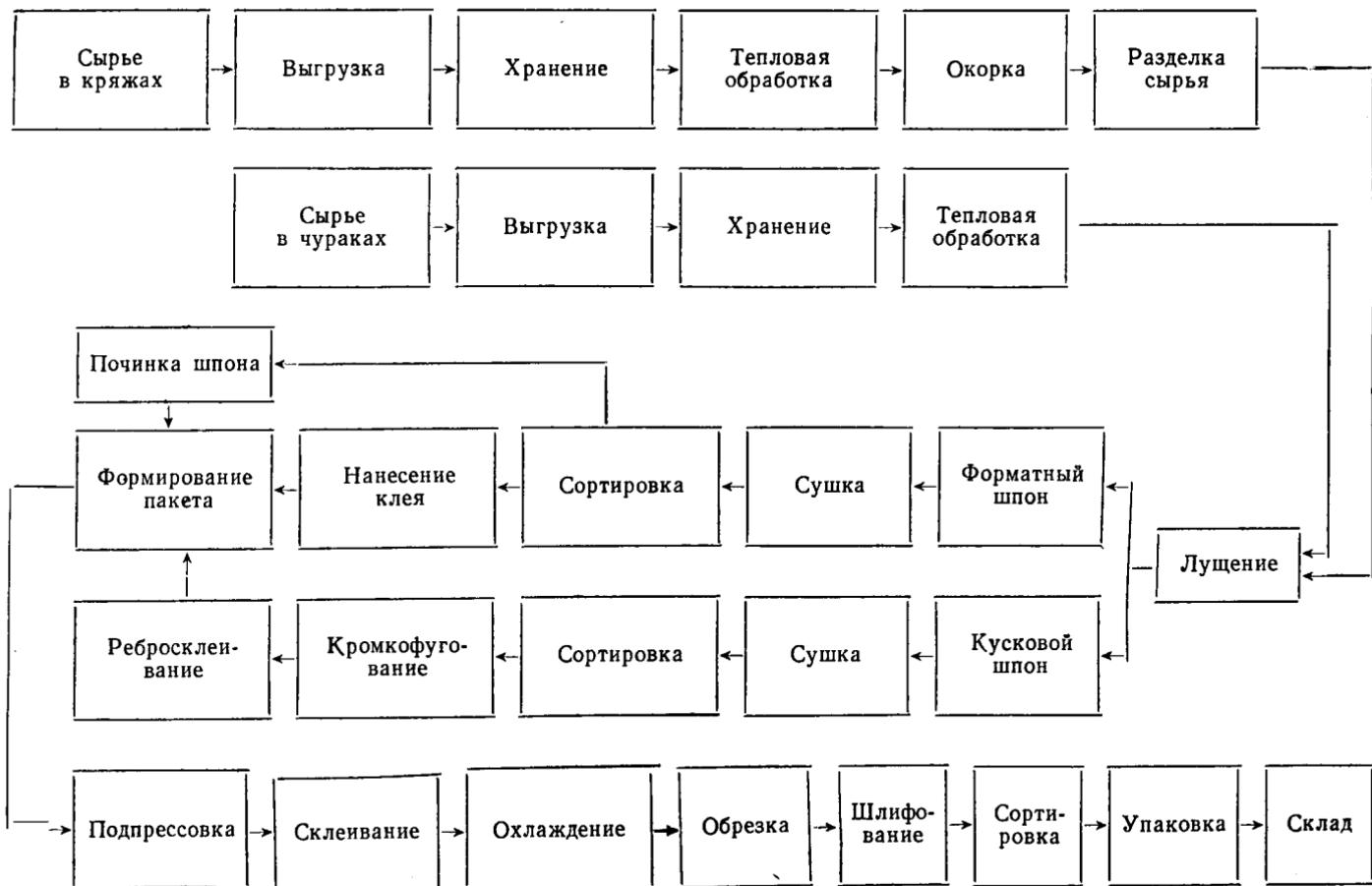
по способу производства — фанеру сухого горячего и сухого холодного склеивания, т. е. склеенную из сухого шпона в горячих или холодных прессах;

по виду связующего — фанеру ФСФ, склеенную фенольформальдегидными kleями, ФК — склеенную мочевино-формальдегидными (карбамидными) kleями, ФБА — склеенную альбумино-казеиновыми kleями (рядовую);

по соотношению размеров листа — *квадратную* фанеру, у которой размеры листа по длине (вдоль волокон древесины наружного слоя фанеры) и по ширине (поперек волокон) одинаковы; *продольную*, у которой размер по длине волокон древесины наружного слоя больше, чем поперек ( $1525 \times 1220$  мм); *поперечную*, у которой размер наружного слоя фанеры поперек волокон древесины больше, чем вдоль ( $1200 \times 1525$  мм); *большевформатную*, имеющую длину или ширину не менее 1800 мм;

по виду обработки поверхности фанера может быть нешлифованной или шлифованной (циклеванной) с одной или двух сторон.

**Технологическая схема производства фанеры**



Сортность фанеры по качеству древесины и обработки регламентируется ГОСТ 3916—69, который предусматривает пять основных и четыре вспомогательных сорта.

Толщина фанеры устанавливается от 1,5 до 18 мм. Как правило, рядовая фанера имеет нечетное число слоев шпона (3, 5, 7 и т. д.), специальная фанера (декоративная, фанера для труб) — четное число слоев (2, 4).

Фанера может быть изготовлена из нескольких пород древесины, например: наружные слои ее из шпона березы, внутренние — из шпона ели. Фанера считается изготовленной из той породы древесины, из которой изготовлены ее наружные слои.

## § 2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СТРОЕНИЯ КЛЕЕННОЙ ФАНЕРЫ

Фанера представляет собой материал с анизотропными, т. е. с различными, свойствами в различных направлениях структуры.

Древесина способна поглощать и отдавать влагу, что вызывает изменение ее геометрических размеров.

Усушка и разбухание древесины в отношении направления волокон неодинаковы: поперек волокон они значительно больше (8—10 раз), чем вдоль.

В фанере, у которой листы шпона уложены с взаимно перпендикулярным направлением волокон, усушка и разбухание меньше, чем в натуральной древесине. Однако взаимно перпендикулярное направление волокон двух смежных слоев шпона, уменьшая усушку и набухание, не исключает коробления фанеры.

Вследствие упругих сил лист лущенного шпона имеет тенденцию принимать форму, которую он занимал в чуряке. Чем больше толщина и ширина шпона, тем сильнее эта тенденция и тем более проявляется она в виде напряжений после склеивания, вызывая деформацию листа фанеры.

Чтобы уменьшить внутренние напряжения в фанере и сохранить ее формостойчивость, необходимо при сборке фанеры соблюдать основные принципы симметрии. Эти основные принципы можно выразить в следующих правилах (рис. 1):

1. Плоскость симметрии листа фанеры должна совпадать с плоскостью симметрии центрального (среднего) слоя.

2. С каждой стороны от плоскости симметрии на равном расстоянии должно находиться одинаковое число слоев (листов) шпона одинаковой толщины, одинакового направления волокон, одной и той же породы древесины и одинаковой влажности, изготовленных одним и тем же способом (лущением, строганием).

Для полного выравнивания напряжений симметричные листы шпона в фанере должны быть обращены наружу одноименной стороной и по возможности подобраны из одинаково удаленных от центра чурака слоев древесины.

Соблюдение первого правила симметрии требует нечетного числа слоев в фанере (рис. 1, а). Это требование основано на

необходимости иметь наружные слои с одинаковым направлением волокон.

При четном числе слоев наружные слои шпона будут иметь одинаковое направление волокон, но плоскость симметрии листа фанеры будет проходить через слой клея (рис. 1, б), не совпадая с плоскостью симметрии среднего слоя. В этом случае при изгибе скальвание будет происходить по kleевому слою, прочность которого может быть ниже прочности древесины. При использовании клея, по прочности равного древесине, плоскость симметрии, проходящая по kleевому слою, не будет отрицательно влиять на прочность фанеры.

Второе правило симметрии требует, чтобы слои шпона, находящиеся на равном расстоянии от плоскости симметрии, были одинаковой толщины. При нарушении этого правила в листах шпона различной толщины могут появляться неодинаковые напряжения при усушке и набухании, что ведет к их короблению. То же самое наблюдается при несоблюдении симметричности в направлении волокон древесины

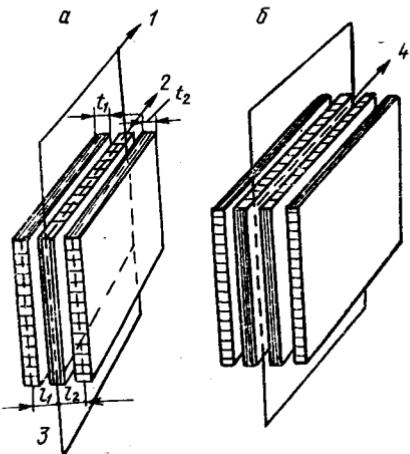


Рис. 1. Принцип симметрии при сборке фанеры:

а — трехслойной (нечетнослоиной); б — четырехслойной (четнослоиной); 1 — плоскость симметрии листа фанеры; 2 — плоскость симметрии центрального слоя; 3 — плоскость симметрии наружных слоев; 4 — плоскость симметрии четырехслойного листа фанеры

(шпона). Если в трехслойной фанере один из наружных слоев положить не перпендикулярно среднему слою, а параллельно или под углом, лист фанеры может покоробиться. В первом случае он свернется в трубку, во втором будет покороблен по диагонали.

Не менее важно, чтобы симметричные слои шпона в фанере были из древесины одной и той же породы. Если лист трехслойной фанеры составить из трех пород шпона одинаковой толщины (дуба, березы, сосны), фанера покоробится в сторону более слабой древесины (сосны). Это объясняется разной степенью усушки и разбухания древесины отдельных пород. Усушка и разбухание поперек волокон березового шпона несколько больше, чем усушка соснового, при одной и той же его толщине.

При склеивании фанеры из разных пород древесины необходимо учитывать, что усушка шпона по толщине возрастает с увеличением толщины и падает по ширине листа с увеличением его толщины.

Соблюдение принципа симметрии при сборке листа фанеры в значительной степени устраниет деформацию фанеры. Однако если разница во влажности листов шпона при соблюдении всех правил сборки листа фанеры будет очень значительна, коробление фанеры неизбежно.

Правильным подбором листов шпона по влажности считается такой подбор, при котором разность во влажности между наружными и внутренними слоями не будет превышать 3 %. Повышенная влажность в наружных слоях фанеры вызывает появление трещин при высыхании, так как клеевой слой препятствует равномерной усушке шпона по ширине.

Деформация листа фанеры может произойти, если наружные слои изготовлены различными способами, например один лущением, а другой строганием. Для выравнивания напряжений в разнородных по способу изготовления листах шпона подбирают средние слои шпона различной толщины и влажности.

### § 3. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЛЕЕНОЙ ФАНЕРЫ И ДРУГИХ ВИДОВ ФАНЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ

Физико-механические показатели фанеры и фанерной продукции характеризуют материал и возможность его применения как конструкционного, отделочного и широкого использования для личных нужд населения.

Физические показатели характеризуют материал по плотности, влажности, водопоглощению, влагопоглощению и объемному разбуханию.

Физические и механические показатели фанеры и фанерной продукции определяют на малых образцах продукции исходя из того, что свойства малого образца соответствуют свойствам материала натурального размера.

Количество листов фанеры или другой продукции, необходимое для испытаний, устанавливается потребителем и засчитывается в объем поставляемой партии.

Образцы отбирают по ГОСТ 9620—72, который регламентирует их размеры, рациональное размещение по плоскости листа и условия проведения испытаний.

Плотность материала — один из важнейших показателей, который в значительной степени определяет его физические и механические свойства.

Плотность фанеры зависит от ее толщины и числа слоев шпона, породы древесины и вида клея, способа и режима склеивания.

Плотность фанеры выше плотности натуральной древесины, так как процесс склеивания происходит при одновременном воздействии давления и температуры, что вызывает рост остаточной деформации древесины шпона. Величина остаточной деформации фанеры выше при горячем сухом способе склеивания, чем при холодном сухом способе. При склеивании тонкой фанеры (3—4 мм)

в один лист и при склеивании той же фанеры пакетом в три-четыре листа в одном промежутке пресса остаточная деформация в первом случае будет меньше, так как время склеивания меньше, а следовательно, воздействие давления и температуры на древесину меньше. Плотность фанеры при одинаковой ее толщине будет расти с уменьшением толщины шпона и увеличением его числа в наборе пакета. Это объясняется большим количеством связующего, применяющегося при склеивании, и увеличением плотности фанеры, так как плотность связующего превышает плотность древесины.

Образцы для определения плотности фанеры изготавливают размером  $100 \times 100 \times s$  мм. Для определения плотности древесных пластиков размер образца устанавливается  $50 \times 50 \times s$  мм. Цифровые значения указывают на размеры по длине волокна и поперек его, а  $s$  — толщину образца.

Плотность  $\rho$  вычисляют с точностью до  $1,0 \text{ кг}/\text{м}^3$  ( $0,01 \text{ г}/\text{см}^3$ ) по формуле

$$\rho = \frac{m}{bsl} \text{ кг}/\text{м}^3 (\text{г}/\text{см}^3),$$

где  $m$  — начальная масса образца, кг (г);

$l$  — длина образца, м (см);

$b$  — ширина образца, м (см);

$s$  — толщина образца, м (см).

Влажность также важнейший физический показатель фанеры и других изделий, так как во многом определяет свойства материала. Образцы для определения влажности могут иметь любую форму. Площадь образцов должна быть не менее  $25 \text{ мм}^2$ . Влажность древесных слоистых пластиков определяют на измельченных образцах.

Поскольку от влажности практически зависят все физико-механические показатели фанеры и изделий из нее, в готовой продукции конечная влажность строго регламентируется и при определении, например, механических показателей обязательно указывается конечная влажность образцов, при которых проводились испытания. Абсолютная влажность фанеры марок ФСФ и ФК должна быть 5—10%, а марки ФБА — 6—15%. Абсолютная влажность фанеры, поставляемой для мебельной промышленности, должна быть 6—10%. Влажность фанеры зависит от способа склеивания (горячий или холодный), вида связующего, начальной влажности шпона и т. д.

Влагопоглощение фанеры зависит от относительной влажности воздуха, температуры и, в меньшей степени, от вида связующего. Данные для фанеры ФБА толщиной 3—5 мм по влагоемкости при температуре воздуха  $20^\circ\text{C}$  следующие:

Относительная влажность воздуха, % ..	9,0	22,0	30,5	39,0	50,0	60,0	79,0	90,0	100,0
Влагоемкость фанеры, % .. . . . .	3,2	5,4	6,6	7,7	9,3	11,0	15,7	21,0	23,6

Образцы для определения влагопоглощения изготавливают в виде прямоугольной призмы размером  $80 \times 4 \times s$  мм. Влагопоглощение  $\Delta W_{вл}$  вычисляют с точностью до 1% по формуле

$$\Delta W_{вл} = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100\%,$$

где  $m$  — масса образца до увлажнения, кг (г);  
 $m_1$  — масса образца после увлажнения, кг (г).

Для хранения фанеры относительную влажность следует поддерживать в пределах 50—60% при температуре 20° С. При определении влагопоглощения образцы ставят ребром на решетку экскатора так, чтобы они не касались друг друга и все остальные поверхности их были свободны. В экскаторе должен находиться пересыщенный раствор углекислого натрия (соды). Температура раствора должна быть в пределах  $20 \pm 2$ ° С.

Для определения водопоглощения и объемного разбухания образцы погружают в экскатор с дистиллированной водой с температурой  $20 \pm 2$ ° С.

Водопоглощение  $\Delta W_{вд}$  определяют по аналогичной формуле, что и для влагопоглощения.

Влаго-водопоглощение и объемное разбухание характеризуют фанеру с точки зрения количественных изменений влажности и изменения в этой связи ее линейных размеров. Эти показатели необходимы для использования фанеры как конструкционного материала, работающего в геометрическом соединении с элементами из дерева или других материалов.

В отдельных случаях определяют звукопроводность, теплопроводность и температуропроводность фанеры.

Поскольку фанера и другие виды фанерной продукции используются в качестве конструкционного материала, такой материал должен иметь характеристики механической прочности. Прочность фанеры определяется по теории упругости анизотропных пластин. Согласно этой теории прочность фанеры рассчитывается как прочность слоистого материала с учетом направления волокон наружных и внутренних слоев шпона.

Механические показатели фанеры и фанерной продукции зависят от плотности, влажности, слойности продукции, толщины продукции, вида клея, способа производства, сортности.

Определение механических показателей фанеры основано на доведении образцов до разрушения с фиксацией разрушающей нагрузки и замера деформаций образцов в период приложения нагрузки. Механическую прочность фанеры характеризуют следующие показатели:

1. Предел прочности при растяжении  $\sigma_p$ , вычисляемый с точностью до  $5 \cdot 10^5$  Н/м<sup>2</sup> (5 кгс/см<sup>2</sup>) по формуле

$$\sigma_p = \frac{P_{max}}{bs} \text{ Н/м}^2 (\text{кгс/см}^2),$$

где  $P_{max}$  — максимальная нагрузка, Н (кгс);  
 $b, s$  — ширина и толщина рабочей части образца, м (см).

2. Модуль упругости при растяжении  $E_p$ , вычисляемый с точностью до  $1 \cdot 10^8 \text{ H/m}^2$  ( $1000 \text{ кгс/см}^2$ ) по формуле

$$E_p = \frac{PL}{bs\Delta l} \text{ H/m}^2 (\text{кгс/см}^2),$$

где  $P$  — нагрузка, равная разности между верхним и нижним пределами,  $\text{H}$  ( $\text{кгс}$ );

$L$  — база тензометра,  $\text{m}$  ( $\text{см}$ );

$\Delta l$  — средняя абсолютная величина деформации,  $\text{m}$  ( $\text{см}$ ).

Размеры образцов и порядок проведения испытаний для определения указанных показателей определяются по ГОСТ 9622—72.

3. Аналогичным образом и по тем же расчетным формулам рассчитываются и определяются прочность и модуль упругости при сжатии  $\sigma_{sk}$ ,  $E_{sk}$  (ГОСТ 9623—72).

4. Предел прочности при статическом изгибе  $\sigma_u$  и модуль упругости при статическом изгибе  $E_u$  определяют по ГОСТ 9625—72

$$\sigma_u = \frac{3P_{max}l}{2bh^2} \text{ H/m}^2 (\text{кгс/см}^2);$$

$$E_u = \frac{Pl^3}{4bh^3f} \text{ H/m}^2 (\text{кгс/см}^2),$$

где  $l$  — расстояние между опорами,  $\text{m}$  ( $\text{см}$ );

$h$  — высота образца,  $\text{m}$  ( $\text{см}$ );

$f$  — стрела прогиба, соответствующая нагрузке  $P$ ,  $\text{m}$  ( $\text{см}$ ).

5. Предел прочности при скальвании клеевого шва и древесины  $\tau_{sk}$  и  $\tau_{dp}$  определяют согласно ГОСТ 9624—72 по формулам:

$$\tau_{sk} = \frac{P_{max}}{bl_1} \text{ H/m}^2 (\text{кгс/см}^2);$$

$$\tau_{dp} = \frac{P_{max}}{bl_2} \text{ H/m}^2 (\text{кгс/см}^2),$$

где  $l_1$  и  $l_2$  — длина скальваемой плоскости,  $\text{m}$  ( $\text{см}$ ).

6. Коэффициент Пуассона  $\mu$  рассчитывается по ГОСТ 1143—41 по формуле

$$\mu = \frac{\varepsilon_{sk}}{\varepsilon_{раст}},$$

где  $\varepsilon_{sk}$  — относительная поперечная деформация;

$\varepsilon_{раст}$  — относительная продольная деформация.

7. Модуль упругости сдвига определяется согласно ГОСТ 1143—41 по формуле

$$G = \frac{E_0 E_{90}}{E_0(1 + \mu_0) + E_{90}(1 + \mu_0)} \text{ H/m}^2 (\text{кгс/см}^2),$$

где  $E_0$  и  $E_{90}$  — модуль упругости при растяжении вдоль и поперек волокон,  $\text{H/m}^2$ ;

$\mu_0$  и  $\mu_{90}$  — коэффициенты Пуассона.

Показатели механической прочности фанеры и других kleеных материалов зависят от сортности продукции и толщины. В высших сортах фанеры А/АВ, АВ/В существенно ограничивается допуск пороков древесины и дефектов производства, в то время как в низших сортах эти пороки допускаются в большей степени. Пороки древесины влияют на механические свойства продукции, поэтому механические показатели должны быть отнесены к определенному сорту продукции.

Существенно влияет на прочность толщина продукции и способ производства. Например, модуль упругости фанеры толщиной 4 мм вдоль волокон для сорта В/ВВ составляет 110 000 кгс/см<sup>2</sup>, а поперек волокон всего лишь 50 000 кгс/см<sup>2</sup>. Это объясняется тем, что при растяжении вдоль волокон в 4-миллиметровой фанере, состоящей из трех слоев шпона, растяжению вдоль волокна сопротивляются два слоя шпона из трех. При более толстой фанере анизотропия свойств вдоль и поперек волокон снижается. Например, тот же показатель для фанеры, состоящей из семи слоев шпона, соответственно равен 85 000 и 70 000 кгс/см<sup>2</sup>.

Таблица 1

**Механические показатели фанеры ФСФ, бакелизированной фанеры ФБС, пластика древеснослоистого ДСП-Б**

Наименование показателя	Вид продукции		
	ФСФ	ФБС	ДСП-Б
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,74	1,12	1,30
Толщина продукции, мм	5—7	5—7	15
Предел прочности при растяжении вдоль волокон наружных слоев $\sigma_p$ , кгс/см <sup>2</sup>	640	1130	2200
Предел прочности при растяжении поперек волокон наружных слоев $\sigma_p$ , кгс/см <sup>2</sup>	320	990	—
Предел прочности при сжатии вдоль волокон наружных слоев $\sigma_{сж}$ , кгс/см <sup>2</sup>	420	860	1550
Предел прочности при сжатии поперек волокон наружных слоев $\sigma_{сж}$ , кгс/см <sup>2</sup>	210	700	—
Предел прочности при статическом изгибе вдоль волокон наружных слоев $\sigma_{из}$ , кгс/см <sup>2</sup>	610	1 205	2600
Предел прочности при статическом изгибе поперек волокна наружных слоев $\sigma_{из}$ , кгс/см <sup>2</sup>	105	1 125	—
Предел прочности при скалывании kleевого шва $\tau_{ск}$ , кгс/см <sup>2</sup>	40	60	70
Модуль упругости при растяжении вдоль волокон наружных слоев $E_p$ , кгс/см <sup>2</sup>	95 000	150 000	—
Модуль упругости при растяжении поперек волокон наружных слоев $E_p$ , кгс/см <sup>2</sup>	60 000	110 000	—
Модуль сдвига вдоль волокон наружных слоев $G_{cd}$ , кгс/см <sup>2</sup>	7 500	14 000	—
Модуль сдвига поперек волокон наружных слоев $G_{cd}$ , кгс/см <sup>2</sup>	7 500	14 000	—
Коэффициент Пуассона вдоль волокон наружных слоев	0,07	0,075	—
Коэффициент Пуассона поперек волокон наружных слоев	0,06	0,06	—

В табл. 1 приведены механические показатели фанеры ФСФ бакелизированной фанеры, а также древеснослойного пластика типа ДСП-Б, собранного непрерывным способом, склеенного фенолформальдегидной смолой.

Механические показатели фанеры зависят от породы древесины. Если принять прочностные механические показатели фанеры из березы за единицу, то механические показатели фанеры из других пород древесины составят: из буков 0,92, ели 0,76, сосны 0,74, тополя 0,61.

## Глава II

### СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЛЕЕНОЙ ФАНЕРЫ

#### § 4. ФАНЕРНОЕ СЫРЬЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Фанера изготавливается из древесины следующих пород: березы, ольхи, ясения, дуба, липы, осины, тополя, клена, ели, сосны, пихты, кедра, лиственницы.

Из лиственных пород наиболее пригодна древесина березы, ольхи, липы. Эти породы не имеют ярко выраженных ранней и поздней зон в годовых слоях, поэтому их древесина легко лущится; она отличается эластичностью, равномерной плотностью и однородностью строения, что дает возможность получать тонкий и прочный шпон.

Самая распространенная порода для производства фанеры — береза. Равномерная структура и высокие механические показатели прочности древесного волокна березы дают возможность получать прочный гладкий шпон толщиной от 0,2 мм и более.

У дуба, буков, ясения годовой слой неоднороден. Ранняя и поздняя древесина в годовом слое отличается величиной древесных сосудов. При изготовлении шпона в такой древесине может произойти выкрашивание и разрыв древесных волокон.

Из хвойных пород для производства фанеры находит наибольшее применение сосна, но могут быть использованы также кедр, ель, пихта и лиственница.

Лиственница в будущем получит широкое применение в производстве фанеры, так как районы Сибири обладают большими ее запасами.

Применение хвойных пород в качестве сырья для производства фанеры получило особое значение в последнее время в связи с освоением лесных массивов Сибири и Дальнего Востока, особенно богатых хвойной древесиной.

Хвойные породы резко отличаются по зонам ранней и поздней древесины в годовом слое. Это приводит к неравномерной ее плотности по поперечному сечению, а при лущении — к неравномерной толщине шпона.

В древесине хвойных пород содержится много смолистых веществ, которые осложняют технологический процесс. Например, при сушке сырого шпона воздействие высокой температуры

вызывает разжижение смолы, т. е. уменьшение ее вязкости. Смола покрывает не только шпон, но и металлические части сушилок.

Недостатком древесины хвойных пород (сосны) является также большая разница во влажности ядра и заболони, что при сушке приводит к образованию неравномерной конечной влажности по поперечному сечению шпона. Фанера из хвойных пород уступает по качеству фанере из березового шпона.

Фанерное сырье заготовляют по техническим условиям, определяемым Государственными стандартами на сырье лиственных ГОСТ 9462—71 и хвойных ГОСТ 9463—60\* (3-XII-69) пород.

Фанерное сырье поступает на заводы в виде хлыстов, кряжей или чурakov. Отрезок кряжа, длина которого соответствует установленному размеру форматного листа лущеного шпона по длине волокон с припуском на торцовку, называют чураком. В кряже может быть два, три и более чурака с соответствующими припусками на торцовку. Каждый чурак должен иметь припуск по длине 2—3 см, а кряж — 3 см на каждый чурак. Длину кряжей и чурakov измеряют с точностью до 1 см. Стандартом предусмотрена заготовка чурakov длиной 1,30; 1,60; 1,91; 2,23; 2,54 м.

Диаметр кряжей и чурakov измеряют в верхнем торце без коры. Для хвойных пород он составляет 18 см и более, для лиственных — 16 см и более. Сырья лиственных пород диаметром 16 и 17 см может поступать на предприятие не более 10% объема поставляемой партии. В Советском Союзе средний диаметр перерабатываемого на фанеру березового и ольхового сырья составляет 21—23 см, а хвойного 24—26 см.

Объем каждого кряжа и чурака учитывают в кубических метрах с точностью до 0,001. Припуски, а также допускаемые отклонения в размерах при определении объема в расчет не принимают.

По качеству древесины кряжи и чураки делят на четыре сорта. Для производства фанеры используют сырье хвойных пород только 1 и 2-го сортов, а лиственных пород 1, 2 и 3-го сортов. Сортность сырья определяется пороками древесины, которые образовались в процессе ее роста, а также пороками механического происхождения, называемыми дефектами, возникающими в древесине в процессе ее заготовки, транспортирования, сортировки, механической обработки.

Порок или дефект сырья в той или иной степени снижает качество продукции по физико-механическим показателям или ведет к уменьшению ее полезного выхода.

Наиболее распространенный порок древесины — сучки. Сучки снижают механическую прочность шпона и фанеры. Сучки учитываются в сырье по степени срастания с окружающей древесиной (сросшиеся, частично сросшиеся, несросшиеся) и по состоянию древесины сучка (здравые, загнившие, гнилые, табачные). Количество их на 1 м длины и размер в диаметре определяют сорт сырья.

Трещины метиковые (простые и сложные), морозные, усушки, отлупные снижают механическую прочность, так как нару-

шают целостность древесины. Этот порок допускается в сырье вне зоны лущения и строго регламентируется.

Из пороков формы ствала ограничивается ребристая закомелистость и кривизна. Эти пороки сильно снижают полезный выход шпона из сырья. Ребристая закомелистость допускается на  $\frac{1}{10}$  глубины диаметра чурака; односторонняя кривизна со стрелой прогиба до 2% длины допускается для кряжей и чурakov лиственных пород диаметром до 26 см и до 3% — диаметром более 26 см. Для хвойных пород односторонняя кривизна не должна превышать 1—1,5% при диаметре чураков не более 26 см и 1,5—2% при диаметре более 26 см.

Разносторонняя кривизна в фанерном сырье лиственных и хвойных пород допускается в размере половины нормы односторонней. Кривизну в кряжах определяют в пределах длины одного чурака.

Из пороков строения древесины ограничивается наклон волокон (тангенциальный), крен (местная и сплошная), ложное ядро, прорость закрытая. Эти пороки снижают механическую прочность шпона и фанеры.

Другие пороки этой группы такие, как прорость открытая, сухобокость, пасынок, допускаются глубиной не более  $\frac{1}{10}$  диаметра сырья. Эти пороки снижают выход продукции из сырья.

В сырье не допускается ядровая гниль (пестрая ситовая, бурая трещиноватая, белая волокнистая), так как ее присутствие резко снижает физико-механические показатели фанеры.

Для 1-го сорта сырья ограничивается размер заболонных грибных окрасок (синева, цветные заболонные пятна), а также побурение, заболонная гниль (твердая).

Повреждения насекомыми (червоточина) допускаются в сырье только поверхностные и неглубокие, в основном в зоне сбега чурака. Этот порок снижает механическую прочность изделия.

Из механических повреждений в сырье ограничивается: заруб и залив, отщеп, скол, вырыв, скос пропила. Величина повреждений не должна выходить за  $\frac{1}{10}$  диаметра чурака в месте повреждения. Эти дефекты снижают полезный выход шпона из сырья.

При лущении сырья пороки и дефекты древесины учитывают более тщательно. Их размер и количество на 1 м<sup>2</sup> поверхности определяет сортность и назначение шпона для дальнейшей переработки в технологическом процессе (см. § 16).

## § 5. СПОСОБЫ ДОСТАВКИ И ВЫГРУЗКИ СЫРЬЯ

На фанерные заводы сырье поступает лесосплавом, сухопутным транспортом, в судах. Большей частью сырье поступает в плотах, которые комплектуют из бревен лиственных и хвойных пород (последние называют приплавом, потому что они обладают большей плавучестью, чем лиственные породы). Основной элемент любого плота — пучок древесины объемом 5—10 м<sup>3</sup>. Пучок форми-

рут на сплотовых агрегатах и одновременно обвязывают проволокой. Пучки древесины одной длины стягивают в секции, которые соединяют в плот емкостью до 15—20 тыс. м<sup>3</sup>. Плот транспортируют по рекам буксиры или катера.

Водный путь поставки сырья имеет следующие преимущества: во-первых, поставка сырья сплавом — самая дешевая. Транспортировка лесосплавом стоит около 1 руб. за 1 м<sup>3</sup>; во-вторых, сырье при сплаве менее подвержено воздействию древесных грибов и солнечных лучей, т. е. оно почти полностью сохраняется в период его доставки.

К недостаткам поставки сырья лесосплавом следует отнести, во-первых, ограниченное время поставки. В средней полосе СССР время навигации продолжается с мая по октябрь. Предприятия, на которые поступает сырье сплавом, должны иметь большие складские площади для его хранения, что удорожает его стоимость. Во-вторых, лесосплав повышает влажность древесины (более 80%), что отрицательно сказывается на сушке шпона, увеличивая время этого процесса.

Сухопутная поставка сырья производится железнодорожным и автомобильным транспортом. Сырье по железной дороге перевозят в крытых и открытых вагонах, полуwagonах и на платформах. Автотранспорт используется лишь в тех случаях, когда завод не имеет своей железнодорожной ветки и подвозит сырье со станции или когда сырье лесовозами поставляется с расположенного поблизости леспромхоза (30—60 км).

Преимущество сухопутной поставки сырья в том, что для хранения сырья не нужны большие площади, так как запас его не должен быть более 4—6-недельной потребности. Это значительно упрощает все работы на складе сырья по его хранению. К недостаткам этого способа поставки сырья относится его высокая стоимость (в среднем 2—2,5 руб. за 1 м<sup>3</sup>) и подверженность воздействию солнечных лучей, что приводит к появлению трещин в торцах кряжей и чураков.

Поставке сырья в судах свойственны достоинства и недостатки каждого из описанных выше способов поставки сырья. Стоимость поставки сырья в судах составляет 1,4—1,6 руб. за 1 м<sup>3</sup>.

При проектировании фанерных заводов тщательно анализируют экономическую целесообразность их размещения в том или ином экономическом районе, учитывают затраты на доставку и хранение сырья. Обычно новые крупные фанерные предприятия строят с учетом смешанной поставки сырья, т. е. лесосплавом и железной дорогой.

Железная дорога обеспечивает регулярный вывоз готовой продукции, что упрощает работу склада готовой продукции и ряда вспомогательных служб предприятия.

Лесосплавное сырье поступает на рейд фанерного завода. Рейдом называется часть водной поверхности, расположенная у завода и предназначенная для приемки, временного хранения и подачи сырья к выгрузочным агрегатам. Рейды обычно располагаются

гают выше фанерного завода по течению реки для облегчения транспортировки сырья к месту выгрузки. При выборе места для рейда необходимо учитывать размеры водной площади, глубину водоема, конфигурацию берега, скорость течения воды. Наиболее целесообразны для устройства рейдов протоки и заливы.

Рейд фанерного завода обычно состоит из двух участков — головного, или приемного, и вспомогательного. Головной участок предназначен для приемки и временного хранения поступающей сплавом древесины. Вспомогательный участок служит для размоловки, сортировки и выгрузки сырья из воды. Для закрепления плотов и предохранения их от аварий во время штормов этот участок рейда оборудуют свайными кустами, якорями и наплавными ограждениями из бревен, называемых бонами. Бон состоит из одного или нескольких рядов бревен, соединенных между собой по длине, ширине, а иногда и по высоте.

Для расчета потребной водной площади головного участка необходимо знать объем поступления сырья в период навигации и его текущий расход. Расчет следует вести исходя из максимального накопления сырья в зависимости от его поступления и расхода. Водная площадь головного участка определяется по формуле

$$F = \frac{fQ}{k} \text{ } m^2,$$

где  $Q$  — максимальное количество древесины, одновременно размещаемое на рейде,  $m^3$ ;

$f$  — площадь воды, занимаемая 1  $m^3$  бревен,  $m^2$ ;

$k$  — коэффициент заполнения водой площади, равный 0,7—0,85;

Значение  $f$  при различных способах формирования сырья следующее:

Сырье в плотах:						
однорядных . . . . .	8,5			трехрядных . . . . .	2,8	
двухрядных . . . . .	4,4			четыреядных . . . . .	2,1	

Сырье в пучковой сплите . . . . . 1,2

Водная площадь вспомогательного участка определяется по следующей формуле:

$$F_1 = \frac{Q F_0 k_1 \psi t}{V} \text{ } m^2,$$

где  $Q$  — количество древесины, поступающей для выгрузки,  $m^3$ ;

$F_0$  — площадь занимаемая одним плотом или секцией,  $m^2$ ;

$k_1$  — коэффициент дополнительной площади для маневрирования плотов или секций при роспуске (принимается 1,5—2,0);

$\psi$  — коэффициент неравномерности подачи плотов или секций (принимается равным 1,2—1,3);

$t$  — время, потребное для роспуска одного плота или секции (время роспуска одного пучка принимается равным 1 ч);

$V$  — объем одного плота или секции,  $m^3$ .

При подаче сырья с воды на склад для хранения его обычно сортируют по размерам и породам. В этом случае пучок подается в размолевочный дворик размолевочной машины. С древесины снимается проволочная обвязка, и рабочий багром направляет кряжи на хобот лесотаски. В нижней, подводной, части у размолевочной машины есть металлическая решетка. Утонувшая древесина из пучка опускается на сетку. По мере накопления сырья на сетке она поднимается, и рабочий подтягивает кряжи к лесотаске.

Поступившее на фанерный завод сырье проверяют в присутствии браковщика леспромхоза и заказчика (представителя завода). Проверка заключается в размолевке секции или нескольких пучков древесины (т. е. в освобождении древесины от крепежной проволоки и отделении хвойных пород от лиственных) и поштучном определении объема и сортности каждого кряжа. Данные такой выборочной проверки распространяются на всю партию поступившей древесины.

Хвойную древесину (приплыв), если она отвечает требованиям ГОСТ, используют в качестве сырья для производства фанеры или передают в распиловку на пиломатериалы.

Для выгрузки и укладки сырья в штабеля применяют различные механизмы: продольные лесотаски, автомобильные, железнодорожные, башенные, козловые краны.

Широкое применение на фанерных заводах получили продольные стационарные лесотаски марок Б-19, Б-22 и др. Они представляют собой деревянную или металлическую эстакаду, которая поднимается из реки и продолжается на берегу. Приемную часть — хобот лесотаски с ведомой звездочкой — делают обычно на шарнире и опускают в воду, в зависимости от колебаний уровня воды на глубину 0,5—0,8 м под углом не более 20—25° к горизонту.

В зависимости от расстояния, на которое необходимо подать сырье, лесотаски могут состоять из нескольких секций длиной 140—220 м каждая. Скорость движения цепи 0,5—0,7 м/сек. Продольные лесотаски, помимо выгрузки и подачи сырья, можно одновременно использовать как сортировочный транспортер. Лесотаски снабжены механическими или пневматическими сбрасывающими крючками. Производительность продольной лесотаски определяют по формуле

$$Q = \frac{T 3600 v q}{l} k_1 k_2 m^3,$$

где  $Q$  — производительность продольной лесотаски,  $m^3$ ;

$T$  — продолжительность работы, ч;

$v$  — скорость движения цепи,  $m/\text{сек}$ ;

$q$  — средний объем кряжа,  $m^3$ ;

$l$  — средняя длина кряжа, м;

$k_1$  — коэффициент загрузки цепи (0,6—0,8);

$k_2$  — коэффициент использования рабочего времени лесотаски (0,8—0,9).

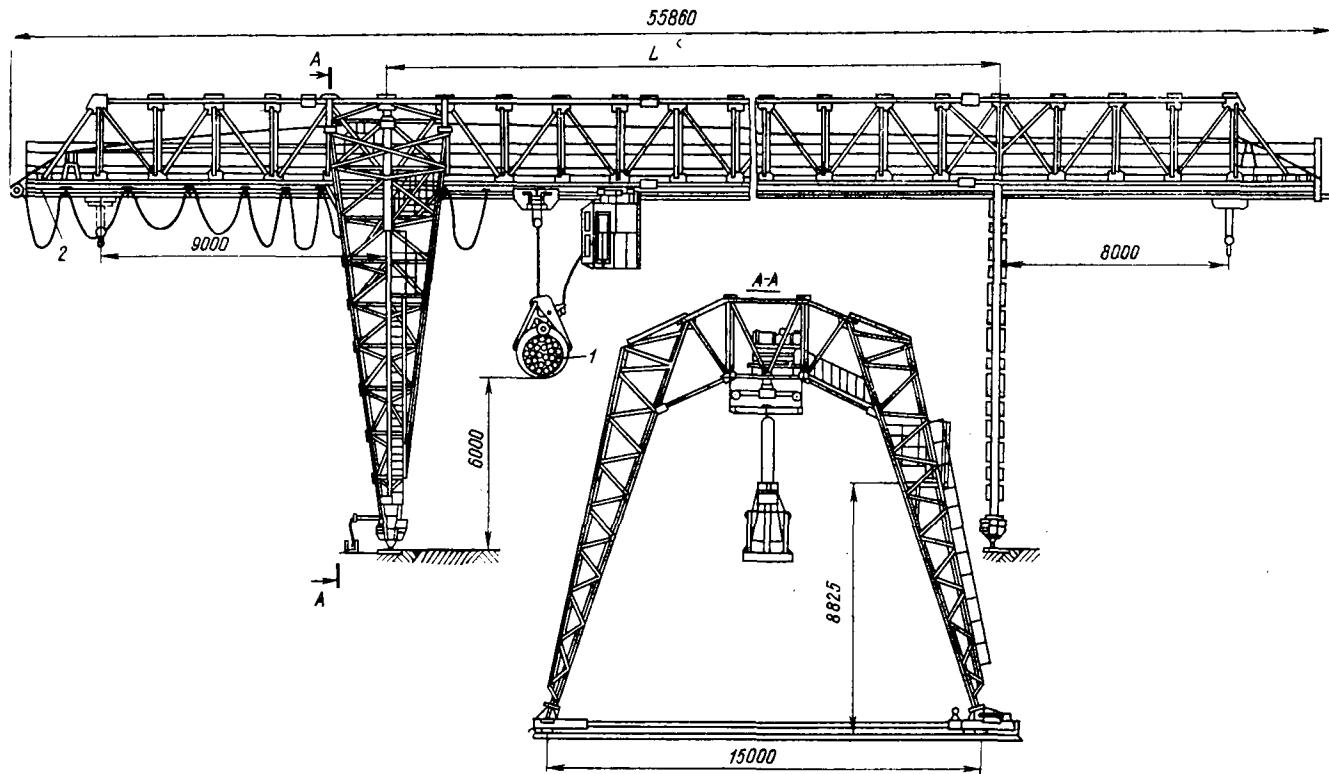


Рис. 2. Схема консольно-козлового крана ККУ-10 с грейфером:  
1 — грейфер; 2 — ферма крана

Для выгрузки сырья из воды в пучках, а также из железнодорожных вагонов, полуваагонов и платформ применяют различные краны.

На рис. 2 показан консольно-козловой кран с грейфером ККУ-10, применяющийся для выгрузки сырья и штабелевки кряжей. Он состоит из мостовой фермы, опирающейся на стойки-ноги. Стойки-ноги установлены на ходовых тележках, посредством которых кран перемещается по рельсовым путям, уложенным на шпалы. Вдоль мостовой фермы проложен рельсовый путь, по которому передвигается грузовая тележка с грузозахватными приспособлениями.

У консольно-козловых кранов тележка может выходить за пределы своих опор, что позволяет выгружать сырье из воды, разгружать вагоны и подавать кряжи к транспортерам или укладывать их в штабеля.

В качестве грузозахватного механизма применяют стропы или грейферы. Стропы целесообразно применять при выгрузке краном сырья из воды в пучках или укладки сырья пучками в штабель. Кряжи или чураки, находящиеся в вагонах, полуваагонах и т. п., целесообразно выгружать виброгрейферами. Это облегчает и делает безопасной работу стропальщиков сырья.

Козловые краны обычно не имеют консолей. Башенные, железнодорожные и автокраны имеют ограниченный радиус действия.

Работа консольно-козловых и других кранов сочетается с работой продольных лесотасок. При такой схеме организации работ можно выполнять следующие операции:

1. Выгружать сырье из железнодорожных вагонов и подавать его сразу в штабель для хранения или на площадки для пучков, чтобы затем поштучно лесотаской направлять для дальнейшей обработки.

2. Выгружать сырье пучками из воды, подавать на площадку для расстроповки, а затем подавать лесотаской сырье для обработки. Для подачи сырья в штабель пучки освобождают от строп на площадке, затем подают лесотаской к накопителю сырья, а из накопителя краном — в штабель (пучком). Вес пучка зависит от грузоподъемности крана.

Консольно-козловые краны — наиболее производительное и универсальное оборудование для выгрузки сырья лесосплавной или сухопутной поставки. Производительность козловых и консольно-козловых кранов определяют по формуле

$$Q = \frac{T G k_1 k_2}{\gamma \left( \frac{2 L_{cp}}{v_1} + \frac{h_{cp}}{v_2} + t \right)} m^3,$$

где  $Q$  — производительность крана,  $m^3$ ;

$T$  — время работы крана, мин;

$G$  — грузоподъемность крана, т;

$k_1$  — коэффициент использования крана по времени (0,8—0,85);

$k_2$  — коэффициент использования крана по грузоподъемности (0,8—0,9);

$\gamma$  — объемный вес древесины (0,7—0,8 т/м<sup>3</sup>), т;

$L_{cp}$  — среднее расстояние перемещения груза, м;

$v_1$  — средняя скорость грузовой тележки, м/мин;

$h_{cp}$  — средняя высота подъема груза, м;

$v_2$  — средняя скорость подъема и опускания груза, м/мин;

$t$  — продолжительность подцепки и отцепки пачки кряжей или пучка, мин.

## § 6. ХРАНЕНИЕ СЫРЬЯ НА СКЛАДАХ

Сырье, хранящееся на складе, должно быть надежно защищено от воздействия грибов и насекомых.

Грибы развиваются наиболее интенсивно при температуре 15—20° С и влажности древесины 40—60%. При температурах ниже 7 и выше 60° С, а также при влажности древесины менее 25% или более 100—120% к весу абсолютно сухой древесины грибы не развиваются.

Чтобы сохранить древесину, нужно создать неблагоприятные условия для развития грибов и насекомых, т. е. низкую температуру и повышенную влажность. Если сырье зимней или весенней доставки оставить незащищенным, в августе оно окажется непригодным для производства шпона, а при дальнейшем хранении в незащищенном виде оно может быть использовано только в качестве дров.

В первый период хранения незащищенное сырье задыхается: под действием кислорода воздуха древесина буреет, а затем поражается грибами. При дальнейшем хранении в ней появляется сначала мраморная, а затем мягкая гниль. Указанные процессы особенно интенсивно протекают в древесине березы, ольхи и буки.

Зимой, из-за низкой температуры, нет необходимости применять какие-либо средства защиты сырья от вредителей. Наиболее опасен весенне-летний период. В это время интенсивно протекает процесс испарения влаги из древесины, особенно с торцов кряжей и чураков, что приводит к появлению трещин, в которых развиваются грибы и различные насекомые (короеды).

Кряжи или чураки хранят в штабелях, высота которых составляет от 4 до 8 м, длина 80—150 м.

По схеме расположения кряжей штабеля сырья бывают трех типов: плотные, рядовые и пачковые. В основной части плотного штабеля (рис. 3, а) кряжи снизу доверху укладывают без про-

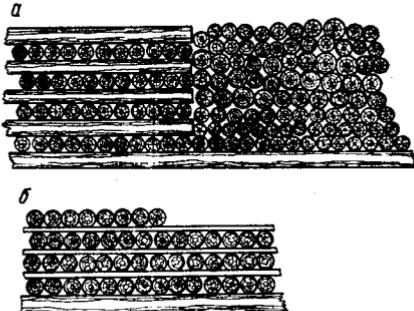


Рис. 3. Штабеля:  
а — плотный; б — рядовой

кладок (россыпью) и только «голову» и «хвост» штабеля — с прокладками в каждом ряду. Основание штабеля должно состоять из бревен-подкладок: две подкладки для кряжей длиной до 7 м и три для кряжей более 7 м. Подкладки берут толщиной не более  $\frac{1}{3}$  среднего диаметра укладываемых кряжей. Недостаток плотных штабелей состоит в трудности укладки и разборки из-за отсутствия прокладок, облегчающих перекатывание кряжей. Рядовой штабель (рис. 3, б) не имеет этого недостатка, однако емкость такого штабеля меньше, чем плотного.

При разборе штабеля необходимо все время поддерживать безопасный угол откоса насыпи кряжей: осенью 30—40°, зимой 60—70°. Особые меры предосторожности следует соблюдать во время оттепелей, когда древесина оттаивает и может произойти обвал кряжей. В это время насыпи кряжей следует придавать откос 35—45°. Место для укладки штабеля должно быть подготовлено: убран мусор, сделана дренажная система для отвода воды, площадка в целях дезинфекции обработана химическими составами.

Объем древесины, находящейся в штабеле, определяют по формуле

$$Q_{шт} = V k_{п},$$

где  $Q_{шт}$  — объем древесины в штабеле,  $m^3$ ;

$V$  — габаритный объем штабеля,  $m^3$ ;

$k_{п}$  — коэффициент полнодревесности (табл. 2).

Таблица 2

Значения коэффициента полнодревесности в зависимости от диаметра кряжа

Диаметр кряжей, см	Тип штабеля		
	плотный	рядовой	пачковый
16—23	0,62	0,48	0,60
24—30	0,67	0,54	0,63
31 и выше	0,72	0,60	0,65

Примечание. Для чурakov коэффициент полнодревесности принимается равным 0,73—0,75. Коэффициентом полнодревесности называется отношение объема плотной массы древесины штабеля к объему его, занимаемому в пространстве.

Объем сырья, подлежащего хранению на складе лесосплавной поставки, определяют по формуле

$$Q_{спл} = Q_{год} - Q_{летн},$$

где  $Q_{год}$  — объем сырья, поступающего лесосплавом,  $m^3$ ;

$Q_{летн}$  — объем сырья, подаваемого в переработку летом без укладки в штабеля,  $m^3$ ;

$Q_{спл}$  — объем сырья лесосплавной поставки, подлежащего хранению,  $m^3$ .

При сухопутной поставке сырья объем  $Q_{сух}$  древесины, подлежащей хранению на складе, определяется 4—6-недельной потребностью предприятия.

Если предприятие снабжается сырьем по смешанному типу поставки, т. е. лесосплавом и сухопутным транспортом, в первую очередь на переработку поступает сырье сухопутной поставки, так как оно более подвержено порче в период транспортирования, особенно в летний период.

Потребное число  $A$  штабелей определяют по формуле

$$A = \frac{Q_{\text{спл}}}{Q_{\text{шт}}} ,$$

где  $Q_{\text{спл}}$  — объем древесины лесосплавной поставки, подлежащей хранению,  $m^3$ ;

$Q_{\text{шт}}$  — объем древесины в штабеле,  $m^3$ .

Площадь склада, необходимую для хранения сырья, определяют по формуле

$$F_{\text{скл}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{H k_{\text{п}} k_{\text{скл}}} ,$$

где  $F_{\text{скл}}$  — площадь склада,  $m^2$ ;

$Q_{\text{общ}}$  — объем сырья, подлежащего хранению при любом способе поставки,  $m^3$ ;

$H$  — высота штабеля,  $m$ ;

$k_{\text{скл}}$  — коэффициент использования площади склада (0,5—0,7);

$k_{\text{п}}$  — коэффициент полнодревесности.

Площадь для складов сырья должна быть защищена от ветров и расположена на пониженных местах для сохранения в древесине влаги. Между смежными штабелями разрывы должны составлять от 1 до 3 м. Через каждые 150 м по фронту ширины штабелей устраивают пожарные разрывы с мощеными дорогами.

Группы штабелей между пожарными разрывами образуют кварталы, четыре квартала — участок. Между кварталами склада делают противопожарные разрывы по 10 м, а между участками — по 25 м при высоте штабеля до 8 м. Граница склада должна отстоять от производственных помещений не менее чем на 50 м, от жилых — не менее чем на 100 м. К каждому кварталу с трех сторон должны примыкать дороги, которые должны выходить к естественным или искусственным водоемам.

Выбор способа хранения сырья зависит от стойкости пород к воздействию грибов и насекомых и от климатических зон страны. Стойкость древесных пород указана в табл. 3.

Территория СССР в зависимости от продолжительности теплого периода года разбита на четыре климатические зоны.

Для хранения сырья на складе фанерных заводов используют следующие способы его защиты: покрытие торцов древесины влагозащитными и антисептическими замазками, дождевание, затопление, замораживание древесины.

В качестве замазок для древесины лиственных пород применяют битумы, сухоперегонные смолы, пеко-смоляные смеси, битумные эмульсии.

Битумы — органические природные вещества или продукты

Стойкость древесины при хранении

Таблица 3

Порода древесины	Стойкость древесины при хранении		
	против грибов	против насекомых	против растрескивания
Береза	Нестойка	Стойка	Стойка
Бук	Нестоек	Стоек	Нестоек
Граб	»	»	»
Дуб (ядро)	Стоек	Нестоек	Нестоек
Ильмовые	Стойки	Нестойки	Нестойки
Клен	Стоек	Стоек	Нестоек
Ольха	Нестойка	Стойка	Стойка
Осина	»	»	»
Тополь	Нестоек	Стоек	Стоек
Сосна	Нестойка	Нестойка	Стойка
Ель	»	»	»
Лиственница (заболонь)	»	»	Нестойка
Кедр	Нестоек	Нестоек	Стоек
Пихта	Стойка	Стойка	Стойка
Явор	Стоек	Стоек	Нестоек
Ясень	»	Нестоек	»

их переработки, растворимые в органических растворителях (спирте, бензоле, хлороформе). К природным битумам относятся озокерит, асфальтиты, асфальты, нефть.

Пеки — остаточные продукты после отгонки из дегтей масляных фракций. Они бывают каменноугольные, нефтяные, сланцевые, торфяные, древесные. В качестве горячих влагозащитных замазок применяются нефтяные битумы трех марок. Из них выпаривают воду, после чего их применяют как замазки.

В горячем виде, при температуре 40—50° С, применяют смоляные смеси (смолы 30—70%, пека 70—30%). Расход горячих замазок составляет 2—2,5 кг на 1 м<sup>3</sup> чурakov, 1—1,5 кг на 1 м<sup>3</sup> кряжей.

В качестве холодных влагозащитных замазок применяют битумные эмульсии 50—60% битума, 1—2% эмульгатора (стабилизаторы эмульсий типа контакта Петрова, рыбьего жира, каннфольного масла), небольшого количества едкой щелочи и воды, битумные пасты (битума 15—50%, жирной глины 10—15%, воды 45—35%), пеко-смоляные пасты (пека 23—35%, смолы 15—25%, жирной глины 15%, воды 35%), смоляные пасты (смолы 45%, жирной глины 15%, воды 40%).

Хорошим антисептиком являются спиртовые растворы фенолформальдегидных смол. В практике применяют комбинированные влагозащитные антисептические замазки, в состав которых входят битумные эмульсии и различные пасты с каменноугольными, торфяными и древесными дегтями и смолами. Пасты наносят кистью или лопаткой, а эмульсии разбрызгивателем. Все обмазанные торцы древесины защищают от солнечных лучей щитами из низкосортной фанеры.

Способ хранения с применением замазок трудоемок. Его применяют при небольших запасах сырья со сроком хранения до 2 месяцев. При больших запасах сырья применяют другие способы защиты. Одни из них — дождевание при помощи трубопроводов с водоразбрызгивающими механизмами или душевыми воронками. На 1 м<sup>2</sup> верхней поверхности штабеля расходуется 6—8 л воды, что обеспечивает поддержание на поверхности древесины тонкой пленки воды. С площадки дождевания вода отводится в канализацию. Дождевание начинают применять с наступлением теплой погоды. Интенсивность дождевания зависит от времени года, высоты штабеля, влажности и температуры воздуха. Первоначаль-

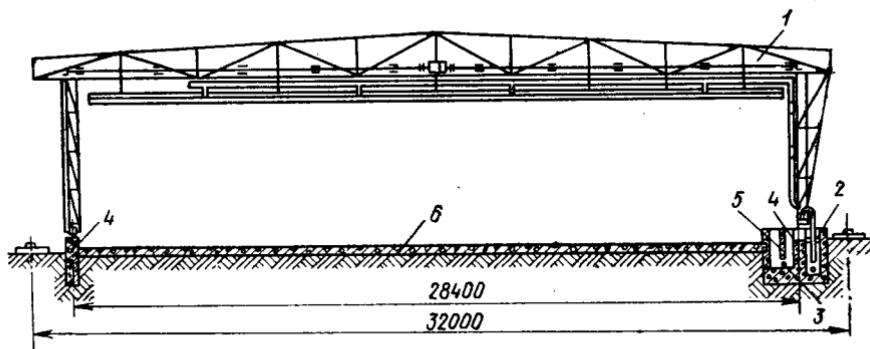


Рис. 4. Схема передвижной дождевальной установки:

1 — передвижная дождевальная установка; 2 — всасывающий трубопровод; 3 — спускной трубопровод; 4 — фундаменты под путями; 5 — распределительная стенка; 6 — бетонированная площадка

ное дождевание штабелей должно обеспечить проникание воды на всю их высоту. Последующие поливы периодически повторяются 5—6 раз в день (по 15 мин через 2—3 ч). Сохранность сырья обеспечивается весь теплый период года.

При укладке сырья для дождевания кранами более целесообразно применять передвижную дождевальную установку, поскольку при ее использовании не нужно демонтировать стационарную дождевальную установку.

Передвижная дождевальная установка (рис. 4) представляет собой эстакаду козловой конструкции, которая перемещается по рельсам, уложенным по продольным бортам бетонированной площадки. На одной тележке эстакады устанавливают насосную станцию и механический фильтр. Забор воды происходит через всасывающий трубопровод с приемником, опущенным в заборную траншею площадки, наполненную водой. Центральный насос подает воду через механический фильтр и распределительный трубопровод в два дождевальных лотка, подвешенных к нижнему поясу горизонтальной фермы эстакады. При дождевании эстакада перемещается по площадке вперед и назад со скоростью 0,9 м/сек.

В летний период применяют один из самых эффективных способов хранения сырья — затопление в воде. Для этого используют озера, судоходные и сплавные реки, если у берега есть водная площадь, отделенная от фарватера. Затопляют сырье в плотах (на реках и озерах) или в штабелях (искусственных бассейнах или водоемах со слабым течением). При затоплении плот нагружают дополнительными рядами кряжей до тех пор, пока он не осядет на дно. В проточных водоемах накатываемые кряжи сплачивают с загружаемой частью плота и между собой.

Искусственные наливные бассейны загружают плотным штабелем, применяя козловые и мостовые краны, из расчета 1 м<sup>3</sup> сырья на 2 м<sup>3</sup> общей емкости бассейна. Глубина бассейна 3—4 м с уклоном дна в сторону сливной трубы.

Бассейн состоит из нескольких изолированных секций, каждая секция бассейна имеет наливную и сливную трубы. При погружении под воду нижних рядов надводную часть (накат), составляющую не менее 10% общей массы затапливаемой древесины, набирают из низкосортной древесины. Наливные бассейны при спущенной воде загружают сырьем в плотный штабель. По окончании загрузки бассейн заполняют водой, уровень которой поддерживает постоянным. Перед выгрузкой сырья из наливных бассейнов постепенно спускают воду.

Способ затопления в бассейне несколько дороже способа дождевания, однако обеспечение полной сохранности сырья повышает его эффективность.

Для хранения в весенне-летний период сырья, которое поступает на завод в зимний период, применяют способ замораживания. Подготовка к замораживанию начинается еще осенью. Выбирают площадку и определяют объем сырья, подлежащего замораживанию. В каждый штабель укладывают не менее 1000 м<sup>3</sup> сырье (чурakov). Намеченное под штабель место покрывают утрамбованым снегом слоем 15—20 см, на который укладывают плотный штабель. Через каждые четыре ряда насыпают снег и обильно поливают водой.

После того как штабель достигнет нужной высоты, с четырех сторон сооружают боковые ограждения. Между стенкой бокового ограждения и штабелем оставляют зазор 30—40 см, в него втрамбовывают снег, который затем поливают водой. Выложенный штабель засыпают слоем снега толщиной не менее 20 см, утрамбовывают его и поливают водой; штабель покрывается как бы плотным ледяным панцирем. Замороженный штабель обносят вторым рядом бокового ограждения. Между первым и вторым рядами бокового ограждения засыпают сухие опилки, которые постепенно утрамбовывают. Расстояние между стенками забора (его толщина) должно быть с южной и западной сторон больше, чем с северной и восточной. Верх штабеля покрывают шпоном и засыпают слоем опилок или древесных стружек толщиной 10—15 см. На них кладут легкие деревянные стропила и делают кровлю из старой фанеры для отвода дождевой воды за пределы штабель-

ных боковых ограждений. Вокруг штабеля устраивают водоотводящие канавки.

Боковые ограждения можно сооружать с двух-трех сторон заранее (до укладки штабеля). Остальные стороны возводят при уложенном и замороженном штабеле.

Сырье в замороженном штабеле хорошо сохраняется только до середины лета, так как, несмотря на теплоизоляционный слой опилок и стружек, лед начинает подтаивать и в штабеле трудно сохранить минусовую температуру.

Способ замораживания очень дорог, поэтому им пользуются только для хранения высококачественного сырья. Основные преимущества его заключаются в том, что сырье находится одновременно в условиях пониженной температуры и повышенной влажности.

Выбор того или иного способа хранения сырья определяется конкретными условиями. Ориентировочная стоимость хранения сырья при работе на складе кранами следующая:

Способ хранения	Стоймость хранения 1 м <sup>3</sup> сырья, руб.
Затопление в реке, озере . . . . .	1—1,2
» в бассейне . . . . .	1,3—1,5
Дожевание . . . . .	1,5—2,0
Обмазка торцов замазками . . . . .	2,5—3
Замораживание . . . . .	3—4

Эффективность любого способа хранения сырья на фанерных предприятиях будет зависеть от того, насколько заготовители и поставщики своевременно защитят торцы и свободные от коры участки древесины замазками. Хранение сырья в кряжах независимо от применяемого способа более эффективно, чем хранение в чураках. Это объясняется тем, что сырье подвержено разрушению большей частью с торцов. Образующиеся повреждения и гнили могут быть удалены при последующей разделке кряжей на чураки.

#### § 7. РАЗДЕЛКА И ОКОРКА СЫРЬЯ

Разделка кряжей на чураки относится к подготовительным операциям, предшествующим переработке сырья на шпон, и является важной операцией, определяющей эффективность использования сырья.

Разделывать кряжи на чураки можно до их гидротермической обработки неокоренными (1-й метод) и после гидротермической обработки окоренными (2-й метод). Второй метод имеет то преимущество, что кряжи перед разделкой на чураки сортируют по качеству.

Существуют два способа разделки: по наибольшей массе и наибольшему качественному выходу. При разделке по наибольшей массе получают из кряжа чураки, имеющие наибольшую кубатуру независимо от их качества, т. е. с наименьшей потерей древесины при вырезке дефектов. При разделке по наибольшему качествен-

ному выходу получают высокосортные чуряки при большом объеме отходов древесины. В фанерной промышленности применяют комбинированный способ, предусматривающий получение наибольшей массы при сохранении наибольшего качественного выхода.

Для разделки кряжей на чуряки используют балансирные и маятниковые пилы. Основная часть этих пил — качающаяся рама-балансир, на одном конце которой на двух подшипниках установлен вал с насаженными на него круглой пилой и шкивом. На противоположном конце от оси качания расположен электродвигатель для вращения пилы, являющейся одновременно контргрузом для уравновешивания балансира. Разделку сырья начинают с разметки кряжей — определения линии пропила с учетом получения наибольшего количества лучших по качеству чураков при наименьших потерях древесины. Для правильной разметки необходимо хорошо знать пороки фанерного сырья, их влияние на качество продукции и технологию производства шпона.

При распиловке необходимо оторцевать комель кряжа, выпилить дефектные места кряжа (гнили, большие сучки). К дефектам распиловки относится косой рез, неправильная длина чурака, сколы и отщепы. Косой рез — следствие неправильной установки пилы или неправильного положения кряжа на транспортере при механической распиловке. При косом резе получается неправильная длина чурака. Сколы и отщепы чураков — результат распиловки кряжа на весу. Этот дефект снижает объемный выход шпона.

Балансирные и маятниковые пилы применяют при распиловке кряжей на чураки с диаметром не более 600 мм. Для распиловки более крупного сырья используют пилы с возвратно-поступательным движением режущего инструмента типа «лисий хвост» или цепные бензиномоторные и электропилы. Электропилы используют для распиловки кряжей в производстве строганого шпона.

Производительность балансирных и маятниковых пил определяют по формуле

$$A = \frac{T v k k_1}{d_{\text{q}} n} \text{ шт.,}$$

где  $T$  — время работы, мин;

$v$  — скорость подачи, м/мин;

$k$  — коэффициент использования машинного времени;

$k_1$  — коэффициент использования рабочего времени;

$d_{\text{q}}$  — средний диаметр чурака, м;

$n$  — среднее число пропилов на один чурак.

Большинство фанерных заводов оборудованы комплексно-механизированными пильными агрегатами АПЗ (пила М. Г. Зеленкова) (рис. 5).

Современная технология фанерного производства требует окорки сырья. Окорка сырья — удаление коры с кряжа или чурака. Окорка древесины повышает производительность лущильных станков и сокращает расход режущего инструмента, так как не требуется времени на снятие коры при лущении сырья и сокращается количество переточек лущильных ножей (сырье с корой загрязнено

песком, грязью). По техническим принципам окорки, отдельным конструктивным особенностям, а также различиям в принципе действия все окорочные станки могут быть разделены на следующие виды:

I. Ножевая окорка: станки с ручным механическим окорочным инструментом; станки с вертикальными ножевыми дисками; станки с ножевыми головками.

II. Окорка трением:

1. Трение инструмента о сырье — станки с движением инструмента параллельно перемещаемому сырью при вращении послед-

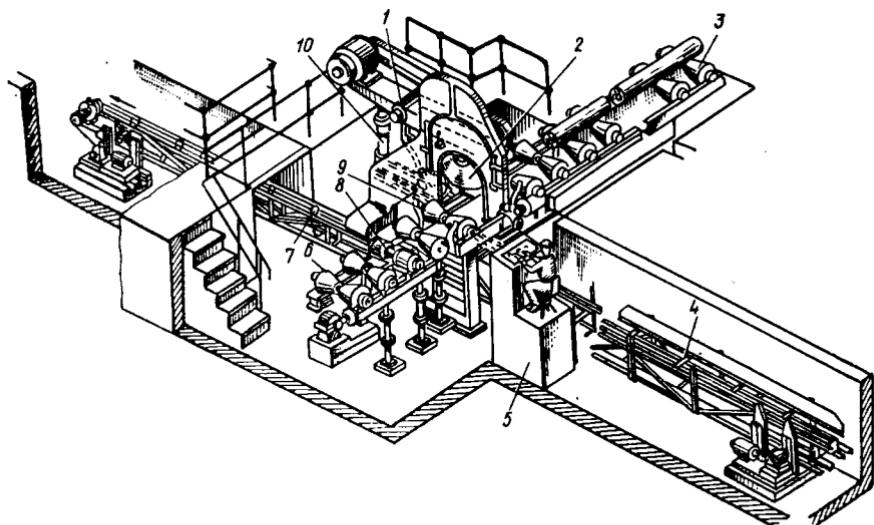


Рис. 5. Пильный агрегат АПЗ:

1 — балансирный круглопильный станок; 2 — пильный диск; 3 — реверсивный роликовый транспортер для подачи кряжа; 4 — скребковый транспортер для торцов; 5 — пульт централизованного управления агрегатом; 6 — реверсивный роликовый транспортер для приема чурakov; 7 — скребковый транспортер для опилок; 8 — выдвижные упоры; 9 — зажимные устройства; 10 — пневматический цилиндр

него; станки с расположением инструмента под или над сырьем при подаче и вращении кряжа; станки с вращающимся инструментом при подаче кряжа.

2. Трение кряжа о кряж (чурака о чурак) — бункерные окорочные станки; окорочные барабаны.

III. Струйно-гидравлическая окорка: струйно-гидравлические окорочные барабаны; гидравлические окорочные станки с вращением кряжей; гидравлические окорочные станки без вращения сырья.

Пригодность принципа окорки для тех или иных целей обуславливается требованиями дальнейшей переработки и использования окоренного круглого леса. Можно выделить три основных класса требований, предъявляемых к качеству окорки:

1. Значительное удаление коры и луба при допущении сохранения остатков коры.
2. Полное удаление коры и луба при допущении неровностей на поверхности сырья.
3. Полное удаление коры и луба при одновременной обработке поверхности кряжей.

При использовании отходов фанерного производства в производстве древесностружечных плит достаточны требования к окорке по первому классу. Если же отходы используются в целлюлозной промышленности, требования к окорке должны соответствовать второму классу.

На фанерных заводах преимущественно находят применение окорочные станки с вертикальными ножевыми дисками роторного типа, например финский окорочный станок фирмы «Валон Коне» VK-26. Основной рабочий орган станка — ножевой ротор. При продольном перемещении кряжа через ротор станка вращающиеся коросниматели описывают на кряже слегка перекрывающиеся винтовые поверхности, снимая при этом кору в виде спиральных лент. Цепной транспортер и направляющие валы обеспечивают подачу кряжа через центр ротора, где расположены четыре подрезных ножа и четыре короснимателя, которые тщательно отделяют кору от древесины. Станки VK не обеспечивают устойчивой окорки березового сырья из-за забивания ротора корой.

На базе станка ОК-63 для нужд фанерной промышленности разработан окорочный станок ОК-63Ф. Окорочная головка станка подобна головке ОК-63. Она выполнена отдельно от механизма подачи и состоит из статора, ротора, механизма прижима, короснимателей. На роторе закреплено шесть короснимателей, которые позволяют удобно скомпоновать механизм прижима короснимателей на пружинах сжатия. Каждая пружина одним концом упирается в рычаг короснимателя, а вторым крепится к общему поворотному кольцу (ротору). Внутри каждой пружины установлен гидравлический амортизатор, который уменьшает удар при сходе короснимателей с кряжа и обеспечивает меньший износ упоров. Механизм подачи выполнен в виде двух столов (подающего и принимаемого) плавающего типа.

Производительность окорочных станков определяется по формуле

$$Q = \frac{Tvk_1}{l} q \text{ м}^3,$$

где  $Q$  — производительность окорочного станка,  $\text{м}^3$ ;

$T$  — продолжительность работы,  $\text{мин}$ ;

$v$  — скорость подачи,  $\text{м/мин}$ ;

$k$  — коэффициент использования машинного времени ( $0,9—0,95$ );

$k_1$  — коэффициент использования рабочего времени ( $0,9—0,93$ );

$l$  — длина кряжа,  $\text{м}$ ;

$q$  — объем одного кряжа,  $\text{м}^3$ .

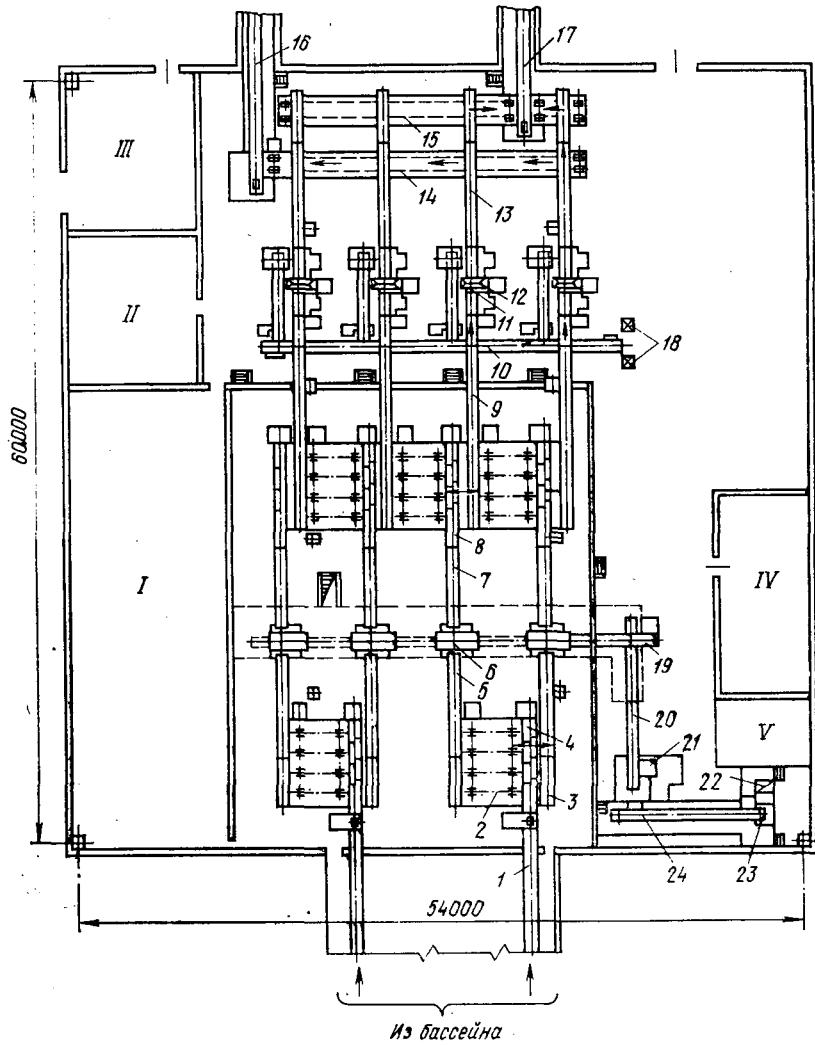


Рис. 6. План расположения оборудования окорочно-распиловочного цеха на четыре пильных агрегата АП3:

1 — лесостаска для подачи сырья в цех; 2 — поперечный цепной транспортер; 3, 5 — рольганги для подачи сырья к окорочному станку; 4, 8 — распределительные рольганги с пневмосбрасывателями; 6 — окорочный станок; 7, 9 — рольганги для удаления окоренного сырья; 10, 11 — ленточные транспортеры для отходов; 12 — пильный агрегат АП3; 13 — рольганг с механическими сбрасывателями для чурakov; 14, 15 — поперечные цепные транспортеры для чурakov; 16, 17 — лесостаски для подачи чурakov в лущильный цех; 18 — контейнеры для отходов; 19 — двухцепной скребковый транспортер для удаления коры от окорочных станков; 20 — то же для подачи коры к короборке; 21 — короборка; 22 — приемный лоток пневмотранспорта; 23 — коробжимной пресс; 24 — двухцепной скребковый транспортер для подачи коры к прессу; I — бытовые помещения цеха; II — вентиляционная камера; III — трансформаторная подстанция; IV — пилоножеточка; V — установка пневмотранспорта

### Техническая характеристика окорочного станка ОК-63Ф

Диаметр окашиваемых бревен, мм:	
наименьшего . . . . .	140
наибольшего . . . . .	530
Длина окашиваемых бревен, м:	
наименьшего . . . . .	1,3
наибольшего . . . . .	8,5
Допускаемая кривизна бревен, %	. . . . . 3
Скорость подачи бревен, м/мин	. . . . . 6—60
Число оборотов ротора в минуту	. . . . . 135, 200
Диаметр просвета ротора, мм	. . . . . 630
Число короснимателей, шт.	. . . . . 6
Мощность привода ротора, квт	. . . . . 17,9; 19,9; 25,0
» подачи, квт	. . . . . 7,8
Общая установочная мощность, квт	. . . . . 53,99
Габарит, мм:	
длина . . . . .	13,4
ширина . . . . .	2,55
высота . . . . .	2,14

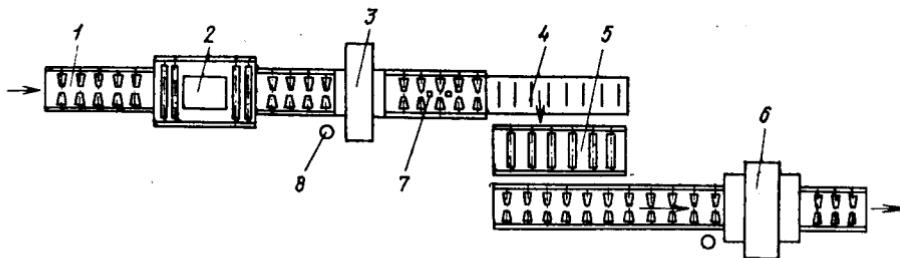


Рис. 7. Линия ЛОРС-1:

1 — ролганг; 2 — металлоискатель; 3 — балансирная пила; 4 — лесотаска; 5 — стол на-  
копитель; 6 — окорочный станок; 7 — ролганг-мерник; 8 — рабочее место

Кору можно использовать для химической переработки (из бересовой коры получают деготь) и как топливо. В этом случае кору измельчают в одно- и двухроторных корорубках. Производительность однороторных корорубок до 6 т/ч измельченной коры. Сжигать кору влажностью более 62% экономически нецелесообразно, поэтому после корорубок кору обезвоживают в короотжимных прессах.

Короотжимные прессы бывают валкового и цепного типов. Последние более совершенны, так как у них меньше вес и габарит. Короотжимной цепной пресс отжимает кору до влажности 55%. Его производительность 6 т/ч отжатой коры.

Разделка и окорка сырья системой транспортных устройств объединяются в единую технологическую линию по переработке сырья перед лущением. Как правило, указанные операции выполняются в окорочно-распиловочных цехах фанерных заводов. На рис. 6 приведен план расположения оборудования окорочно-распиловочного цеха фанерного завода на четыре пильных агрегата АПЗ. Движение сырья указано стрелками.

В настоящее время разработана линия окорки и разделки сырья (ЛОРС-1), представленная на рис. 7. Для этой линии разработан круглопильный балансирный станок ЦФК-6, позволяющий распиливать сырье длиной от 1,33 до 8,50 м и диаметром от 14 до 53 см. Производительность линии — 25 м<sup>3</sup>/ч.

Линия ЛОРС-1 может перерабатывать кряжи на чураки до и после тепловой обработки. Однако преимущество окорки и разделки сырья после тепловой обработки состоит в том, что, во-первых, улучшается качество окорки сырья, во-вторых, сокращаются затраты электроэнергии на окорку, в-третьих, не наблюдается потемнения сырья с поверхности. Недостаток такой разделки и окорки сырья — увеличение расхода тепла на оттаивание и прогрев коры в зимнее время года.

## Глава III

### ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА СЫРЬЯ

#### § 8. НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ

Тепловую обработку сырья необходимо проводить перед лущением шпона, так как такая обработка повышает пластические свойства древесины и создает условия для получения качественного шпона.

Древесина не обладает в достаточной степени пластическими свойствами, чтобы изменить свою первоначальную форму под действием сил резания. Например, отдельные ее элементы, образующие слои, после срезания при лущении стремятся принять форму чурака, в то время как лист шпона должен быть плоским.

Пластичность древесины зависит от ряда факторов, главные из которых — пористость древесных тканей, возраст древесины, ее влажность и температура.

Пористые породы древесины (дуб, ясень) обладают большей пластичностью, чем остальные лиственные породы. Чем моложе древесина, тем она пластичнее. Пластичность увеличивается с повышением влажности древесины. Сухая древесина менее пластична, поэтому обработка древесины не должна вызывать снижение ее влажности. Существенно влияет на пластичность древесины ее температура. При температуре ниже нуля вода, находящаяся в клетках древесины, превращается в лед, что резко снижает пластичность древесины. Лущение мороженой древесины недопустимо, так как образуется очень хрупкий шпон. С повышением температуры пластичность древесины увеличивается.

Твердые лиственные породы можно лущить при более высоких температурах, чем мягкие. Температура чурака при лущении должна быть в пределах 10—40° С. При низкой температуре древесины шпон растрескивается и поверхность его получается негладкая из-за выдирания волокон; при чрезмерном перегреве древесины на поверхности шпона образуется мастистость (отставание волокон).

Тепловая обработка древесины связана с явлениями перемещения тепла и влаги в древесине и окружающей ее газообразной или жидкой среде. Этим явлениям дано название явлений переноса.

Нагревание древесины, т. е. повышение ее температуры — результат теплообмена. Различают три элементарных явления, или вида теплообмена: тепло проводность, т. е. перемещение тепла внутри тела, основанное на взаимодействии между собой молекул и атомов вещества; конвекцию, т. е. перемещение тепла, связанное со свободным или вынужденным движением частиц газа или жидкости; излучение (радиацию), т. е. передачу тепловой энергии в виде электромагнитных волн.

Практические способы нагревания, как правило, характеризуются сложными процессами теплообмена, в которых в той или иной степени участвуют его различные элементарные виды.

Для тепловой обработки древесины используются следующие способы нагревания:

контактное нагревание путем непосредственного соприкосновения древесины с горячими поверхностями; основную роль здесь играет теплопроводность, сопровождаемая тепловым излучением;

конвективное нагревание в жидкой или газообразной среде (воде, паре, воздухе), основанное на конвекции жидкости или газа у поверхности древесины и перемещении теплоты по ее объему путем теплопроводности; конвективное нагревание сопровождается тепловым излучением;

радиационное нагревание путем облучения древесины источниками инфракрасной радиации; этот вид нагревания основан на тепловом излучении, но сопровождается теплопроводностью и конвекцией;

диэлектрическое нагревание в конденсаторе электрического колебательного контура высокой частоты; в процессе взаимодействия высокочастотного электрического поля с древесиной в древесине генерируется тепло за счет диэлектрических потерь; этот вид нагревания сопровождается теплопроводностью и конвекцией.

Процесс нагрева и охлаждения древесины, окруженной средой с температурой, отличной от начальной температуры тела, относится к процессам нестационарного теплообмена.

Нестационарный теплообмен характеризуется температурным полем, переменным во времени и пространстве в отличие от стационарного теплообмена, характеризующегося постоянством температурного поля во времени.

Стационарный теплообмен используется в технике для определения теплопотерь зданий и сооружений в окружающую среду, а также для расчета тепловой мощности теплообменных устройств.

Основные задачи расчета процессов нагревания древесины состоят, во-первых, в установлении продолжительности процесса, необходимой для доведения температуры в заданной точке сорти-

мента до определенной величины и, во-вторых, в определении расхода тепла на нагревание материала.

При конвективном нагревании в жидкой среде время прогрева древесины складывается из времени на оттаивание древесины и времени нагрева оттаявшей древесины до заданной температуры:

$$T_{\text{нагр}} = \tau_{\text{отт}} + \tau_{\text{прогр.}}$$

Продолжительность оттаивания и нагревания древесины определяется по формулам, предложенным Г. С. Шубиным (МЛТИ).

Продолжительность оттаивания

$$\tau_{\text{отт}} = \frac{D^2}{24\lambda t_c} \left[ \frac{\rho_{\text{усл}} (W_n - W_{\text{нейз}}) r_{\text{отт}}}{100} + 833 c_p \cdot t_c + \rho c_{(-)} (-t_0) \right],$$

где  $\tau_{\text{отт}}$  — время оттаивания древесины, сек;

$D$  — диаметр кряжа или чурака, м;

$\lambda$  — коэффициент теплопроводности древесины, вт/м · град;

$$\lambda = \lambda_{\text{ном}} k_x k_p,$$

где  $\lambda_{\text{ном}}$  — номинальное значение коэффициента теплопроводности, вт/м · град;  $\lambda_{\text{ном}}$  определяется по диаграмме рис. 8;

$k_x$  — поправка на фактическое направление теплового потока; средние значения коэффициента  $k_x$  при радиальном направлении теплового потока могут приниматься равными 1,15, при направлении вдоль волокон для кольцосудистых лиственных пород 1,60, а для остальных пород 2,20; теплопроводность древесины вдоль волокон при прочих равных условиях в 1,5—2,5 раза больше, чем поперек волокон;

$k_p$  — поправка на фактическую условную плотность древесины; рекомендуемые значения коэффициента  $k_p$  в зависимости от условной плотности древесины характеризуются следующими данными:

$\rho_{\text{усл}}$	0,34	0,36	0,38	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65
$K_p$	0,98	1,00	1,02	1,05	1,12	1,22	1,36	1,56	1,86

Средняя условная плотность древесины важнейших пород приведена в табл. 4.

Таблица 4  
Средняя условная плотность древесины  $\rho_{\text{усл}}$

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

$t_c$  — температура среды, °С;

$\rho_{\text{усл}}$  — условная плотность древесины,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$W_n$  — начальная влажность древесины, %;

$W_{\text{нез}}$  — влажность древесины, соответствующая количеству незамерзшей влаги (15%);

$r_{\text{отт}}$  — теплота плавления льда (335) кДж/кг;

$c$  — удельная теплоемкость древесины в оттаившей зоне, кДж/кг · град; удельная теплоемкость древесины определяется по диаграмме рис. 9; значение температуры, при которой определяется удельная теплоемкость оттаившей древесины принимается равной  $t_p = \frac{t_c}{2}$ ;

$\rho$  — плотность древесины при заданной влажности, кг/м<sup>3</sup>;

$c_{(-)}$  — удельная теплоемкость древесины в замороженной зоне, кДж/кг · град; значение температуры, при которой определяется удельная теплоемкость зоны замороженной древесины принимается равной  $t_p = \frac{t_0}{2}$ , где  $t_0$  — начальная температура тела, °С.

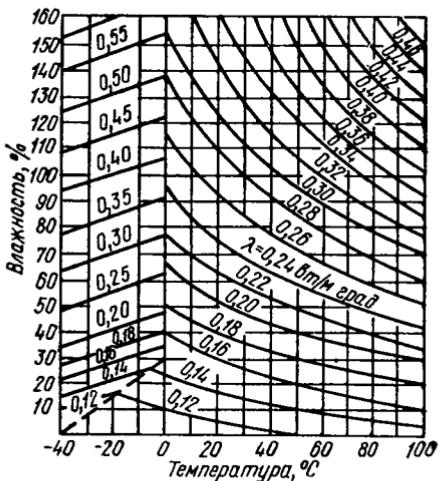


Рис. 8. Диаграмма теплопроводности древесины ( $\rho_{\text{усл}} = 360$  кг/м<sup>3</sup>) в тангенциальном направлении

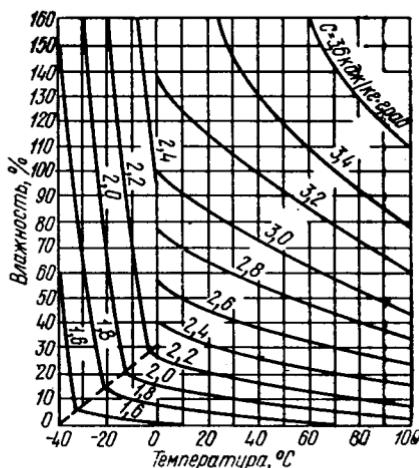


Рис. 9. Диаграмма удельной теплоемкости древесины

Продолжительность нагревания древесины до заданной положительной температуры после оттаивания в заданной точке сечения определяется по формуле

$$\tau_{\text{прогр}} = \frac{0,096 D^2}{a} \lg \left[ \frac{t_c}{t_c - t_x} \left( 1 - \frac{d}{D} \right) \right],$$

где  $\tau_{\text{прогр}}$  — время прогрева древесины до заданной температуры в искомой точке, сек;

$t_x$  — заданная температура в искомой точке, °С;

$d$  — диаметр карандаша, на поверхности которого задается температура искомой точки  $t_x$  (принимается 8 см), см;

$a$  — коэффициент температуропроводности,  $\text{м}^2/\text{сек}$ ;  $a = \lambda/cp$ ; значения  $\lambda$ ,  $c$  принимаются по диаграмме рис. 8, 9; расчетная температура для значений  $\lambda$  и  $c$

$$t_p = \frac{t_c + t_x}{4}.$$

Пример. Определить время, необходимое для нагревания чурака на поверхности карандаша  $d=8 \text{ см}$  до  $t_x=20^\circ\text{C}$  при условиях: береза  $\rho_{усл}=500 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,  $W_n=80\%$ ;  $t_c=40^\circ\text{C}$ ;  $t_0=20^\circ\text{C}$ ;  $D=32 \text{ см}$ ;  $W_{нез}=15\%$ ;

$$\tau_{отт} = \frac{0,32}{24 \cdot 0,336 \cdot 40} \cdot \left[ \frac{500 \cdot (80 - 15) \cdot 335000}{100} + 0,833 \cdot 2960 \cdot 890 \cdot 40 + \right. \\ \left. + 890 \cdot 2200 \cdot 20 \right] = 70\,000 \text{ сек} = 19,4 \text{ ч},$$

где  $\lambda=\lambda_{ном}k_xk_p=0,24 \cdot 1,15 \cdot 1,22=0,336 \text{ вт}/\text{м}\cdot\text{град}$ ;  $c=2,96 \text{ кдж}/\text{кг}\cdot\text{град}=2960 \text{ дж}/\text{кг}\cdot\text{град}$ ;  $c_{(-)}=2200 \text{ дж}/\text{кг}\cdot\text{град}$ ,  $\rho=890 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;

$$\tau_{прогр} = \frac{0,096 \cdot 0,32^2}{1,29 \cdot 10^{-7}} \lg \left[ \frac{40}{40 - 20} \cdot \left( 1 - \frac{8}{32} \right) \right] = 13\,400 \text{ сек} = 3,73 \text{ ч},$$

где  $\lambda=0,336$ ,  $c=2930$ ,  $a=\frac{0,336}{2930 \cdot 890}=1,29 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{сек}$ ;

$$T_{нагр} = \tau_{отт} + \tau_{прогр} = 19,4 + 3,73 = 23,13 \text{ ч}.$$

Способы тепловой обработки древесины различаются по видам теплообмена и применяемым агентам обработки.

На конвективном теплообмене основаны оттаивание, пропарка, проварка сырья в теплом воздухе, паре или горячей воде. К способам тепловой обработки, основанным на других видах теплообмена, относятся контактная, радиационная, диэлектрическая обработка. Термовая обработка обычно сопровождается изменением влажности древесины, т. е. влагообменом с окружающей средой.

Использование для прогрева древесины контактной, радиационной или диэлектрической тепловой обработки нецелесообразно из-за технической сложности этих процессов, а также потому, что они связаны с нежелательной подсушкой древесины. Наиболее приемлема конвективная тепловая обработка.

Нагрев древесины оттаиванием состоит в обогревании замороженных чураков воздухом температурой  $40-60^\circ\text{C}$ . Обогревают сырье в закрытом помещении — камере, емкость которой 200—300 чураков. Продолжительность оттаивания в такой камере 20—24 ч. Этот способ нагрева древесины не нашел применения в промышленности из-за большого расхода тепла и низкой производительности камер.

Тепловая обработка древесины пропариванием заключается в обогреве древесины, находящейся в плотно закрытой камере или бетонной яме, в которые под давлением 1,5—2 ати впускают насыщенный пар. При такой тепловой обработке сырье прогревается относительно быстро. Однако оно не равномерно прогревается по толщине и растрескивается. Этот способ тепловой обработки сырья широко распространен в производстве строганого шпона и значительно меньше в производстве лущеного шпона.

Самый распространенный способ прогрева сырья — проваривание в воде. В зависимости от температуры воды различают два способа проваривания сырья: мягкими режимами при температуре воды 30—40° С и жесткими режимами прогрева с температурой воды 70—80° С.

Мягкие режимы прогрева сырья имеют преимущество перед жесткими, так как сырье более равномерно прогревается по поперечному сечению, не требует дополнительного времени на выравнивание его температуры, обеспечивается безопасная работа рабочих.

Прогрев сырья жесткими режимами сокращает время, но вызывает большой перепад температуры по поперечному сечению сырья и требует перед разлущиванием на лущильных станках вылеживания сырья в помещении цеха.

Тепловой обработке подвергают кряжи и чураки. При обработке сырья в кряжах улучшается качество готовой продукции. Это объясняется тем, что тепловая обработка сырья при высокой температуре водной среды (пропаривание) ведет к потемнению торцов и дополнительному их увлажнению. Потемнение торцов вызывает появление на готовой фанере темных полос, а увлажнение — появление торцовых трещин на шпоне.

При прогреве чураков указанные дефекты попадают в шпон и фанеру. При прогреве кряжей с последующей их разделкой на чураки дефекты в значительной степени устраняются за счет припусков на распиловку по длине кряжа.

При прогреве хвойного сырья температура воды должны быть 50—60° С, так как поздняя зона древесины требует повышенной температуры для создания требуемой пластичности.

## § 9. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ

Тепловая обработка сырья — трудоемкая операция, требующая, помимо больших затрат труда, значительных производственных площадей. Древесину пропаривают в бетонных парильных ямах (рис. 10). Парильные ямы, заглубленные в грунт, размещают в два ряда. Ширина каждой ямы несколько больше длины загружаемых чураков. Каждая яма оборудована тельфером для загрузки древесины. Между рядами парильных ям размещают разгрузочный транспортер, по которому прогретые чураки подаются в лущильный цех. Вдоль наружного фронта каждого ряда ям установлены два загрузочных транспортера, имеющих сбрасыватели против каждой ямы. Вверху над парильными ямами подвешены два монорельса с тельферами, служащими для погрузки и выгрузки чураков.

В автоклавах сырье пропаривают паром с температурой до 140° С, что значительно сокращает время прогрева. Изготавливают автоклавы диаметром 2 м, длиной 5 и 18 м, что составляет емкость соответственно 3 и 20 м<sup>3</sup>. Для пропарки подбирают сырье одной породы и толщины и укладывают на тележки. Затем тележки

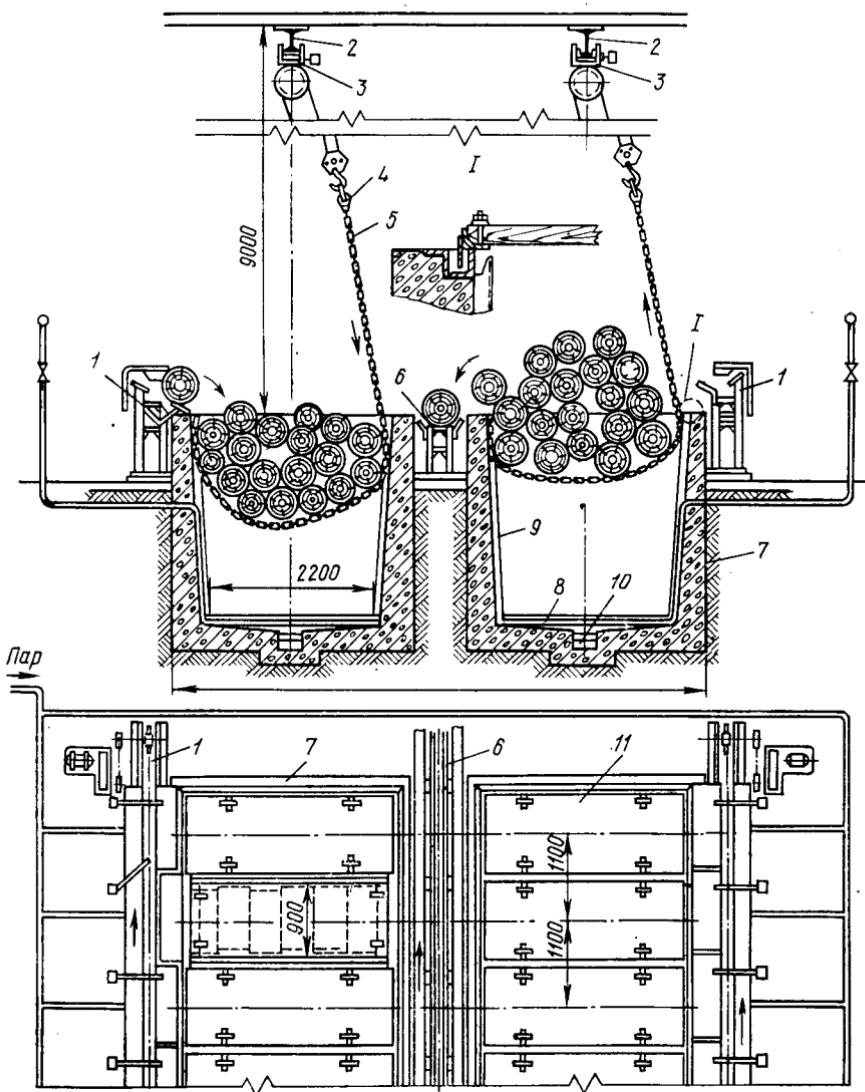


Рис. 10. Парильные ямы с тельферной загрузкой древесины:

1 — разгрузочные транспортеры; 2 — монорельсы; 3 — тельферы; 4 — подвеска; 5 — цепь; 6 — разгрузочный транспортер; 7 — бетонная яма; 8 — труба для пара; 9 — швеллер; 10 — сборный канал; 11 — съемная крышка

с сырьем устанавливают в автоклав, и он герметически закрывается крышкой, после чего под давлением 4 атм подается насыщенный пар.

Сырье выдерживается в автоклаве под давлением пара в течение времени, которое определяется по табл. 5.

Таблица 5

**Время пропаривания заготовок в автоклавах**

Давление пара в автоклаве, атм	Время пропаривания $\tau$		
	дуба	ясения	бука
0,75	5,2	5,7	4,3
1,00	4,5	5,2	3,0
1,50	3,8	4,5	1,7
2,00	3,3	3,8	1,3
2,50	3,0	3,5	1,2
3,00	2,9	3,2	1,1
3,50	2,8	3,1	1,0

Автоклавный способ прогрева сырья применяется в основном для производства строганого шпона.

Продолжительность пропаривания в парильных ямах определяется в табл. 6.

Таблица 6

**Продолжительность пропаривания в парильных ямах**

Порода древесины	Температура, °C	Продолжительность пропаривания $\tau$	
		летом	зимой
Дуб	80—90	10—12	15—16
Бук	90—100	24	36
Ясень	90—100	40	60
Орех	90—100	72—96	108—144
Чинара	90—100	60	80
Карагач	90—100	24	36
Красное дерево	90—100	18	25

В процессе пропаривания древесина может потемнеть и растрескаться. Сильное растрескивание происходит при подаче пара высокого давления непосредственно после загрузки автоклава или ямы, особенно в зимнее время, поэтому первоначально необходимо сырье прогревать при пониженном давлении пара, а также применить дождевание заготовок. Не рекомендуется передерживать сырье при высоких температурах, так как это приводит к размочливанию древесины и шпон получается ворсистым и непрочным. Производительность  $Q$  парильной ямы или автоклава определяют по формуле

$$Q = \frac{T}{t_p + t_b} \cdot \frac{Hl}{hb} \text{ kg m}^3,$$

где  $T$  — время работы, ч;  
 $t_{\pi}$  — продолжительность пропарки, ч;  
 $t_b$  — продолжительность загрузки, выгрузки сырья, чистки ямы или автоклава, ч;  
 $H$  — высота камеры, м;  
 $l$  — длина камеры, м;  
 $h$  — высота заготовок, средний диаметр сырья, м;  
 $b$  — ширина заготовок, средний диаметр сырья, м;  
 $k$  — коэффициент использования ямы (0,6—0,5) и автоклава (0,7—0,75);  
 $q$  — объем заготовки сырья  $m^3$ .

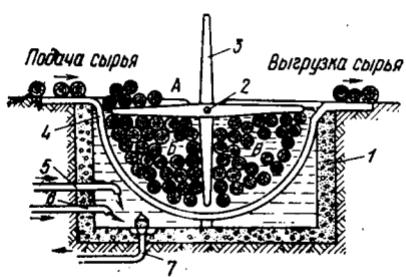


Рис. 11. Схема устройства варочного бассейна с мотовилом:

1 — стены бассейна; 2 — поперечный вал; 3 — мотовило; 4 — направляющие швеллеры; 5 — паропровод; 6 — водопроводная труба; 7 — спускная труба; А, Б, В — секции бассейна

Наибольшее распространение для тепловой обработки фанерного сырья способом проварки получили варочные бассейны с мотовилами (рис. 11). Странят их в закрытых помещениях.

Время тепловой обработки зависит главным образом от начальной температуры чурakov, их диаметра и температуры воды. Чураки перед прогревом в варочных бассейнах должны быть рассортированы по диаметрам на группы: I группа — до 20 см; II группа — 21—25 см; III группа — 26—30 см; V группа — 36 см и выше.

Для предотвращения образования тумана и конденсации влаги на полу, стенах, потолке варочного отделения делают приточно-вытяжную вентиляцию с подогревом воздуха. Температура подаваемого воздуха в зимний период должна быть в пределах 20—35° С. Ручная загрузка и выгрузка бассейнов, тяжелые условия труда рабочих, обслуживающих бассейн, — все это вместе взятое позволяет считать варочные бассейны с мотовилами устаревшим технологическим оборудованием. Производительность варочных бассейнов с мотовилами определяется по формуле

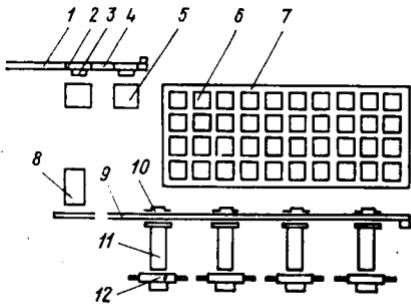


Рис. 12. Схема поточной механизированной линии тепловой обработки чурakov и подачи их к лущильным станкам:

1 — приемный рольганг; 2 — приемный стол для чурakov; 4 — промежуточный рольганг; 5 — укладчик чурakov; 6 — контейнеры; 7 — бассейн; 8 — раскатчик чурakov; 9 — транспортер к лущильным станкам; 10 — сбрасыватель чурakov; 11 — транспортер-накопитель; 12 — лущильные станки

$$Q = \frac{T}{\tau_{\text{п}}} \frac{\pi R^2 L}{2} k \text{ м}^3,$$

где  $T$  — время работы бассейна, ч;

$\tau_{\text{п}}$  — время прогрева чураков, ч;

$R$  — радиус мотовил, м;

$L$  — длина чураков, м;

$k$  — коэффициент заполнения бассейна чураками (0,50—0,55).

Центральным научно-исследовательским институтом фанеры (ЦНИИФ) предложена поточно-механизированная линия тепловой обработки чураков. На указанной линии (рис. 12) осуществляется прогрев чураков при температуре воды 40° С.

Линия включает один бассейн, который разделен на несколько секций, что удобно для очистки бассейна от грязи. Чураки загружаются в бассейн в контейнерах (рис. 13) мостовым краном. Чураки автоматически сортируются по диаметрам на две группы: диаметром 16—32 см и диаметром выше 32 см. Продолжительность прогрева чураков второй группы больше, чем первой.

Эта линия может быть рекомендована при реконструкции действующих предприятий, где территория не позволяет применять открытые бассейны на воздухе.

Механизированный открытый бассейн (рис. 14) состоит из нескольких секций, собранных из железобетонных элементов. Ширина секции соответствует максимальной длине обрабатываемых кряжей. Каждая секция разделена парными тумбами 6 на ряд отсеков, или ячеек, которые загружают кряжами при помощи грейферного захвата 5 консольно-козловым краном 8, передвигающимся по подкрановым рельсам 12.

Рис. 13. Схема троцового контейнера:

1 — грузовая железобетонная крышка; 2 — троцовые стропы; 3 — устройство для крепления строп; 4 — чураки

Во время тепловой обработки загрузочные ячейки закрывают съемными крышками 4, которые представляют собой противовсплавные устройства. Они также уменьшают теплопотери с открытой поверхности бассейна. При работе бассейна одна из секций всегда находится под загрузкой и разгрузкой (в остальных загруженных секциях древесина прогревается). Кран и перегрузчик устанавливают против этой секции. Кряжи с загрузочной лестинкой сбрасываются в соответствующий накопитель с определенной группой диаметров сырья. Грейфер последовательно перемещается от накопителя к бассейну, загружая одну ячейку, и от бассейна к перегрузчику, разгружая другую ячейку.

Все секции бассейна, заполненные водой, сообщаются между собой через отверстия 13. Температура воды поддерживается на уровне 30—40° С. Подогревают ее паром, проходящим через трубы, имеющие отверстия. Кроме грейферной загрузки сырья в откры-

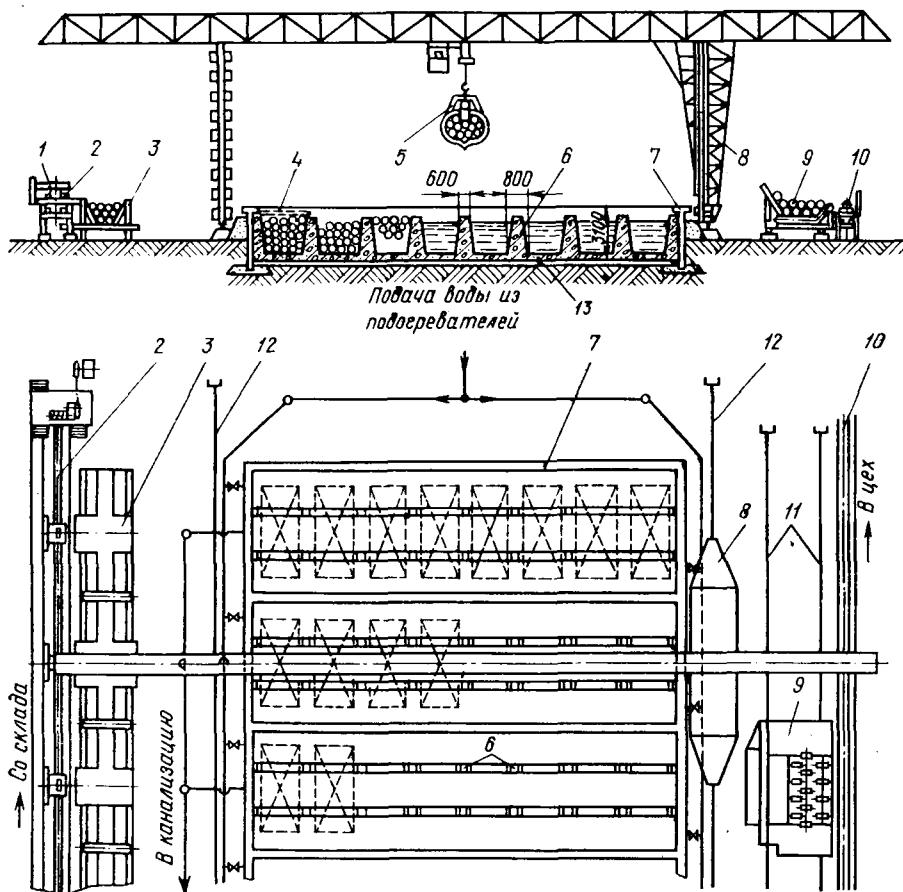


Рис. 14. Механизированный открытый бассейн для тепловой обработки сырья:  
1 — сбрасыватель; 2 — разгрузочная лесотаска; 3 — накопитель кряжей; 4 — крышка;  
5 — грейферный захват; 6 — бетонная разделительная тумба; 7 — стены бассейна;  
8 — консольно-ковшовой кран; 9 — передвижной перегрузчик; 10 — разгрузочная лесотаска;  
11 — рельсы для передвижения перегрузчика; 12 — рельсы для передвижения крана;  
13 — отверстия для воды

тый бассейн, применяют загрузку в пучках с использованием строп.

Производительность  $Q$  ячейки бассейна определяют по расчетной формуле

$$Q = LhBk \frac{T}{\tau_p + \tau_{всп}} m^3,$$

где  $L$  — длина кряжей или чураков, м;  
 $h$  — высота ячейки, м;  
 $B$  — ширина ячейки, м;  
 $k$  — коэффициент заполнения ячейки сырьем (0,50—0,55);  
 $T$  — время работы ячейки, ч;  
 $\tau_{\text{пп}}$  — время прогрева, ч;

$\tau_{\text{всп}}$  — продолжительность загрузки и выгрузки ячейки, ч.

В районах с низкой температурой наружного воздуха сырье можно прогревать в закрытых подземных бассейнах (рис. 15).

Кряжи продольной лесотаской 2 подаются в накопители 3 сырья. Емкость накопителя соответствует грузоподъемности крана, а размеры накопителя должны быть такими, чтобы виброгрейфер 23 крана мог свободно заходить в него в раскрытом состоянии и забирать сырье.

Для смыкания челюстей виброгрейфера 23, т. е. захвата им сырья, между стенками накопителя устанавливают брусья. Толщина их с небольшим запасом должна быть равна разнице в размере разомкнутого и сомкнутого виброгрейфера. По периметру накопителя кладут две формирующие цепи, причем каждая из них имеет захватное кольцо и замок.

Кран подает пучок кряжей 14 объемом 7,5 м<sup>3</sup> в загрузочную часть варочного бассейна. Рабочий, стоя на откидном мостике, очередным цепным поводком цепляет за захватное кольцо пучок кряжей, после чего крановщик опускает виброгрейфер в воду и раскрывает его. Двумя поводками, прикрепленными к тяговым цепям, пучок стягивается в бассейн с водой. Движение тяговых цепей периодическое. Одновременно в бассейне находится 32 пучка кряжей.

При подходе к разгрузочной части бассейна пучок кряжей захватывается грейфером второго консольно-козлового крана. Рабочий на мостике выводит цепные поводки из захватного кольца формирующей цепи, после чего освобождает замок и снимает цепь с пучка.

Формирующие цепи и поводки кладут в специальный ящик, который первым краном подается к накопителям и загрузочной части бассейна. Недостаток данной конструкции закрытого бассейна — необходимость дополнительного утепления холостого хода тяговых цепей над перекрытием бассейна, так как замерзшая вода на цепях делает их опасными в эксплуатации.

Выбор того или иного способа тепловой обработки сырья зависит от района размещения фанерного завода, породы перерабатываемой древесины, источника получения тепла и пр.

Ориентировочная себестоимость тепловой обработки 1 м<sup>3</sup> сырья в варочных бассейнах с мотовилами 1 р. 20 к., в открытых бассейнах 79 коп., в закрытых 66 коп., на поточной линии ЦНИИФ 59 коп.

Для измерения температуры воды в бассейнах применяют жидкостные и манометрические термометры.

Жидкостные стеклянные термометры, принцип действия которых основан на тепловом расширении жидкостей

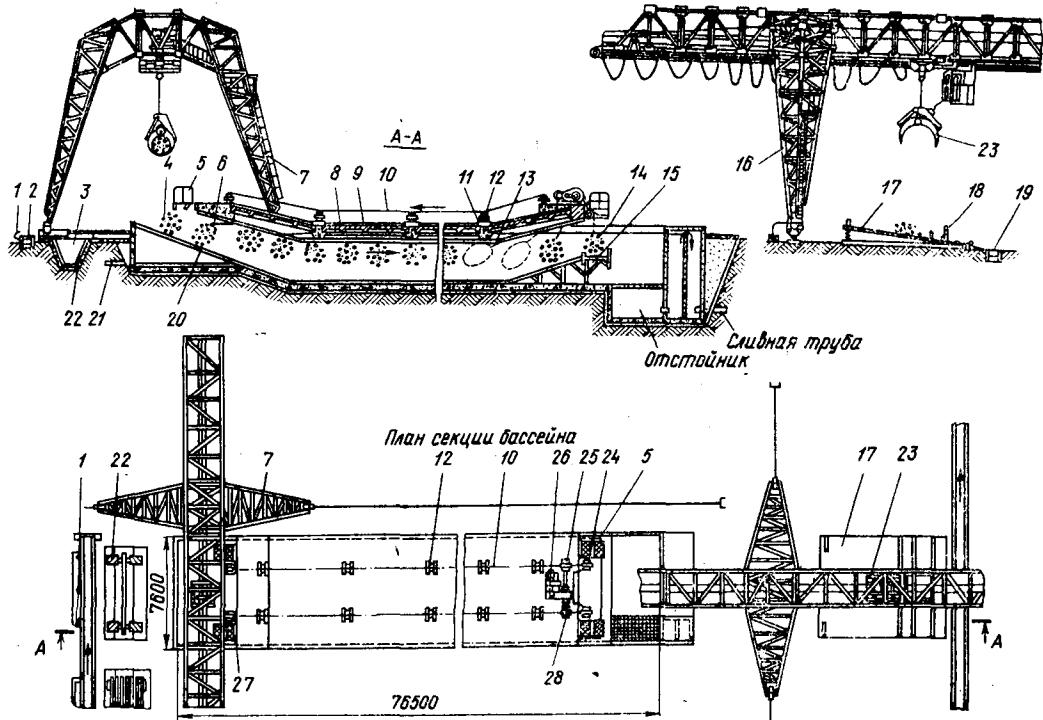


Рис. 15. Механизированный закрытый бассейн для тепловой обработки сырья:

1 — сбрасыватель кряжей; 2, 19 — лесотаски; 3 — накопитель кряжей; 4 — формирующая цепь; 5 — откидной мостик; 6 — цепной поводок; 7, 16 — консольно-ковзовые краны; 8 — бетонное утеплительное перекрытие; 9 — кровля бассейна; 10 — тяговая цепь; 11 — несущая балка; 12 — поддерживающий ролик; 13 — стальные направляющие; 14 — пучок кряжей; 15 — разгрузочная эстакада; 17 — вибрационная площадка; 18 — отсекатель виброплощадки; 20 — разгрузочная эстакада; 21 — труба для горячей воды; 22 — деревянный брус; 23 — виброгрейфер; 24 — промежуточный тур; 25, 28 — приводной тур; 26 — приводная станция; 27 — холостой тур

(спирта или ртути), должен иметь предохранительную защиту. Такие термометры заключают в металлические трубы с прорезью для наблюдения за показаниями шкалы и устанавливаются в бассейне стационарно.

Действие манометрических термометров основано на свойстве жидкостей и газов, заключенных в замкнутом сосуде, изменять свое давление в зависимости от температуры. Манометрический термометр состоит из термобаллона, соединенного капилляра и манометра в виде многовитковой трубчатой пружины. Показания прибора фиксирует стрелка на циферблате термометра. Эти термометры можно использовать не только для контроля, но и для регулирования температуры. С помощью манометрического термометра включается автоматическое устройство для подогрева воды в бассейне, если ее температура ниже установленной по режиму тепловой обработки сырья.

Количество тепла,  $Q_{\text{общ}}$ , необходимое для тепловой обработки сырья, определяется как сумма полезных затрат тепла и потерь:

$$Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2 \text{ ккал},$$

где  $Q_1$  — полезные затраты тепла на оттаивание и прогрев древесины, ккал;

$Q_2$  — потери тепла, ккал.

Полезные затраты тепла на 1  $m^3$  сырья складываются из следующих показателей (открытый варочный бассейн):

1. Расхода тепла на оттаивание льда на поверхности кряжа (чурака) и нагревания воды:

$$q_1 = F_k s_{\text{л}} \gamma_{\text{л}} (80 - c_{\text{л}} t_0 + t_1) \text{ ккал},$$

где  $F_k$  — общая поверхность коры,  $m^2$ ;

$$F_k = \pi d_c l n;$$

$d_c$  — средний диаметр кряжа или чурака,  $m$ ;

$l$  — длина сырья,  $m$ ;

$n$  — количество кряжей или чураков в 1  $m^3$  сырья;

$$n = \frac{1}{V},$$

$V$  — объем одного кряжа или чурака,  $m^3$ ;

$s_{\text{л}}$  — средняя толщина слоя льда на поверхности сырья, равная 0,004  $m$ ;

$\gamma_{\text{л}}$  — удельный вес 1  $m^3$  льда, равный 900  $kg/m^3$ ;

$c_{\text{л}}$  — теплоемкость льда, равная 0,5  $\text{ккал}/\text{кг} \cdot \text{град}$ ;

$t_0$  — начальная температура древесины,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_1$  — температура воды в бассейне,  $^{\circ}\text{C}$ .

2. Расхода тепла на нагревание коры:

$$q_2 = V_k \gamma_k c_k (t_1 - t_0) \text{ ккал},$$

где  $\gamma_k$  — объемный вес коры, равный 650  $kg/m^3$ ;

$c_k$  — теплоемкость коры, равная 0,6  $\text{ккал}/\text{кг} \cdot \text{град}$ ;

$V_k$  — объем коры на кряже или чураке,  $m^3$ ;

$$V_{\kappa} = \pi d_c l s_{\kappa},$$

где  $s_{\kappa}$  — средняя толщина коры (0,005—0,008 м).

3. Расхода тепла на нагревание абсолютно сухой древесины:

$$q_3 = V_{\text{ср}} \gamma_{\text{ср}} c_{\text{сд}} (t_{\text{ср}} - t_0) \text{ ккал},$$

где  $V_{\text{ср}}$  — объем сырья, равный 1 м<sup>3</sup>;

$\gamma_{\text{ср}}$  — объемный вес абсолютно сухой древесины, равный 600 кг/м<sup>3</sup>;

$c_{\text{сд}}$  — удельная теплоемкость абсолютно сухой древесины, ккал/кг;

$$c_{\text{сд}} = 0,266 + 0,00116 \frac{t_1 - t_0}{2};$$

$t_{\text{ср}}$  — средняя температура кряжа, °С;

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_1 - t_{\text{ц}}}{1,41} + t_{\text{ц}},$$

где  $t_{\text{ц}}$  — температура в центре чурaka после прогрева, °С.

4. Расхода тепла на нагревание гигроскопической влаги в древесине:

$$q_4 = V_{\text{ср}} \gamma_{\text{ср}} 0,25 (t_{\text{ср}} - t_0) \text{ ккал}.$$

5. Расхода тепла на нагревание свободной влаги в виде льда и воды со средней температурой древесины:

$$q_5 = V_{\text{ср}} \gamma_{\text{ср}} \frac{W - 25}{100} (80 - C_{\text{л}} t_0 + t_{\text{ср}}) \text{ ккал}.$$

Полезные затраты тепла на 1 м<sup>3</sup> сырья составят

$$Q_1 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5.$$

Потери тепла открытого бассейна состоят из следующих составляющих:  $q_6, q_7, q_8, q_9, q_{10}, \dots, q_{14}$ .

6. Потеря тепла через стенки и дно бассейна:

$$q_6 = k_c F (t_1 - t_2) T_{\text{нагр}} \text{ ккал},$$

где  $k_c$  — коэффициент теплопередачи стенок бассейна:

$$k_c = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_b} + \frac{1}{\alpha_{ct}} + \frac{s_1}{\lambda_1}};$$

$\alpha_b$  — коэффициент теплопередачи от воды к стенке, равный 1500—2000 ккал/м<sup>2</sup>·град·ч;

$\alpha_{ct}$  — коэффициент теплопередачи от стенки к грунту, равный 10—12 ккал/м<sup>2</sup>·град·ч;

$s_1$  — толщина стенки бассейна, равная 0,25 м;

$\lambda_1$  — коэффициент теплопроводности стенки бассейна, равный 1,3 ккал/м<sup>2</sup>·град·ч для железобетона;

$T_{\text{нагр}}$  — продолжительность оттаивания и нагрева сырья в бассейне, ч.

## 7. Потерь тепла на испарение воды из бассейна:

$$q_7 = P_i k_0 F_b T_{\text{нагр}} \text{ ккал},$$

где  $P$  — количество испаряемой из бассейна воды:

$$P = a + 0,0174 V_{\text{св}} (P_2 - P_1) \text{ кг}/\text{м}^2\cdot\text{ч},$$

где  $P_1$  — парциальное давление водяных паров в воздухе,  $\text{мм}$  рт. ст. (табл. 7); влажность воздуха равна 100%;

Таблица 7

### Значение $P_1$ в зависимости от влажности воздуха и температуры

Temperatura °C	Значение $P_1$ при давлении 760 $\text{мм}$ рт. ст. и влажности воздуха, %				
	100	90	80	70	60
-10	2,149	1,934	1,719	1,504	1,289
0	4,579	4,121	3,663	3,210	2,750
10	9,209	8,288	7,367	6,446	5,525
20	17,54	15,79	14,03	12,28	10,52
30	31,82	28,64	25,46	22,27	19,09
40	55,32	49,79	44,26	38,72	33,19

$P_2$  — парциальное давление водяных паров в воздухе, насыщающих воздух при температуре поверхности испаряющейся жидкости,  $\text{мм}$ . рт. ст.; влажность воздуха <100%;  $a$  — коэффициент гравитационной подвижности среды (табл. 8);

Таблица 8

### Коэффициент гравитационной подвижности

Коэффициент гравитационной подвижности $a$	Temperatura поверхности воды при температуре $t$ воздуха $20^\circ\text{C}$ и влажности $W = 70\%$ , $^\circ\text{C}$	Temperatura воды, $^\circ\text{C}$	Коэффициент гравитационной подвижности $a$	Temperatura поверхности воды при температуре $t$ воздуха $20^\circ\text{C}$ и влажности $W = 70\%$ , $^\circ\text{C}$	Temperatura воды, $^\circ\text{C}$
0,022	28	До 30	0,041	58	70
0,028	37	40	0,046	69	80
0,033	45	50	0,051	82	90
0,037	51	60	0,06	97	100

$i_b$  — теплосодержание водяных паров при температуре испарения;

$$i_b = c_b t_1 + i_{\text{пар}} \text{ ккал}/\text{кг},$$

где  $c_b$  — теплоемкость воды, равная 0,46  $\text{ккал}/\text{кг}\cdot\text{град}$ ;

$i_{\text{пар}}$  — теплота парообразования:

$$\begin{array}{l} \text{Temperatura воды, } ^\circ\text{C} \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ i_{\text{пар}}, \text{ ккал}/\text{кг} \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \end{array} \begin{array}{ccccccc} 30 & 40 & 70 & 80 & 90 \\ 580,2 & 574,8 & 557,7 & 551,9 & 545,8 \end{array}$$

$k_0$  — коэффициент, учитывающий площадь излучения и испарения с поверхности (0,08—0,1);

$F_b$  — поверхность бассейна (зеркало воды),  $\text{м}^2$ .

8. Потеря тепла лучеиспускаемой открытой поверхности бассейна:

$$q_8 = \lambda_b F_b k_o T_{\text{нагр}} \left[ \left( \frac{273 + t_1}{4} \right)^4 - \left( \frac{273 + t_3}{4} \right)^4 \right] \text{ ккал},$$

где  $\lambda_b$  — коэффициент лучеиспускания воды, равный  $3,2 \text{ ккал}/\text{м}^2$ ;  
 $t_3$  — температура воздуха над бассейном,  $^{\circ}\text{C}$ .

9. Потеря тепла конвекцией

$$q_9 = \alpha_k F_b (t_1 - t_2),$$

где  $\alpha_k$  — коэффициент теплопередачи тепла конвекцией с поверхности бассейна;

$$\alpha_k = 2 + 10 \sqrt{v_{\text{св}}} \text{ ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град},$$

где  $v_{\text{св}}$  — скорость движения воздуха над поверхностью бассейна, равная  $3\text{--}5 \text{ м}/\text{сек}$ .

10. Потеря тепла с водой, увлекаемой с выгружаемым сырьем:

$$q_{10} = 3F_k t_1 \text{ ккал},$$

где  $F_k$  — общая поверхность коры на кряжах или чураках, загруженных в бассейн, при среднем диаметре чураков,  $\text{м}^2$ .

11. Расхода тепла на нагревание воды после смены ее в бассейне:

$$q_{11} = \frac{1000 (V_b - V_{\text{ср}} - V_{\text{об}}) (t_1 - t_n)}{TV},$$

где  $V_b$  — объем бассейна,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\text{об}}$  — объем оборудования и приспособлений, погружаемых в бассейн,  $\text{м}^3$ ;

$t_n$  — начальная температура воды, поступающей в бассейн ( $6\text{--}10^{\circ}\text{C}$ ),  $^{\circ}\text{C}$ ;

$T$  — период смены воды в бассейне, равный  $312 \text{ ч}$ ;

$V$  — объем прогреваемого сырья,  $\text{м}^3$ .

12. Расхода тепла на нагрев охлажденных дна и стенок бассейна:

$$q_{12} = \frac{V_m \gamma_m c_m}{TV} \frac{t_1 - t_{ox}}{2} \text{ ккал},$$

где  $V_m$  — объем материала стенок и дна бассейна,  $\text{м}^3$ ;

$\gamma_m$  — объемная масса материала, для железобетона равная  $2400 \text{ кг}/\text{м}^3$ , для бетона  $1800\text{--}2000 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;

$c_m$  — средняя теплоемкость материала стенки дна бассейна, равная для бетона  $0,221 \text{ ккал}/\text{кг} \cdot \text{град}$ ;

$t_{ox}$  — температура охлаждения внутренних поверхностей стенок и дна при смене воды ( $^{\circ}\text{C}$ ).

13. Расход тепла на нагрев оборудования и приспособлений

$$q_{13} = \frac{G c_{ob} (t_1 - t_3)}{V_{\text{ср}}} \text{ ккал},$$

где  $G$  — масса оборудования в бассейне за время прогрева партии сырья,  $\text{кг}$ ;

$c_{ob}$  — теплоемкость материала оборудования, для стали, чугуна, равная  $0,115 \text{ ккал}/\text{кг} \cdot \text{град}$ .

## 14. Потерь тепла паропроводом

$$q_{14} = \frac{L_m \pi k_n (t_n - t_3) T_{нагр}}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_2} + \frac{1,51}{\lambda_3} \lg \frac{d_2}{d_1} + \frac{1,51}{\lambda_4} \lg \frac{d_3}{d_2}} \text{ ккал},$$

где  $L_m$  — длина паропровода, м;

$k_n$  — коэффициент продолжительности пропуска пара через паропровод ко времени  $T_{нагр}$  (0,5—1,0);

$t_n$  — температура пара, °С;

$\alpha_1$  — коэффициент теплопередачи от пара к стенке трубы, равный 7000—10000 ккал/м<sup>2</sup>·град·ч;

$\alpha_2$  — коэффициент теплопередачи от стенки к воздуху, равный 12 ккал/м<sup>2</sup>·град·ч;

$\lambda_3$  — коэффициент теплопроводности материала трубопровода, равный 35 ккал/м<sup>2</sup>·град·ч;

$\lambda_4$  — коэффициент теплопроводности изоляции — шлаковаты, равный 0,032 ккал/м<sup>2</sup>·град·ч;

$d_1$  — внутренний диаметр трубопровода, м;

$d_2$  — наружный диаметр трубопровода, м;

$d_3$  — диаметр изоляции (200—220 мм), м.

Потери тепла  $Q_2$  составят

$$Q_2 = q_6 + q_7 + q_8 + q_9 + q_{10} + q_{11} + q_{12} + q_{13} + q_{14}.$$

Расход  $q_0$  пара при тепловой обработке в открытом бассейне на 1 м<sup>3</sup> сырья

$$q_0 = \frac{Q_{общ}}{(i - t_1) V_{ср}} \text{ кг/м}^3,$$

где  $Q_{общ}$  — суммарные затраты тепла на тепловую обработку сырья, ккал;

$i$  — теплосодержание (энталпия) пара при 1 атм, равное 639,8, при 2 атм — 643 ккал/кг.

При обслуживании открытых бассейнов должны быть соблюдены меры по охране труда и технике безопасности рабочих.

При температуре окружающего воздуха ниже —15° С бассейны начинают парить, поэтому в вечернее и ночное время должно быть организовано хорошее освещение территории открытого бассейна. Нельзя оставлять ячейки бассейна открытыми, независимо от того, есть там вода или нет. Проходы между секциями должны быть ограждены перилами. У консольно-козлового крана должна быть действующая световая и звуковая сигнализация. Рабочие должны иметь спецодежду.

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШПОНА

### § 10. ЛУЩЕНИЕ ШПОНА

Лущение шпона — основная технологическая операция в производстве фанеры. Лущением называется процесс резания древесины в плоскости, параллельной направлению волокон, при котором чурак совершает вращательное движение, а лущильный нож — поступательное движение на чурак.

Из-за жесткой кинематической связи, существующей между вращающимся чураком и поступательным движением лущильного ножа, закрепленного в суппорте, след, описываемый режущей кромкой ножа в чураке, представляет сложную кривую (рис. 16). Если режущую кромку ножа установить на уровне оси шпинделей (точка  $O$ ), то кривую, по которой движется кромка ножа, называют спиралью Архимеда. Ширина ленты шпона равна длине чурака, а общая длина ее зависит от диаметра чурака и толщины шпона.

Лущильный нож представляет собой стальную пластину со срезанной под определенным углом кромкой, образующей режущее лезвие. Такую кромку называют фаской. Фаска и широкая противоположная сторона ножа являются его гранями. Грань, по которой сходит срезаемый шпон, называют передней гранью ножа; грань, обращенную к чураку задней, т. е. фаска ножа является задней его гранью.

Угол  $\beta$ , образованный передней и задней гранями ножа, называют углом заточки, или углом заострения.

Угол  $\alpha$ , образованный плоскостью  $CQ$ , являющейся продолжением задней грани ножа, и плоскостью  $CP$ , перпендикулярной линии  $NC$ , называют задним углом.

Линия  $NC$  — касательная точки  $C$  (точка  $C$  фиксирует соприкосновение ножа с вращающимся чураком) с радиусом основного круга спирали Архимеда. Длина окружности основного круга спирали равна толщине шпона.

Угол  $\delta$ , расположенный между передней гранью ножа и плоскостью  $CP$ , называют углом резания. Угол резания равен сумме углов заточки  $\beta$  и заднего угла  $\alpha$ .

Угол  $\epsilon$ , образованный плоскостью  $CP$  и плоскостью  $CM$ , перпендикулярной линии  $XX$ , называют дополнительным углом.

Для получения гладкой ленты шпона лущение следует вести с соблюдением оптимальных параметров углов резания, скорости резания, положения ножа относительно оси шпинделей.

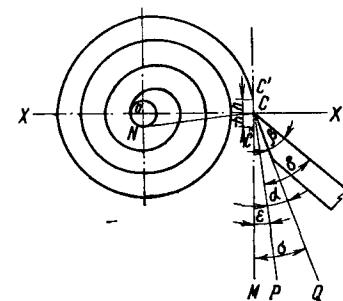


Рис. 16. Схема лущения

**Угол заточки ножа.** Для получения наиболее выгодных условий резания угол заточки ножа должен быть минимальным. На величину угла заточки влияют порода древесины, толщина шпона и качество стали ножа (табл. 9).

Величина угла заточки лущильного ножа зависит главным образом от качества стали, применяемой для изготовления ножей. Силы резания, возникающие при лущении, вызывают изгиб ножа и могут привести к его излому. Величина сил резания зависит от породы древесины и толщины шпона.

**Задний угол.** Задний угол имеет большое значение в процессе лущения. Угол заточки и задний угол образуют угол резания. При постоянном угле заточки изменение заднего угла соответственно изменит и угол резания.

Таблица 9

Углы заточки лущильного ножа  
для разных пород древесины

Порода древесины	Угол заточки ножа, град, при толщине шпона, мм	
	до 2,5	более 2,5
Береза	18—21	21—23
Ольха и липа	18—20	20—22
Сосна и бук	20—22	22—24
Кедр	23—24	25
Ель	25	25

с чураком, особенно при больших диаметрах чурака. При этом возрастает давление ножа на чурак, что приводит к прогибу чурака и даже к его раскалыванию, резкому увеличению нагрузки на станок и расходу электроэнергии, быстрому износу подвижных частей станка (суппортных гаек и винтов).

При слишком большом заднем угле на кромку ножа действуют значительные опрокидывающие моменты, суппорт начинает вибрировать и шпон получается с рифленой (рубчатой) поверхностью. Кроме того, в момент схода шпона с чурака на левой его стороне при выпрямлении образуются поверхностные трещины.

Величина заднего угла прямо пропорциональна диаметру чурака: чем больше диаметр, тем больше задний угол. При лущении по мере уменьшения диаметра чурака следует уменьшать и задний угол до указанных выше пределов. Возможность изменения заднего угла в процессе лущения предусмотрена конструкцией суппорта лущильного станка.

Суппорты лущильных станков можно разделить на два типа.

К первому типу относят суппорты, при которых нож совершает поступательное и прямолинейное движение подачи, оставаясь параллельным чураку при движении. Суппорт этого типа перемещается только по горизонтальным параллелям; траверса, несущая нож, жестко соединена с ним.

Ко второму типу относят суппорты, при которых нож, имеющий поступательное движение подачи, автоматически поворачивается вокруг оси, параллельной осевой линии шпинделей. Эта осевая линия является линией пересечения горизонтальной плоскости, проходящей через ось шпинделей, с передней гранью ножа.

На рис. 17 показано изменение углов резания у суппортов первого типа, когда режущая кромка ножа расположена в горизонтальной плоскости  $XX$ , совпадающей с осью шпинделей (точка  $O$ ). Если нож передвигается горизонтально, угол резания и дополнительный угол в начале лущения (точка  $C_1$ ) равны углу резания и дополнительному углу в конце лущения (точка  $C_2$ ). Следовательно,

$$\delta_1 + \varepsilon_1 = \delta_2 + \varepsilon_2$$

или

$$\beta_1 + \alpha_1 + \varepsilon_1 = \beta_2 + \alpha_2 + \varepsilon_2.$$

Так как углы заточки одного ножа одинаковы, их можно исключить из равенства. Тогда

$$\alpha_1 + \varepsilon_1 = \alpha_2 + \varepsilon_2,$$

откуда

$$\alpha_1 - \alpha_2 = \varepsilon_2 - \varepsilon_1.$$

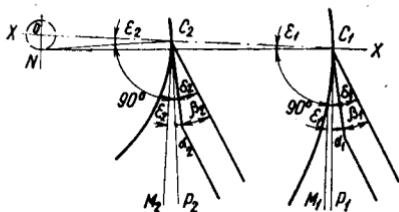


Рис. 17. Углы резания у суппорта первого типа при  $h=0$

Таким образом, у суппортов первого типа уменьшение заднего угла происходит на величину изменения разности дополнительных углов ( $\varepsilon_2 - \varepsilon_1$ ).

При установке режущей кромки ножа выше оси шпинделей (точка  $C'$ , см. рис. 16) лущение будет идти по кривой, подобной спирали Архимеда. При этом задний угол будет уменьшаться на величину разности дополнительных углов  $\varepsilon_2 - \varepsilon_1$  (см. рис. 17).

При установке режущей кромки ножа ниже оси шпинделей (точка  $C''$ , см. рис. 16) лущение будет происходить по кривой, называемой эвольвентой. При этом задний угол увеличится к концу лущения на величину разности дополнительных углов (см. рис. 17):

$$\alpha_2 - \alpha_1 = \varepsilon_2 - \varepsilon_1.$$

Лущильные станки с суппортами первого типа встречаются редко, в основном на станках иностранных фирм. Отечественные лущильные станки снабжены суппортом второго типа, так как изменение заднего угла суппортами первого типа крайне незначительно для чурakov больших диаметров.

На рис. 18 показана схема суппорта второго типа. Суппорт имеет два вида параллелей: основные (горизонтальные) и дополнительные (наклонные), которых нет у суппортов первого типа. Ножевую траверсу устанавливают в полукольцевых шарнирных направляющих; центром ее вращения является точка  $A$  на режущей кромке ножа. Задняя часть ножевой траверсы (точка  $B$ ) через эксцентрик шарнирно связана с ползунком, перемещающимся по

наклонным параллелям. Расстояние  $AB$  при любых положениях суппорта остается постоянным, и при движении его к шпинделем точка  $B$  движется по наклонным параллелям; в результате нож поворачивается по часовой стрелке. Наклон ножа, а следовательно, задний угол резания при этом равномерно изменяются на величину  $\mu$ .

На рис. 19 показаны графики изменения заднего угла в зависимости от диаметра чурaka для суппортов первого и второго типов.

Установка лущильного ножа ниже оси шпинделей недопустима, так как это приводит к увеличению заднего угла к концу лущения, когда диаметр чурaka уменьшается. Наиболее целесообразно устанавливать нож на уровне оси шпинделей для чурakov небольших и средних диаметров ( $16\text{--}24\text{ см}$ ) и выше оси шпинделей (в пределах  $0,5\text{--}1\text{ мм}$ ) для чурakov больших диаметров ( $>26\text{ см}$ ).

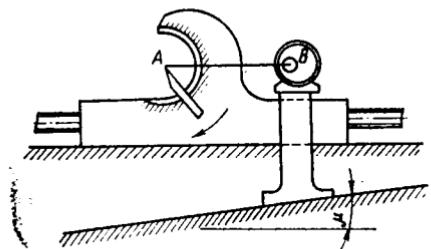


Рис. 18. Схема суппорта второго типа:  
— дополнительный угол;  $A, B$  — точки жесткой кинематической связи

Непрерывная лента шпона получается на лущильном станке при одновременном сочетании двух движений: вращательного движения чурaka и поступательного движения ножа. В шпоне различают две стороны: правую и левую. Поверхность чурaka образует правую (верхнюю) сторону шпона. Сторона шпона, обращенная к чураку, называется левой (внутренней). На рис. 20 схематично представлено действие ножа 2 при лущении на вращающийся чурак 1.

Под действием силы  $P_1$  волокна древесины сжимаются в направлении, перпендикулярном волокнам. Под действием силы  $P_2$

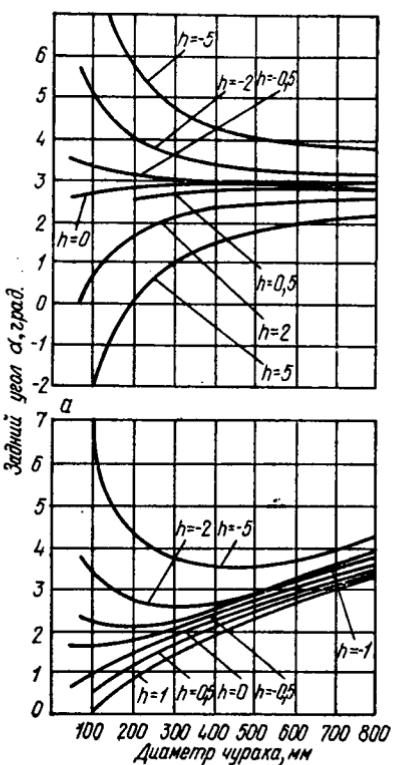


Рис. 19. График изменения заднего угла в зависимости от диаметра чурака у суппортов первого и второго типов

происходит изгиб или скальвание элементов древесины в плоскости волокон параллельно их длине. Древесина сравнительно хорошо переносит сжимающие нагрузки и плохо скальвает.

Действие силы  $P_2$  может вызвать разрушение волокон древесины, так как они слабо связаны в поперечном направлении. Чтобы предотвратить разрушение шпона 3 от воздействия силы  $P_2$ , лущение выполняют с прижимной линейкой 4. Прижимная линейка представляет собой стальную рейку с кромкой  $K$ , сдавливающей древесину немного выше режущей кромки лущильного ножа.

Сила  $Q_2$ , сжимающая древесину перед лущильным ножом 2, направлена в противоположную от силы  $P_2$  сторону, что снижает

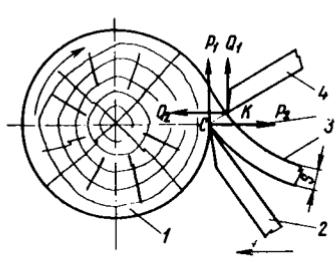


Рис. 20. Резание шпона с прижимной линейкой:

1 — чурак; 2 — лущильный нож; 3 — шпон; 4 — прижимная линейка

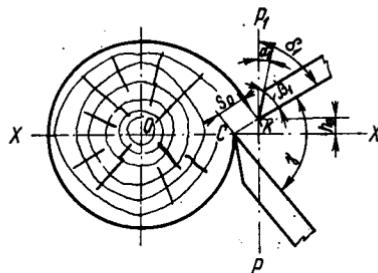


Рис. 21. Положение линейки относительно ножа и чурака

разрушающее действие силы  $P_2$  на шпон. Термовая обработка чурakov перед лущением также ослабляет действия на древесину шпона сил  $P_1$  и  $P_2$ .

Давление прижимной линейки на шпон возможно лишь в том случае, когда просвет по перпендикуляру между ножом и линейкой  $CK$  ( $s_0$  рис. 21) будет меньше толщины шпона  $s$  (см. рис. 20).

Величина сужения просвета между ножом и линейкой, отнесенная к толщине шпона, называется степенью обжима и обозначается  $\Delta$ . Степень обжима шпона выражается в процентах от его толщины и определяется по формуле

$$\Delta = \frac{s - s_0}{s} \cdot 100\%.$$

Отсюда величина просвета между ножом и линейкой

$$s_0 = s \left(1 - \frac{\Delta}{100}\right) \text{ м.м.}$$

Степень обжима шпона зависит от его толщины и температуры древесины в момент лущения. В меньшей мере на степень обжима влияет порода древесины.

Для разной толщины шпона рекомендуются следующие величины степени обжима:

Толщина шпона, мм . . .	до 1,0	1,0—1,8	1,8—2,5	свыше 2,5
Степень обжима, % . . .	10—15	20	25	30

При степени обжима древесины сверх указанных величин наблюдается разрушение волокон и шпон получается шероховатым. При температуре чурakov выше 40° С степень обжима должна быть на 5% меньше, чем указано выше.

На рис. 21 показано положение прижимной линейки относительно ножа и чурака.

Угол  $\alpha_1$ , образованный касательной плоскостью  $P_1P$  в точке соприкосновения линейки с чураком  $K$  и фаской прижимной линейки, называется углом обжима линейки. Под этим углом происходит деформация поверхности разлущиваемого шпона. Чем больше угол  $\alpha_1$ , тем сильнее деформируется поверхность шпона. Угол обжима составляет обычно 5—7°.

Угол  $\beta_1$  называется углом заочки линейки и составляет 40—50°. Сумма углов  $\alpha_1$  и  $\beta_1$  называется углом наклона  $\delta_1$ , величина которого находится в пределах 45—57°.

Взаимное положение ножа и прижимной линейки характеризуется углом между линейкой и ножом  $\gamma$ . Для отечественных станков этот угол находится в пределах 83—85°.

Рис. 22. Схема сил, действующих со стороны блока нож—прижимная линейка при лущении

Кроме угловых параметров, положение прижимной линейки относительно ножа характеризуется еще двумя геометрическими показателями: величиной просвета между ножом и линейкой  $s_0$  и высотой установки линейки над ножом  $h_0$ . При величине  $s_0$  меньше расчетного значения действие силы  $Q_2$  (см. рис. 20) будет слишком велико; шпон получится слабым, как бы «раздавленным» силой  $Q_2$ . В другом случае, когда величина  $s_0$  больше расчетного значения, действие силы  $P_2$  приведет к разрушению целостности шпона: он будет рыхлым, с трещинами на левой стороне.

Не меньшее влияние на качество шпона при лущении оказывает величина  $h_0$  (см. рис. 21). Для отечественных станков следует линейку устанавливать выше режущей кромки ножа на 0,20—0,25 с. При нарушении этого соотношения режущая кромка ножа может оказаться выше или ниже нижней грани линейки. В первом случае древесина, лишенная подпора, силой  $Q_2$  (см. рис. 20) будет раслаиваться, образуя шероховатый шпон. Кроме того, давление  $Q_2$  будет передаваться через слой древесины на переднюю грань ножа, образуя дополнительную силу трения. Во втором случае сила  $Q_2$  будет недостаточна, чтобы противодействовать силе  $P_2$ , вследствие чего шпон будет скальваться.

Воздействие ножа на чурак сил  $P_1$  и  $P_2$  можно определить как векторную равнодействующую этих сил. Аналогично можно определить векторную равнодействующую действия прижимной линейки на чурак.

Складывая параллелограммы сил можно получить результирующие составляющие сил  $(P_1 + Q_1)$  и  $(Q_2 - P_2)$ . Результирующие силы позволяют судить о действии линейки и ножа на чурак.

Силы, действующие на чурак со стороны линейки и ножа как параллелограмм результирующих сил, названных силовым блоком нож — прижимная линейка, показаны на рис. 22.

Силовое воздействие блока  $S_{бл}$  представляется в виде двух составляющих: касательной  $P_{бл}$  (по направлению резания) и нормальной  $Q_{бл}$  (перпендикулярной направлению резания). Касательная сила определяется по формуле

$$P_{бл} = k_{\Delta} B h,$$

где  $k_{\Delta}$  — удельное сопротивление резанию гидротермически обработанной древесины с обжимом стружки прижимной линейкой,  $\text{кгс}/\text{мм}^2$ ;

$B$  — ширина стружки, равная длине ванчеса или чурака,  $\text{мм}$ ;

$h$  — толщина шпона,  $\text{мм}$ .

$k_{\Delta}$  определяется по формуле

$$k_{\Delta} = k_{\Delta \text{ табл}} a_{\pi} a_i a_{\rho} a_{\psi},$$

где  $k_{\Delta \text{ табл}}$  — табличное удельное сопротивление резанию гидротермически обработанной древесины березы при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  (острым ножом с прижимной линейкой оптимальной геометрии); значения  $k_{\Delta}$  выбирают по заданной толщине шпона  $h$  и назначеннной степени обжима  $\Delta$  (табл. 10);

Таблица 10

Удельное сопротивление строганию и лущению для табличных условий резания  $k_{\Delta \text{ табл}}$

Толщина шпона, $\text{мм}$	Значения $k_{\Delta \text{ табл}}$ , $\text{кгс}/\text{мм}^2$ при $\Delta, \%$					
	5	10	15	20	25	30
0,60	0,500	0,700	0,800	0,900	1,065	1,200
0,80	0,475	0,675	0,775	0,837	0,963	1,088
1,00	0,460	0,650	0,730	0,800	0,900	1,020
1,15	0,452	0,634	0,713	0,783	0,888	0,991
1,50	0,420	0,600	0,681	0,747	0,840	0,940

$a_{\pi}$  — поправочный множитель, учитывающий влияние породы древесины;

Порода древесины . . . . .	Береза	Бук	Дуб	Ольха	Сосна	Лиственница
Множитель $a_{\pi} . . . . .$	1,00	1,15	1,25	0,95	0,75	0,70

$a_t$  — поправочный множитель, учитывающий влияние температуры древесины;

Температура, °С . . . . .	10	20	30	40	50	60
Множитель . . . . .	1,10	1,00	0,95	0,87	0,80	0,70

$a_\rho$  — поправочный множитель, учитывающий затупление ножа и линейки (принимается равным 1);

$a_\psi$  — поправочный множитель, учитывающий влияние угла наклона лезвия ножа к направлению волокон древесины (равен 1).

Нормальную силу на блоке  $Q_{бл}$  определяют по найденной касательной силе  $P_{бл}$ ,

$$Q_{бл} = m_\Delta P_{бл},$$

где  $m_\Delta$  — множитель для перехода от касательной силы на блоке к нормальной силе (табл. 11).

Таблица 11

Значение множителя  $m_\Delta$  для вычисления нормальной силы на блоке при оптимальной установке прижима относительно ножа в зависимости от толщины шпона

Толщина шпона, мм	Значения $m_\Delta$ для $\Delta$ , %					
	5	10	15	20	25	30
0,60	0,53	1,06	1,12	1,16	1,09	1,06
0,80	0,53	1,06	1,08	1,12	1,09	1,06
1,00	0,52	1,06	1,08	1,11	1,09	1,06
1,15	0,54	1,08	1,08	1,11	1,10	1,09
1,50	0,59	1,08	1,08	1,14	1,15	1,13

Как следует из табл. 11, при оптимальной установке прижима относительно ножа величина  $m_\Delta$  практически (при  $\Delta=5\%$ ) постоянная для всех случаев резания ( $m_\Delta=1,1$ ).

Вычислив силы  $P_{бл}$  и  $Q_{бл}$ , можно определить и направление действия суммарной силы  $S_{бл}$ . Угол наклона ее  $\psi$  равен  $\arctg m_\Delta$  к направлению резания. Знать величину угла  $\psi$  необходимо для правильного расположения прижимных роликов, предотвращающих прогиб чурaka во время лущения под действием силы  $S_{бл}$ .

Для получения шпона высокого качества при лущении необходимо соблюдать угловые параметры резания, следить за положением ножа относительно оси шпинделей и положением прижимной линейки относительно ножа и чурака.

## § 11. КОНСТРУКЦИЯ ЛУЩИЛЬНЫХ СТАНКОВ

Фанерная промышленность Советского Союза оснащена отечественными лущильными станками ЛУ17-4 и финскими станками 2HV66 фирмы «Рауте».

Лущильный станок ЛУ17-4 состоит из следующих основных узлов: станины 2, двух шпиндельных бабок 1 и 7, суппорта 3, кинематического узла 6, механизма поджима 4, центровочно-загрузочного приспособления 8, загрузочного устройства 9, пульта управления 5 (рис. 23).

Станина станка служит для крепления всех основных узлов станка, восприятия динамических нагрузок резания и выполнения вспомогательных операций при лущении. Она представляет собой жесткую сварную раму из двутавровых балок, на которой установлены чугунные шпиндельные бабки. В раме имеется щель для сброса карандашей вниз на транспортер.

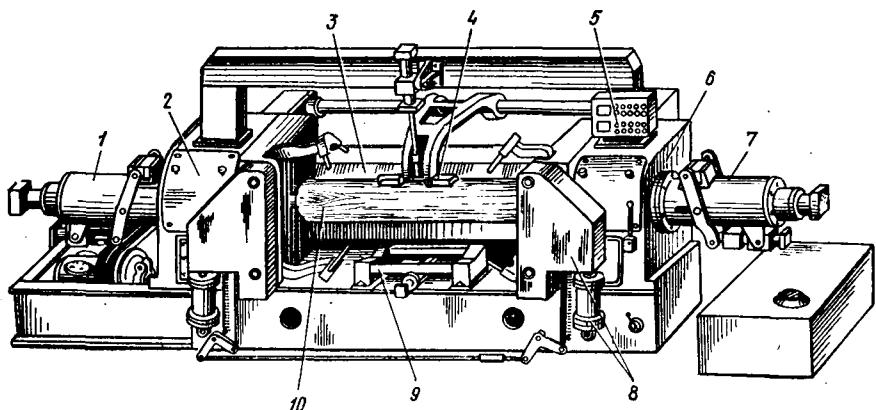


Рис. 23. Лущильный станок ЛУ17-4:

1 — левая шпиндельная бабка; 2 — станина; 3 — суппорт; 4 — прижимные ролики; 5 — пульт управления станком; 6 — кинематический узел; 7 — правая шпиндельная бабка; 8 — центровочно-загрузочное приспособление; 9 — загрузочное устройство; 10 — чурка

Шпиндельные бабки (правая и левая) служат для закрепления чураков и придания ему вращательного движения. На рис. 24 показан разрез правой шпиндельной бабки. Шпиндельная бабка имеет два телескопических шпинделей 12 и 15 с соответствующими кулачками 14 и 13.

Большой кулачок 14 позволяет избежать проворачивания чураков большого диаметра и раскола их в начальный период лущения, а малый кулачок 13 дает возможность лущить карандаши диаметром до 70 мм.

Суппорт лущильного станка (рис. 25) предназначен для закрепления ножа, его регулировки, настройки и придания ему возвратно-поступательного движения (к чураку и обратно).

Суппорт состоит из двух боковых ползунов, перемещающихся по горизонтальным съемным параллелям, расположенным на станине, ножевой траверсы для крепления и регулировки лущильного ножа, траверсы прижимной линейки для крепления и регулировки прижимной линейки станка, двух суппортных винтов, сообщающих суппорту возвратно-поступательное движение.

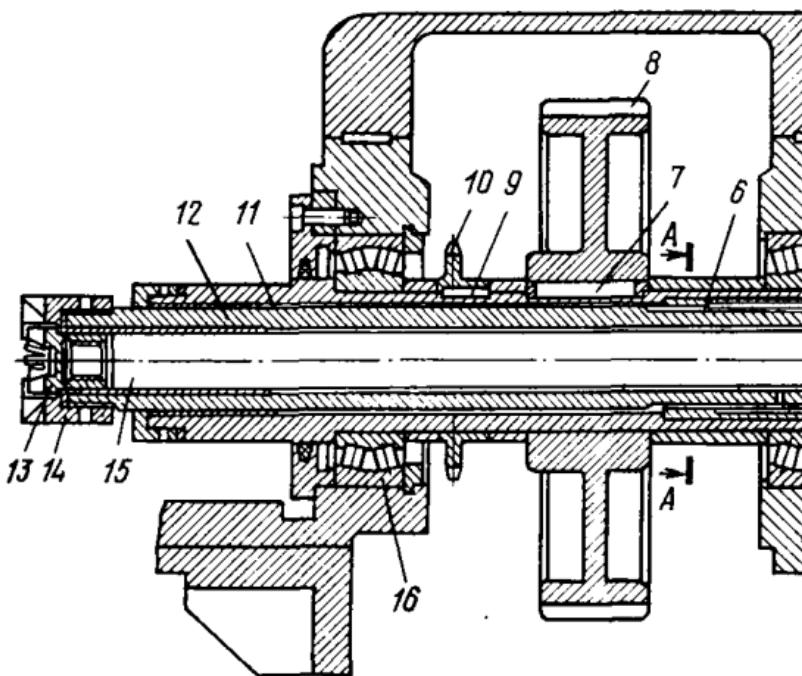
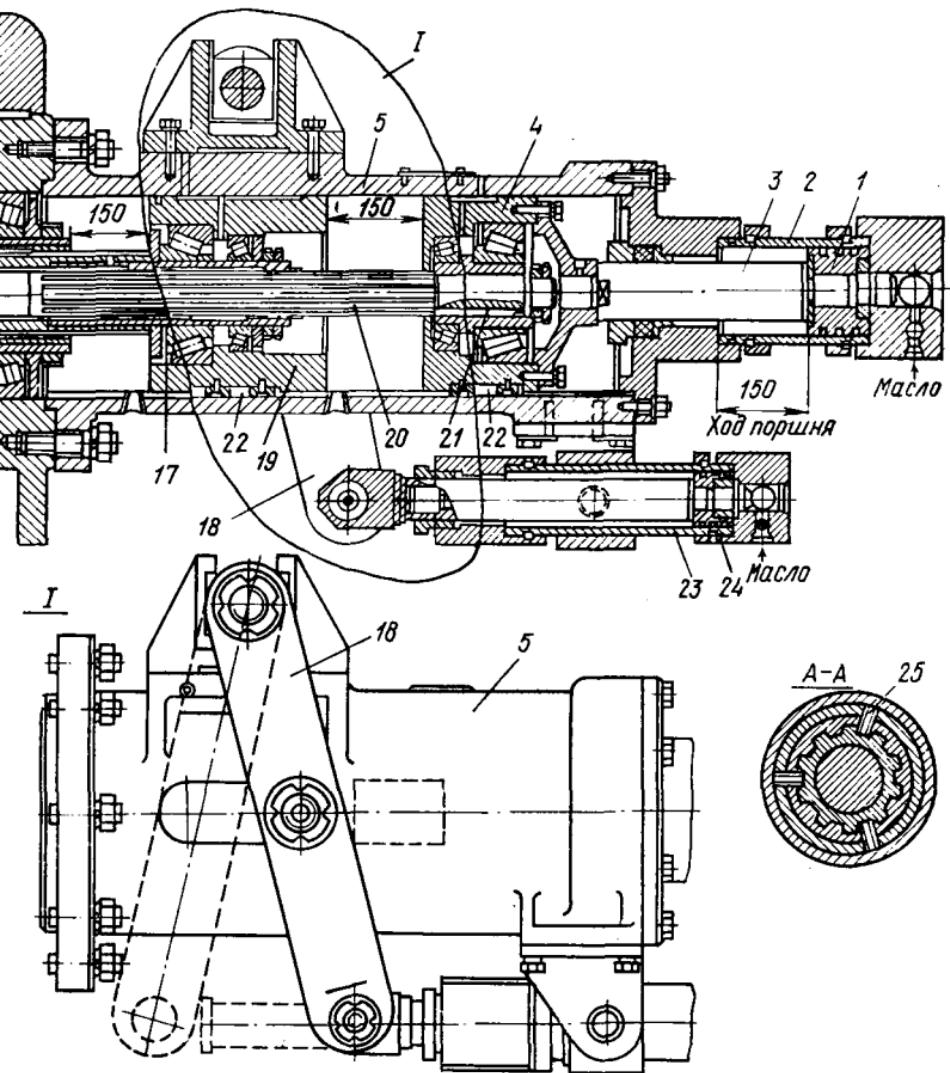


Рис. 24. Разрез правой шпиндельной бабки станка ЛУ17-4:

1 — поршень; 2 — большой гидроцилиндр; 3 — шток поршня; 4 — подвижный подшипниковый узел малого шпинделя; 5 — корпус; 6 — шлицевая втулка; 7 — шпонка шестерни; 8 — шестерня; 9 — шпонка звездочки; 10 — звездочка; 11 — гильза; 12 — пустотелый большой шпиндель; 13 — малый кулачок; 14 — большой кулачок; 15 — малый шпиндель; 16 — сферические роликовые подшипники; 17 — шлицевая втулка большого шпинделя; 18 — рычаг; 19 — подвижный подшипниковый узел большого шпинделя; 20 — шлицы; 21 — шпонка; 22 — скользящие шпонки; 23 — малый цилиндр; 24 — малый поршень со штоком; 25 — шпилька



Суппорт имеет дополнительные верхние и нижние направляющие, с которыми связана ножевая траверса и при помощи которых изменяется угол резания во время лущения чураков. Прижимная линейка соединена с ножевой траверсой эксцентриковым валом.

Механизм поджима чурака устраниет прогиб чурака в конце лущения под действием сил резания  $P_1$  и  $Q_1$  (см. рис. 20).

Кинематический узел служит для связи рабочих органов станка (суппорта и шпиндельных бабок) и придания им рабочих движений.

Центрально-загрузочное приспособление предназначено для правильной центровки чурака, т. е. сокращения отпада шпона в процессе лущения, и для загрузки чурака в лущильный станок.

Загрузочное устройство служит для подачи чурака к центрально-загрузочному устройству станка. Загрузчик чураков представляет собой передвижную рамку, опирающуюся на конусные направляющие и соединенные со штоком пневмоцилиндра.

Загрузчиком при включении пневмоцилиндра чурак подается вперед, в зону захвата его клеммами центрирующего приспособления. В конце хода загрузчик упором воздействует на конечный выключатель, отключающий загрузчик и включающий в работу центрально-загрузочное приспособление.

**Установка ножа на станке.** Заточенный и выверенный нож устанавливают нижней частью между подушкой ножодержателя и прижимными шайбами при ослаблении крепежных болтов суппорта. Сначала опускают один конец ножа так, чтобы крайняя прорезь попала на крайний крепежный болт, затем осторожно опускают весь нож на крепежные болты суппорта. После этого подтягивают крепежные болты настолько, чтобы нож был слегка поджат, и выверяют высоту установки режущей кромки ножа по отношению к оси шпинделей.

Положение ножа по высоте определяется вертикальным расстоянием  $h$  режущей кромки от горизонтальной плоскости  $XX$ , проходящей через ось шпинделей  $O$  (см. рис. 16). Это расстояние

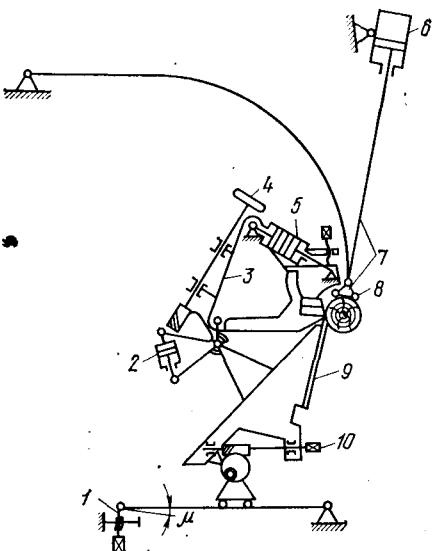


Рис. 25. Схема суппорта лущильного станка:

1 — винтовой механизм изменения дополнительного угла; 2 — пневмоцилиндр изменения; 3 — траверса прижимной линейки; 4 — червячный механизм обжима; 5 — пневмоцилиндр подъема прижимной линейки; 6 — гидроцилиндр; 7 — приспособление для досушивания; 8 — прижимные ролики; 9 — ножевая траверса; 10 — червячный механизм заднего угла ножа

незначительно, поэтому необходимо устанавливать нож с особой тщательностью и точностью. Высоту  $h$  можно измерить высотомером (рис. 26), который состоит из уровня 1 и стержня 4 выдвижной ножки, перемещающегося в осевом направлении внутри цилиндра 3 при помощи регулировочного винта 2, подвижно связанного с цилиндром. Стержень ножки удерживается в неподвижном состоянии стопором, укрепленным в цилиндре и входящим в продольную канавку на стержне. Цилиндр крепят гайкой в корпусе уровня. На стержне 4 выдвижной ножки есть попечная риска, указывающая на шкале цилиндра вертикальное расстояние конца ножки от опорной плоскости уровня.

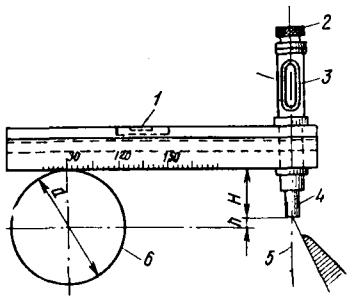


Рис. 26. Высотомер:

1 — уровень; 2 — регулировочный винт; 3 — цилиндр; 4 — стержень выдвижной ножки; 5 — нож; 6 — шпиндель

Нарезка установочного винта имеет шаг 1 мм, головка — десять круговых делений, что позволяет вести отсчет с точностью до 0,1 мм. При установке ножа суппорт отводят от шпинделя на расстояние, равное половине диаметра чурaka средней величины. Эту величину отсчитывают по боковой стенке уровня. Свободный конец уровня ставят на выдвинутый шпиндель 6, а стержень 4 выдвижной ножки — на режущую кромку ножа 5. Вращая регулировочный винт 2, приводят уровень в горизонтальное положение и по делениям на цилиндре 3 головки регулировочного винта 2 ведут отсчет высоты  $H$ .

Зная диаметр шпинделя  $d$ , по разности между радиусом шпинделя  $\frac{d}{2}$  и показанием прибора  $H$  определяют высоту

$$h = \frac{d}{2} - H.$$

Если высота  $h$  получится со знаком плюс, значит нож установлен выше оси шпинделей, если со знаком минус — ниже оси шпинделей. Высотомер ставят уровнем на шпиндель, а стержень 4 выдвижной ножки на лезвие ножа 5. Поднимая или опуская нож опорным (регулировочным) винтом, устанавливают горизонтальное положение уровня. Для фиксирования установленного положения ножа дополнительно подтягивают крепежные болты. Затем выверяют второй конец ножа по второму шпинделю, подтягивают крепежные болты и нож выверяют повторно. После окончательной выверки ножа затягивают все крепежные болты.

Параллельность ножа относительно оси шпинделей при прямолинейности режущей кромки ножа можно определить промером диаметров оцилиндрованного участка с двух концов. Промер делают кронциркулем. Неодинаковые диаметры свидетельствуют

о перекосе ножа или всего суппорта в горизонтальной плоскости. Ножу после установки и закрепления придают необходимый задний угол.

Величину заднего угла определяют наклонометром (рис. 27). Этот прибор состоит из корпуса 1 и сектора 2 с уровнем 3. Сектор поворачивается вокруг шарнирной оси. На корпусе 1 нанесены деления, показывающие угловые величины. Они смешены от вертикали вправо на  $15^\circ$ . На секторе есть риска-указатель. При вертикальном положении корпуса наклонометра риска сектора совпадает с нулевым делением на корпусе. Это положение фиксируется горизонтальным положением уровня.

Для определения заднего угла корпус наклонометра прикладывают к задней грани лущильного ножа 4 (фаске). Поворотом сектора 2 уровень 3 приводят в горизонтальное положение. Риска на секторе встает против деления на корпусе наклонометра, показывающего отклонение задней грани ножа от вертикали, т. е. угол  $\sigma$ . На рис. 16 этот угол изображен как сумма углов  $\alpha + \varepsilon = \sigma$ .

Задний угол  $\alpha$  определяют по формуле  $\alpha = \sigma - (\pm \varepsilon)$ .

Угол  $\varepsilon$  определяют из табл. 12. Отрицательная величина  $h$  означает установку лезвия ножа ниже оси шпинделей.

Правильность наклона ножа можно проверить по полированной полоске, которая образуется при лущении на фаске ножа у режущей кромки. Если ширина полоски равномерна по всей длине ножа, значит задний угол одинаков.

Если ширина полоски по длине ножа неравномерна, там, где она шире, задний угол будет меньше.

**Установка прижимной линейки.** Положение прижимной линейки в лущильном станке определяют величиной просвета  $S_0$  (см. рис. 21), высотой  $h_0$  линейки над лезвием ножа, а также углом обжима  $\alpha_1$  и углом наклона линейки  $\delta_1$ .

Таблица 12

Зависимость углов  $\varepsilon$  от радиуса  $r$  чурaka и высоты установки ножа  $h$

Радиус чурака $r$ , мм	Углы $\varepsilon$ при установке ножа на высоте $h$ , мм			
	-0,5	0	+0,5	+1,0
100	-0°09'	+0°08'	+0°25'	+0°43'
150	-0°06'	+0°06'	+0°17'	+0°28'
200	-0°04'	+0°04'	+0°13'	+0°21'
300	-0°03'	+0°03'	+0°08'	+0°14'

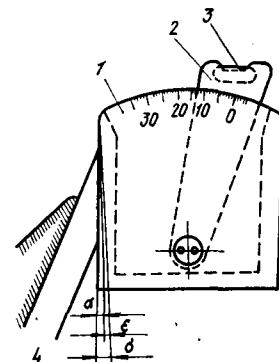


Рис. 27. Наклонометр:  
1 — корпус; 2 — сектор; 3 — уровень;  
4 — лущильный нож

Линейку устанавливают на станок при ослабленных или снятых затяжных клиньях и вывернутых до крайнего положения установочных винтах. Линейку вводят в паз траверсы суппорта, слегка закрепляют затяжными болтами и регулируют относительно лезвия ножа установочными винтами. Для этого служат опорные винты и механизм поворота траверсы суппорта.

Для измерения величины просвета между ножом и линейкой применяют пластинчатые калибрь (рис. 28, а). Такие калибрь делают обычно из алюминия или латуни для шпона различной толщины. Набор пластинок должен быть таким, чтобы калибр

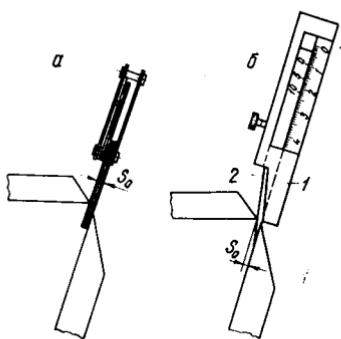


Рис. 28. Калибрь для измерения просвета между ножом и линейкой:

*а* — пластинчатыми калибрьами; *б* — клиновидными калибрьами: 1 — корпус; 2 — движок с клинообразным концом

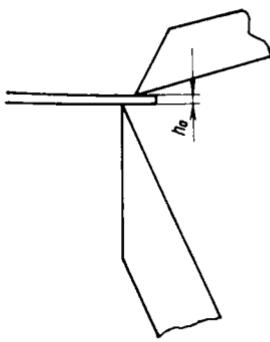


Рис. 29. Измерение высоты линейки над ножом

плотно входил в зазор между ножом и линейкой. Калибр вводят в промежуток по касательной к передней грани ножа и передвигают вдоль зазора. Если плотность зазора по длине линейки будет различной, линейку следует продвинуть вперед или назад.

Кроме пластинчатого калибра, для измерения зазора  $S_0$  применяют клиновидные калибрь (рис. 28, б). На рамке нанесены деления в десятых долях миллиметра, указывающие величину просвета между ножом и линейкой. Целые и десятые доли миллиметра отсчитываются на рамке против черты движка. Для отсчета сотых долей пользуются нониусом.

При измерениях зазора  $S_0$  клиновидным калибром необходимо следить за тем, чтобы корпус 1 своим торцом упирался в лезвие ножа, а плоскость клина прилегала к его передней грани. Скошенная грань движка 2 должна касаться при этом нажимной кромки линейки.

Высоту линейки над ножом (рис. 29) измеряют калиброванной пластинкой, один конец которой заводят под нажимную кромку линейки. Высота  $h_0$  зависит от толщины шпона, поэтому рабочий должен иметь набор калиброванных пластинок, соответ-

ствующих всем толщинам шпона, получаемого на данном станке.

Горизонтальное положение указывает на то, что высота равна толщине пластиинки. Если свободный конец ее опустить вниз, высота  $h_0$  будет меньше толщины пластиинки.

Взаимное положение лущильного ножа и прижимной линейки, их угловые параметры регулируют рядом механизмов, расположенных в суппорте станка (см. рис. 25).

Угол наклона  $\mu$  и дополнительных параллелей лущильного станка устанавливают винтовым механизмом 1. Угол находится в пределах  $0—4^\circ$ .

Задний угол ножа  $\alpha$  (см. рис. 16) устанавливают в зависимости от диаметра чурака червячным механизмом 10 (см. рис. 25) путем подъема или опускания нижней части ножодержателя траверсы лущильного ножа. Червячный механизм 4 позволяет изменять угол наклона линейки и степень обжима шпона. Для регулировки зазора  $h_0$  (см. рис. 29) служит пневмоцилиндр 2 (см. рис. 25). С его помощью поворачивается эксцентриковый вал, на который опирается траверса прижимной линейки, и уменьшается зазор в горизонтальной плоскости между лезвием ножа и нажимной кромкой линейки. Поднимают прижимную линейку пневмоцилиндром 5.

Под действием осевых сжимающих усилий шпинделей при защеме чурака, а также под влиянием сил  $P_1$  и  $Q_1$  (см. рис. 20) происходит изгиб чурака к концу лущения, когда его диаметр достигает  $120—130$  мм. Шпон в этом случае получается низкого качества. Для предотвращения прогиба чурака применяют прижимные ролики 8 (см. рис. 25). Они поднимаются и опускаются при помощи гидроцилиндра 6 от гидропривода.

Углы заточки ножа и линейки определяют угломером конструкции В. П. Банко двумя способами.

**Первый способ.** Нож зажимают между сторонами угломера  $AB$  и  $BC$  (рис. 30, а). На транспортире 1 риска поворотного движка 2 укажет угол  $ABC = \beta$ , т. е. угол заточки ножа.

**Второй способ.** Угломер прикладывают к ножу стороной  $DE$ , а движок 2 поворачивают до совпадения с плоскостью фаски. Риска движка укажет угол  $DEF$ , который равен углу заточки ножа. Аналогично измеряют угол заточки прижимной линейки.

На рис. 30, б показано определение угла обжима  $\alpha_1$  линейки и угла между ножом и линейкой  $\gamma$ . Угол обжима  $\alpha_1$  отсчитывают непосредственно по угломеру, а угол между ножом и линейкой определяют по формуле

$$\gamma = 180 - (\beta - \beta_1 + \alpha_1).$$

Толщину лущенного шпона измеряют цифербланным или винтовым микрометром с точностью до 0,01 мм.

Управление станком заключается в пуске и останове его отдельных механизмов, обеспечивающих процесс лущения. Механизмы управления станком ЛУ17-4 расположены со стороны выхода шпона — с правой стороны по отношению к рабочему. В систему управления станком входит щит с монтированными кнопками.

ками управления основными операциями лущения, а также маховички для регулирования угловых параметров резания.

К щиту управления подключены кнопки включения электромагнитной муфты, зажимных шпинделей, переднего и заднего ускоренного хода суппорта, отвода шпинделей, отвода траверсы прижимной линейки, степени обжима шпона, качающегося транспортера-петлеукладчика, аварийного останова лущильного станка, центровочно-загрузочного приспособления, останова электродвигателя, а также рукоятка включения рабочей и ускоренной подачи суп-

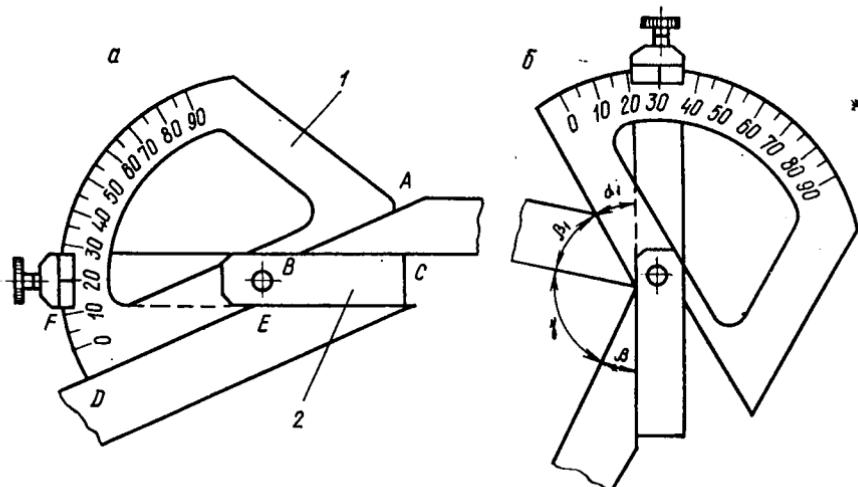


Рис. 30. Измерение углов угломером:

а —угла заточки и угла между ножом и линейкой; 1 —транспортир; 2 — движок;  
б —угла обжима

порта, маховик для установки угла резания и маховик для регулировки степени обжима.

Рабочее движение станка выполняется гидроприводом и электроприводом с автоблокировкой. Система автоблокировки исключает ускоренный подвод суппорта на невращающиеся шпиндель и на захваты центровочно-загрузочного приспособления, когда они находятся в сведенном состоянии. В ней предусмотрено перемещение суппорта только при нейтральном положении кулачковой муфты. Эта система не позволяет одновременно включать два пускателя одного электродвигателя.

Некоторые операции по лущению выполняют с применением электроблокировки, что значительно облегчает управление процессом лущения.

В процессе лущения суппорт специальным упором нажимает на конечный выключатель, который опускает балку с прижимными роликами. При нажатии упора суппорта на другой выключатель большие шпинNELи отводятся в исходное положение. Главный

электродвигатель переключается со второй скорости на третью, что обеспечивает постоянную скорость резания к концу лущения.

При подходе к кулачкам малых шпинделей суппорт нажимает на конечный выключатель окончания хода. При этом автоматически отключается электромагнитная муфта и электромагнит тормоза, электромагнит переключает кулачковую муфту подач суппорта в нейтральное положение, включается электродвигатель ускоренного перемещения суппорта назад, включаются электромагниты гидрозолотников на отжим карандаша, т. е. возврата малых шпинделей в исходное положение, включается гидрозолотник отвода балки с прижимными роликами.

## § 12. ЦЕНТРОВКА ЧУРАКОВ И ОБЪЕМНЫЙ ВЫХОД ШПОНА

Для повышения количественного и качественного выхода сырого шпона из сырья (чураков) применяют центровочные приспособления, от точности работы которых во многом зависит выход шпона из чурака. Точность работы центровочного приспособления определяется совпадением экономической оси центровки чурака с осью шпинделей. Экономической осью центровки чурака называют ось чурака, вращение вокруг которой обеспечивает получение цилиндра наибольшего диаметра. Несовпадение этих осей характеризуется величиной эксцентриситета  $e$ . Каждый миллиметр эксцентриситета вызывает около 1% потерь сырья при лущении (см. рис. 34).

На лущильных станках ЛУ17-4 установлено центрирующее приспособление системы Н. А. Жукова, В. П. Банко и А. А. Порохина. Благодаря этому приспособлению стало возможно одновременно центрировать чурак и подавать его к шпинделям лущильного станка (рис. 31). Центровка чурака осуществляется по четырем точкам, лежащим на сторонах прямоугольника. Для уменьшения влияния кривизны захваты располагают на расстоянии 0,15 величины длины чурака. Влияние сбега на правильность центровки устраниют при независимом зажиме каждого конца чурака центрирующими захватами.

Известен также оптический способ центрования чураков, но он не нашел применения в фанерной промышленности СССР.

К устройствам с принципом центрирования по трем точкам относятся центровочно-загрузочные устройства модели РК финской фирмы «Рауте», в которых центровка чурака выполняется при помощи шести зажимных пластин, расположенных в двух щеках по три пластины в каждой (рис. 32). Устройство работает в полуавтоматическом режиме. Прием чурака с транспортера, центровка его и перевод в «ожидающее» положение торцовыми зажимами перед загрузкой в лущильный станок выполняются автоматически по команде соответствующих датчиков. Загрузка чурака в станок происходит при нажатии кнопки на пульте управления. На рис. 33 показан рабочий момент передачи чурака торцовыми захватами к лущильному станку «Рауте». Центровка по трем точкам менее точна.

Завод «Пролетарская свобода» приступил к выпуску центровочно-загрузочных приспособлений УЗП17-10, УЗП20-10, и т. п., выполняющих центровку по четырем точкам с выносом центровки за пределы станка и подачей чурaka в шпинделы лущильного станка торцовыми захватами. Выносная центровка чурaka, т. е. центровка чурaka вне лущильного станка, сокращает вспомогательное время на обработку одного чурaka, тем самым увеличивая производительность лущильного станка.

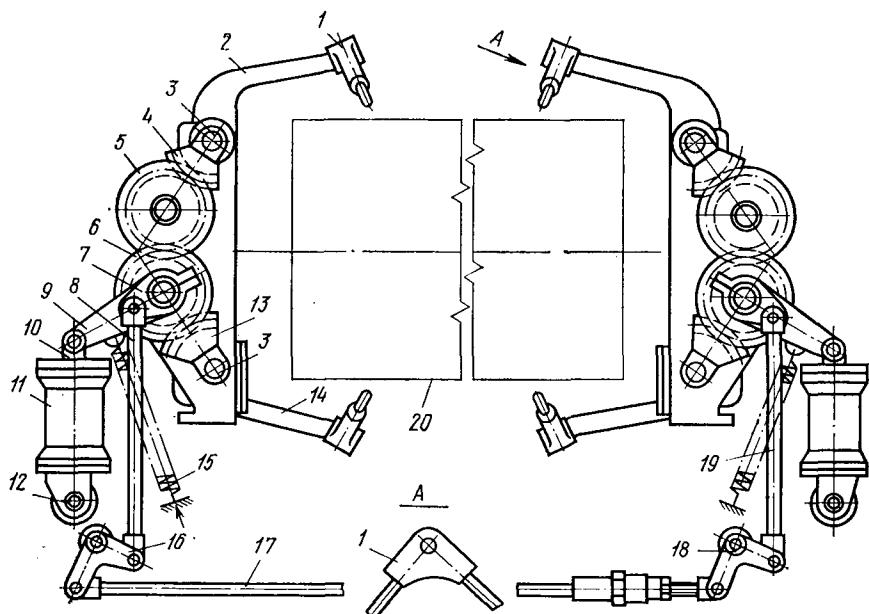


Рис. 31. Центрирующее приспособление станка ЛУ17-4:

1 — захват; 2 — верхний рычаг захвата; 3 — ось рычага; 4 и 13 — зубчатые секторы; 5 и 6 — зубчатые колеса; 7, 9, 16 и 18 — рычаги; 8, 17 и 19 — штанги; 10 — шток; 11 — пневмоцилиндр; 12 — ось крепления пневмоцилиндра; 14 — рычаг нижнего захвата; 15 — возвратная пружина; 20 — чурак

Процесс лущения чураков органически связан с количеством получающейся продукции, т. е. сырого шпона. Количество сырого шпона из разлущенного чурака колеблется в зависимости от ряда факторов. В зависимости от условий произрастания деревьев чураки из них имеют отклонения от правильной цилиндрической формы: сбег, кривизну, эксцентричность и т. д.

Процесс резания чурака начинается с его выступающих частей. По мере снятия выступающих частей чурак получает все более правильную цилиндрическую форму. Когда чурак примет цилиндрическую форму, шпон будет выходить со станка в виде непрерывной ленты, шириной равной длине чурака. До получения цилиндрической формы при лущении будут получаться листы шпона, имеющие размеры по ширине или длине менее половины формат-

ного листа и называемые кусковым шпоном. Ширина и длина кускового шпона при приближении к цилинду будут возрастать.

Из непрерывной ленты шпона, образующейся при лущении чурака цилиндрической формы, получают листовой или форматный шпон. Условно чурак можно разделить на четыре зоны (рис. 34), из которых получается кусковой и форматный шпон.

**I зона** — отходы при начальном лущении чурака в виде мелких кусков шпона, называемых рваниной. Их не используют в производстве фанеры. Вместе с рваниной удаляется кора, если в технологической линии не предусмотрена окорка.

**II зона** — деловые куски шпона. Объемный выход кускового шпона, получаемого из II зоны, составляет 3—5% объема чурака и зависит от качества сырья, т. е. его сортности. Особенно влияют на объемный выход кускового шпона II зоны сбег и кривизна. Кривизна уменьшает выход, а повышенный сбег увеличивает процент выхода кускового шпона. Объемный выход кускового шпона зависит также от правильной центровки чураков и организации процесса лущения. Влияние способа организации лущения на объемный выход шпона из II зоны рассмотрен в § 12.

**III зона** — форматные листы шпона. Форматность шпона зависит от размеров вырабатываемой фанеры. Получают форматные листы после прирубки ленты шпона на ножницах. Количественный выход форматного шпона зависит от правильности центровки и диаметра карандаша. При неточной центровке уменьшается диаметр цилиндра и сокращается выход форматного шпона. Не меньшее влияние на выход шпона из III зоны оказывает диаметр карандаша: чем больше остающийся карандаш, тем меньше выход форматного шпона.

За работой центровочно-загрузочного приспособления следует слесарь-настройщик. В его функции входит только регулировка приспособления.

**IV зона** — потери на карандаш. Оставшаяся после лущения часть чурака, минимальный диаметр которого зависит от диаметра малого кулачка шпинделя лущильного станка, называется карандашом. Рабочий всегда должен стремиться к тому, чтобы разность диаметров между карандашом и кулачком была минимальной. В зимних условиях на размер карандаша оказывает влияние тепловая обработка сырья. При нарушении технологических режимов

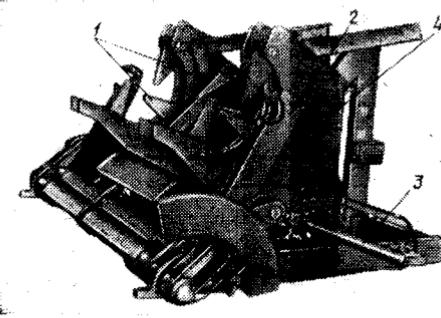


Рис. 32. Центрирующее устройство фирмы «Рауте»:

1 — зажимные пластины; 2 — торцовый зажим;  
3 — гидроцилиндр; 4 — щека

прогрева поверхность карандаша не прогревается до необходимой температуры и рабочий вынужден прекращать лущение, так как из-за хрупкости мороженой древесины нарушается ее целостность.

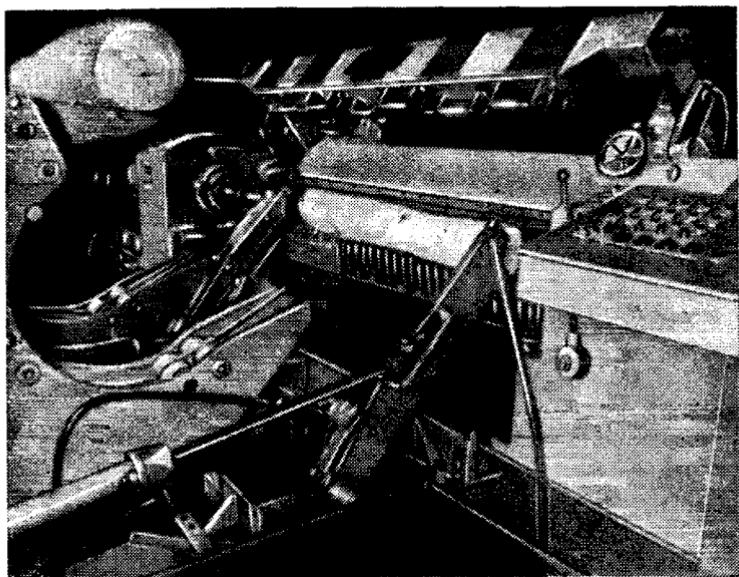


Рис. 33. Рабочий момент передачи чурака торцовыми зажимами (захватами) к лущильному станку

Некоторое количество сырья (1,5—2,5% объема чурака) теряется при прирубке кускового и форматного шпона ножницами.

Следовательно, объем чурака можно рассматривать как сумму объемов кускового и форматного шпона, а также объемов потерь, неизбежных при лущении, т. е.  $V$  чурака =  $= V$  кусков +  $V$  форматного шпона +  $V$  рванины +  $V$  карандаша +  $V$  отпад на ножницах. Сумма объемов

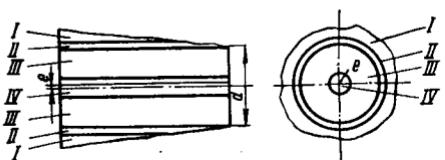


Рис. 34. Схема распределения древесины по зонам:

I — зона рванины; II — зона деловые куски шпона; III — зона форматных листов шпона; IV — зона карандаша;  $e$  — эксцентрикитет центровки

ка. Сумма объемов  $V$  рванины +  $V$  карандаша называется потерями сырья при лущении, или отходами при лущении.

Объем чурakov различных диаметров определяют по ГОСТ 2708 — 44\* (I-VIII-57).

Выход делового шпона из чурака в зависимости от сорта сырья следует определять по следующим формулам:  
для сырья 1-го сорта

$$V_{\text{д. ш}} = \frac{D(0,76D - 1,6) - 0,78d_k^2 - 11}{10^4} l_q;$$

для сырья 2-го сорта

$$V_{\text{д. ш}} = \frac{D(0,75D - 2,1) - 0,78d_k^2 - 11}{10^4} l_q;$$

для сырья 3-го сорта

$$V_{\text{д. ш}} = \frac{D(0,73D - 2,6) - 0,78d_k^2 - 11}{10^4} l_q,$$

где  $V_{\text{д. ш}}$  — выход сырого делового шпона из чурака,  $\text{м}^3$ ;

$D$  — диаметр чурака,  $\text{см}$ ;

$l_q$  — длина чурака,  $\text{м}$ ;

$d_k$  — диаметр карандаша,  $\text{см}$ .

Выход кускового шпона составляет 12—14% выхода делового шпона из чурака.

### § 13. РАСКРОЙ ШПОНА НА НОЖНИЦАХ

При выходе из лущильного станка ленту шпона разрезают по ширине на листы определенных размеров. Длина листа определяется размером чурака по длине волокон, а ширина — поперек волокон. Поскольку усушка древесины поперек волокон в 7—9 раз больше, чем по длине, припуск на нее дают лишь по ширине листа в пределах 8—9%. Разрезают ленту на листы на специальных станках, называемых ножницами.

Существуют два метода приема ленты шпона от лущильного станка и раскroя ее на форматные листы. В основе этих методов лежит принцип бесперебойной работы ножниц так, чтобы они не сдерживали (не замедляли) работу лущильного станка.

**Первый метод.** Лента шпона, выходя из лущильного станка, навивается на рулон (вручную или механическим способом), который затем переносят к ножницам. Этот метод, предусматривающий отделение процесса резки шпона от лущения, применяется при лущении сырья больших диаметров (более 50 см) или при сушке шпона в ленте, а затем рубки ее на форматные листы шпона.

**Второй метод.** Лента шпона от лущильного станка поступает на конвейер, где создается буферный запас шпона. Конвейер со шпоном движется к ножницам, которые рубят ленту одним из следующих способов: с применением транспортеров-петлеукладчиков и ручных или автоматических ножниц, установленных одноэтажно; с применением длинных приемных столов с конвейерами, скорость движения которых равна наибольшей скорости резания; с применением многоэтажных конвейеров-буферов и автоматических ножниц, установленных в два этажа.

Широко распространен способ рубки ленты шпона с применением транспортера-петлеукладчика. Укладка ленты шпона в петли на транспортере основана на разности скорости резания шпона и скорости движения транспортера-петлеукладчика. Скорость резания определяют по формуле

$$V_{\text{рез}} = \pi d_q n_{\text{шп}} \text{ м/мин},$$

где  $d_q$  — диаметр разлущиваемого чурака, м;  
 $n_{\text{шп}}$  — число оборотов шпинделей в минуту.

Следовательно, скорость резания шпона при постоянном числе оборотов шпинделей зависит от диаметра чурака. Скорость достигает максимума в начале лущения, когда диаметр чурака наибольший, и минимума, когда диаметр чурака приближается к диаметру карандаша. Скорость транспортера-петлеукладчика устанавливают равной минимальной скорости резания или несколько больше.

Передняя кромка ленты шпона, идущая в начале лущения с большой скоростью, попадая на медленно движущийся транспортер, замедляет движение. Под действием сил инерции лента шпона продолжает двигаться вперед со скоростью резания, нависая над передней кромкой. Под действием собственного веса лента шпона провисает и касается движущегося транспортера. Между первым касанием кромкой ленты шпона транспортера и вторым касанием провеса ленты образуется вытянутая в сторону движения транспортера петля. Процесс образования петель повторяется. Таким образом, на транспортере-петлеукладчике длиной 6—7 м можно уложить до 40 м ленты шпона.

Чем больше разница между скоростью лущения и скоростью движения транспортера, тем плотнее укладываются петли. Так как толстый шпон менее эластичен, чем тонкий, петли из толстого шпона будут выше и шире.

Транспортер-петлеукладчик состоит из двух участков. Первый участок длиной 1 м имеет четыре ремня на шкивах, смонтированных на качающейся рамке. Качающийся участок уравновешен грузом. Во время лущения рабочий поднимает груз и рванина падает вниз на ленточный транспортер. Скорость движения транспортера на первом участке соответствует минимальной скорости резания. Второй участок имеет три втулочно-ROLиковые цепи, движущиеся по столу.

При петлеобразной укладке на ленте шпона образуются трещины. Чтобы их количество было наименьшим, применяют удлиненный транспортер второго участка (длиной до 10—20 м). Длина транспортера зависит от среднего диаметра сырья и производственной площадки. Скорость движения транспортера на втором участке равна или несколько ниже максимальной скорости резания. Лента шпона по мере лущения в развернутом положении подается к ножницам.

Если ленту рубят вручную, ножницы обслуживаются тремя рабочими. Один рабочий рубит кусковой и форматный шпон на нож-

ницах, двое других вытягивают ленту шпона из-под ножниц до упора и укладывают шпон в стопы. Размер листа сырого шпона по ширине определяется расстоянием до металлического упора, расположенного на столе ножниц.

Металлический упор представляет собой угольник с углом 90°. Рубка ленты шпона вручную применяется при толщине шпона менее 0,8 мм.

Ножницы изготавливают двух типов: с электромеханическим и пневматическим приводом. Пневматические ножницы отличаются от электромеханических тем, что на цикл рубки одного листа шпона (отруб шпона и возврат ножа в исходное положение) за-

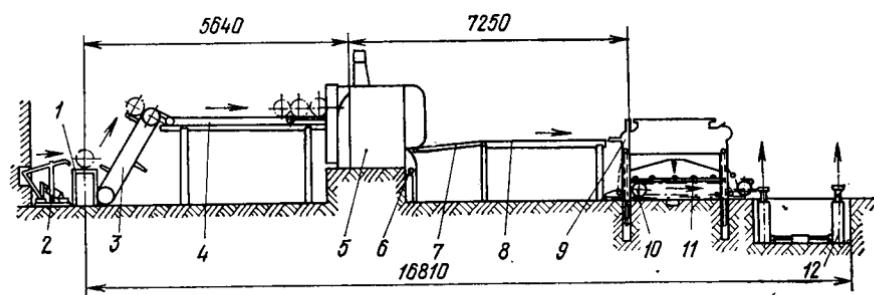


Рис. 35. Полуавтоматическая линия лущения — рубка — укладка шпона:

1 — транспортер; 2 — сбрасыватель чурakov; 3 — элеватор подачи чурakov; 4 — транспортер-накопитель; 5 — лущильный станок; 6 — транспортер для карапашей; 7 — качающийся участок транспортера-петлеукладчика; 8 — стационарный участок транспортера-петлеукладчика; 9 — ножницы НФ-18; 10 — механизм выкатки; 11 — стоподержатель; 12 — гидравлический стол

трачивается меньше времени (примерно на 10%). Длина ножа ножниц равна 1750—1800 мм, угол заточки ножа 25—30°.

Чтобы качество реза отвечало техническим требованиям и не происходило надрыва шпона, необходимо, чтобы нож был отточен и линейка хорошо пригнана.

Некачественная резка шпона (косой шпон или листы неполной длины) получается из-за того, что край шпона не доведен до упора или положен с набегом на упор, неправильно установлен упор на столе или уровень стола ножниц выше уровня стола для форматного шпона, установленного за ножницами.

В последнее время стали широко применять автоматические ножницы системы И. Н. Чернышева. Эти ножницы выполняют последовательно три операции: подают ленту шпона, рубят ее и укладывают листы шпона в стопы.

**Работа поточной полуавтоматической линии.** Полуавтоматическая линия (рис. 35) состоит из элеватора, накопителя, лущильного станка ЛУ17-4, петлеукладчика, автоматических ножниц, механизма выкатки, гидравлического стола и транспортера для удаления карапашей.

С подающего транспортера 1 чурак стапкивается сбрасывателем 2 на элеватор 3, откуда поступает на транспортер-накопитель 4, на котором создается запас чураков. С транспортера-накопителя чурак подается на загрузчик лущильного станка и затем на станок 5.

Лента шпона поступает на петлеукладчик 7, а затем на ножницы 9, где рубится и укладывается на стоподержатель 11. Механизмом выкатки 10 стопы шпона подается на гидравлический стол 12, откуда ее увозят к сушильным агрегатам. Карапаш из станка по наклонной плоскости поступает на транспортер 6, который удаляет его из цеха, а рванина ленточным транспортером подается к дробилке.

Линию обслуживает бригада, состоящая из лущильщика, помощника лущильщика и двух рубщиков. Лущильщик подготовляет нож и устанавливает его, проверяет состояние гидро- и пневмосистем станка и ножниц, исправность механизмов и электрооборудования всей линии. Помощник лущильщика контролирует подачу сырья к станку, снимает затупленный нож, проверяет работу транспортера для удаления карапашей и устанавливает подстопное место для удаления стопы шпона от ножниц. Рубщики отбирают кусковой шпон для прирубки на куски, прирубают его, заправляют ленту шпона в ножницы, обрубают переднюю кромку, контролируют работу ножниц и включают механизм выкатки стопы шпона из-под ножниц, включают подъемный гидростол. Рубщики работают на рабочих местах по очереди: 2 ч на одном, 2 ч на другом, что позволяет повысить темп работы.

При ручной рубке ленты шпона бригада, обслуживающая лущильный станок и ножницы, состоит из 5 человек. Производительность такого агрегата 15—16 м<sup>3</sup> сырого шпона в смену. С применением полуавтоматической линии бригада рабочих сократилась до 4 человек, а производительность линии возросла до 20—22 м<sup>3</sup> в смену.

На производительность полуавтоматической линии лущение—рубка — укладка шпона оказывает влияние организация работы на участке получения сырого лущенного шпона.

Существуют несколько вариантов схем организации работ.

1. Лущение окоренного сырья на полуавтоматической линии с разделкой ленты на форматные листы, отбором и обработкой кускового шпона.

2. Лущение окоренного сырья на полуавтоматической линии с разделкой ленты шпона на форматные листы, отбором и обработкой кускового шпона на вторых ножницах или прирубочном автомате.

3. Лущение окоренного сырья на лущильном станке с навивкой ленты шпона на барабан и отбором кускового шпона на специальную линию по обработке кускового шпона.

Перечисленные выше схемы предусматривают лущение окоренного сырья. Лущение неокоренного сырья приводит к частой переточке лущильного ножа из-за включений в коре песка, ила и т. п.,

а также к образованию на шпоне рисок. Окорка существенно облегчает сортировку сырья перед лущением, так как позволяет отобрать чураки 1-го сорта для лущения шпона высших сортов.

По первой схеме работают большинство фанерных заводов. Недостаток этой схемы состоит в том, что отбор и обработка кускового шпона на одних ножницах занимает более половины рабочего времени работы линии. Поскольку кусковой шпон по объему налущенного шпона составляет 12—14%, затраты труда на отбор и обработку 1 м<sup>3</sup> кускового шпона в 7—8 раз выше, чем на обработку 1 м<sup>3</sup> форматного шпона. Обработка кускового шпона по этому варианту сдерживает производительность линии в целом. Линию обслуживает 4 человека.

Вторая схема организации предусматривает отделение переработки кускового шпона на самостоятельных ножницах, тем самым совмещая во времени обработку кускового шпона с лентой. Такое разделение процесса переработки шпона после лущильного станка повышает производительность полуавтоматической линии. Обслуживает линию 5 человек.

Третий вариант схемы также отделяет обработку ленты шпона от обработки кускового шпона, но обработка того и другого шпона происходит после сушки ленты и кускового сырого шпона в сушилке. Это позволяет поднять производительность лущильного станка, а также снизить потери при рубке на ножницах как кускового, так и форматного шпона.

Технико-экономическая эффективность применения схем организации процесса лущения (ориентировочная) приводится в табл. 13.

Таблица 13

**Технико-экономические показатели схем организации процесса лущения**

Наименование показателей	Варианты схем		
	I	II	III
Производительность лущильного станка, м <sup>3</sup> в смену	17	22	30
Производительность труда на 1 рабочего, м <sup>3</sup>	4,25	4,4	7,5
Расход сырья на 1 м <sup>3</sup> сырого шпона, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	1,70	1,62	1,60

При переработке неокоренного сырья производительность оборудования, а следовательно, производительность труда будут несколько ниже, указанных в табл. 13.

Производительность полуавтоматической линии лущение — рубка — укладка шпона зависит от производительности лущильного станка как основного оборудования этой линии.

Производительность  $A$  лущильного станка определяют по числу чураков, разлущенных за время работы

$$A = \frac{T_k}{Z},$$

где  $T$  — время работы станка, мин;

$k$  — коэффициент использования рабочего времени;

$Z$  — время обработки одного чурaka (полный цикл), мин.

Расчет производительности лущильного станка сводится к определению прямых и косвенных затрат рабочего времени.

Прямые затраты зависят от времени  $Z$  обработки одного чурaka, а косвенные — от коэффициента использования рабочего времени  $k$ . Продолжительность обработки одного чурaka включает прямые затраты рабочего времени на выполнение следующих операций: установку чурaka на станке  $t_1$ ; зажим чурaka шпинделеми  $t_2$ ; подвод суппорта к чураку  $t_3$ ; оцилиндровку и лущение чурaka  $t_4$ ; отвод суппорта в исходное положение  $t_5$ ; отвод зажимных шпинделей в исходное положение  $t_6$ ; снятие карандаша со станка  $t_7$ ; чистку засоров между ножом и линейкой  $t_8$ ; включение механизмов рабочей подачи, подвод и отвод суппорта на ускоренной подаче, подачу шпинделей  $t_9$ . Основной из перечисленных операций является оцилиндровка и лущение. Время, затраченное на ее выполнение, определяют по формуле

$$t_4 = \frac{30 [(b + 0,02) d_{\text{ч}} - d_{\text{к}}]}{s n_{\text{шп}}} \text{ сек},$$

где  $b$  — коэффициент формы чурaka;

для березовых чурakov длиной  $l=1,6$  м  $b=1,15$ , длиной  $l=1,3$  м  $b=1,2$ ;

для ольховых чурakov длиной  $l=1,6$  м  $b=1,15$ , длиной  $l=1,3$  м  $b=1,1$ ;

$d_{\text{ч}}$  — диаметр чурaka в верхнем отрубе, мм;  $d_{\text{к}}$  — диаметр карандаша, мм;  $s$  — толщина шпона, мм;  $n_{\text{шп}}$  — число оборотов шпинделя в минуту.

Все другие операции — вспомогательные, причем некоторые из них ( $t_5$ ,  $t_6$ ,  $t_7$ ) лущильщик выполняет одновременно. Время, затраченное на выполнение вспомогательных операций лущения чурaka, составляет в среднем 14—16 сек.

Косвенные затраты рабочего времени  $k$  складываются из времени на смену и установку ножа, смазку и чистку станка, правку ножа во время работы, регулировку обжима и т. д. Коэффициент  $k$  принимается равным 0,95.

По числу чурakov, разлущенных за время работы станка, можно определить производительность по формуле

$$Q = A V_{\text{д.ш}} \text{ м}^3,$$

где  $A$  — количество разлущенных чурakov, шт.;

$V_{\text{д.ш}}$  — объем сырого шпона, получаемого из одного чурaka.

## § 14. ДЕФЕКТЫ ЛУЩЕНИЯ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

Качество лущеного шпона во многом определяет сортность фанеры. Дефекты шпона, полученные при лущении, могут привести к выходу фанеры низкого качества.

Дефекты лущения и рубки шпона могут быть разбиты на три группы в зависимости от причин образования: нарушения технологических норм перед лущением; неправильной работы лущильщиков; неисправного оборудования и инструментов. Знать причины, вызывающие дефекты лущения и рубки шпона, своевременно принимать меры к их устранению — обязанность каждого члена бригады, обслуживающей лущильный станок. В табл. 14 приведены дефекты лущения и рубки шпона, причины вызвавшие их, и способы устранения.

Особое внимание должно быть обращено на наладку станка, т. е. проверку правильности работы механизмов станка и состояния отдельных его частей: оси шпинделей должны быть параллельны горизонтальным рабочим поверхностям направляющих обеих бабок и перпендикулярны их вертикальным рабочим поверхностям; оси ходовых винтов должны быть параллельны горизонтальным и вертикальным рабочим поверхностям направляющих и расположены в одной горизонтальной плоскости.

Шаг нарезки на обоих ходовых винтах суппорта должен быть одинаковым. Подшипники ходовых винтов не должны допускать осевой слабины более 0,1 мм. Подшипники и шпинделы обеих бабок не должны иметь частичного и общего осевого люфта более 0,2 мм.

Поверхность подушки суппорта под нож должна быть плоской. Отклонение может быть допущено не более 0,02 мм на 1 м длины.

Кроме общих правил по охране труда и технике безопасности, работающие на лущильных станках должны выполнять и специальные правила. Эти правила следующие:

стеллажи для чураков, укладываемых перед лущильным станком, должны иметь упоры, предупреждающие раскатывание чураков;

запрещается разлущивать чураки с наружными необрубленными выступающими сучками диаметром 20 мм и более; в этих случаях сучья должны быть предварительно обрублены;

ножи лущильных станков и ножницы при переноске должны быть уложены в футляры, закрывающие лезвие по всей его длине;

запрещается работать в одежде, концы или рукава которой могут быть захвачены врачающимися частями станка;

при вставке чурака в шпиндель суппорта должен быть отведен от боковой поверхности чурака на расстояние не менее 40—50 мм;

нельзя прочищать засорившиеся части оборудования рукой; засоры между ножом и линейкой должны прочищаться при отведенном суппорте деревянной лопаткой такой длины, чтобы рука находилась выше верхней точки окружности чурака;

Таблица 14

## Дефекты лущения и способы их устранения

Дефекты шпона	Причины	Способ устранения
Неравномерная толщина шпона	Неисправное состояние лущильного станка: неровность параллелей суппорта; радиальная слабина и биение шпинделей; неисправность передаточного механизма рабочей подачи суппорта; не плотная посадка кулачков в шпинделях и цапф ножевой траверсы в ползунах; неравномерный обжим шпона по длине прижимной линейки	Своевременное проведение планово-предупредительного ремонта станков. Следует проверять просвет между ножом и линейкой $S_0$ измерительным инструментом
Шероховатая поверхность шпона с трещинами на левой стороне	Износ соединительных частей станка между ножевой и прижимной траверсами; недостаточный обжим шпона; лущение мороженых чурakov	Своевременный ремонт станка. Установка расчетной величины обжима и контроль за ней по приборам. Соблюдение технологических режимов тепловой обработки сырья
Дряблый раздавленный шпон	Чрезмерный обжим; нажимная кромка линейки опущена ниже лезвия ножа; перегретые чураки	Выправление положения линейки по высоте; установление нормального обжима; охлаждение перегретых чурakov
Ворсистая поверхность шпона	Лущение перегретых чурakov	Охлаждение перегретых чурakov перед лущением
Рифленая (рубчатая) поверхность шпона	Большой задний угол. Низкая температура чурakov	Уменьшить задний угол. Прекратить лущение мороженых чурakov
Горбатый или волнистый шпон	Мал задний угол; неодинаковый обжим в середине и у концов чурака; чрезмерно большое осевое давление шпинделей на чурак	Увеличить задний угол. Проверить $S_0$ по всей длине ножа и линейки по приборам. Уменьшить зажим чурака осевым давлением шпинделей станка
Царапины и риски на шпоне	Зазубрины на ноже или линейке; несвоевременная очистка просвета между ножом и линейкой	Своевременно править оселком рабочие кромки ножа и линейки. Своевременно очищать просвет между ножом и линейкой
Нечистый, бахромистый обрез торцовых кромок листов шпона	Тупые торцевые резцы. Глубокий надрез чурака торцовыми резцами	Заточить торцевые резцы. Резцы установить так, чтобы прорезать древесину чурака на глубину немного больше, чем толщина шпона

П р о д о л ж е н и е

Дефекты шпона	Причины	Способ устранения
Неправильная длина листа шпона	Неправильное расстояние между торцовыми резцами; лущение без торцовых резцов; осевой сдвиг чурака на станке, когда один торцовый резец не работает	Установить расстояние между торцовыми резцами на размер шпона. Проверить равномерность подачи жидкости в гидроцилиндры шпиндельных бабок
Ломаные продольные кромки листов	Большой зазор между ножом и линейкой рубильных ножниц. Работа ножниц с тупым ножом	Установить минимальный зазор между ножом и линейкой рубильных ножниц. Сменить тупой нож
Прямоугольный обрез и неправильная ширина листов	Перекос суппорта лущильного станка в горизонтальной плоскости; неправильная установка упора (угольника) на приемном столе ножниц; сдвиг приемного стола для шпона относительно ножниц	Своевременно проверить техническое состояние станка. Проверить правильность установки упора и приемного стола относительно ножа рубильных ножниц

не следует наклоняться над чураком во время его вращения, так как случайное падение на вращающийся чурак может привести к несчастному случаю;

нужно помнить, что малейшая неосторожность при установке, выверке и правке ножа и линейки вызывает порезы об острые лезвия;

для удержания траверсы линейки в поднятом состоянии при правке ножа на станке должны быть сделаны фиксаторы во избежание отпускания траверсы; нельзя держать руками откидной рычаг траверсы во время правки ножа;

запрещается работать на ножницах без предохранительных ограждений у ножа или при неправильно установленном предохранителе; нож ножниц должен быть огражден со стороны подачи шпона неподвижной линейкой шириной не менее 100 *мм*; линейка должна быть укреплена на расстоянии не более 5 *мм* от ножа и на высоте 30 *мм* от стола; со стороны выхода шпона должно быть откидное предохранительное устройство.

## СУШКА И СОРТИРОВКА ШПОНА

### § 15. СУШКА ШПОНА

#### Общие сведения

При сушке из шпона удаляется влага, которая содержится в порах и стенках клеток древесины. Под действием тепла влага переходит в парообразное состояние и удаляется.

Под влажностью шпона понимают отношение веса влаги, содержащейся в древесине, к весу абсолютно сухой древесины. Обычно это отношение выражается в процентах. Древесина состоит из разнообразных растительных клеток. Влага, содержащаяся в стенках древесных клеток, называется связанной, а в полостях клеток — свободной.

Состояние древесины, при котором она содержит максимально возможное количество связанной влаги и не содержит свободной, называют точкой насыщения волокна. При этом состоянии влажность древесины практически не зависит от ее породы и равна примерно 30 %. Если влажность древесины больше 30 %, это значит, что стенки клеток насыщены влагой, а в полостях клеток есть свободная влага. Количество свободной влаги в древесине зависит от породы, времени заготовки, способа доставки, хранения на заводе и способа тепловой обработки сырья перед лущением. Влажность шпона  $W$  определяют по формуле

$$W = \frac{g_1 - g_2}{g_2} 100,$$

где  $g_1$  — начальная масса сырого образца, г;

$g_2$  — масса абсолютно сухого образца, г.

Наиболее распространенный способ определения влажности шпона — весовой. Из листа шпона вырезают образцы, взвешивают с точностью до 0,01 г и сушат до постоянной массы при температуре 100—105 °С в электрическом сушильном шкафу. Значения  $g_1$  и  $g_2$  подставляют в формулу.

Точность определения влажности  $\pm 0,25\%$ . Для получения указанной точности масса образца должна быть не менее 5 г. Минимальные размеры образцов для определения влажности приведены следующие:

Толщина шпона, мм . . .	0,4	0,55	0,75	1	1,15	1,5	1,8	2,2	3,3
Площадь пробы, см <sup>2</sup> . . .	220	160	120	100	80	70	60	50	30

Для установления влажности шпона отбирают пробные листы (не менее 0,2 %) и из каждого листа по диагонали вырезают три образца. Крайние образцы должны быть взяты на расстоянии не менее 100 мм от кромок листа.

Образцы должны быть немедленно взвешены или помещены до взвешивания в пустой эксикатор, чтобы сохранилась их первоначальная масса.

Массу образца после высушивания определяют, охладив его до комнатной температуры. Чтобы предотвратить увлажнение образца при охлаждении, его после сушки помещают в эксикатор с хорошо притертой крышкой. Воздух в эксикаторе должен быть сухим. Для этого на его дно помещают прокаленный хлористый калий или концентрированную серную кислоту. Сушильный шкаф для сушки образцов должен равномерно обогреваться, а температура в нем должна колебаться в минимальных размерах.

Влажность древесины определяют также специальными приборами — влагомерами. Определение влажности шпона влагомером менее точно, чем при определении весовым способом, но значительно сокращает время измерения.

Созданы влагомеры для непрерывного измерения влажности лущеного шпона при входе в сушилку и на выходе из нее. Эти приборы могут быть использованы для автоматического регулирования режимов сушки в зависимости от начальной влажности шпона. Начальная влажность шпона и ее распределение по площади листа и в пределах партии имеют существенное значение при установлении режимов сушки.

Начальная влажность сырья, доставленного сплавом, выше влажности сырья, доставленного по железной дороге. Кроме того, заболонная зона соснового чурака и его ядро также имеют различную влажность (табл. 15).

Влажность лущеного шпона на 10—12% ниже влажности древесины в чураке вследствие отжима влаги прижимной линейкой (8—10%) и частичного ее испарения (2—4%).

В лущеном шпоне перед сушкой влажность распределена неравномерно. У березового шпона эта неравномерность в пределах одной партии чураков одинаковой доставки составляет 30%, а у соснового шпона процент неравномерности выше. Чтобы обеспечить равномерность сушки и правильный подбор режимов, следует подавать на сушку шпон с небольшим разбегом влажности.

Шпон из сплавного сырья сушат отдельно от шпона, полученного из сырья, доставленного по железной дороге, предварительно рассортировав его по породам древесины.

Сосновый заболонный шпон необходимо отделять от ядрового. Березовый шпон с ложным ядром отделяют от шпона без ложного ядра. Если в листе соснового шпона наблюдается чередование участков заболони и ядра, его сушат вместе с заболонным шпоном.

Изменение влажности листов шпона и фанеры вызывает изменение их размеров и формы. Для того чтобы сохранить форму и размеры листов шпона и фанеры, влажность древесины должна быть доведена до величины, при которой материал эксплуатируется. Конечная влажность шпона после сушки устанавливается в зависимости от его назначения и условий хранения (табл. 16).

Высушенный шпон обычно хранят в помещениях сортировки. Во время хранения влажность шпона меняется, так как стремится к равновесной влажности, соответствующей влажности воздуха в помещениях.

Таблица 15

## Пределы начальной влажности шпона разных пород в зависимости от группы сырья

Группа сырья для изготовления шпона	Начальная влажность шпона, %								
	из березы	из ольхи	из сосны		из липы	из дуба	из буки	из лиственницы	
			заболони	ядра				заболони	ядра
Сырье, доставленное по железной дороге	60—80	70—90	80—100	30—50	90—120	60—80	60—80	70—90	40—50
Сырье, доставленное сплавом	80—100	90—130	100—130	40—60	120—140	—	—	—	—
Очень влажное сплавное сырье (утоп)	Более 100	Более 130	Более 130	40—60	Более 140	—	—	—	—
Сырье с ложным ядром:									
periферийная часть	60—80	—	—	—	—	—	—	—	—
центральная часть	90—140	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 16

## Нормы конечной влажности шпона в зависимости от назначения

Назначение шпона	Вид клея	Порода древесины	Влажность шпона, %
Для склеивания высоководоупорной фанеры на смоляных kleях: при толщине шпона до 0,8 мм при толщине шпона выше 0,8 мм	Фенолформальдегидная смола и бакелитовая пленка	Береза, ольха, сосна	6—10 Не выше 8
Для склеивания фанеры на карбамидных смолах ФК	Карбамидные смолы	Береза, ольха	* * 10
Для склеивания водоупорной трехслойной фанеры ФСФ	Фенолформальдегидные смолы	То же	* * 12
Для склеивания водоупорной многослойной фанеры ФСФ	То же	»	* * 8
Для склеивания фанеры на белковых kleях ФБА	Казеин, альбумин	»	* * 12
Строганый шпон		Дуб, бук и др.	* * 8

## Способы сушки

По сравнению с сушкой пиломатериалов сушка шпона имеет некоторые специфические особенности, которые обусловливают требования, предъявляемые к конструкции сушильных устройств:

листы шпона необходимо высушивать, сохраняя их плоскую форму, поэтому в процессе сушки плоская форма листа должна фиксироваться с таким расчетом, чтобы шпон мог свободно усыхать;

вследствие малой толщины материала продолжительность сушки шпона резко сокращается и измеряется не сутками и не часами, а минутами;

сушка шпона может производиться без ущерба для качества материала при большом перепаде влажности по толщине и, следовательно, с применением очень жестких режимов.

Сушка шпона представляет собой удаление из шпона влаги, содержащейся в стенках клеток и внутри пор. Для шпона в основном применяют тепловую сушку, при которой влага под влиянием тепла переходит в парообразное состояние и в виде пара удаляется из материала в окружающую среду. Условием сушки является тепло-массоперенос и затрата тепловой энергии на превращение влаги материала в парообразное состояние. В зависимости от метода сообщения тепла материалу существуют следующие методы сушки: конвективный, контактный, радиационный и комбинированный.

В конвективных сушилках тепловая энергия передается шпону от циркулирующего воздуха (топочных газов). В них воздух не только влагопоглотитель, назначение которого удалить из сушилки пары влаги, выделяющиеся из материала, но и теплоотдатчик, обеспечивающий материал теплом. Это тепло расходуется не только для испарения влаги, но и для подогрева ее до температуры испарения, перегрева образующегося пара и для нагрева самого материала.

Перенос влаги внутри высушиваемого материала при конвективной сушке происходит за счет влагопроводности и термовлагопроводности как в виде жидкости, так и в виде пара. Испарение влаги вначале происходит с поверхности материала, а затем и изнутри.

Конвективная сушка применяется в конвейерных сушилках для сушки шпона, пропитанного смоляными растворами, или шпона с нанесенной на поверхность смолой.

В контактных сушилках тепловая энергия передается шпону в результате соприкосновения с нагретой поверхностью.

При температуре 120—180° происходит интенсивное парообразование внутри материала и перенос пара к открытой поверхности за счет градиента общего давления. При этом способе сушки воздух выполняет роль удалителя паров из сушильного пространства, причем без принудительной циркуляции.

Контактная сушка сырого шпона осуществляется в дыхательных прессах.

В радиационных сушилках тепловая энергия переносится электромагнитными колебаниями через среду, проницаемую для теплового излучения. С проникновением коротковолновых инфракрасных лучей в толщу материала в нем создается аномальное распределение температуры: на некоторой глубине она выше, чем на поверхности материала и значительно выше, чем внутри его. Поэтому в начале процесса влага перемещается внутрь материала, так как создается температурный градиент. Одновременно происходит испарение влаги на поверхности материала, что создает градиент влажности, за счет которого влага затем начинает перемещаться изнутри к открытой поверхности.

При радиационной сушке применяют специальные излучатели, нагретые до низких температур ( $130$ — $250^{\circ}$ ) и до более высоких ( $600$ — $800^{\circ}$ ).

В комбинированных сушилках тепловая энергия передается шпону циркулирующим нагретым воздухом (топочными газами), радиацией от нагревательных приборов, расположенных обычно между этажами сушилки, и контактом от соприкосновения шпона с нагретыми металлическими парными роликами, перемещающими его вдоль сушилки. К этому типу сушилок относятся широко распространенные роликовые сушилки.

### Факторы, определяющие продолжительность и качество сушки шпона

**Влияние температуры агента сушки.** Температура агента сушки (воздуха и газовоздушной смеси при конвективной и комбинированной сушках, пара — при контактной сушке) — один из основных факторов, определяющих процесс сушки.

Зависимость продолжительности сушки от температуры агента сушки выражается следующим равенством:

$$\tau = At^{-n} \text{ мин},$$

где  $\tau$  — продолжительность сушки, мин;

$A$  — коэффициент, зависящий от способа сушки;

$t$  — температура агента сушки,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$n$  — показатель степени.

При конвективной сушке

$$\tau = 3,55 \cdot 10^4 t^{-1,6} \text{ мин};$$

при комбинированной сушке в роликовой сушилке с продольной циркуляцией воздуха

$$\tau = 6,84 \cdot 10^4 t^{-1,8} \text{ мин.}$$

Равенства получены для березового шпона при скорости воздуха  $2 \text{ м/сек}$  и температуре мокрого термометра  $65^{\circ}\text{C}$ .

При контактной сушке в дыхательном прессе, если продолжительность контакта плит со шпоном равна 50%,

$$\tau = 1,9 \cdot 10^5 t^{-3,1} \text{ мин.}$$

При всех способах сушки температура агента сушки существенно влияет на продолжительность процесса.

На рис. 36 дана зависимость продолжительности сушки березового шпона толщиной 1,5 мм от температуры агента сушки при начальной влажности материала 80% и конечной 6%. Взаимное расположение кривых на рис. 36 указывает на степень интенсивности способа сушки. Комбинированная сушка по интенсивности сушки занимает среднее положение между конвективной и контактной сушками.

Чем интенсивней способ сушки, тем существеннее влияет температура агента сушки на снижение продолжительности сушки шпона.

Так, продолжительность сушки при повышении температуры агента сушки снижается при конвективном способе в 2,9, при комбинированном в 3,4, а при контактном в 8,7 раза.

Ускорение процесса сушки в роликовых сушилках по сравнению с конвективной сушкой в ленточных сушилках объясняется дополнительной передачей тепла шпону контактом с роликами и радиацией от калориферов.

С увеличением температуры агента сушки уменьшается продолжительность сушки. Степень уменьшения продолжительности второго периода сушки зависит от способа сушки. Это свидетельствует о том, что для интенсификации процесса целесообразно во втором периоде сушить шпон при более высоких температурах агента сушки, т. е. с противотоком.

Оптимальная температура агента сушки в сушилках устанавливается не только по показателю интенсивности процесса, но главным образом по степени влияния температуры на качество высшенного шпона. Повышение температуры агента сушки приводит к термообработке шпона, уменьшает его влагопоглощение и величину усушки. Эти изменения физических свойств шпона улучшают его качество. Однако длительная обработка древесины

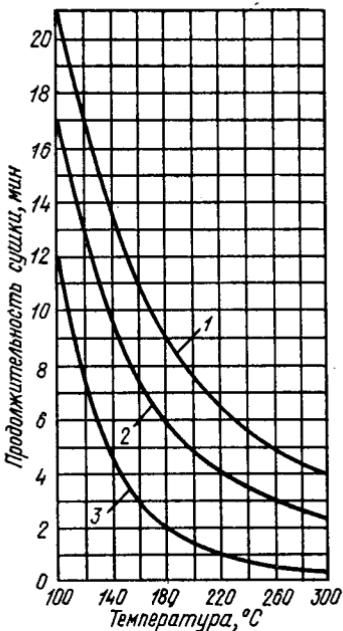


Рис. 36. Зависимость продолжительности сушки березового шпона толщиной 1,5 мм от температуры агента сушки:

1 — конвективная сушка в ленточных сушилках ( $v=2 \text{ м/сек}$ ,  $t_m=65^\circ\text{C}$ );  
2 — комбинированная сушка в роликовых сушилках с продольной циркуляцией воздуха ( $v=2 \text{ м/сек}$ ;  $t_m=65^\circ\text{C}$ );  
3 — контактная сушка в дыхательном прессе при продолжительности контакта плит со шпоном 50%

воздухом повышенной температуры приводит к ухудшению ее механических свойств.

При кратковременной сушке до эксплуатационных пределов влажности температура воздуха до 180—200°С не снижает прочности шпона и фанеры. Более высокие температуры снижают проч-

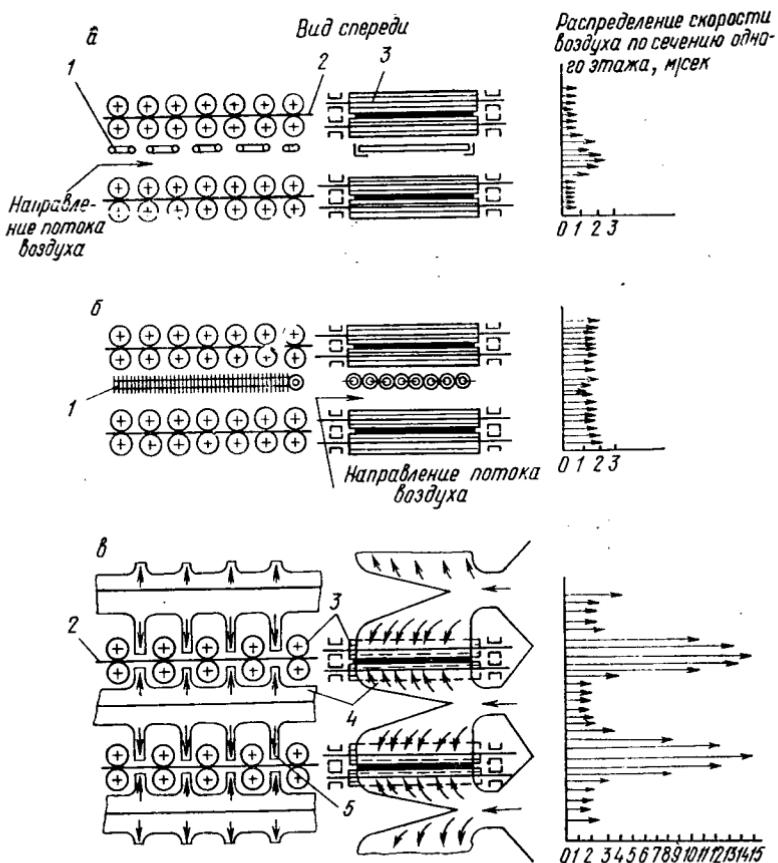


Рис. 37. Схемы движения воздуха в роликовых сушилках:

*a* — продольная циркуляция; *b* — поперечная циркуляция; *c* — сопловое дутье; 1 — калорифер; 2 — шпон; 3 — ролики; 4 — воздуховоды; 5 — сопло

ность шпона и фанеры в зависимости от пределов конечной влажности материала после сушки. Так, прочность фанеры и шпона снижается при температуре воздуха 300°С на 5—7% при конечной влажности материала 10—12%; на 10—17% при конечной влажности 4—6% и на 40% при конечной влажности 0—2%.

Применение высоких температур агента сушки возможно, если режимы циркуляции газовоздушной смеси построены так, что свободная влага (выше влажности 25%) удаляется при температуре

выше  $250^{\circ}\text{C}$ , а связанные — при температуре воздуха не выше  $180$ — $200^{\circ}\text{C}$ .

**Влияние направления и скорости потока воздуха.** Направление потока воздуха в конвективных и комбинированных сушилках играет большую роль в интенсификации процесса сушки.

Направление движения воздуха имеет большое значение в конвективных и особенно в комбинированных (роликовых) сушилках.

На рис. 37 приведены схемы направления движения (циркуляции) воздуха в роликовых сушилках.

По схеме рис. 37, а работают сушилки с продольной циркуляцией воздуха. Шпон 2 движется между вращающимися металлическими роликами 3 вдоль сушилки от места загрузки (сырой конец) к месту выгрузки (сухой конец). Между этажами роликов находятся калориферы 1 (нагревательные приборы). Воздух циркулирует вдоль оси сушилки. Как видно из схемы, скорость воздуха у калориферов больше, чем около шпона. В сушилках подобного типа ролики препятствуют свободному омыванию шпона воздухом.

В роликовых сушилках с поперечным направлением движения воздуха (рис. 37, б) циркуляция воздуха происходит поперек сушилки. При высоких температурах скорость воздуха в роликовых сушилках имеет меньшее значение, чем в конвективных. Это значит, что при высоких температурах, например в газовых роликовых сушилках, нет необходимости в создании поперечной циркуляции воздуха.

В радиационно-сопловых сушилках (рис. 37, в) между этажами роликов расположены воздуховоды 4 с соплами 5, направляющими поток воздуха в пространство между роликами 3 перпендикулярно листу шпона 2. Из схемы видно, что на поверхности шпона скорость воздуха наивысшая по сравнению со скоростью при продольной и поперечной циркуляции. Высокая скорость воздуха разбивает слой влажного воздуха, находящегося на поверхности листа шпона, и ускоряет процесс сушки.

На рис. 38 показана зависимость продолжительности сушки березового шпона толщиной 1,5 мм от температуры воздуха при различном направлении потока в роликовых сушилках. Начальная влажность шпона равна 80%, конечная 6%, при сопловом дутье  $v=15 \text{ м/сек}$ ; при других способах циркуляции  $v=2 \text{ м/сек}$ ; температура мокрого термометра  $65^{\circ}\text{C}$ . Из рисунка видно, что при

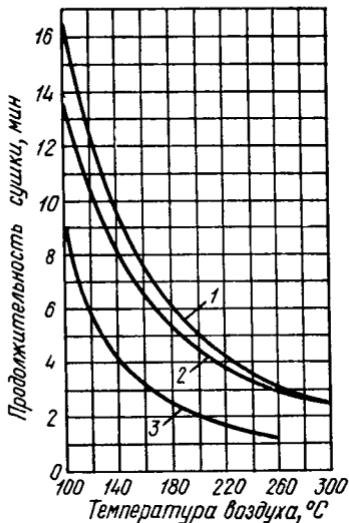


Рис. 38. Зависимость продолжительности сушки шпона в роликовой сушилке от температуры воздуха при различном его направлении:

1 — продольная циркуляция;  
2 — поперечная циркуляция;  
3 — сопловое дутье.

поперечной циркуляции воздуха продолжительность сушки в роликовой сушилке ниже, чем при продольной. С повышением температуры агента сушки рост интенсивности сушки при поперечной циркуляции снижается относительно роста интенсивности сушки при продольной циркуляции. Так, при температуре 100°С продолжительность сушки с продольной циркуляцией повышается по сравнению с продолжительностью сушки с поперечной циркуляцией на 30%, а при температуре 220°С только на 10%. Это объясняется тем, что при поперечной циркуляции воздуха шпон интенсивно получает лишь ту часть тепла, которая передается конвекцией, однако с увеличением температуры воздуха количество тепла, передаваемого шпону конвекцией, снижается.

Сопловое дутье резко повышает интенсивность сушки в роликовых сушилках, причем интенсивность возрастает с повышением температуры агента сушки. Так, если при температуре воздуха 100°С продолжительность сушки с поперечной циркуляцией воздуха возрастает по сравнению с продолжительностью сушки с сопловым дутьем в 1,6 раза, при 180°С она возрастает в 2 раза, а при 220°С в 2,5 раза.

Скорость воздуха существенно влияет на продолжительность сушки шпона при различных направлениях потока. Продолжительность сушки в зависимости от скорости воздуха выражается следующими формулами:

при поперечной циркуляции воздуха

$$\tau = Av^{-0.36};$$

при сопловом дутье

$$\tau = Av^{-0.67}.$$

Влияние температуры и скорости воздуха на продолжительность сушки березового шпона толщиной 15 мм при  $W_{\text{нач}}=80\%$  и  $W_{\text{кон}}=6\%$  выражается следующими формулами:

при поперечной циркуляции воздуха

$$\tau = 28 \cdot 10^3 t^{-1.6} v^{-0.36};$$

при сопловом дутье

$$\tau = 77 \cdot 10^3 t^{-2.1} v^{-0.67}.$$

Увеличение скорости воздуха приводит к ускорению процесса сушки. Однако следует учитывать многие факторы, определяющие целесообразность увеличения скорости воздуха, в том числе и стоимость сушки. Оптимальной скоростью воздуха при поперечной циркуляции воздуха считают 2—4 м/сек, а при сопловом дутье 10—14 м/сек. В ленточных и камерных сушилках скорость рекомендуют выдерживать в пределах 1,5—2 м/сек.

**Влияние относительной влажности воздуха.** Относительная влажность воздуха — это величина, которая характеризует отношение массы водяного пара в воздухе к массе водяного пара, который может содержаться в насыщенном влагой воздухе, т. е. степень насыщения воздуха влагой.

Относительная влажность воздуха в сушилках определяется по показаниям сухого и мокрого термометров при помощи специальных таблиц.

Температуру по мокрому термометру в сушилках для шпона, работающих при высоких температурах, определяют следующим образом. Ртутный шарик термометра обвертывают двумя-тремя слоями марли и закрепляют ниткой. Марлю смачивают водой. Ножку термометра вставляют в отверстие ограждения сушилки так, чтобы удобно было наблюдать за температурой по шкале. Сначала ртуть по капилляру быстро поднимается, а затем на некоторое время останавливается. Наблюдаемая при этой остановке температура и будет температурой мокрого термометра. После высыхания марли ртуть снова начнет подниматься до температуры сухого термометра. С повышением температуры воздуха относительная его влажность при всех способах сушки, особенно при комбинированной сушке в роликовых сушилках, мало влияет на изменение продолжительности сушки.

Следует стремиться к максимальной герметизации сушилок, и в паровых сушилках проводить сушку при температуре мокрого термометра 60—70° С, сухого — 120—150° С, в газовых сушилках при температуре мокрого термометра 65—80° С, сухого — 250—280° С.

Если относительная влажность воздуха ниже 10%, следует принять меры к обеспечению герметизации сушилки.

**Влияние толщины шпона.** Независимо от способа сушки продолжительность сушки шпона может быть выражена формулой

$$\tau = as^{1.3},$$

где  $\tau$  — продолжительность сушки, мин;

$a$  — коэффициент, зависящий от разных факторов режима сушки;

$s$  — толщина шпона, мм.

**Влияние породы древесины.** При одинаковой начальной влажности продолжительность сушки шпона в конвективных сушилках пропорциональна условной плотности древесины. При прочих равных условиях, если принять продолжительность сушки березового шпона за единицу, продолжительность сушки шпона из других пород

$$\tau = A \frac{\rho_{\text{усл}}}{510},$$

где  $A$  — коэффициент, зависящий от режима сушки;

$\rho_{\text{усл}}$  — условная плотность древесины заданной породы, кг/м<sup>3</sup>;

510 — условная плотность древесины березы, кг/м<sup>3</sup>.

При определении продолжительности сушки шпона в конвективных сушилках поправочный коэффициент на породу определяется по формуле

$$c_p = \frac{\rho_{\text{усл}}}{510}.$$

При контактной сушке шпона порода древесины не оказывает влияния на процесс, т. е.  $c_{\pi} = 1$ .

Влияние породы древесины на продолжительность сушки шпона при комбинированной сушке в роликовых сушилках определяется соотношением количества тепла, передаваемого шпону контактом и конвекцией.

В среднем поправочный коэффициент на породу при сушке шпона в роликовых сушилках можно определить по формуле

$$c_{\pi} = \frac{510 + \rho_{усл}}{1000}.$$

Продолжительность сушки шпона зависит от начальной влажности древесины, которая у древесины различных пород разная. Например, сушка соснового заболонного шпона сухопутной доставки продолжительнее сушки березового шпона той же доставки, потому что влажность соснового шпона 80—120%, а березового 60—80%.

**Усушка шпона.** В процессе сушки изменяются размеры шпона, т. е. происходит усушка. Усушка шпона обусловливается особенностями строения древесины. Наименьшая усушка происходит по длине волокон (0,25—0,35%), наибольшая — в тангенциальном направлении, т. е. по ширине шпона (7—11%). Усушка по толщине шпона (радиальная усушка) составляет 5—6%, но она обычно не учитывается, так как входит в общие нормативы упрессовки при склеивании. Неоднородность строения древесины, различная скорость удаления влаги вызывают неравномерность сушки шпона по площади листа. Это приводит к короблению, гофристости и растрескиванию.

На распределение влажности по площади листа шпона и на его усушку в первую очередь влияет режим сушки: температура агента сушки, продолжительность процесса, толщина шпона, порода древесины, начальная и конечная влажность и др.

Основным режимным фактором, влияющим на усушку, является температура агента сушки. Если условия равные, усушка одинакова при всех способах сушки. Чем выше температура агента сушки, тем меньше тангенциальная усушка. Так, увеличение температуры агента сушки от 110 до 180°C снижает усушку с 7,5 до 5%, что может дать 2—2,5% экономии древесины от снижения припусков на усушку.

Значительное влияние на величину усушки оказывает толщина шпона. С увеличением толщины усушка шпона по ширине резко уменьшается, а по толщине повышается. Как известно, с увеличением толщины увеличивается градиент влажности, а поэтому внутренние сырье слои препятствуют усушке наружных слоев. Наружные слои фиксируют свою усушку, находясь в напряженном состоянии. Увеличение градиента влажности на усушку по толщине оказывает обратное влияние; поскольку наружные слои сильно пересыхают, усушка в этих слоях большая при одной и той же средней влажности по сечению листа. Для практических расчетов

величины усушки шпона по ширине  $U_{ш}$  (%) пользуются следующими формулами:

при конечной влажности шпона 0—23 %

$$U_{ш} = (9 - 0,55W_{кон}^{0,8}) k_s k_t k_n \%,$$

при конечной влажности шпона выше 23 %

$$U_{ш} = (9 - 1,9W_{кон}^{0,4}) k_s k_t k_n \%,$$

где  $W_{кон}$  — конечная влажность сухого шпона, %;

$k_s$  — поправочный коэффициент на толщину шпона;

$k_t$  — то же, на температуру агента сушки;

$k_n$  — то же, на породу древесины.

Поправочные коэффициенты определяются следующими равенствами:

$$k_s = 1,21 - 0,14s \text{ (в пределах } s = 0,4 \div 3,5 \text{ мм);}$$

$$k_t = 1,42 - 0,003t \text{ (в пределах } t = 100 \div 250^\circ\text{C);}$$

$$k_n = \frac{\gamma_{усл}}{510},$$

где  $s$  — толщина шпона, мм;

$t$  — средняя температура по длине сушилки,  $^\circ\text{C}$ ;

$\gamma_{усл}$  — условная плотность древесины.

Для того чтобы обеспечить получение готовой продукции установленных ГОСТ размеров, рубить ленту шпона после лущильного станка следует с необходимым припуском на усушку.

Припуск на усушку по ширине листа рассчитывают с учетом размеров сухого шпона по формуле

$$A_{ш} = \frac{bU_{ш}}{100 - U_{ш}} \text{ мм,}$$

где  $A_{ш}$  — припуск на усушку при заданной конечной влажности, мм;

$b$  — ширина листа шпона при заданной конечности влажности, мм;

Вследствие неоднородности строения древесины и неравномерного распределения влажности по плоскости листа шпона усушка вызывает напряжения, которые приводят к короблению и даже растрескиванию шпона. Малая толщина шпона и большая поверхность листа способствуют быстрой сушке, вследствие чего изменяется форма листа шпона и затрудняется получение листа с плоской поверхностью и без внешних деформаций. Для обеспечения высококачественной сушки на лист шпона и фанеры необходимо воздействие внешних сил, которые уравновешивали бы возникающие при короблении силы и способствовали бы сохранению плоской поверхности листа. Для достижения этого применяют специальное оборудование и особые способы сушки.

## Сушка шпона в дыхательных прессах

Основные рабочие органы дыхательного пресса — стальные плиты, обогреваемые паром, который проходит через систему высушенных в плитах отверстий.

Плиты при работе пресса периодически сжимают находящийся между ними шпон. Вследствие такого периодического движения плит пресс получил название дыхательный.

Достоинства дыхательного пресса как агрегата для сушки шпона состоят в простоте эксплуатации, малой продолжительности процесса и относительно низкой себестоимости сушки. Пресс занимает незначительную площадь цеха.

К существенным недостаткам его относятся тяжелые условия работы обслуживающего персонала и недостаточно удовлетворительное качество сушки толстого шпона.

## Роликовые сушилки

Роликовые сушилки — это сушилки непрерывного действия с принудительной многократной циркуляцией воздуха. Шпон передвигается вдоль сушилки системой парных роликов. По характеру агента сушки различают роликовые сушилки паровые и газовые.

Паровые роликовые сушилки. На фанерных предприятиях установлены роликовые сушилки СУР-4 и СУР-5 с паровым обогревом. Шпон в этих сушилках движется по рядам парных роликов, расположенных в пяти этажах. Нижние ролики приводятся в движение бесконечной цепью, которая входит в зацепление со звездочкой (на каждом нижнем ролике установлена звездочка). При движении цепи звездочка начинает вращаться и через зубчатую передачу передавать это движение верхнему ролику.

Роликовая сушилка СУР-5 отличается от сушилки СУР-4 только своей длиной. Эта сушилка имеет четыре секции сушки и одну секцию охлаждения (длина секции 1,62 м). Сушилка обслуживается вентиляционной установкой из шести осевых вентиляторов, расположенных на двух параллельных многоопорных валах. Конструкции отдельных узлов аналогичны конструкциям соответствующих узлов сушилки СУР-4. Сушилка СУР-5 предназначена в основном для сушки строганого шпона.

Роликовая сушилка с сопловым дутьем марки VMS (Финляндия) (рис. 39) состоит из подъемной платформы 1 для стопы 2 шпона, механизмов 3 загрузки шпона, 11 секций сушки I—XI, 2 секций охлаждения XII и XIII, механизмов выгрузки 7. Рабочая длина сушилки 25,5 м.

Ролики 10 с сопловыми коробками 9 расположены в нижней части сушилки. В верхней части сушилки расположены осевые вентиляторы и пластинчатые калориферы.

Циркуляция воздуха осуществляется следующим образом. Вентилятор 8, засасывая отработанный воздух из межроликового пространства всех этажей, нагнетает его через калорифер в сопловые

коробки 9. Воздух, выходящий из сопел, омывает шпон и уходит в межроликовое пространство. Свежий воздух поступает из цеха через неплотности ограждений сушилки, а отработавший частично через воздуховод 4 выбрасывается в атмосферу.

Воздух в камере охлаждения приводится в движение осевыми вентиляторами 11 и 12, расположенным в воздуховодах 5 и 6. Вентиляторы 11 нагнетают в секции охлаждения холодный воздух, а вентиляторы 12 выбрасывают отработавший воздух в атмосферу.

Производительность сушилок с сопловым дутьем составляет  $3,5 \text{ m}^3/\text{ч}$ . Температура в сыром конце 130, в сухом  $140^\circ\text{C}$ .

Вследствие низкой прочности шпона в сыром состоянии в процессе рубки, перекладки и загрузки в сушилке до 20—30% листов переходит в более низкие сорта из-за трещин и разрывов.

В промышленность начинает внедряться новая технология производства шпона. Сырая лента шпона сушиется по мере выхода с лущильного станка, а разрезается на форматные листы после

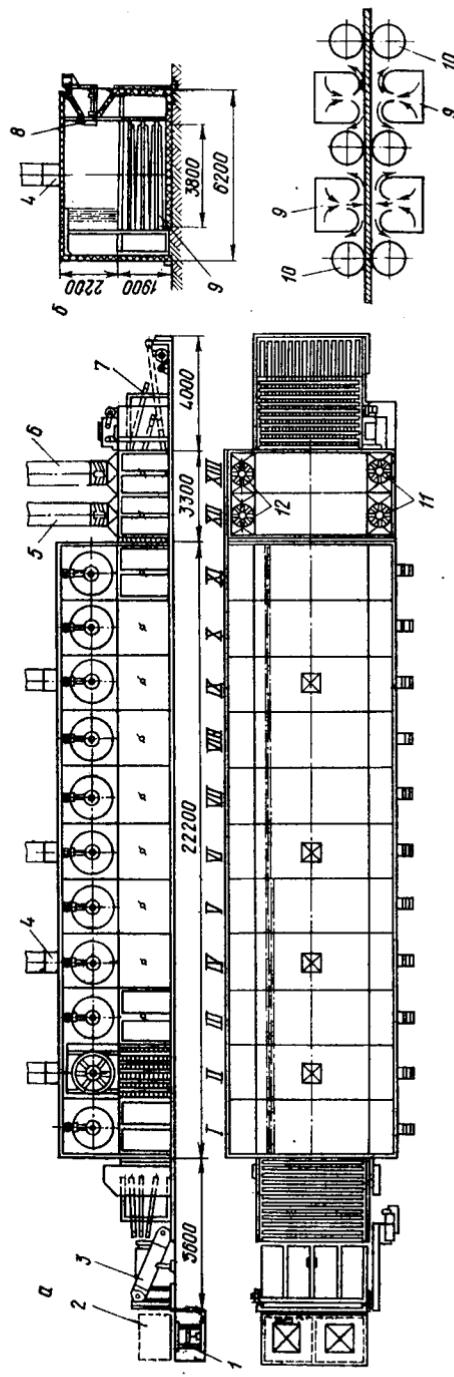


Рис. 39. Роликовая сушилка с сопловым дутьем Марки VMS:

а — общий вид; б — размещение сопловых коробок; 1 — подъемная платформа; 2 — штока; 3 — механизм загрузки; 4 — воздуховод выброса воздуха; 5 и 6 — воздуховоды калер охлаждения; 7 — механизм выгрузки; 8 — вентилятор механизма выгрузки; 9 — сопловые коробки; 10 — ролики; 11, 12 — вентиляторы; I—XII — секции сушилки; XIII—XIII — секции охлаждения

сушки. Это позволяет объединить разрозненные операции изготовления шпона в одну непрерывную поточную линию лущения, сушки, рубки и сортировки.

Наиболее рационально вести сушку непрерывной ленты шпона в роликовых сушилках. Для предупреждения заломов в качестве транспортирующего устройства ленты шпона по сушилке предложена ролико-цепная система. Она представляет собой сочетание парных роликов, между которыми прокатывается шпон, и трех парных цепей, проходящих вдоль каждого этажа в прорезях парных роликов и поддерживающих ленту при передаче ее от одной пары роликов к другой.

В ЦНИИФ разработана роликовая сушилка (рис. 40) для сушки ленты шпона с различной начальной влажностью. По вы-

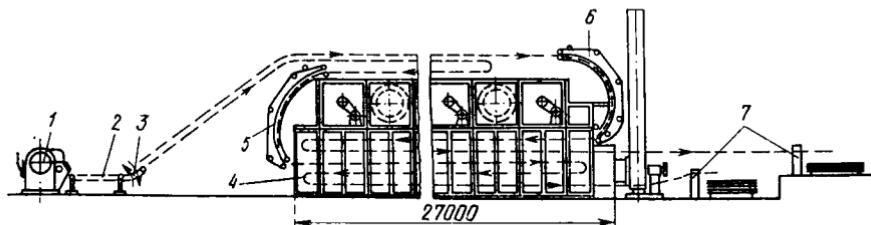


Рис. 40. Линия для сушки ленты шпона:

1 — лущильный станок; 2 — транспортер; 3 — распределитель; 4 — роликовая сушилка;  
5 — механизм загрузки второго яруса; 6 — механизм загрузки первого яруса; 7 — ножницы

соте она имеет два самостоятельных сушильных яруса. В первом ярусе может сушиться шпон из древесины ложного ядра бересы, ядра сосны, заболонной части лиственницы, во втором — шпон из древесины периферийной части бересы, заболони сосны и ядро-вого шпона лиственницы. В первом ярусе предусматривается 1,5 этажа для сушки и 0,5 этажа для охлаждения шпона, во втором — 2,5 этажа для сушки и 0,5 этажа для охлаждения.

От лущильного станка 1 шпон поступает на транспортер 2 и затем в зависимости от начальной влажности распределительным устройством 3 подается в первый или второй ярус сушилки через механизмы загрузки 5 или 4. После сушки лента рубится на форматные листы ножницами 6. Продвижение шпона по сушилке обеспечивается отдельным приводом для каждого яруса. Агент сушки осевыми вентиляторами подается на поверхность шпона через сопла. Топливо (мазут или природный газ) сжигается в компактных топках, расположенных над сушилкой.

Новая технология изготовления шпона позволяет уменьшить потери древесины на 3—5% и снизить трудовые затраты на операциях лущения, сушки, рубки и сортировки в 2—2,5 раза.

Газовые роликовые сушилки. Сырой шпон можно сушить до нормальной конечной влажности при температуре до  $300\rightarrow350^{\circ}\text{C}$ .

В сушилках с паровым обогревом возможность повышения

температуры воздуха ограничивается температурой пара, поэтому в настоящее время выпускают газовые роликовые сушилки. Эти сушилки работают на топочных газах, получаемых от сжигания различных видов топлива — твердого (древесных отходов), жидкого (мазута) и газообразного (природного газа).

Сушилка СРГ-25 (рис. 41) состоит из 12 секций: 10 секций сушки 1 и 2 секций охлаждения 2. Сушилка имеет восемь этажей вращающихся парных роликов 10 и 11. Уменьшить высоту этажей и довести их число до восьми при незначительном увеличении общей высоты позволило отсутствие калориферов.

Привод цепей роликов происходит от лебедки 14 через коробку скоростей 15.

Сушилка снабжена системой труб 5 и 6 для пожаротушения. Поступающие к сушилке вагонетки с сырым шпоном размещаются на двух подъемных платформах 9. Подъемниками поддерживают постоянный уровень верха стоп шпона относительно подающих роликов загрузочного механизма 8. Двое рабочих подают две стопы шпона на гидравлические подъемные платформы, которые автоматически дозатором поддерживают верхние листы на постоянном уровне. Верхние листы подают на ролики загрузочного механизма — вертикально движущегося четырехэтажного лифта. Лифт останавливается в верхнем или нижнем конечных положениях на 2—5 сек, в течение которых листы выгружаются на четыре верхние или четыре нижние этажа сушилки. Листы шпона автоматически распределяются по этажам загрузочной этажерки 7 и оттуда поступают на парные ролики сушилки. Механизмы загрузки последовательно подают листы на этажи сушилки.

Высушенный в сушилке и охлажденный в камере охлаждения шпон поступает на разгрузочное устройство 4. Механизмы этого устройства автоматически поочередно выгружают листы шпона со всех этажей на роликовый стол 3, который по мере комплектации стоп сухого шпона опускается. Затем включается привод роликов, и стопа перемещается на сортировку.

Газовоздушная смесь в сушилке циркулирует следующим образом. Топочные газы с температурой 800—1000°С, получаемые от сжигания топлива в топке 24, поступают в смесительную камеру 23, где смешиваются с отработавшими в сушилке газами, имеющими температуру 130—140°С и поступающими туда по газоходу 27, и со свежим воздухом, вводимым через отверстие 26. Полученная воздушная смесь с температурой 270—300°С дымососом 21 засасывается через искрогаситель 22 с циклоном и нагнетается по газоходу 20 в распределительный горизонтальный газоход 18 и далее по боковым вертикальным газоходам 17 и 19 поступает в сырой конец сушилки. В газоходах 17 и 19 газовоздушная смесь системой экранов распределяется по этажам сушилки.

В сушилке газовоздушная смесь перемещается по направлению движения шпона. Из сырого конца сушильной части (перед камерой охлаждения) отработавшая смесь по боковым газоходам

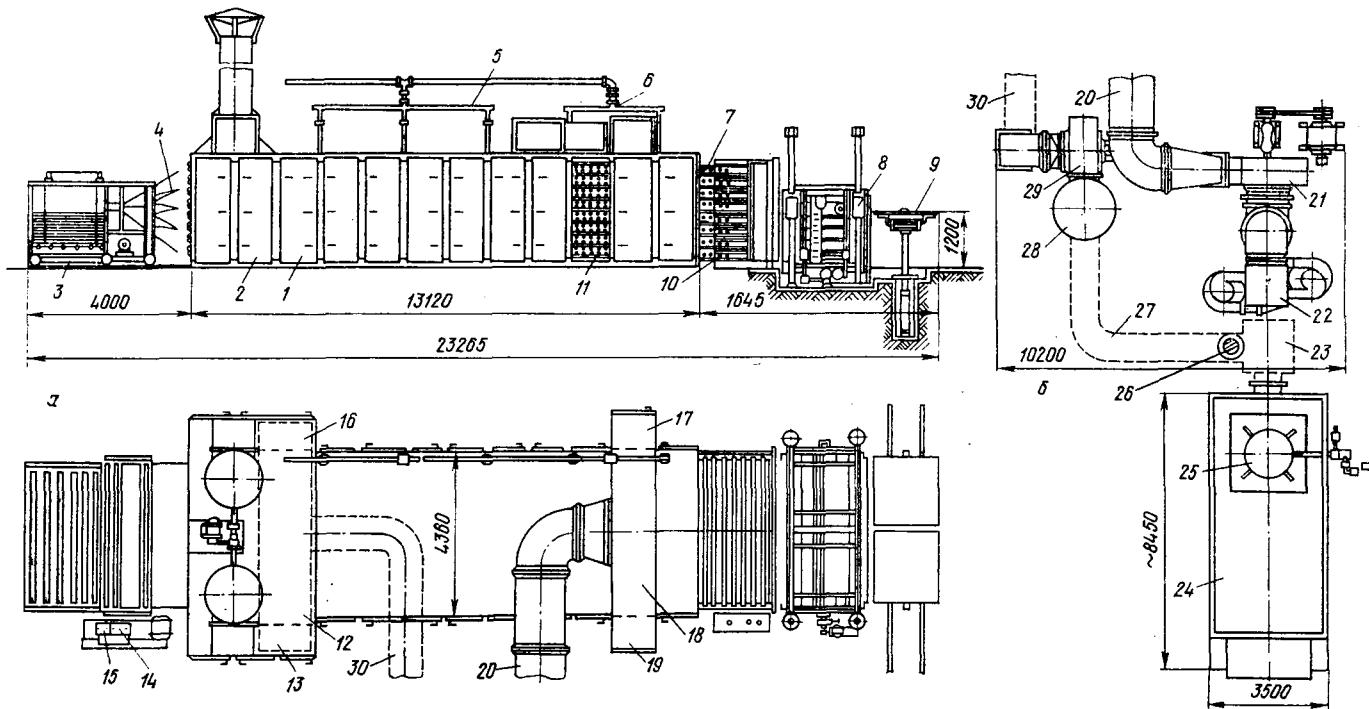


Рис. 41. Газовая роликовая сушилка СРГ-25:

**a** — устройство; **б** — установка топки и смесительной камеры; **1** — секции сушки; **2** — секции охлаждения; **3** — роликовый стол; **4** — разгрузочное устройство; **5, 6** — система труб пожаротушения; **7** — загрузочная этажерка; **8** — загрузочный механизм; **9** — подъемная платформа; **10, 11** — ролики; **12** — подземный газоход; **18** — горизонтальные газоходы; **13, 16, 17, 19** — вертикальные газоходы; **14** — лебедка; **15** — коробка скоростей; **20** — газоход для подачи топочных газов; **21** — дымосос; **22** — искрогаситель; **23** — смесительная камера; **24** — топка; **25** — дымовая труба; **26** — отверстие для ввода свежего воздуха; **27** — газоход для подачи газов в смесительную камеру; **28** — труба; **29** — вентилятор; **30** — газоход для отсоса газов (подземный)

13 и 16 и подземным газоходам 12 и 30 высасывается центробежным вентилятором 29, который выбрасывает часть этих газов в атмосферу через трубу 28, а другую часть нагнетает по газоходу 27 в смесительную камеру 23.

Сушилка снабжена системой аварийной сигнализации и автоматической системой тушения пожара паром. При авариях останавливается электродвигатель дымососа 21, открывается дымовая труба 25 и топочные газы поступают в атмосферу.

Роликовые сушилки СРГ-50 и СРГ-50-2 отличаются от роликовой сушилки СРГ-25 длиной зоны сушки, которая состоит из 20 секций. Сушилки СРГ-50 имеют две топки и две вентиляционные установки. Газовоздушная смесь поступает в среднюю часть сушилки, откуда движется к сырому концу против движения шпона и к сухому — по движению шпона. Отработавшие газы отсасываются из сырого и сухого концов.

Шпон после прохождения через сушильные секции имеет высокую температуру и его нужно охладить, чтобы можно было выполнить последующие технологические операции.

На горячий шпон нельзя наносить клей, так как снижается вязкость клея, и он проникает в древесину, не оставляя на ее поверхности пленки, необходимой для обеспечения требуемого качества склеивания. Синтетические клеи, нанесенные на горячий шпон, могут преждевременно отвердеть.

В охлажденном шпоне, уложенном в плотные стопы, с течением времени выравнивается влажность, в то время как в горячем шпоне, уложенном в стопы, вследствие разной скорости охлаждения по площади листов, создаются условия, способствующие еще большей неравномерности в распределении влажности. Неравномерная влажность шпона — причина образования пузырей, разнотолщинности фанеры и других видов брака при склеивании фанеры. Охлаждение шпона — важная технологическая операция, завершающая процесс сушки.

В роликовых сушилках шпон охлаждают сразу же после сушки в секции охлаждения. Камеру охлаждения нужно надежно изолировать от секций сушки. Между секцией сушки и камерой охлаждения следует оставлять открытую секцию. В зимних условиях в камере охлаждения может быть снижено общее количество циркулирующего воздуха из-за снижения числа оборотов вентиляторов.

В сушилках типа СРГ-50 с большой производительностью камеру охлаждения рекомендуется обслуживать двумя параллельными вентиляторными установками.

Во время работы роликовой сушилки необходимо следить за выполнением режимов сушки, чистотой рабочего места и чистотой подаваемых в сушилку листов шпона. Для предупреждения заломов шпона в сушилке должен быть постоянный контроль за правильностью подачи листов.

Заломом шпона называют состояние, когда торец проходящего между роликами листового шпона попадает под нижний

ролик или проходит над верхним роликом; при этом лист упирается в калорифер, останавливается и создает преграду для листов, поступающих за ним. Если рабочие на выгрузке вовремя не заметят, что из одного этажа не вышел лист шпона, внутри сушилки создается нагромождение листов шпона. При заломах шпона возможен изгиб роликов, разрыв приводных цепей, перелом деталей. В газовых роликовых сушилках большие заломы приводят к загоранию шпона.

Для ликвидации залома шпон измельчают в межроликовом пространстве и удаляют за пределы сушилки. Ликвидация залома шпона — очень трудоемкая операция, вызывающая значительные простой сушилки.

Причины заломов могут быть следующие: неисправность роликовой системы (остановка вращения одного или нескольких роликов); подача листов шпона в сушилку с перекосом, подача шпона близко к концам роликов, подача листов с большими трещинами; подача шпона разной толщины.

Бесперебойная работа вентиляторной установки, паропроводящей и конденсационной сетей, привода, контрольно-измерительных приборов — необходимые условия для получения высококачественного сухого шпона. Ритмичная подача сырого шпона обеспечивает достижение заданной производительности сушилки.

### Ленточные сушилки

Ленточная сушилка представляет собой сушильный агрегат непрерывного действия конвективного способа сушки. В нем шпон транспортируется вдоль сушилки между парными непрерывно движущимися металлическими сетками (лентами).

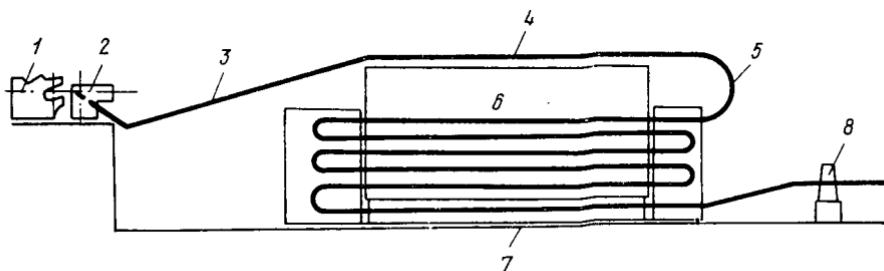


Рис. 42. Схема ленточной сушилки (продольный разрез).

1 — центровочное приспособление; 2 — лущильный станок; 3, 4, 5 — транспортеры; 6 — верхний этаж сушилки; 7 — камера охлаждения; 8 — ножницы

Поточная линия для непрерывной сушки ленты шпона в пятиэтажной ленточной сушилке с последовательным переходом ленты с этажа на этаж, разработанная финской фирмой «Рауте», показана на рис. 42.

Линия работает следующим образом. Выносным центровочным приспособлением 1 чурак загружается в шпиндель лущильного станка 2. Лента шпона направляется на наклонный транспортер 3,

а с него на ленточный транспортер 4, проходящий над сушилкой. С верхнего транспортера 4 сырья лента шпона по транспортеру 5 направляется в промежуток между двумя металлическими сетками верхнего этажа 6 сушилки. В верхнем этаже лента шпона перемещается по направлению к лущильному станку. В конце верхнего этажа, где сетка огибает барабан большого диаметра, установлен транспортер, направляющий ленту шпона в промежуток между сетками следующего этажа, которыми она транспортируется вдоль сушилки в обратном направлении и т. д.

За нижним этажом сушилки установлен транспортер камеры охлаждения 7, состоящий из трех секций. После охлаждения лента шпона подается к ножницам 8, где рубится на листы.

Металлические сетки в сушилке опираются на ролики. Между сетками этажей расположены сопловые короба 5 для перпендикулярной подачи воздуха на плоскости листов шпона (рис. 43). Расстояние от среза сопла до поверхности шпона с каждой стороны 35 мм.

Циркуляция воздуха создается осевыми вентиляторами 3, которые нагнетают воздух через калориферы 9 в сопловые короба.

Отработавший воздух из межсоплового пространства отсасывается тем же вентилятором и подается на рециркуляцию к калориферам. Обмен воздуха происходит через выхлопные трубы 7.

Верхний транспортер сырого шпона имеет устройства для предотвращения перекосов. Это же устройство используют для уменьшения расстояния между лентами шпона от двух смежных чурakov. Большая длина транспортера позволяет создать на нем необходимый запас шпона, чтобы обеспечить непрерывную работу сушилки, несмотря на перерывы в лущении (при переходе от одного чурака к другому).

На поточных линиях лущения, сушки и рубки шпона можно сузить шпон с одинаковой начальной влажностью. Однако при лущении сосновых или лиственничных чурakov, когда шпон из периферийной части чурака имеет начальную влажность 100—150%,

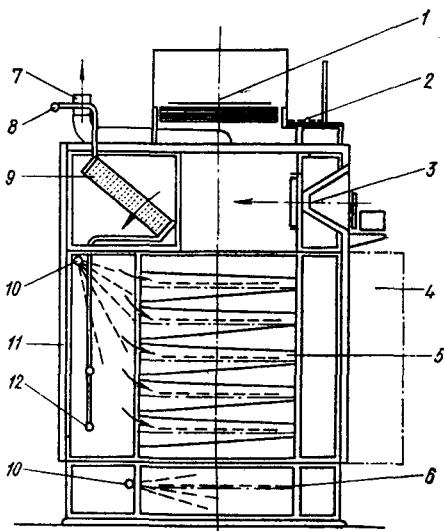


Рис. 43. Схема ленточной сушилки (поперечный разрез):

1 — транспортер; 2 — мостик обслуживания; 3 — вентилятор; 4 — двери; 5 — сопловой короб; 6 — транспортер камеры охлаждения; 7 — выхлопная труба; 8 — паропровод; 9 — калорифер; 10 — трубы пожаротушения; 11 — каркас сушилки; 12 — труба сбора конденсата

а из ядровой — 40—50%, создаются большие трудности. Если сушить такую ленту по режиму заболонного шпона, ядровый шпон высохнет до абсолютно сухого состояния и станет хрупким и непригодным для дальнейшего использования. Если сушить весь шпон по режиму ядрового шпона, заболонный шпон выйдет из сушилки недосушенным. Такое же положение будет с березовым шпоном, если в чураках есть ложное ядро, влажность которого 120—140%, а влажность периферийной части чурака 70—90%.

Для сушки такого разнородного по влажности шпона непрерывной лентой требуется специальная организация процесса, при

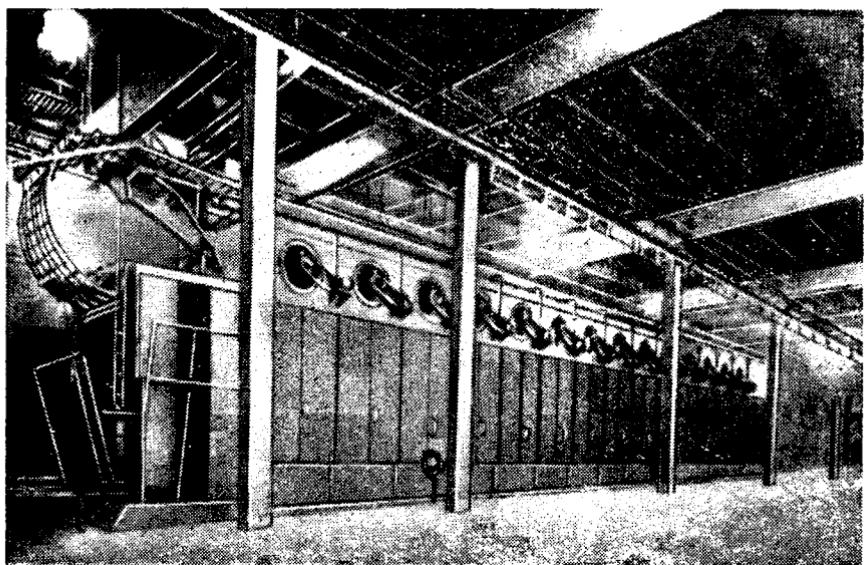


Рис. 44. Общий вид ленточной сушилки

котором заболонный шпон должен направляться через все этажи сушилки, а ядровый должен попадать только в последние этажи. Можно организовать сушку шпона с разной влажностью так, что для заболонного шпона будет отведен один ярус сушилки из нескольких этажей, а для сушки ядрового шпона — другой ярус с меньшим количеством этажей.

Поперечный разрез сушилки показан на рис. 43. Общий вид сушилки представлен на рис. 44.

#### Камерные и конвейерные сушилки

Для интенсивной сушки шпона (с нанесенным kleевым слоем) применяют камерные и конвейерные сушилки, обеспечивающие хорошую продувку шпона и быстрое удаление влаги с поверхности до того, как она пропитает шпон.

Камерные сушилки для сушки шпона применяют ограниченно. Более прогрессивны конвейерные сушилки типа НИИФ СТ-3 и НИИФ СТ-4.

### Продолжительность сушки шпона

Продолжительность сушки зависит от геометрических размеров шпона, пределов начальной и конечной влажности, типа сушилок, способа подвода тепла, режима сушки (температуры, влажности и скорости агента сушки) и ряда других факторов.

Уравнение продолжительности  $\tau$  сушки шпона имеет вид

$$\tau = \left( \frac{W_{\text{нач}} - W_{\text{кр}}}{N} + \frac{2,3}{k} \lg \frac{W_{\text{кр}}}{W_{\text{кон}}} \right) k_{\text{п}} k_{\text{ц}} \text{ мин},$$

где  $W_{\text{нач}}$  — начальная влажность шпона, %;

$W_{\text{кр}}$  — первая критическая влажность шпона, обычно принимаемая равной 30%;

$W_{\text{кон}}$  — конечная влажность шпона, %;

$N$  — коэффициент скорости сушки в первом периоде;

$k$  — коэффициент сушки во втором периоде;

$k_{\text{п}}$  — коэффициент, учитывающий породу древесины;

$k_{\text{ц}}$  — коэффициент, учитывающий направление циркуляции агента сушки в сушилке.

Коэффициенты сушки  $N$  и  $k$  зависят от типа сушилки, режима сушки и толщины шпона и определяются по следующим формулам:

для роликовых сушилок с продольной циркуляцией воздуха

$$N = \frac{t^{1.7} v^{0.25} a}{308 s^{1.3}} \% / \text{мин},$$

$$k = \frac{t^{1.9} v^{0.2} a}{22 500 s^{1.3}} \text{ мин}^{-1},$$

при паровом обогреве  $a=1$ , при обогреве топочными газами  $a=0,85$ ;

для роликовых сушилок с поперечной циркуляцией воздуха

$$N = \frac{t^{1.55} v^{0.4}}{150 s^{1.3}} \% / \text{мин},$$

$$k = \frac{t^{1.75} v^{0.3}}{10 700 s^{1.3}} \text{ мин}^{-1};$$

для роликовых сушилок с сопловым дутьем

$$N = \frac{4,8 t^2 v^{0.6}}{10^4 s^{1.3}} \% / \text{мин},$$

$$k = \frac{15 t^{2.3} v^{0.8}}{10^7 s^{1.3}} \text{ мин}^{-1};$$

для ленточных сушилок

$$N = \frac{t^{1.5} v^{0.45}}{200 s^{1.3}} \% / \text{мин},$$

$$k = \frac{t^{1.75} v^{0.31}}{16 \cdot 10^6 s^{1.3}} \text{ мин}^{-1};$$

для контактной сушки в дыхательных прессах

$$N = \frac{t^3 \sqrt{\pi}}{53 \cdot 10^4 s^{1.3}} \% / \text{мин},$$

$$k = \frac{t^{3.4} \sqrt{\pi}}{94 \cdot 10^6 s^{1.3}} \text{ мин}^{-1}.$$

В этих уравнениях:

$t$  — средняя температура воздуха,<sup>1</sup> газовоздушной смеси, плит дыхательного пресса, °C;

$v$  — средняя скорость воздуха, м/сек;

$s$  — толщина шпона, мм;

$\Pi$  — продолжительность контакта плит дыхательного пресса со шпоном, % от продолжительности цикла одного дыхания плит.

Время  $Z$  прохождения шпона по всей рабочей длине сушильного агрегата определяется по следующей формуле:

$$Z = \tau \frac{L}{L - l} \text{ мин},$$

где  $\tau$  — продолжительность сушки, мин;

$L$  — общая рабочая длина сушилки, м;

$l$  — длина секций охлаждения, м.

Продолжительность  $Z$  сушки шпона с нанесенным клеевым слоем определяется по формуле

$$Z = Z_h k_v k_\varphi k_{cm} \text{ мин},$$

где  $Z_h$  — продолжительность сушки шпона с нанесенной смолой С-1 при скорости воздуха 1,6 м/сек и относительной влажности воздуха 15% (определяется по nomogramme рис. 45), мин;

$k_v$  — поправочный коэффициент на скорость воздуха;

$k_\varphi$  — поправочный коэффициент на относительную влажность воздуха;

$k_{cm}$  — поправочный коэффициент на тип смолы.

<sup>1</sup> За среднюю рабочую температуру в сушилках принимается полусумма температур на входе и выходе воздуха из сушилки (в первой и последней секциях на уровне средины высоты сушилки). В сушилках с сопловым дутьем принимается средняя температура воздуха (газовоздушной смеси) на входе в сопловые короба. При контактной сушке температура плит пресса на 8°C ниже температуры насыщенного пара при заданном давлении.

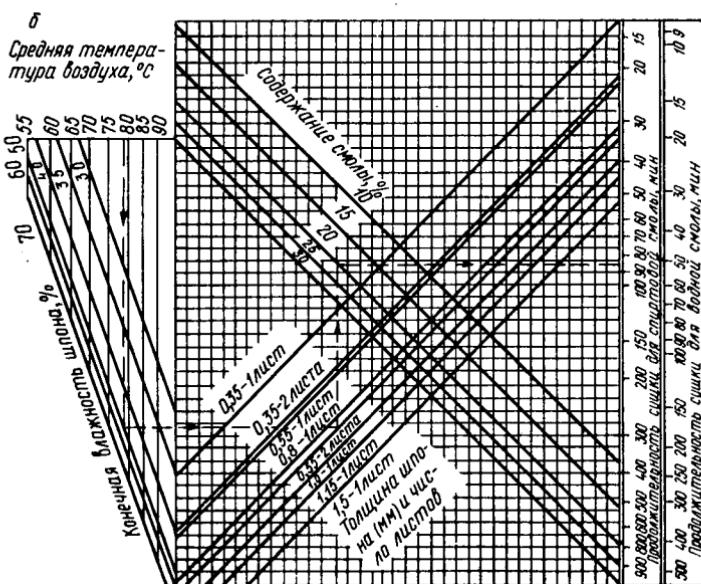
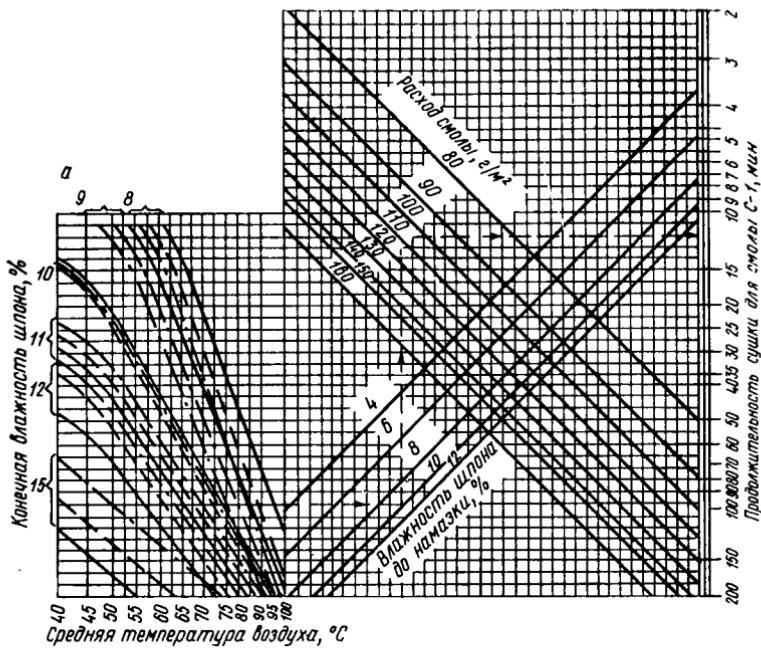


Рис. 45. Номограммы определения продолжительности сушки:  
 а — шпона с нанесенной смолой (толщина шпона — 1,5; — 1,15; — 0,80 мм); б — шпона, пропитанного смолой

**Значения поправочных коэффициентов  $k_v$ ,  $k_\phi$**

Скорость воздуха, м/сек . . . . .	0,5	1,0	1,6	2	3
Значения коэффициента $k_v$ . . . . .	2,2	1,4	1,0	0,88	0,75
Относительная влажность воздуха, % . . .	6	10	15	20	30
Значения коэффициента $k_\phi$ . . . . .	0,55	0,8	1,0	1,2	1,4

Значение поправочного коэффициента  $k_{cm}$  приведено в табл. 17.

Таблица 17  
Значение поправочного коэффициента  $k_{cm}$

Конечная влажность шпона, %	Поправочный коэффициент $k_{cm}$ для смолы			Конечная влажность шпона, %	Поправочный коэффициент $k_{cm}$ для смолы		
	C-1	НИИФ С-35	СБС-1		C-1	НИИФ С-35	СБС-1
8	1,0	0,45	0,6	11	1,0	0,84	1,0
9	1,0	0,55	0,83	12	1,0	1,00	1,0
10	1,0	0,70	1,0	15	1,0	1,50	0,7

### Режимы сушки шпона

Режимы сушки шпона в роликовых сушилках характеризуются состоянием сушильного агента и продолжительностью процесса. В паровых роликовых сушилках температура определяется давлением пара и поверхностью нагрева калориферов. В сушилках «Вяртсиля», «Рауте», «Валмет» она в среднем составляет 130° С, в сушилках «Зимпелькамп», СУР-3 — 110° С, в сушилках СУР-4, СУР-5 — 125° С.

В газовых роликовых сушилках при сушке березового шпона рекомендуется поддерживать среднюю температуру около 210° С (в сыром конце 270° С, в сухом 150° С).

При сушке шпона из сосны и лиственницы средняя температура не должна превышать 180—190° С.

Влагосодержание воздуха или газовоздушной смеси в роликовых сушилках режимом не регламентируется. Оно зависит от герметичности ограждений и обычно колеблется в пределах 150—250 г/кг.

Скорость движения сушильного агента рекомендуется в пределах 2—3 м/сек.

Для сушки шпона хвойных пород рекомендуется выделять отдельные сушилки, так как при сушке этого шпона ролики засоряются смолой. Для уменьшения засорения роликов шпон хвойных пород рекомендуется сушить при высоких температурах, при которых смола осаждается на роликах первых секций сушилки, а с них удаляется скребками.

Минимальной для сушки шпона из хвойных пород следует принимать температуру 180—190° С. Выше этой температуры смола исчезает, оставляя после себя в шпоне только окрашенное в ко-

ричневый цвет углубление. При более низкой температуре смола имеет тенденцию расплываться и может образовать в шпоне даже большие смолистые пятна. Практически верхний предел температуры сушки следует держать на уровне 250° С. Такая температура легко достижима обогревом дымовыми газами.

Для сушки строганого шпона используют ленточные и роликовые сушилки.

Основное требование к роликовым сушилкам для строганого шпона сводится к максимальному снижению расстояния между осями роликов для предупреждения заломов в процессе прохождения между роликами.

До последнего времени ручная загрузка и выгрузка полос строганого шпона позволяет использовать мощность роликовых сушилок не более чем на 50%. Практически производительность роликовых сушилок длиной 8 м (СУР-5), 15 м (СУР-4) одинакова при сушке строганого шпона и составляет 4—6 тыс. м<sup>2</sup> в смену. Это объясняется тем, что производительность сушилки определяется только возможностями ручной загрузки полос в сушилку.

Продолжительность сушки строганого шпона определяется его толщиной и подчиняется всем ранее выведенным закономерностям сушки шпона. Особенность применяемых режимов сушки строганого шпона — снижение температуры агента сушки до 110—120° С.

### Сушка шпона с нанесением фенолформальдегидной смолы

При производстве фанеры процесс нанесения фенолформальдегидных kleев на шпон и подготовки его для сборки в пакеты включает две операции: нанесение клея на шпон и сушку шпона для удаления излишней влаги и летучих.

Режимы сушки шпона с нанесенной смолой должны обеспечить быстрое удаление влаги в клее (раньше, чем она проникнет внутрь сухого листа) и не допустить частичного отверждения смолы. Проникновение излишней влаги внутрь листа, а с нею и смолы, снижает клеящую способность смолы и удлиняет срок сушки шпона.

Количество влаги в шпоне слагается из влаги, содержащейся в шпоне до нанесения (6—12%), а также влаги и летучих, наносимых вместе с kleем. При равных условиях общее количество влаги будет изменяться в зависимости от толщины шпона и разной исходной влажности, поскольку количество смолы на 1 м<sup>2</sup> поверхности изменяется мало.

Основными условиями, определяющими процесс сушки шпона, являются влажность шпона, расход и тип смолы, параметры агента сушки, продолжительность сушки и др.

На продолжительность сушки наибольшее влияние оказывает температура среды. Так, срок сушки до влажности 8% сокращается в 7,4 раза с увеличением температуры воздуха от 60 до 90° С. Чем выше температура среды, тем быстрее идет процесс сушки. Однако с повышением температуры среды более быстро отверждается смола. Отверждение смолы в пределах до 2%

не отражается на качестве склеивания фанеры. Таким образом, если сушилка может обеспечить такую продолжительность сушки, при которой отверждение смолы будет не более 2%, можно не опасаться высоких температур.

Скорость движения воздуха в сушилке и его влажность влияют на продолжительность сушки намазанного шпона так же, как и при сушке ненамазанного. Общая продолжительность сушки до средней конечной влажности 10% и при прочих равных условиях оказывается почти одинаковой независимо от толщины шпона. Количество наносимой смолы влияет на начальную влажность шпона. Продолжительность сушки пропорциональна расходу смолы ( $g/m^2$ ) на поверхность шпона. Заметное влияние на продолжительность сушки оказывает начальная влажность шпона до нанесения. Тип смолы при сушке до влажности 10—12% не влияет на продолжительность сушки.

Сушка пропитанного смолой шпона должна проходить с соблюдением определенных условий, обеспечивающих получение шпона без трещин, без воздушных пузырьков на поверхности и с минимальным отверждением смолы.

Основной фактор, влияющий на интенсивность сушки,— температура воздуха. Применение высоких температур при свободной усадке шпона исключает образование трещин. Причина образования пузырьков — интенсивное удаление влаги и летучих в первом периоде сушки при кипении растворителя. Учитывая это, а также температуру кипения воды и спирта в первом периоде сушки, для спирторастворимых смол следует применять максимальную температуру от 70 до 75°C и для водорастворимых — от 90 до 95°C. Во втором периоде применение высоких температур ограничивается допустимыми пределами отверждения смолы (2%).

В отличие от сушилок для шпона с нанесенной смолой в конвейерных сушилках для пропитанного шпона рамки, разделяющие листы, устанавливают с шагом 35—40 мм (вместо 70—80 мм для шпона с ненанесенной смолой). Между рамками устанавливают два листа шпона толщиной 0,55 мм. Продолжительность сушки 24—30 мин.

### Производительность сушилок

Производительность  $Q$  роликовой сушилки определяется по формуле

$$Q = Tnsb \frac{L}{Z} k_{\text{дл}} k_{\text{п}} k_{\text{и}} \text{ м}^3,$$

где  $T$  — продолжительность работы сушилки, мин;

$n$  — число листов шпона по ширине этажа, умноженное на число этажей;

$s$  — толщина шпона, м;

$b$  — ширина шпона, м;

$L$  — полная рабочая длина сушилки, м;

$Z$  — продолжительность сушки, мин;

- $k_{дл}$  — коэффициент заполнения шпоном рабочей длины сушилки (определяется по табл. 18);  
 $k_p$  — коэффициент учета времени при переходе сушки шпона одного вида к другому (в среднем 0,95);  
 $k_n$  — коэффициент использования времени работы сушилки (0,9—0,95).

Таблица 18

Значение коэффициента заполнения шпоном рабочей длины сушилки

Вид шпона	Значения коэффициента $k_{дл}$			
	паровых сушилок		газовых сушилок	
	с ручной загрузкой	с механизированной загрузкой	с ручной загрузкой	с механизированной загрузкой
Форматный	0,95	0,98	0,95	0,98
Кусковой	0,80	0,90	0,75	0,85
Строганый	0,75	0,85	—	—

Для увеличения производительности роликовых сушилок и более эффективного использования рабочей силы можно соединять по длине две сушилки СУР-4 или сушилку СУР-4 с сушилкой СУР-5. При этом оставляют одну секцию охлаждения в конце сушилки. При удлинении сушилок производительность их возрастает прямо пропорционально увеличению длины.

Сменная производительность  $Q_л$  конвейерной сушилки в листах шпона, пропитанного или с нанесенной смолой, определяется по формуле

$$Q_л = \frac{TLk_3}{Zt} k_n \text{ листов шпона},$$

где  $T$  — продолжительность смены, мин;

$Z$  — продолжительность сушки, мин;

$L$  — длина рабочей ветви конвейера в зонах сушки и охлаждения, мм;

$t$  — шаг установки рамок на конвейере, мм;

$k_3$  — коэффициент заполнения рамок конвейера шпоном, равный 0,95;

$k_n$  — коэффициент использования рабочего времени, принимаемый равным 0,9—0,95.

## § 16. СОРТИРОВКА СУХОГО ШПОНА

Сортировка шпона — одна из важнейших операций технологического процесса. Сортность листа шпона определяет сортировщика в зависимости от совокупности дефектов (пороков древесины и дефектов обработки). Количество возможных сочетаний дефек-

тов очень велико; кроме того, отдельные дефекты иногда трудно определить с достаточной точностью. Задача сортировщицы заключается в умении дать правильную общую оценку качества листа шпона.

Существуют правила подбора шпона в зависимости от сортов фанеры. В каждом листе фанеры различают две стороны; лицевую (правую) и обратную (левую); лицевая сторона лучшего качества, чем обратная; внутренний слой фанеры более низкого качества, чем наружный слой фанеры.

Для каждого сорта шпона четко определены допустимые пороки древесины и производственные дефекты. Сортобразующими пороками для шпона являются сучки различных видов и размеров, торцовые трещины, ненормальные окраски и гнили (ложное ядро, задыхание, пятнистость и синева), прорость, т. е. пороки древесины, вызванные условиями произрастания. К производственным дефектам, возникающим в процессе производства, относятся разнотолщинность, шероховатость и волнистость поверхности, трещины и т. д.

Для высших сортов фанеры внутренний слой не должен иметь выпавших сучков с отверстиями более 10 мм и разошедшихся трещин шириной более 0,2 мм.

В сортах фанеры АВ/В, АВ/ВВ, В/ВВ, В/С внутренние слои могут быть составлены из отдельных полос шпона, склеенных по ширине на ребро или по длине волокна на ус. В сортах фанеры ВВ/С и С/С частично допускается внутренний слой из кускового шпона без склеивания на ребро. Во всех сортах фанеры в качестве внутреннего слоя допускается шпон, имеющий ненормальную окраску (без ограничения размеров).

**Организация сортировки сухого шпона.** Сухой шпон сортируют сразу же после выхода его из сушилки. Помещение сортировочного отделения должно быть хорошо освещено и иметь соответствующую влажность и температуру воздуха.

В сортировочном отделении должны быть вывешены правила сортировки шпона, эталоны пороков древесины с описанием способов их измерения.

Сортировщицы должны быть снабжены микрометром с точностью отсчета 0,1 мм, линейкой с миллиметровыми делениями, карандашом или мелками.

При ручной сортировке сортировщицы укладывают шпон в плотные стопы на специальные подстопные места, сортируя его по толщине, сорту, размеру и назначению.

Площадь подстопного места должна быть не меньше наибольшей площади шпона полного формата и по высоте не менее 20 см.

На каждом подстопном месте вывешивают бирку с указанием сорта, назначения, толщины шпона, формата листов. Высота стоп шпона не должна превышать 0,8 м, чтобы не создавались неудобства при укладке и не происходили разрывы листов при транспортировке и наборе пакетов.

Для сортировки шпона по размерам необходимо предусмотреть

подстопные места для каждого основного сорта. При наличии пяти основных сортов шпона А, АВ, В, ВВ, С и трех сортов шпона для внутренних слоев фанеры общее количество подстопных мест должно быть 15.

В соответствии с инструкцией по сортировке и комплектованию шпона для склеивания фанеры по ГОСТ 3916—69 он распределяется по сортам на следующие категории:

1. Шпон для починки сучков до 40 мм (наружные и внутренние слои фанеры), полный формат и обрез продольный и поперечный.

2. Шпон для починки сучков более 40 мм (наружные и внутренние слои), полный формат и обрез продольный и поперечный.

3. Шпон для починки сучков более 60 мм (наружные и внутренние слои), полный формат и обрез продольный и поперечный.

4. Внутренний слой 1 — полный формат.

5. Внутренний слой 2 — полный формат.

6. Внутренний слой 3 — полный формат и кусковой шпон с параллельными долевыми кромками.

7. Сорта А и АВ — полный формат.

8. Сорта А и АВ — обрез.

9. Сорт В — полный формат.

10. Сорт ВВ — полный формат.

11. Сорта В и ВВ — обрез.

12. Сорт С — полный формат.

13. Сорт С — обрез.

14. Товарный шпон (I, II, III сорта).

15. Кусковой шпон (сортов АВ, В, ВВ, С) для ребросклейвания.

Стопу шпона от сушилки в сортировочное отделение цеха подает автопогрузчик или электрокара.

От правильного размещения стоп рассортированного шпона зависит качество работы сортировщика. Он хорошо ориентируется в подборе сортов шпона для склеивания фанеры и меньше делает лишних движений.

Для облегчения труда сортировщиков создается механизированная линия сортировки шпона (рис. 46).

Электрокарой стопа шпона подается на гидравлический стол 1. Со стола полистно подвижной тележкой 2 лист шпона захватывается пневмоприсосами и по направляющим 3 подается на движущийся транспортер 4. Концевой выключатель отключает вакуум и лист шпона 5 с тележки под собственным весом опускается на транспортер. Высота падения листа 100 мм. Далее тележка возвращается в исходное положение над стопой шпона, а гидравли-

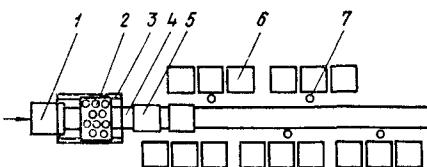


Рис. 46. Линия сортировки шпона:

1 — подъемный гидравлический стол; 2 — тележка; 3 — направляющие; 4 — транспортер; 5 — лист шпона; 6 — подстопное место для отсортированного шпона; 7 — рабочее место

ческий стол совершают подъемное движение, чтобы сохранить заданную высоту по отношению к присосам подвижной тележки.

Сортировщица берет с транспортера лист шпона в зависимости от сортности, укладывает его на определенное подстопное место б.

Линия сортировки сухого шпона увеличивает производительность труда сортировщиков на 20%, уменьшает количество торцовых разрывов шпона. Линия работает при толщине шпона более 1 м.м.

Шпон, рассортированный по сортам и толщинам, поступает в kleевое отделение завода. Чтобы kleевое отделение работало бесперебойно, сортировочное отделение должно иметь как минимум полусменный запас сухого отсортированного шпона.

### § 17. ОБРАБОТКА СУХОГО ШПОНА

Для улучшения качества фанеры производят починку шпона, которая заключается в том, что из листа шпона удаляют различные дефекты (сучки, багорные пробоины, черные прорости), а отверстия заделывают вставками из высококачественного шпона.

Для починки шпона применяют полуавтоматические станки ПШ. На этих станках все операции, кроме укладки на стол листа шпона, снятия его и закладки ленты шпона в кассету, выполняются автоматически.

Шпонопочиночный станок ПШ имеет чугунную Г-образную станину со столом. В станине смонтированы механизм для высечки отверстий в листах шпона, механизм для высечки вставок из полос шпона, вентилятор с воздуховодом для удаления вырубленного дефекта, привод и приборы управления.

Вставка, помещенная в отверстие, вырубленное в листе шпона, держится в нем в результате трения, возникающего между нею и стенками отверстия.

В настоящее время применяют вставки овальной и ромбической формы. В зависимости от размера вставки подразделяют на три группы: мелкие  $32 \times 18$ , средние  $40 \times 25$ , крупные  $60 \times 32$  и  $80 \times 40$  м.м. Качество починки во многом зависит от шпона, применяемого для вставок. Шпон должен быть без сучков и трещин. Влажность его должна быть ниже влажности листа, который чинят. Для этого шпон, из которого изготавливают вставки, подсушивают до влажности 4—6%. Из кускового высококачественного шпона вырезают полосы, ширина которых превышает размер вставки на 7—8 м.м. Полосы шпона должны быть подобраны так, чтобы вставка и лист шпона совпадали по толщине, цвету и текстуре древесины. Размеры вставок должны превышать размеры отверстий на 0,1—0,2 м.м. Полосы шпона для вставок следует использовать в ту же смену, в которой подсушивался шпон, так как при хранении в цехе влажность их повышается и не соответствует условиям починки.

Взаимное положение инструмента в шпонопочиночном станке показано на рис. 47. Работа на станке выполняется следующим

образом. Лист шпона вручную укладывают на стол. После этого нажатием на педаль включают рабочий ход станка. Лист шпона 5, помещенный рабочим на стол 6 станка, плотно прижимается прижимом 4 к столу. Верхняя просечка 2 при движении сверху вниз высекает в листе шпона дефектное место, которое удаляется за пределы станка пневматически. Установщик 8, двигаясь снизу вверх, плотно прижимает ленту к нижней просечке 1 и вырубает вставку, по размеру соответствующую удаленному дефектному месту.

Установщик со вставкой продолжает движение вверх до упора с толкателем, благодаря чему вставка устанавливается плотно в отверстие листа. При движении установщика внутри нижней просечки верхняя просечка 2 возвращается в исходное положение. После установки вставки в лист шпона в исходное положение возвращаются установщик 8 и толкатель 3. Подача полоски шпона в станок выполняется вручную. Когда в станке останется полоска шпона длиной 200 мм, зажигается сигнальная лампа. Это значит, что полоску шпона следует заменить новой.

В починку отбирают листы шпона сортов В, ВВ, С. Сорт С идет на починку в том случае, если он отсортирован по качеству с учетом только размера и количества сучков. Если основным сортоопределяющим пороком являются не сучки, а разошедшаяся трещина, шпон не следует направлять в починку, так как починка не улучшит его качество. Как правило, починка повышает качество шпона на один сорт.

Основной недостаток такого способа починки шпона состоит в том, что при транспортировке шпона к месту сборки листов фанеры, а также в процессе самой сборки пакетов из листов шпона перед склеиванием вставки выпадают. Для устранения этого дефекта был разработан станок ПШ-2, на котором вставка по большой оси эллипса промазывается kleem и вставляется в выбитое отверстие. В качестве kleя применяют поливинилацетатную эмульсию (ПВАЭ). Установка вставок на kleю исключает возможность их выпадения при транспортировке, а также использование починенного шпона для средних слоев фанеры после пропуска его через kleеноносящий станок.

Схема организации починки шпона показана на рис. 48. После починки шпон сортируется на девять подстопных мест для лиственных пород и на пять для хвойных. Почкиненный шпон сорти-

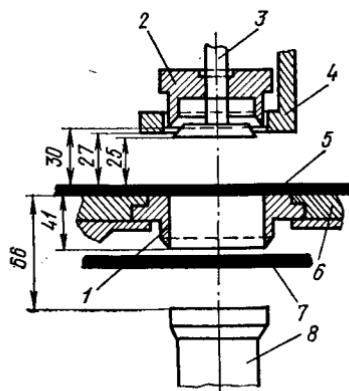


Рис. 47. Взаимное расположение инструментов в шпонопочиночном станке:

1 — нижняя просечка; 2 — верхняя просечка; 3 — толкатель; 4 — прижим; 5 — лист шпона; 6 — стол станка; 7 — лента шпона, на которой вырубается заплатка; 8 — установщик

руется на следующие подстопные места: 1) сорт АВ — форматный лист шпона; 2) сорт В — форматный лист шпона; 3) сорт ВВ — форматный лист шпона; 4) сорт С — форматный лист шпона; 5) сорт 1 — средний слой фанеры форматный лист; 6) сорт АВ — обрез; 7) сорт В — обрез; 8) сорт ВВ — обрез; 9) сорт С — обрез.

Починенный шпон из хвойных пород сортируют для внутреннего слоя фанеры 2-го сорта, а также по пунктам 1, 2, 3, 4 сортировки лиственных пород древесины.

Причины, вызвавшие дефекты починки и способы их устранения, приведены в табл. 19.

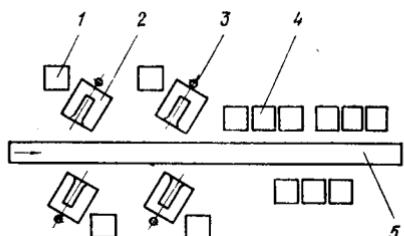


Рис. 48. Схема организации починки шпона:

1 — шпон для починки; 2 — шпонопочиночный станок; 3 — рабочее место; 4 — починенный шпон; 5 — транспортер

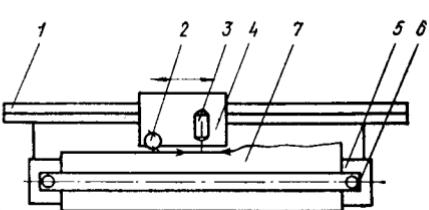


Рис. 49. Схема работы кромкофуговального станка:

1 — направляющая; 2 — фреза; 3 — пила;  
4 — каретка; 5 — стол; 6 — прижимная балка; 7 — пачка шпона

Производительность  $A$  шпонопочиночного станка в листах шпона определяют по формуле

$$A = \frac{3600Tkk_1}{tm},$$

где  $T$  — продолжительность работы станка, ч;

$k$  — коэффициент использования рабочего времени (0,96);

$k_1$  — коэффициент использования машинного времени (0,99);

$t$  — время на заделку одного дефектного места, равное 3—5 сек;

$m$  — число вставок на один лист (10).

В производстве лущеного шпона около 10% перерабатываемого сырья составляет кусковой шпон, который получают при лущении из II и III зон чурaka. Куски шпона из II зоны чурaka более высокого качества, так как их получают из периферийной зоны, но размер их по длине волокна меньше размера чурaka. Куски шпона из III зоны чурaka получают в результате вырубки дефектных мест из ленты шпона, а также при обрыве ее, некратности длины ее числу форматных листов шпона и т. д. Длина кусков шпона этой зоны равна длине чурaka.

Некоторое количество кускового шпона образуется при сушке шпона, транспортировки его в помещении цеха, сортировки и т. д. и составляет 2—4% перерабатываемого сырья, идущего на производство фанеры.

Таблица 19

## Дефекты заделки шпона и способы их устранения

Дефекты заделки шпона	Причина, вызвавшая дефект	Способы устранения
Выпадение вставки	Размеры вставок меньше размеров отверстий в шпоне	Между установщиком и матрицей не должен возникнуть чрезмерный зазор. Нижняя часть отверстия матрицы не должна быть больше верхней
	Низкая посадка вставки в шпон	Установщик должен доходить до верхней плоскости матрицы. При неисправности вентилятора выброшенный из матрицы дефектный участок подается на ленту шпона, а затем поднимается вверх и препятствует установке вставки в шпон
	Высокая посадка вставки	Установщик не должен подниматься выше верхней плоскости матрицы
	Недостаточный прижим шпона к столу в момент установки вставки в шпон	Давление пружины на прижимное кольцо должно быть достаточным. Исправить поломки пружины
	Чрезмерная влажность вставки	Досушить полосы шпона для вставок
Вставка поставлена ниже пласти шпона	Установщик не доходит до верхней поверхности матрицы	Отрегулировать ход установщика
	Недостаточный прижим шпона к столу в момент установки вставки в шпон	Давление пружины на прижимное кольцо должно быть достаточным
Вставка поставлена выше пласти шпона	Установщик поднимается выше верхней поверхности матрицы	Правильно отрегулировать ход установщика
Вставка поставлена с перекосом	Верхняя плоскость не перпендикулярна ходу установщика	Установщик должен быть правильно изготовлен

П р о д о л ж е н и е

Дефекты заделки шпона	Причина, вызвавшая дефект	Способы устранения
Вставка поставлена с перекосом	Поверхность стола не перпендикулярна ходу установщика	Правильно смонтировать стол полуавтомата
Поломка или трещина на вставке	Перекос ленты шпона в момент рубки вставки	Устраниить недостаточный подъем кронштейна с кассетой и лентой шпона
Выколы на шпоне в месте соединения шпона и вставки	Чрезмерно плотная посадка вставки в шпон; отверстие в шпоне меньше вставки	Проверить зазор между установщиком и матрицей и между просечкой и матрицей
Неправильная форма вставки	Задержка ленты шпона в кассете	Отрегулировать ширину ленты шпона

Переработка кускового шпона в форматные листы снижает расход сырья на 1 м<sup>3</sup> фанеры, сокращает расход клея и повышает производительность труда при сборке пакетов шпона перед прессованием. Переработка кускового шпона заключается в подготовке его для сращивания по длине и ширине, чтобы получить форматные листы шпона для склеивания фанеры.

Кусковой шпон в зависимости от размеров можно перерабатывать как вдоль волокон древесины, так и поперек. Обработка кускового шпона вдоль волокон древесины предусматривает прифуговку продольных кромок и их ребросклейивание. Обработанные таким образом листы шпона идут в основном на наружные слои фанеры. Обработка кускового шпона поперек волокон включает усовку (скашивание кромок на ус) поперечных кромок с последующим склеиванием скошенных кромок на ус.

Обработка сухого кускового шпона вдоль волокон (продольный кусковой шпон) начинается с сортировки по толщине, ширине и сорту. Ширина кускового шпона для продольной переработки должна быть не менее 100 мм. Подбор кусков шпона по ширине уменьшает потери при фуговании кромок. Сортировка по сортности предусматривает отбор кускового шпона с идентичными пороками, а также подбор по цвету древесины, что упрощает сортировку ребросклейенного шпона, повышает сортность.

После сортировки кусковой шпон в пачке подается на кромкофуговальный станок, на котором выравниваются по ширине, фугуются и намазываются kleem продольные кромки.

На рис. 49 показана схема работы кромкофугового станка КФ-7. На стол 5 станка кладут пачку отсортированного кускового

шпона и зажимают прижимной балкой 6. Каретка 4 по направляющей 1 совершает рабочий ход, при котором пилой и фрезой пачка шпона выравнивается с одной стороны. При обратном ходе каретки пачка шпона переворачивается на 180°, снова прижимается прижимной балкой, и операция повторяется.

Кромкофуговальный станок КФ-9 оснащен только фрезой. Ручная намазка боковых кромок кусков kleem заменена намазкой kleenanoсящим устройством.

Качество отфугованной кромки шпона проверяют, соединяя на ровном столе смежные кромки двух отфугованных кусков шпона. Затем проверяют противоположную кромку одного из отфугованных кусков шпона. Качество фугования зависит также от настройки

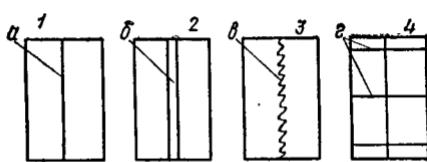


Рис. 50. Ребросклевывание продольных кромок кусков шпона:

*a* — kleem; *b* — бумажной лентой; *c* — термопластичной зигзагообразной kleевой ниткой; *d* — термопластичной kleевой ниткой; 1—4 — шпон

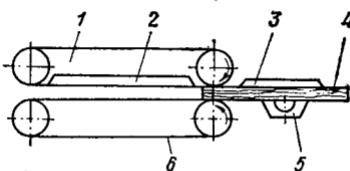


Рис. 51. Схема работы безленточного ребросклевающего станка:

1, 6 — верхняя и нижняя цепи станка; 2 — нагревательное устройство; 3 — направляющая линейка; 4 — шпон; 5 — смачивающее устройство

ножевой фрезы. Ножевая головка должна плотно сидеть на валу. Угол заострения ножевой фрезы должен быть в пределах 30—35°.

Производительность  $A_n$  кромкофуговального станка определяют по формуле

$$A_n = \frac{Tk}{\tau_p + \tau_b} \text{ пачек},$$

где  $T$  — продолжительность работы станка, мин;

$k$  — коэффициент использования рабочего времени (0,95);

$\tau_p$  — время, затраченное на ручные операции, равное 2—3 мин;

$\tau_b$  — время, затраченное на рабочий и холостой ходы каретки (по паспорту станка), мин.

Сращивание продольных кусков в форматные листы шпона сводится к соединению вдоль продольных кромок kleem, бумажной лентой или термопластичной kleевой нитью, что носит общее название ребросклевывание кускового шпона.

На рис. 50 показаны методы ребросклевывания продольных кромок кускового шпона. По типу *a* соединения кускового шпона работают безленточные ребросклевающие станки с продольной и поперечной подачей кускового шпона.

На рис. 51 показана схема работы безленточного ребросклевающего станка РС-8. Склеваемая пара кусков шпона подается по обеим сторонам направляющей линейки 3, плотно прижатая

к ней. Касаясь диска смачивающего устройства 5, кромки полос смачиваются 10%-ным раствором формалина. При прохождении шпона под нагревательным устройством смоченный формалином клей плавится и подсыхает. Формалин способствует более быстрому схватыванию клея.

Перед пуском станка необходимо тщательно проверить температуру нагревающих элементов, так как при низкой температуре процессы плавления и отверждения клея до выхода шпона из станка могут не закончиться и шов расклеится.

К дефектам безленточного способа склеивания кусков шпона с продольной подачей относятся: продольное смещение одной по-

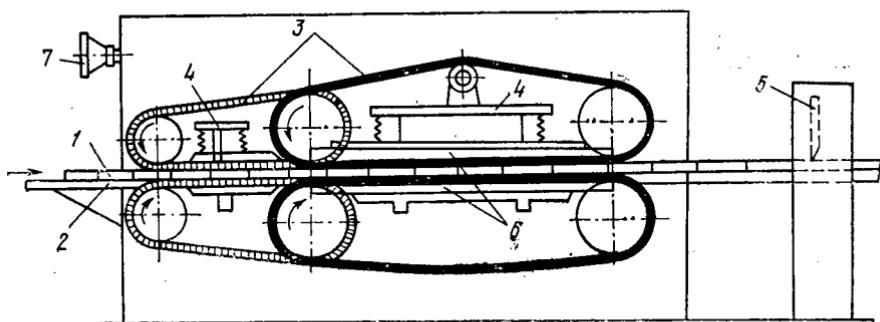


Рис. 52. Схема безленточного ребросклейывающего станка РСП-2 с поперечной подачей:

1 — склеиваемые куски шпона; 2 — стол станка; 3 — подающие транспортеры; 4 — прижимы (условно без прижимных роликов); 5 — пожницы; 6 — нагреватели; 7 — маховик для регулирования скорости подачи

лосы относительно другой вследствие неравномерного захвата шпона приемными цепями или неправильной загрузки кусков шпона в станок; неплотный клеевой шов из-за некачественной прифуговки кромок кускового шпона или недостаточного прижима цепей станка; расклеивание шва вследствие низкого качества клея, слабого раствора формалина, повышенной влажности шпона и недостаточного нанесения клея.

На рис. 52 показана схема безленточного ребросклейывающего станка РСП-2 с поперечной подачей кускового шпона. В этом случае после склейки кусков шпона образуется непрерывная лента, которую можно разрезать на листы необходимых размеров. В отличие от ребросклейывающих станков с продольной подачей, где для сближения и поддержания контакта кромок служат цепи, в станке с поперечной подачей сближение происходит из-за разности скоростей подающего транспортера и транспортера в зоне нагрева, а усилие прижима кусков друг к другу — в результате сил трения, которые зависят от нормального давления холостых роликов на подпружиненных подвесах, расположенных над транспортерами.

Установленные в зоне нагрева термоэлементы поддерживают температуру среды в пределах 160—220° С.

Из станка шпон выходит непрерывной лентой, ширину которой регулирует конечный выключатель. Он приводит в движение ножницы, которые режут ленту шпона. Синхронно с ножницами работает шпоноукладчик. Направляющие, поддерживающие лист шпона, расходятся, и лист падает на расположенную под ним вагонетку. Когда стопа нарезанных листов достигает определенной высоты, укладчик прекращает работу. Станок обслуживается одним рабочим.

Для склеивания кускового шпона применяют синтетические клеи марок МФС-1, М-60, М-70.

Кроме безленточного способа соединения кускового шпона, существует ленточный способ, основанный на применении в качестве kleевой основы гуммированной ленты шириной 20—25 мм, одна сторона которой покрыта мездровым kleем.

Таким способом куски шпона склеивают на ленточном ребро-склеивающем станке РС-6. Этот имеет станину консольной формы и стол, на который вручную кладут куски шпона.

Принцип работы станка основан на прохождении гуммированной ленты через ванночку с водой, пропускании ее через обогреваемый электричеством ролик, под которым одновременно проходят плотно прижатые кромками друг к другу два куска шпона. Под действием температуры бумага склеивается со шпоном и подсушивается.

Установив ленту в катушке станка, ее подводят под горячий цилиндрический ролик 4 (рис. 53), ипускают станок. Ролики в ванночке смачивают пленку kleя водой. В местах перегиба kleевой пленки поставлены цилиндрические ролики, которые во избежание перекоса ленты врачаются в регулирующих центрах.

За первой парой кусков шпона пускают вторую (в торец первой пары). Обрезается лента отсекателем, установленным в станке.

Ребро-склеивание гуммированной лентой выполняют также на ленточном ребро-склеивающем станке РС-7 с улучшенной конструкцией механизма настройки на склеивание шпона различной толщины. Вместо нижних конусных роликов на этом станке применена специальная пластинчатая втулочно-роликовая цепь.

Дефекты склеивания кусков шпона ленточным способом те же, что и безленточным. Кроме того, шпон может отставать от kleевой

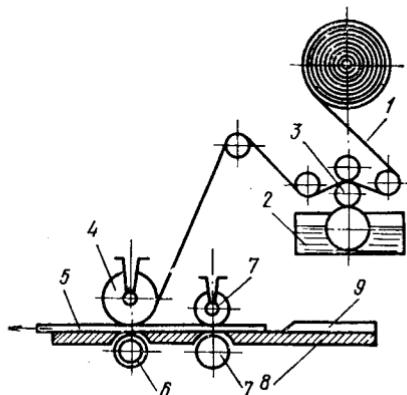


Рис. 53. Схема ленточного ребро-склеивающего станка:

1 — гуммированная лента; 2 — ванночка с водой; 3 — смачивающий ролик; 4 — нагревающий ролик; 5 — шпон; 6 — конический ролик; 7 — подающие ролики; 8 — стол станка; 9 — направляющая линейка

ленты из-за плохого ее качества или недостаточного обжима и обогрева. Разрыв ленты также может происходить вследствие неисправности натягивающих ее роликов.

Производительность  $Q$  ребросклейывающих станков определяют по формуле

$$Q = A_{\text{л}} \frac{LBs}{1000} \text{ м}^3 \text{ в смену},$$

где  $A_{\text{л}}$  — производительность станка в листах шпона;

$L$  — длина листа,  $m$ ;

$B$  — ширина листа,  $m$ ;

$s$  — толщина шпона,  $мм$ .

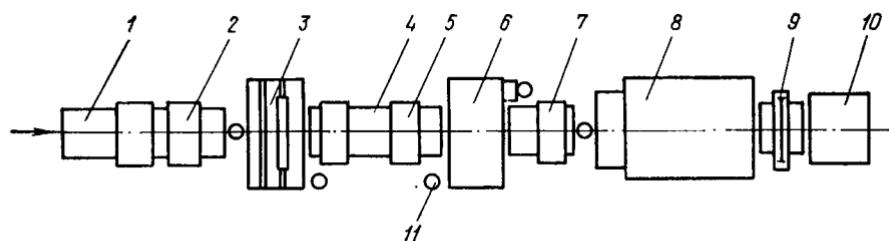


Рис. 54. Линия по переработке кускового шпона:

1 — транспортер подачи кускового шпона; 2 — кусковой неприрублленный шпон; 3 — прирубочный автомат; 4 — транспортер прирублленных кусков шпона; 5 — прирублленный кусковой шпон; 6 — кромкофуговальный станок КФ-9; 7 — фугованные и проклеенные по кромке куски; 8 — ребросклейывающий станок РСП-2; 9 — пневматические ножницы; 10 — укладчик листового шпона; 11 — рабочее место

Для станков с продольной подачей производительность

$$A_{\text{л}} = \frac{U}{\left(\frac{B}{b} - 1\right) l} \text{ листов шпона},$$

$b$  — ширина кусков шпона,  $мм$ ;

$l$  — длина кусков шпона,  $мм$ ;

$U$  — производительность, определяемая по формуле

$$U = T v k k_1 \text{ пог. м},$$

где  $T$  — время работы станка,  $мин$ ;

$v$  — скорость подачи,  $м/мин$ ;

$k$  — коэффициент загрузки станка (0,92);

$k_1$  — коэффициент использования рабочего времени станка (0,95).

Для станков с поперечной непрерывной подачей производительность

$$A_{\text{л}}' = \frac{U}{B} \text{ листов шпона}.$$

Созданный в ЦНИИФ прирубочный автомат для кускового шпона позволил при прирубке шпона сократить отходы в 6 раз

за счет использования электромеханических датчиков, а также позиционное оборудование — кромкофуговый станок КФ-9, ребросклейивающий станок РСП-2 — объединить в одну механизированную линию по переработке кускового шпона (рис. 54). Такая линия установлена на Парфинском ДОКе. Линию обслуживает 5 человек. Производительность линии 6 м<sup>3</sup> форматного шпона в смену.

В ФРГ запатентован и фирмой «Купер» выпускается ребросклейывающий станок, соединяющий продольные куски термопластичной клеевой нитью (рис. 55).

На опоре 1 крепится прижимной валец 2, расположенный в кожухе 3. Кожух болтами 4 прикреплен к опоре 1. Перед прижимным вальцом размещен на качающемся рычаге 5 воронкообразный колпак 6, внутри которого находится электронагреватель 7 с расположенной в нем трубкой 8. Нижний конец этой трубки почти касается склеиваемой строганой фанеры или шпона 9. Верхний конец трубы расширен в виде воронки. По трубке проходит нить 10, пропитанная термопластичным связующим.

В электронагревателе связующее размягчается, и нить после прижима ее вальцом наклеивается на соединяемые куски строганой фанеры или шпона. Так как рычаг совершает непрерывное качательное движение, нить ложится на склеиваемый шпон зигзагообразно.

Той же фирмой выпускается ребросклейивающий станок со склеиванием термопластичной нитью кускового шпона при попечной его подаче.

В СССР разрабатывается станок РСП-10 с аналогичным методом склеивания кускового шпона.

Для повышения выхода фанеры из сырья приходится использовать и короткие куски шпона, получающиеся из II зоны чурка, склеивая их по длине волокон. Для прочной склейки их можно соединять внахлестку. Чтобы толщина образовавшегося при этом шва не была больше толщины самого листа, торцевые кромки кусков срезают на клин, образуя так называемый ус. Выполняется усование на специальном усовочном станке рис. 56.

На рис. 56, а показан усовочный станок 2FVS финской фирмы «Рауте». Станок предназначен для одновременной усовки двух противоположных кромок шпона с одновременным нанесением клея на одну из усованных кромок. Шпон подается двигающимся по направляющим четырьмя бесконечными цепями, между

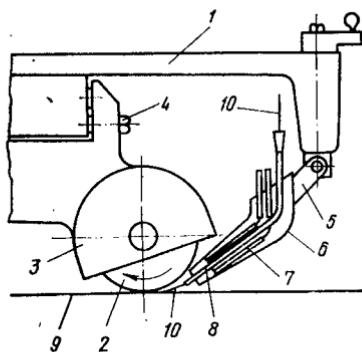


Рис. 55. Схема ребросклейивающего станка фирмы «Купер» (ФРГ):

1 — опора; 2 — прижимной валец; 3 — кожух; 4 — болт; 5 — качающийся рычаг; 6 — колпак; 7 — электронагреватель; 8 — трубка; 9 — куски шпона; 10 — нить

которыми он зажимается. Скорость подачи бесступенчатая, равная 11—35 м/мин. Станок оснащен kleenamазывающим устройством, которое вращающимися валиками, расположенными под углом, наносит клей на скошенную кромку шпона (рис. 56, б).

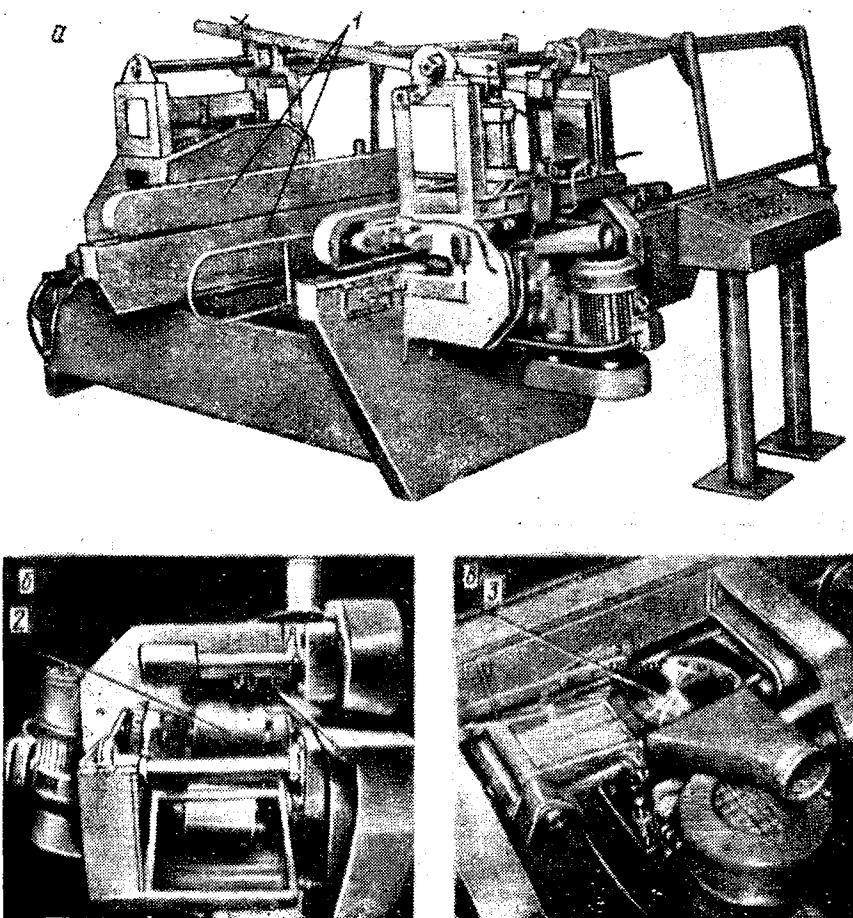


Рис. 56. Усовочный станок 2FVS фирмы «Рауте» (Финляндия):  
а — общий вид; б — kleenamазывающее устройство; в — пильный узел; 1 — ограждения подающих цепей; 2 — kleenапосящие валики; 3 — пильный диск

Режущий инструмент — дисковые пилы (рис. 56, в), имеющие наклон к горизонтальной плоскости. Обслуживают станок двое рабочих. Производительность станка 4—5 м<sup>3</sup> в смену.

Для склеивания усованного шпона применяют узкоплитные прессы (рис. 57). На подающем столе пресса находится передви-

Гаёная вручную каретка, на которой расположены толкатели шпона, поворачиваемый ограничитель и ручной рычаг для прижимов.

Шпон для склеивания укладывают на каретку по одному куску, причем намазанный kleem скос передней кромки кладут вниз. Клеевой шов подается кареткой под горячие плиты пресса. Пресс автоматически включается конечным выключателем, расположенным под кареткой, а размыкается автоматически реле времени.

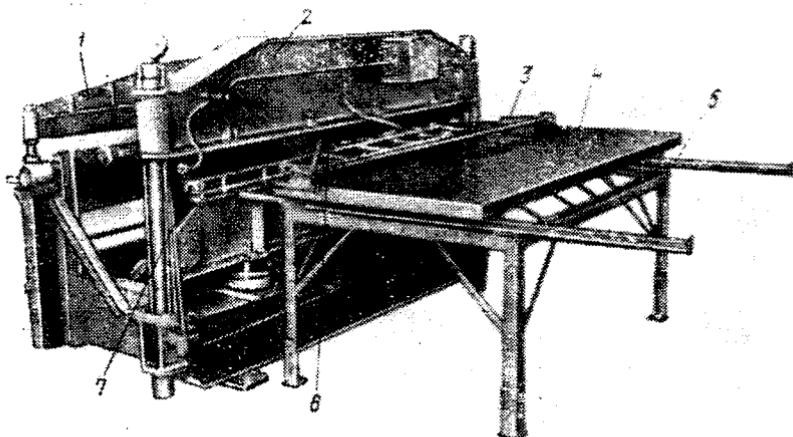


Рис. 57. Узкоплитный пресс «Рауте» (Финляндия):

1 — ножницы; 2 — верхний архитрав; 3 — толкатели шпона; 4 — каретка; 5 — стол;  
6 — рычаг для прижимов шпона; 7 — ограждение плиты пресса

Выходящую из пресса непрерывную ленту шпона рубят на куски необходимой длины; для этого за прессом устанавливают специальные ножницы.

Плиты пресса нагреваются электричеством до 150—180° С. Для склеивания применяют клей С-1 и М-70. Время склеивания шпона зависит от марки клея и толщины шпона. При толщине шпона 1,5 мм, давлении 15 кгс/см<sup>2</sup> и использовании фенолформальдегидных смол процесс склеивания протекает за 30—40 сек. При использовании мочевино-формальдегидных смол он заканчивается за 20—30 сек.

Усование и склеивание на ус применяют также для получения фанеры больших размеров, чем плиты kleильного гидравлического пресса, а также шпона, размеры которого не соответствуют размерам большеформатной фанеры.

Обслуживают узкоплитный пресс двое рабочих; при склеивании усованной фанеры и наличии укладчика пресс обслуживается одним рабочим.

## ПРОИЗВОДСТВО СТРОГАНОГО ШПОНА

### § 18. ПРОИЗВОДСТВО СТРОГАНОГО ШПОНА И ШПОНА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Строганый шпон предназначен для облицовки изделий из древесины, а также древесных материалов — фанеры, стружечных плит и т. д.

Строганый шпон вырабатывают из древесины следующих пород:

лиственных рассеяннопоровых — бук, ореха, клена, чинары, груши, яблони, тополя, березы, ольхи, граба, явора, черешни, красного дерева, лимонного дерева, карельской березы, диморфита;

листенных кольцепоровых — дуба, ясеня, ильма, вяза, шелковицы, каштана, бархатного дерева, акации, карагача;

хвойных — тиса, лиственницы.

В зависимости от текстуры древесины строганый шпон подразделяется на следующие виды: радиальный, полурадиальный, тангенциальный и тангенциально-торцевый, получаемый от наплыпов.

Отличительные признаки этих видов шпона должны соответствовать требованиям ГОСТ 2977—65\* (1-VIII-72).

Шпон в зависимости от качества древесины, обработки и назначения подразделяется на три сорта: I, II, III.

Строганый шпон из рассеяннопоровых пород должен быть шириной не менее 80 мм, длиной не менее 400 мм и толщиной 0,6; 0,8; 1 мм; для кольцепоровых — толщиной 0,8 и 1 мм при той же ширине и длине.

Поскольку строганый шпон применяют для отделки лицевых поверхностей изделий, действующий ГОСТ на строганый шпон существенно ограничивает допускаемые пороки древесины. Так, сучки допускаются диаметром не более 10 мм для I-го сорта и до 30 мм для III-го (один сучок на 1 м длины шпона). Грибные и химические окраски в I-м сорте не допускаются и допускаются не более 10% к площади листа в III-м сорте шпона.

Технологическая схема производства строганого шпона

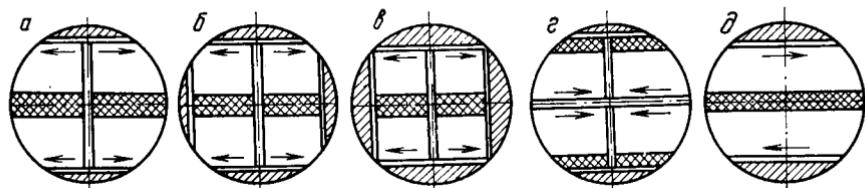


Способы хранения сырья на складе описаны в § 6. Породы древесины, применяемые для производства строганого шпона, в большинстве не стойки к торцовому растрескиванию. Это необходимо

учитывать и затемнять торцы при хранении, засыпать торцы штабеля опилками и увлажнять их.

Сырье поступает на предприятие в кряжах. Такое сырье проходит вначале поперечный раскрой на чураки размерами, соответствующими размерам шпонострогального станка. Поперечный раскрой выполняется балансирными пилами. При больших диаметрах сырья используют бензиномоторные или электромоторные цепные пилы.

Продольный раскрой сырья — важная и ответственная операция, и она выполняется при соблюдении следующих требований: 1) получения наиболее красивой текстуры древесины; 2) максимального выхода шпона из сырья.



#### Условные обозначения

- заготовка
- горбыль
- ототруг

Рис. 58. Схемы продольного раскюя сырья:  
а — ванчесный трехсторонний; б — ванчесный четырехсторонний тупокантный;  
в — ванчесный четырехсторонний острокантный; г — полуванческий;  
д — двухкантовый брусьевый (кряжевый)

Существует много схем продольного раскюя древесины, однако в промышленности не все нашли применение ввиду сложности и трудоемкости такого раскюя. Мы ограничимся рассмотрением лишь только тех из них, которые наиболее широко распространены на отечественных предприятиях.

На рис. 58 показаны схемы продольного раскюя сырья. Ванчесный трехсторонний способ (рис. 58, а) применяется для кряжей диаметром 40—60 см. Полученная при распиливании параллельно продольной оси часть бруса, у которого одна из плоскостей распила перпендикулярна двум другим, называется ванчесом.

От кряжа с двух противоположных сторон отпиливают горбыли и доску с таким расчетом, чтобы конечная ширина постели каждого ванчеса была не менее 8—10 см. После этого кряж поворачивают на 90° и распиливают пополам (через центр). Таким образом, получают два трехсторонние опиленных ванчеса. Текстура шпона вначале будет тангенциальной, затем полурадиальной и радиальной. В отруг уходит часть древесины, равная (для двух ванчесов) сердцевой доске. Строгание ведется с одной перекантовкой. Этот способ можно рекомендовать для строгания древесины всех пород. Недостаток способа сводится к отсутствию боковых постелей, что затрудняет крепление ванчесов.

Ванчесный четырехсторонний тупокантный способ (рис. 58, б) применяют также для кряжей 40—60 см. Из одного кряжа

получают две заготовки, являющиеся по форме сечения четырехсторонними тупокантными ванчесами.

Этот способ отличается от предыдущего получением двух боковых постелей, в результате чего создаются условия для жесткого одновременного крепления такого количества ванчесов, которое необходимо для полного заполнения платформы станка по ширине. Текстура шпона вначале будет тангенциальной, затем полурадиальной и радиальной.

Ванчесный четырехсторонний острокантный способ (рис. 58, в) отличается от предыдущего получением острокантных ванчесов. Его недостаток заключается в снижении выхода шпона при непосредственном строгании, а преимущество — в простоте крепления ванчесов и получении шпона одинаковой ширины с ровными кромками, что позволяет снизить трудовые затраты на обрубке сухого шпона ножницами. Кроме того, получаемые одинаковых размеров ванчесы снижают отходы при выравнивании их под одну плоскость.

Полуванчесный способ (рис. 58, г) заключается в том, что ванчесы с более узкими постелями распиливают пополам. Он отличается от предыдущих тем, что при строгании сначала получается радиальный шпон максимальной ширины, затем полурадиальный и почти не получается тангенциального. В оструг уходит только наиболее узкая и менее ценная заболонная часть древесины, что способствует повышению количественного и качественного выхода шпона.

Недостаток этого способа — трудность крепления полуванчесов на платформе станка, однако при внедрении нового устройства раздельного крепления каждого полуванчеса этот способ найдет широкое применение.

Двухканально-брусьевой (кряжевый) способ (рис. 58, д) применяется для кряжей диаметром 30—40 см. Горбыли отпиливают с двух сторон с таким расчетом, чтобы ширина постели бруса в середине его длины была без учета заболонной части не менее 8—10 см и чтобы уже после первых срезов можно было получить листы шпона длиной не менее 1 м.

Строгание ведется с одной перекантовкой бруса. В оструг уходит сердцевая доска. При этом способе получается главным образом тангенциальный шпон, в меньшей мере полурадиальный и радиальный.

Этот способ непригоден для раскroя древесины с ярко выраженным сердцевинными лучами в связи с тем, что при резании навстречу сердцевинным лучам древесина скальвается по ним в виде характерных вырывов, резко снижающих качество поверхности строганого шпона.

В шпонострогальном станке трудно закреплять одновременно несколько двухканальных брусьев.

Полезный выход шпона из сырья или расход сырья на 1 м<sup>3</sup> сырого строганого шпона в зависимости от способа раскroя представлен в табл. 20.

Таблица 20

Расход сырья на 1 м<sup>3</sup> строганого шпона в зависимости от способа раскroя

Способ раскroя (см. рис. 58)	Диаметр сырья, см	Расход сырья на 1 м <sup>3</sup> сырого строганого шпона, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>
<i>a</i>	40—60	1,92—2,0
<i>b</i>	40—60	2,0—2,08
<i>c</i>	40—60	2,0—2,08
<i>d</i>	60 и более 30—40	1,665—2,0 1,96—2,27

Перед строганием брусья и ванчесы должны подвергаться тепловой обработке в парильных ямах или в автоклавах (см. § 9).

Брусья и ванчесы перед строганием должны быть окорены. Окорка выполняется топором или ломиком с расплющенным острым концом. Отходы в виде коры удаляются из помещения в специально выделенные места. При окорке лиственницы лубяной слой должен быть снят полностью.

Строгание шпона — процесс поперечного резания древесины, где поступательное движение резания выполняется ножом или древесиной при отсутствии движения подачи в процессе резания.

В существующих конструкциях шпонострогальных станков используют две схемы строгания: вертикальную и горизонтальную (рис. 59).

При вертикальной схеме строгания кряж перемещается прямо-линейно возвратно-поступательно в вертикальной плоскости, в то время как нож остается неподвижным. Подача ножа на толщину шпона происходит в конце нерабочего (холостого) перемещения кряжа вверх.

В горизонтальной схеме движение резания сообщается ножу и происходит в горизонтальной плоскости. Во время резания кряж остается неподвижным, а в конце холостого хода ножевого суппорта подается вертикально вверх на заданную толщину шпона.

Кинематика резания по этим схемам совершенно равноценна. Однаковы, следовательно, силовые и качественные характеристики резания. Однако станки, построенные по этим схемам, имеют свои достоинства и недостатки в отношении занимаемых производственных площадей, удобства обслуживания и т. д. В нашей стране, как и во всех европейских странах, распространение получили станки с горизонтальной схемой строгания.

Из определения процесса следует, что траектория движения резания и истинная траектория резания при строгании совпадают и имеют вид прямой линии.

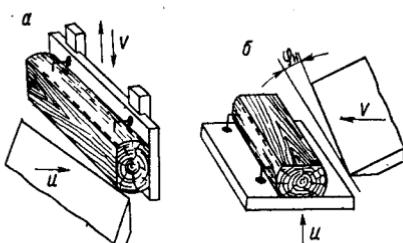


Рис. 59. Схема строгания шпона:  
*a* — вертикальная; *b* — горизонтальная

Скорость резания при возвратно-поступательном движении резца — величина переменная. Она изменяется от 0 в начале хода суппорта до максимального значения в середине и снова до 0 в конце хода. Так как скорость рабочего хода суппорта обычно равна или мало отличается от скорости холостого хода, скорость резания можно характеризовать средней скоростью перемещения суппорта и определять по формуле

$$v_{cp} = \frac{2Sn}{60 \cdot 1000} \text{ м/сек},$$

где  $S$  — длина хода суппорта, мм;

$n$  — число двойных ходов суппорта в минуту.

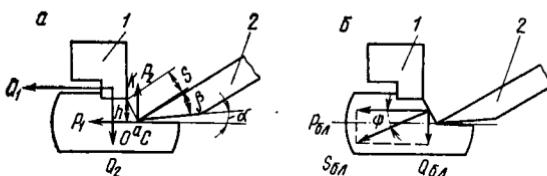


Рис. 60. Схемы угловых параметров и сил при строгании:

а — схема угловых параметров и действия сил ножа и прижимной линейки; б — схема сил со стороны блока нож-прижимная линейка на ванчес; 1 — прижимная линейка; 2 — нож

На рис. 60, а, показаны угловые параметры ножа при строгании: угол заточки ножа  $\beta$  равен 16—17°; задний угол  $\alpha$  составляет 1—2°.

Резание при строгании шпона ведется обязательно с наклоном ножа к оси кряжа и, таким образом, к направлению волокон под углом  $\varphi_n = 10 \div 12^\circ$  (см. рис. 59).

Для предотвращения образования трещин в шпоне от действия силы  $P_2$  применяют прижимную линейку.

Величина обжима  $\Delta$  принимается равной 10—15% и равна

$$\Delta = \frac{s - h}{s} \cdot 100,$$

откуда

$$h = s \left( 1 - \frac{\Delta}{100} \right),$$

где  $h$  — просвет между ножом и линейкой по вертикали, мм;  
 $s$  — толщина шпона, мм.

Таким образом, взаимное положение ножа и линейки можно регулировать величинами  $h$  и  $a$ .

Расстояние  $OC = a$  определяется по формуле

$$a = s \left( 1 - \frac{\Delta \%}{100} \right) \operatorname{tg} \delta.$$

На рис. 60, а показана схема равнодействующих сил от действия ножа и прижимной линейки на ванчес, т. е. сил  $P_1$  и  $P_2$ ,  $Q_1$  и  $Q_2$ . Абсолютные значения сил  $P_{бл}$  и  $Q_{бл}$  (рис. 60, б) рассчитываются по аналогии с силами резания при лущении (см. § 10). Поправочный множитель  $a_\phi$  (см.  $\varphi_n$  на рис. 59), учитывающий влияние наклона лезвия ножа к направлению волокон, принимается следующий:

Угол наклона лезвия, град . . . . .	5	10	15
Множитель $\varphi_n$ . . . . .	1.08	1.20	1.35

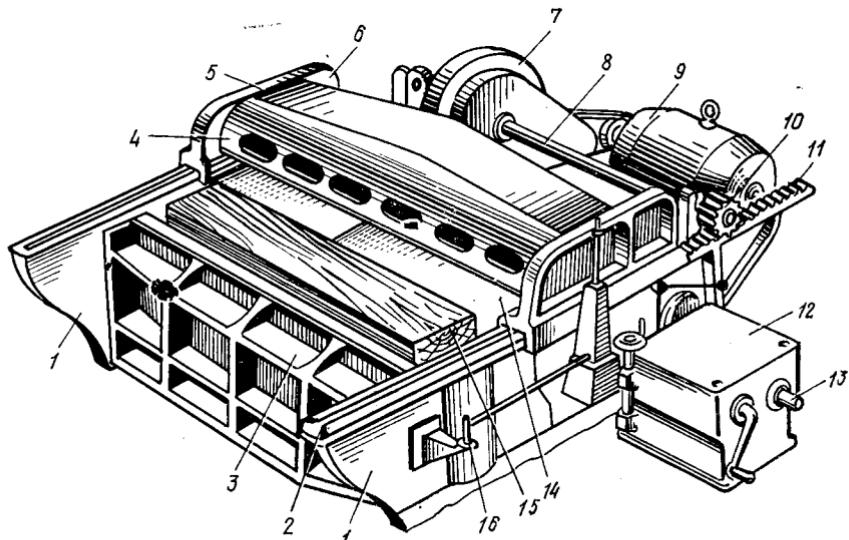


Рис. 61. Общий вид горизонтального шпонострогального станка ФММ-3100:  
1 — стойки; 2 — направляющие; 3 — упорная стенка; 4 — траверса обжимной линейки;  
5 — траверса ножа; 6 — ползун; 7 — муфта; 8 — вал; 9 — электродвигатель; 10 — зубча-  
тое колесо; 11 — рейка; 12 — коробка передач; 13 — вал; 14 — стол (платформа); 15 —  
заготовка; 16 — педаль

Как уже отмечалось выше, строганный шпон получают на шпонострогальных станках. На рис. 61 показан общий вид станка ФММ-3100.

Существенный недостаток шпонострогальных станков — нет устройств для механизированного отбора срезанных листов шпона из полости подвижного суппорта станка и раскладки листов в пачки (кноли).

Кнолем называется стопа, в которую уложен шпон, полученный из одного бруса или ванчеса в порядке его строгания. Соблюдение кноя обеспечивает при фанеровании строганным шпоном незаметный для глаза плавный переход от одного вида текстуры древесины к другому.

На многих предприятиях шпон выбирают из полости суппорта шпонострогального станка, как правило, вручную. Этой операцией

занято двое рабочих. Работа эта трудоемкая, требующая внимания и аккуратности. Ручной труд в обращении с тонким шпоном часто приводит к образованию продольных трещин.

В настоящее время известно несколько отечественных устройств для механизации выбора шпона из полости суппорта шпонострогального станка и укладки его. На рис. 62 приведены такие устройства.

Устройство «Киев-1», автоматизирующее съем листов строганого шпона со станка и укладывающее их в пачки, представляет собой спаренный многоленточный транспортер, установленный на

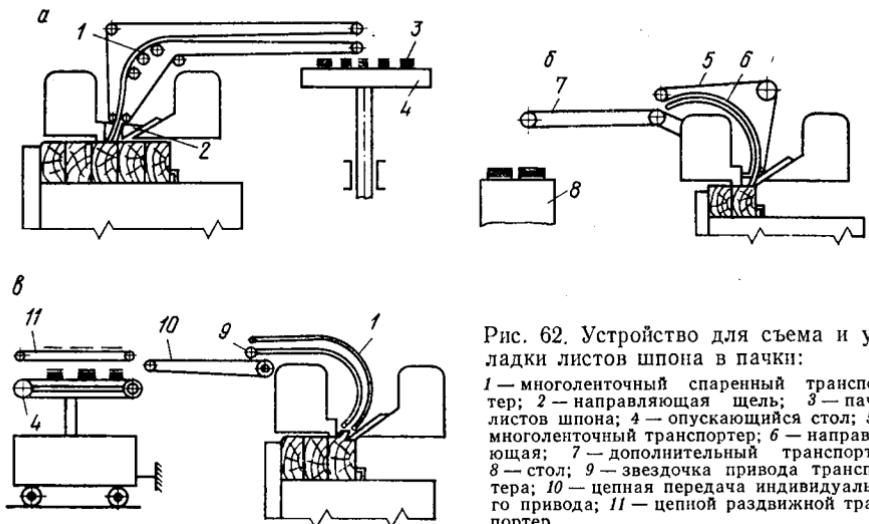


Рис. 62. Устройство для съема и укладки листов шпона в пачки:  
 1 — многоленточный спаренный транспортер; 2 — направляющая щель; 3 — пачки листов шпона; 4 — опускающийся стол; 5 — многоленточный транспортер; 6 — направляющая; 7 — дополнительный транспортер; 8 — стол; 9 — звездочка привода транспортера; 10 — цепная передача индивидуального привода; 11 — цепной раздвижной транспортер

ножевом суппорте шпонострогального станка (рис. 62, а). Это устройство с помощью спаренных бесконечных лент отбирает срезаемые листы шпона, не допуская скручивания последних, транспортирует их вверх и, постепенно перегибая в сторону, обратную той, в которую листы пытаются скручиваться, поворачивает их на 90° и далее транспортирует их в горизонтальном направлении. Из-за изгиба при одновременном проветривании и остывании листы шпона в значительной мере теряют способность скручиваться в трубки. После этого транспортер выдаёт листы шпона на опускающийся стол, где они укладываются с каждого ванчеса в отдельную пачку в порядке их срезания, или на механизм для транспортировки и загрузки в сушилку. С транспортера на стол листы шпона выдаются при относительном покое их, так как скорость движения суппорта при рабочем ходе и скорость движения транспортирующих лент в обратном направлении равны.

В конструкции И. И. Гриппа (рис. 62, б) листы шпона движутся между изогнутым выпуклым металлическим листом и тяговыми лентами, после чего консольно закрепленным на передней

балке суппорта ленточным транспортером сбрасываются и укладываются в стопы на неподвижный стол.

Устройство для автоматического съема и укладки листов строганого шпона разработано Брянским технологическим институтом (рис. 62, в). Оно имеет спаренный многоленточный транспортер, который дополнительно оснащают индивидуальным электроприводом. Листы шпона из многоленточного транспортера выдаются на двухцепной транспортер, установленный впереди станка и оснащенный механизмом, раздвигающим транспортирующие цепи на ширину, превышающую длину листа шпона. Это делается для

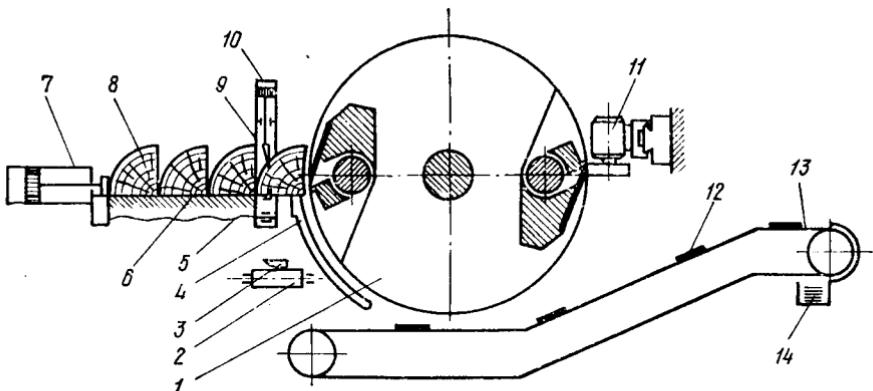


Рис. 63. Схема роторного фанерострогального станка с ножевым ротором конструкции БТИ:

1 — ножевой ротор; 2 — транспортер; 3 — оструг; 4 — опорная балка; 5 — винт; 6 — направляющие; 7 — толкатель заготовок; 8 — заготовки; 9 — рамка механизма крепления заготовок; 10 — гидрозажим; 11 — заточочное устройство; 12 — листы шпона; 13 — транспортер; 14 — накопитель с пачкой (кноплем)

того, чтобы листы шпона, теряя опору, падали вниз на приемный стол и образовывали кюнели.

Устройство «Киев-1» выносит листы шпона в направлении холостого хода суппорта, т. е. назад. Остальные устройства выносят шпон в направлении рабочего хода суппорта, т. е. на место, где раскладывают листы шпона при ручной работе. Анализ показывает, что выдавать шпон в направлении холостого хода суппорта предпочтительнее.

Брянским технологическим институтом предложена конструкция роторного шпонострогального станка. В отличие от известных горизонтальных и вертикальных фанерострогальных станков этот роторный станок срезает листы шпона в процессе вращательного движения ножа и обжимной линейки.

На рис. 63 представлена схема роторного шпонострогального станка с ножевым ротором. Шпон на этом станке получают следующим образом. Заготовка 8 краном или талью укладывается на направляющие 6, после чего крайняя заготовка гидротолкателем

лем 7 подается в рамку 9 и укрепляется гидрозажимом 10. Затем включается механизм подачи ванчеса. В начале резания образуются узкие и короткие листы (рванина), которые выбрасываются из ножевой полости ротора 1 на транспортер 2, а полномерные листы 12 поступают на транспортер 13 и в накопитель 14.

Скорость выноса  $v_b$  листа должна быть меньше или равна скорости резания  $v_p$ , т. е. должно соблюдаться соотношение

$$v_b \leq v_p, \text{ или } v_b \approx (0,95 \div 0,98) v_p.$$

При числе  $n$  оборотов ротора, равному 60 об/мин, производительность станка составит 120 листов в минуту.

Производительность  $N$  шпонострогального станка определяется следующей формулой:

$$N = \frac{T k [H - (H_1 + H_2)] A l b_{cp}}{(\tau + \tau_{vcp}) s} m^2,$$

где  $T$  — продолжительность работы станка, мин;

$k$  — коэффициент использования рабочего времени (0,95);

$H$  — высота бруса, ванчеса, мм;

$H_1$  — толщина остатка (оструга) на зажимах стола, равная 25—40 мм;

$H_2$  — толщина срезков, равная мм;

$A$  — количество одновременно установленных брусьев, ванчесов, ит.;

$l$  — длина листов шпона, м;

$b_{cp}$  — средняя ширина листов шпона, м;

$\tau$  — время строгания одной заготовки, мин;

$$\tau = \frac{H - H_1}{sn};$$

$\tau_{vcp}$  — время вспомогательных операций на одну заготовку, равное 6—8 мин (установка, крепление, регулировка стола, перекантовка, повторное крепление, уборка остр углов);

$s$  — толщина шпона, мм;

$n$  — число рабочих ходов суппорта в минуту.

Дефекты строгания, их причины и способы устранения приведены в табл. 21.

Сушат строганный шпон в роликовых сушилках различных типов (см. § 15). При загрузке и выгрузке шпона из сушилки следует сохранять последовательность выхода листов шпона из-под ножа шпонострогального станка и укладывать листы шпона в отдельные стопы с сохранением кноя.

После сушки шпон направляется на сортировку. Сортируют строганный шпон по текстуре древесины и сортам в соответствии с ГОСТ 2977—65\* (1-VIII-72).

При сортировке на верхнем листе пачки делают надпись: указывают длину и ширину в сантиметрах, количество листов в пачке, сорт, вид шпона.

Таблица 21

## Дефекты строгания, их причины и способы устранения

Дефекты	Причины	Способы устранения
Неравномерная толщина шпона	Неисправность рабочей подачи стола (платформы) Слабое крепление ванчесов к столу  Неравномерный обжим шпона по длине прижимной линейки	Исправить подачу. Выполнять график ремонтов механизмов станка Поставить клиновые прокладки, поставить дополнительные промежуточные клинья Отрегулировать обжим по всей длине
Неровная, шероховатая поверхность шпона	Тупой нож  Отсутствие обжима или недостаточная его величина Холодные или недостаточно пропаренные ванчесы	Заменить тупой нож острым Увеличить степень обжима  Соблюдать режим пропаривания, выдерживать и проверять температуру ванчесов перед закладкой. Строгания холодных ванчесов не допускать
Дряблые, раздавленные листы шпона	Чрезмерный обжим Слишком горячие, перепаренные ванчесы	Снизить степень обжима Не допускать строгания горячих, перепаренных ванчесов. Ванчесы охладить, а затем строгать }
Волнистый шпон Царапины и риски на листах шпона	Неодинаковый обжим Зазубрины на ноже или на обжимной линейке  Несвоевременное удаление засора между ножом и линейкой или несвоевременное удаление листов шпона из станины суппорта	Отрегулировать обжим Подправить оселком рабочие кромки или сменить нож или линейку Своевременно удалять засор и листы шпона из полости суппорта
Полосы вдоль шпона	Суппорт оставлен над ванчесами и кромка ножа сдавила один из ванчесов	Останавливать суппорт только в крайних мертвых положениях

Обрезают строганый шпон на гильотинных ножницах пачками, сохраняя кноли. Количество листов в пачке должно быть четным, не менее 10 и не более 32. Каждую пачку обвязывают поперек лентой или шпагатом в двух местах при длине шпона до 2,5 м и в трех местах при длине шпона более 2,5 м.

Пачки шпона комплектуют в пакеты (по 10—20 пачек в каждом) шпона одного сорта и одной породы древесины. Пакеты сверху и снизу закрывают щитками из фанеры или сухих досок с поперечными планками по периметру. Каждый пакет тую обвязывают стальной лентой или проволокой. На каждом пакете делают маркировку с обозначением предприятия-поставщика, породы древесины, размеров, сорта, вида, количества пачек, количества шпона в листах и квадратных метрах.

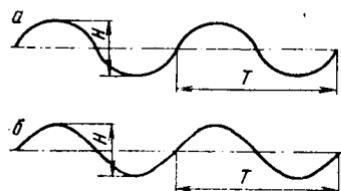


Рис. 64. Профиль волнистой линии заточки лезвия ножа:  
а — составленной из дуг одного и того же радиуса; б — в виде синусоиды

Вид шпона при маркировке указывают на щитке пакета несмываемой краской буквами: Р — радиальный, ПР — полурадиальный, Т — тангенциальный, ТТ — тангенциально-торцовый шпон. Транспортировать шпон следует в крытых вагонах или автотранспортом, оберегая его от сырости, загрязнения и механических повреждений. На складах предприятий-потребителей строганый шпон надо хранить в сухих отапливаемых помещениях.

Для удовлетворения мебельной промышленности отделочными материалами фанерная промышленность стала производить волнистый шпон.

Волнистый шпон представляет собой лист древесины, полученный строганием кряжа или лущением чурка ножом, лезвие которого заточено по волнистому профилю. При этом волокна древесины перерезаются по волнистой линии, шпон получается волнистым и приобретает красивую текстуру.

Волнистый шпон может быть использован для фанерования мебели и других изделий из древесины, а также для изготовления лицевых слоев декоративной фанеры.

Для производства волнистого шпона пригодны оборудование и режущие инструменты, применяемые обычно в фанерной промышленности.

Для производства лущеного волнистого шпона используют березу, ольху, бук, липу, сосну. Шпон изготавливают толщиной 0,75; 0,95; 1,15; 1,50 мм, шириной от 650 до 1900 мм с градацией через 50 мм и длиной 800, 1300, 1600 и 1900 мм. Шаг волны находится в пределах 20—40 мм. Глубина волны 0,5—1,5 мм.

В зависимости от качества древесины и способа обработки шпон может быть двух сортов. Декоративные качества лущенного волнистого шпона зависят от породы и строения древесины, от шага и глубины волны.

В производстве волнистого шпона подготовка ножа и прижимной линейки — самая ответственная и трудоемкая операция. В большинстве случаев профиль лезвия ножа для лущения волнистого шпона имеет вид симметричной волнистой линии, составленной из дуг одинакового радиуса (рис. 64, а), или синусоиды (рис. 64, б). В этих случаях при постоянной глубине волны  $H$  сохраняется и постоянный ее шаг  $T$ .

Для обеспечения равномерного обжима и подпора волокон древесины по всей длине чурака необходимо, чтобы нажимная фаска прижимной линейки была расположена параллельно лезвию лущильного ножа и имела профиль, который являлся бы контрпрофилем поверхности разлущиваемого чурака. Ширина нажимной фаски, заточенной по волнистому профилю, переменная; наибольшая ширина будет во впадине волны и наименьшая — на гребне волны.

Затачивать нож и линейку можно на заточном станке ТЧПН-3 со специальными приспособлениями.

Глубина, шаг и профиль волны по линии заточки определяют копирлинейкой или кулачком. Передняя и задняя грани ножа зачатаиваются в два приема. Угол заточки ножа должен находиться в пределах 16—20°. Задний угол при лущении чураков диаметром до 300 мм должен быть в пределах 1—2°.

Температура чураков должна находиться в пределах 20—40° С, степень обжима при толщине шпона 0,8—1,5 мм — 15—20%. Прогрев  $S_0$  между нажимной фаской прижимной линейки и лезвием ножа определяют по формуле

$$S_0 = s \left( 1 - \frac{\Delta}{100} \right) \text{ мм},$$

где  $s$  — толщина шпона, мм;

$\Delta$  — степень обжима, %.

Лущить волнистый шпон следует после предварительной оцилиндровки чураков на лущильном станке обычно заточенными ножами. Правят волнистое лезвие лущильного ножа на станке по передней и задней граням вручную круглым кварцевым оселком. Сушат волнистый шпон в тех же сушильных агрегатах и по тем же режимам, что и плоский шпон. Сухой волнистый шпон более хрупкий, чем плоский и с ним обращаться нужно очень осторожно.

Листы шпона должны быть рассортированы по породам древесины, сортам, размерам (толщине, шагу, глубине волны). Упаковка и маркировка лущенного волнистого шпона выполняются также, как и для строганого шпона.

Строганый и лущенный шпон используются также в производстве аккумуляторного шпона.

В зависимости от назначения шпон делают рифленым, т. е. с ребрами вдоль волокон листа, и гладким без ребер.

Аккумуляторный шпон, изготовленный способом строгания, получается лучшего качества; он обладает лучшими диэлектрическими свойствами. Изготавливают его из древесины ольхи и кедра,

обладающих однородностью и прямолинейностью волокон. Такой шпон изготавливают толщиной от 1,6 до 3,2 *мм*, шириной от 400 *мм* и более.

Высокие требования предъявляются к сырью, из которого делают шпон. Сросшиеся сучки допускаются размером не более 5 *мм*, а выпадающие размером не более 0,5 *мм*. Химические окраски и здоровое ложное ядро допускаются.

Технологический процесс производства аккумуляторного шпона такой же, что и строганого шпона, с той лишь разницей, что процесс рифления производится на сухом строганом шпоне. Для рифления используют рейсмусовые станки, где вместо обычных ножей применяют специальные ножи с прорезями, специальные шарошки (фрезы). Устанавливают сразу подрезные ножи для деления заготовки по ширине сепаратора. После рифления полосы шпона разрезают на установленные размеры.

Сортируют аккумуляторный шпон с просвечиванием для выявления скрытых дефектов, упаковывают и маркируют в соответствии с ГОСТ 2647 — 51 \* (3-V-58).

## Глава VII

### СКЛЕИВАНИЕ ФАНЕРЫ

#### § 19. КЛЕИ

Клей представляет собой вещество, обладающее при определенных условиях способностью соединять поверхности, образуя прочный слой.

В зависимости от происхождения и способа получения клеи, применяемые в фанерной промышленности, можно разделить на две основные группы:

клей животные — казеиновые, получаемые из молока животных и продукта его переработки — творога; альбуминовые, получаемые из крови животных и продуктов ее переработки; комбинированные (альбумино-казеиновые, казеиново-альбуминовые);

синтетические (искусственные) смолы и на их основе клей горячего и холодного отверждения: фенолформальдегидные, мочевино-формальдегидные (карбамидные), мочевино-меламино-формальдегидные.

По внешнему виду клеи бывают жидкые, порошкообразные, пленочные.

По водостойкости клеи подразделяют на высоководоупорные, водоупорные и неводоупорные.

Жидкие клеи приготовляют из нескольких компонентов (веществ). Комбинация компонентов клеевого состава выражается в весовых частях (единицах), граммах или килограммах и называется рецептурой клея.

Клеи состоят из основного клеевого вещества, растворителя и вспомогательных веществ. Основными клеевыми веществами па-

зывают вещества, составляющие основу клея и участвующие в процессе склеивания.

Исходное сырье для получения синтетических смол — фенолы, фенольная фракция, сырье фенолы различных марок, трикрезол, ксиленол, крезольная фракция, мочевина, формалин, меламин.

Растворителями называют вещества, применяемые для растворения основного клеевого вещества и доведения его до определенной концентрации. К растворителям относятся вода, спирт, водные растворы щелочей, органические растворители.

Вспомогательные вещества разделяются на клеообразователи, наполнители, катализаторы, отвердители, стабилизаторы, дубители, антисептики, пластификаторы и вспенивающие вещества.

Клеообразователями называют вещества, которые способствуют переходу основного клеевого вещества в состояние раствора. К ним относятся жидкое стекло, едкий натр, известь, аммиак.

Наполнителями называют вещества, применяемые для уменьшения расхода основного клеевого вещества. Наполнителями служат древесная мука, техническая мука, мел.

Катализаторы — вещества, применяемые для ускорения процесса смолообразования при производстве синтетических смол. К катализаторам относят неорганические и органические кислоты, соли этих кислот, сульфонафтеноевые кислоты, щелочи.

Отвердителями называют вещества, применяемые для более ускоренного перевода смоляных клеев в твердое нерастворимое и неплавкое состояние. Для фенолформальдегидных смол холодного отверждения — это керосиновый контакт или сульфонафтеноевые кислоты, а для мочевино-формальдегидных — хлористый аммоний и слабые кислоты (щавелевая, молочная, муравьиная).

Стабилизаторами называют вещества, помогающие сохранить кляящие свойства клеев, их концентрацию в течение определенного времени. В качестве стабилизаторов можно использовать ацетон, этиловый спирт, органические растворители.

Дубителями являются вещества, способствующие задубливанию клея, т. е. придающие ему свойства водоупорности. К ним относятся уротропин, формалин, медные соли.

Антисептиками называют ядовитые вещества, убивающие микроорганизмы и придающие клеевым веществам биологическую стойкость. В качестве таких веществ используют фенол, крезол, формалин, сульфонафтеноевые кислоты, фтористый натр и др.

Пластификаторы используют преимущественно в смоляных клеях для придания им свойств пластичности и снижения хрупкости клеевого шва.

Вспенивающие вещества применяют для вспенивания карбамидных смол для экономного использования. Наиболее распространенное и дешевое вспенивающее вещество — пылевидный альбумин.

Клеи должны отвечать следующим требованиям: прочно склеивать, быть простыми в употреблении, долго сохраняться; быть водостойкими (для изделий, работающих в условиях высокой влажности) и биостойкими (сопротивляться разрушительной деятельности микроорганизмов); не разрушать волокно древесины и не изменять ее естественной окраски; быть сравнительно дешевыми, не вызывать затупления режущих инструментов при обработке склеенных материалов; быть безвредными для человеческого организма и не воспламеняться.

Свойства клеев и смол зависят от молекулярного строения основного kleевого вещества, что в свою очередь определяется природой и качеством исходного сырья, технологией получения и условиями хранения kleев и смол.

Kлеевой раствор или смола могут быть приготовлены различной концентрации, т. е. с различным количественным содержанием kleевого вещества и других сухих веществ в растворе. Концентрация в значительной степени определяет свойства kleевых растворов и смол.

Общие и важнейшие свойства kleев и смол — вязкость, жизнеспособность, реакция kleевой среды, усадка, kleящая способность и водостойкость.

Вязкость kleевого раствора или смолы — одно из основных свойств, определяющих условия и качество склеивания. Под вязкостью любой жидкости принято понимать внутреннее трение, проявляющееся при взаимном перемещении частиц.

Жизнеспособность kleевых растворов или смол определяется временем нарастания вязкости до величины, при которой трудно нанести kleй тонким слоем и обеспечить необходимую прочность склеивания и требуемый расход kleя. В kleевых растворах после приготовления продолжаются процессы поликонденсации, медленное или более быстрое нарастание вязкости в зависимости от вида kleев и смол, условий их применения и хранения. Для замедления этих процессов и увеличения жизнеспособности необходимо соблюдать надлежащие условия применения и хранения kleевых растворов и смол.

Реакция kleевого раствора определяется концентрацией водородных ионов и выражается количественно числом pH:

$$pH = -\lg C,$$

где  $C$  — концентрация водородных ионов в среде.

Для нейтральной среды, например для чистой воды,  $C=10^{-7}$ , в этом случае  $pH=7$ . Повышение кислотности среды означает повышение концентрации водородных ионов, т. е.  $pH < 7$ . Для щелочной среды концентрация водородных ионов  $pH > 7$ .

Изменение реакций среды играет большую роль при получении синтетических смол и при склеивании смолами, особенно мочевино-формальдегидными. Реакция среды имеет значение для kleев животного и растительного происхождения.

Усадка клея происходит при удалении из клеевого раствора растворителя и отверждении клея. Усадка — отрицательное свойство, вызывающее внутренние напряжения в клеевом слое при отверждении.

Для уменьшения внутренних напряжений и деформаций, вызываемых усадкой клея, требуется определенная шероховатость поверхности древесины, точная пригонка склеиваемых поверхностей друг к другу.

Клеящая способность клеев практически определяется прочностью склеивания, зависящей от адгезионной способности клеевого вещества и от его сил когезии, а также от условий, при которых протекает процесс склеивания.

Эти условия следующие: шероховатость поверхностей склеиваемых деталей; температура клея, помещения и древесины; влажность древесины; расход клея; продолжительность выдержки после нанесения клея на поверхности склеиваемых деталей; момент наложения и величина давления при склеивании; продолжительность выдержки под давлением.

Водостойкость клеев и смол определяется прочностью клеевого соединения после воздействия воды. Высоководоупорные клеи и смолы выдерживают кипячение склеенных образцов в воде в течение 1 ч. Водоупорные и неводоупорные клеи испытывают вымачиванием склеенных образцов в холодной воде в течение 24 ч. Определяющим для высококачественного склеивания двух разнородных поверхностей должно быть следующее условие: силы сцепления между клеем и склеиваемой поверхностью (адгезия) должны быть больше сил сцепления между частицами данного клея (когезия).

**Синтетические клеи.** К этой группе относится большое количество клеев на основе синтетических смол, которые получаются из химических веществ в результате сложных процессов.

По способам получения синтетические смолы делятся на две основные группы: конденсационные и полимеризационные.

Конденсационные смолы образуются в результате реакции поликонденсации не менее двух химических веществ. Способом поликонденсации получают большое количество клеящих смол, например фенолформальдегидных, мочевино- и меламиноформальдегидных, эпоксидных, полизэфирных и др.

Полимеризационные смолы получают в результате реакций полимеризации одного или нескольких исходных веществ — мономеров. Пользуясь реакцией полимеризации, синтезируют поливинилацетатные, полихлорвиниловые, полиакриловые, карбопольные и другие смолы.

В качестве клеящих веществ для склеивания фанеры применяют конденсационные смолы.

Наиболее важными клеящими смолами для древесины в настоящее время являются фенол- и крезоло-формальдегидные, резорцино-формальдегидные, мочевино-формальдегидные, меламино-формальдегидные, мочевино-меламино-формальдегидные и др.

В зависимости от поведения при нагревании смолы делятся на термопротивные и термопластичные.

Термопротивные смолы при нагревании и в определенных условиях при нормальной температуре переходят сначала в вязко-текущее, а затем в твердое, нерастворимое и необратимое состояние. Почти все kleящие смолы конденсационного типа обладают термопротивными свойствами. Клеевые соединения на основе термопротивных смол отличаются большой прочностью и жесткостью.

К термопластичным относятся такие смолы, которые при нагревании размягчаются, а при охлаждении вновь отверждаются. Эти смолы в отверженном состоянии обладают свойством обратимости, так как при последующем нагревании (ниже температуры разложения) снова размягчаются. К термопластичным смолам относятся поливинилацетатные, полиамидные, поливинилхлоридные и др.

Поликонденсация представляет собой химический процесс соединения молекул простых веществ, в результате которого образуются высокомолекулярные соединения и одновременно выделяются побочные низкомолекулярные продукты, например вода, формальдегид, аммиак и др. Образующиеся высокомолекулярные соединения (синтетические смолы) по составу и свойствам не только не сходны, но коренным образом отличаются от исходных компонентов, взятых для реакции.

Особенность процесса поликонденсации заключается в том, что его можно прервать на любой стадии и затем продолжить и завершить через определенный промежуток времени. Это свойство полимерных соединений конденсационного типа широко используется при получении всех видов kleящих смол. Обычно процесс поликонденсации прерывают по достижении смолой требуемых технологических свойств, необходимых для процессов склеивания и определяемых по показателям вязкости, содержанию свободных, непрореагировавших продуктов, времени отверждения и т. д. В действительности реакция поликонденсации не прекращается. При охлаждении уменьшается лишь скорость этой реакции. При последующем использовании синтетических смол в качестве kleящих веществ процесс поликонденсации как бы возобновляют и завершают его при условиях, обеспечивающих склеивание древесины.

Полимеризация представляет собой процесс образования высокомолекулярного вещества путем присоединения друг к другу молекул мономера без выделения побочных продуктов.

## § 20. ОСНОВНЫЕ ТЕОРИИ СКЛЕИВАНИЯ

В настоящее время в СССР и за рубежом нет единой теории адгезии. Это свидетельствует о многообразии и сложности процессов, лежащих в основе механизма склеивания.

По теории адгезии kleящие вещества принято называть адгезивом, а склеиваемые материалы субстратом.

**Механическая теория.** Механическая теория адгезии объясняет прочность склеивания способностью клеящего вещества проникать в поры склеиваемого материала. Пористые материалы вследствие увеличенной поверхности склеивания, а также «заклинивающего» действия клеящего вещества в склеиваемом материале обладают повышенной прочностью соединения. Прочность склеивания рассматривается как результат действия механического сцепления отвердевшего клея со склеиваемым материалом. Механическая теория адгезии объясняет склеивание только пористых материалов, чем ограничивается возможность ее применения.

**Специфическая теория.** Специфическая теория адгезии объясняет образование прочной связи между адгезивом и субстратом специфическими межмолекулярными силами — поверхностным напряжением, адсорбией или химическими связями.

**Адсорбционная теория.** Эта теория рассматривает адгезию как поверхностный процесс, в котором образование прочной связи между адгезивом и субстратом объясняется действием межмолекулярных сил, т. е. силами притяжения между атомами и молекулами, малыми по сравнению с силами химической связи.

Процесс адгезии делится на две стадии: в первой происходит перемещение больших молекул из раствора или расплава к поверхностям субстрата, во второй устанавливается адсорбционное равновесие. Между молекулами адгезива и субстрата начинают действовать межмолекулярные силы, дисперсионные, индукционные, электростатические силы, приводящие к образованию связей между адгезивом и субстратом.

В этой теории установлено правило, по которому прочная адгезионная связь создается между полярными веществами и никогда не создается между полярным и неполярным веществами. Однако адсорбционная теория не может объяснить высокой адгезии между неполярными полимерами, для которых молекулярные силы малы.

**Диффузионная теория.** Сущность диффузионной теории адгезии высокополимеров сводится к диффузии цепных молекул или их участков из адгезива в субстрат с образованием между ними прочной связи. Особенность диффузионной теории состоит в том, что она базируется на наиболее характерных свойствах высокомолекулярных соединений — цепочечном строении, гибкости молекул и их способности совершать микроброуновское движение.

Если в общем случае способность к диффузии проявляют молекулы адгезива, при нанесении адгезива в виде раствора и при условии, что субстрат способен растворяться в растворе или набухать, может произойти диффузия молекул субстрата в адгезив. Свойства термопластичных полимеров — взаимная растворимость молекул адгезива и субстрата, способность их молекул к микроброуновскому движению.

Диффузионная теория позволяет понять механизм склеивания взаиморастворимых полимеров, но она не объясняет адгезионных явлений, происходящих при склеивании многих других материалов — металлов, древесины, стекла и т. д.

**Электрическая теория.** Эта теория предполагает, что при образовании эластичной пленки полимера на твердой поверхности в зоне контакта образуется двойной электрический слой, представляющий собой тонкий поверхностный, образующийся на границе двух фаз слой из пространственно разделенных зарядов противоположного знака. Он может образоваться на поверхностях раздела твердое тело — жидкость, твердое тело — твердое тело.

Согласно электрической теории адгезии, система адгезив — субстрат отождествляется с конденсатором, на обкладках которого возникает двойной электрический слой. Возникновение двойного электрического слоя между обеими соприкасающимися фазами создает между ними разность потенциалов.

**Химическая теория.** Общие представления и закономерности, которые лежат в основе этой теории, сводятся к тому, что адгезионные и когезионные свойства полимерных веществ в значительной мере зависят от их структуры, химического состава, молекулярного веса, а также от ряда других факторов, определяющих условия формирования клеевого соединения.

Для каждого типа полимеров существуют оптимальные значения молекулярного веса, при котором сочетаются высокие адгезионные свойства полимера с достаточной когезионной прочностью.

Большое значение имеет характер образования клеевого соединения, а также режимы отверждения композиций, которые в свою очередь влияют на клеящие свойства полимеров. Прежде всего должно выполняться основное требование — полярные материалы надо склеивать полярными kleями, а неполярные — неполярными. Отсюда следует, что выбор kleя должен быть сделан в соответствии с природой склеиваемого материала. Так, для склеивания древесины лучшими признаны фенол- и мочевино-формальдегидные смолы, полиуретаны, эпоксидные и другие смолы, а также некоторые термопластичные полимеры.

**Электрорелаксационная теория.** Прочная адгезионная связь между адгезивом и субстратом, являющимися высокомолекулярными соединениями, объясняется с учетом всех разновидностей химических и межмолекулярных связей. В одних случаях прочность сцепления возникает вследствие образования химических связей, в других — молекулярных сил взаимодействия между приведенными в контакт функциональными группами.

Очень важным фактором, влияющим на адгезию полимеров, является релаксация напряжения, возникающая при контакте адгезива и субстрата. Релаксация напряжения — это убывание напряжения в материале в процессе деформации и после деформации вплоть до перехода материала в равновесное состояние.

Каждая рассмотренная теория адгезии не исчерпывает в полной мере всех явлений процесса склеивания. Адгезия представляет собой очень сложный комплекс явлений, исследование которых требует создания наиболее совершенных методов измерения адгезионных сил.

Фенолформальдегидные клеи характерны тем, что они обеспечивают образование наиболее прочных и водостойких клеевых соединений. Опыт промышленного применения фенольных клеев показывает, что древесина, склеенная этими kleями, приобретает способность хорошо переносить переменные воздействия влажности и температуры окружающей среды. Эти смолы используют для изготовления фанеры повышенной водостойкости, древесных пластиков, прессованных изделий из древесной крошки и других материалов, применяемых в других областях народного хозяйства.

Источник сырья для kleящих фенолформальдегидных смол — продукты переработки нефти, природных и попутных газов, каменного угля, сланцев, древесины и др. Основные виды исходного сырья для получения фенольных смол — фенол, крезол, фенольная фракция, ксиленол, суммарные фенолы и формальдегид.

В качестве катализаторов реакции применяют едкий натр, аммиачную воду, гексаметилентетрамин, гидрат окиси бария, керосиновый контакт (контакт Петрова). Для стабилизации фенольных смол используют этиловый спирт, диэтиленгликоль, ацетон.

**Фенолы.** Фенолами называются такие соединения бензольного ряда, в которых один или несколько атомов водорода бензольного кольца замещены гидроксильными группами. В зависимости от количества гидроксилов фенолы подразделяются на одно- и многоатомные. К одноатомным фенолам относятся фенол и его гомологи — крезол, ксиленол, к двухатомным — резорцин.

Фенол получают в процессе сухой перегонки каменного угля, при сухой перегонке сланцев, торфа и древесины. В СССР фенолы получают из продуктов термической переработки твердого топлива и из нефтяного сырья. В настоящее время осуществлен в промышленных масштабах способ получения фенола из нефтепродуктов по кумольному методу. Этот метод дает возможность большую часть производимого в стране фенола получать синтетическим путем.

Фенол  $C_6H_5OH$  известен еще под названием карболовой кислоты. В настоящее время он является одним из важнейших продуктов химической промышленности.

Чистый фенол — бесцветное кристаллическое вещество, плавится при  $42,5-43,0^{\circ}C$ , кипит при  $182,1^{\circ}C$ . Расплавленный фенол кристаллизуется при  $40,5-40,9^{\circ}C$ . При длительном соприкосновении с воздухом он окисляется и окрашивается в красный цвет.

Фенол обладает характерным запахом, ядовит. При попадании на кожу он вызывает ожоги, малорастворим в воде.

Фенол реагирует со многими соединениями, в том числе и с альдегидами, с которыми он вступает в реакцию поликонденсации, являющуюся основой для получения kleящих смол.

**Формальдегид.** Формальдегид — это простейший альдегид; его молекула содержит два атома водорода и по одному атому углерода и кислорода. Он служит основным сырьем для различ-

ных синтетических смол, получаемых конденсацией с фенолами, мочевиной, меламином, тиомочевиной и др.

Формальдегид — активное химическое соединение, легко вступающее в реакцию с другими веществами с образованием новых соединений.

В чистом виде формальдегид при нормальных температурах и давлении представляет собой бесцветный газ с резким запахом. Растворы и пары формальдегида токсичны, оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки и кожу.

Формальдегид, получаемый различными способами, поглощается водой с образованием раствора, известного под названием формалина.

В производстве синтетических смол формальдегид применяют преимущественно в виде водного раствора (формалина) бесцветного прозрачного, обладающего кислой реакцией ( $\text{pH } 2,8-4$ ), с резким запахом формальдегида. Содержание формальдегида в формалине должно быть  $37 \pm 0,5\%$ .

**Катализаторы.** Едкий натр называют каустической содой. Это твердое белое гигроскопическое вещество, плавящееся при  $322^\circ\text{C}$ . Он способен поглощать из воздуха углекислый газ, превращаясь в карбонат натрия. Растворение едкого натра в воде сопровождается выделением большого количества тепла. Едкий натр находит широкое применение в производстве синтетических смол как катализатор реакции и регулятор  $\text{pH}$  среды. Выпускают его в твердом виде с содержанием 92—96% едкого натра и в виде водного раствора 42—50%-ной концентрации.

Аммиачная вода представляет собой раствор синтетического газообразного аммиака в воде. Это — прозрачная жидкость с резким характерным запахом аммиака, с щелочной реакцией.

Технический продукт должен содержать не менее 20—25% аммиака. Аммиачную воду применяют в производстве смол в качестве катализатора реакции и регулятора  $\text{pH}$  среды.

Гидрат окиси бария — бесцветное кристаллическое вещество, хорошо растворимое в горячей воде. Водный раствор его обладает щелочными свойствами. Гидрат окиси бария получают гашением окиси бария.

Керосиновый контакт (контакт Петрова) представляет собой нефтяные сульфокислоты, получаемые при обработке керосинового дистиллята серным ангидридом. Это маловязкая жидкость от темно-желтого до коричневого цвета. Содержание сульфокислот в керосиновом контакте составляет 50—55%, серной кислоты 1—3%.

**Растворители и стабилизаторы.** Этиловый спирт (гидролизный) крепостью  $94-95^\circ$  получают при спиртовом брожении сахаров, образующихся при гидролизе древесины, растительных отходов или при сульфитной варке целлюлозы.

Диэтиленгликоль (эфир) по внешнему виду — густая бесцветная жидкость, хорошо смешивающаяся с водой, спиртом, ацетоном. Получается он при взаимодействии этиленгликоля с окисью

этанола, применяется для стабилизации фенолформальдегидных смол.

Ацетон — бесцветная жидкость. Он хорошо смешивается с водой. Получают его в промышленности из пропилена, ацетиlena, а также при синтезе фенола по кумольному способу. Ацетон применяют в качестве растворителя и стабилизатора фенольных смол.

## § 22. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА ПОЛИКОНДЕНСАЦИИ ФЕНОЛА С ФОРМАЛЬДЕГИДОМ

Фенолформальдегидные смолы образуются при взаимодействии фенола или его производных с формальдегидом в присутствии катализатора. В зависимости от условий реакции могут быть получены два типа смол — термопластичные и термореактивные (или новолачные и резольные).

Возможность образования новолачных смол определяется соотношением исходных реагирующих веществ — фенола и формальдегида. Резольные смолы могут быть получены при разных молярных соотношениях фенола и формальдегида, например от 1:1 до 1:2 и более. Непременное условие образования новолачных смол — наличие в реакционной среде избытка фенола.

Большое влияние на процесс конденсации фенолформальдегидных смол оказывает характер применяемых катализаторов, которые не только ускоряют реакцию взаимодействия фенола с формальдегидом, но и существенно воздействуют на свойства получаемой смолы. В качестве катализаторов применяют различные вещества. Одни из них обладают щелочными, другие кислыми свойствами. Конденсация фенола с формальдегидом в кислой среде (при pH ниже 7) ведет к образованию новолачных смол.

Получение смол резольного типа основано на применении щелочных катализаторов, создающих среду с pH выше 7. Иногда процесс получения фенольных смол резольного типа ведут сначала в кислой, а затем в щелочной среде. В таких случаях, кроме щелочного катализатора, используют и кислый. Чаще всего для этой цели применяют керосиновый контакт (контакт Петрова).

Вследствие избыточного количества формальдегида, вводимого в реакцию при изготовлении резольных смол, молекулы этих смол, в отличие от новолачных, содержат свободные метилольные группы. Чем выше содержание метилольных групп, тем выше функциональность смолы и способность ее к дальнейшим химическим превращениям.

Помимо метилольных групп, молекулы резольных смол содержат свободные гидроксильные группы и водородные связи. Большое содержание гидроксильных и метилольных групп, являющихся полярными, обуславливает высокую адгезию резольных смол к древесине, а также их растворимость в спирте, щелочи и воде.

Выделение при отверждении резола побочных продуктов реакции (воды, формальдегида) — следствие химических превращений метилольных групп, содержание которых в смоле по мере отверждения

дения закономерно снижается. При последующем нагревании за счет дальнейшей поликонденсации происходит образование полимеров трехмерной, пространственной структуры.

Отверждение резольных смол происходит при нагревании, а также при нормальной температуре, но с добавлением отвердителей.

Процесс отверждения, являющийся завершающим этапом поликонденсации, протекает в три неразрывно связанных между собой стадии: начальной А, промежуточной В и конечной С. Смолу в стадии А называют резолом, в стадии В — резитолом и в стадии С — резитом. По мере отверждения и перехода в следующую стадию уменьшается растворимость и плавкость смолы и одновременно повышается ее твердость, прочность и стойкость к воздействию воды.

Смола в стадии резола может быть жидкой или твердой. Резолы представляют собой начальные продукты поликонденсации; строение их линейное. Отличительная особенность смолы на этой стадии — хорошая растворимость в спирте, ацетоне, щелочи или в воде, а также плавкость при нагревании.

При дальнейшем нагревании или выдержке в смеси с отвердителем смола стадии А переходит в промежуточную стадию В. Смола стадии В, получаемая укрупнением молекул, имеет уже не линейную, а пространственную структуру, которая образуется за счет водородных связей между цепными молекулами.

Резитол не растворяется в органических растворителях, лишь набухает в них, а при нагревании только размягчается.

Последующее нагревание или более длительная выдержка приводит к переходу смолы в отверженное состояние, стадию С с образованием пространственной структуры. Отверженная смола не размягчается при нагревании и не набухает в растворителях.

Смола в стадии резита — сложное по составу высокомолекулярное соединение, обладающее хорошими диэлектрическими свойствами, большой механической прочностью и твердостью, стойкостью к воздействию воды, растворителей и кислот. Продолжительность перехода смолы из стадии А в стадию С характеризует скорость ее отверждения. Скорость отверждения фенолформальдегидных смол резольного типа зависит от типа смолы, содержания в ней свободного фенола, сухих веществ, стабилизаторов, температуры нагрева.

Фенолформальдегидные смолы отверждаются тем быстрее, чем меньше они содержат свободного фенола и чем выше их концентрация. Время отверждения фенолформальдегидных смол при нагревании снижается по мере повышения температуры. Время отверждения фенолформальдегидных смол, применяемых для склеивания древесины без нагрева, зависит также от характера и количества добавляемых отвердителей, обладающих кислыми свойствами.

Фенолформальдегидные смолы резольного типа разделяются на две группы: смолы, отверждающиеся и склеивающие древесину при нагревании; смолы, отверждающиеся и склеивающие древесину

при нормальной температуре, без нагрева (с добавлением в их состав отвердителей). Такое разделение условно, так как фенольные смолы холодного отверждения при определенных условиях также обладают способностью склеивать древесину при нагревании без отвердителей. Фенольные смолы горячего отверждения вследствие повышенной щелочности практически непригодны для склеивания древесины холодным способом.

Обычно для синтеза фенолформальдегидных смол резольного типа на одну молекулу фенола в реакцию вводят от 1,1 до 2 молекул формальдегида. С увеличением формальдегида от 1 до 2 молей на 1 моль фенола при определенных условиях конденсации снижается содержание свободных фенола и формальдегида в продуктах реакции.

Соотношение фенола и формальдегида определяет многие другие свойства клеящих смол. С увеличением избытка формальдегида до определенных пределов повышается вязкость готового продукта. Одновременно увеличивается скорость отверждения смолы.

Важными параметрами процесса поликонденсации являются температура и продолжительность реакции. Реакция протекает с выделением тепла, поэтому для поддержания требуемой температуры применяют охлаждение. По мере повышения температуры и увеличения времени реакции углубляется процесс поликонденсации.

Для многих фенолформальдегидных смол для повышения их концентрации процесс конденсации завершается частичным обезвоживанием продуктов реакции под вакуумом. Контролируют реакции обычно по показателям вязкости или по скорости отверждения.

В процессе хранения даже при нормальной температуре клеящие фенолформальдегидные смолы претерпевают ряд изменений: постепенно повышается их вязкость, снижается плавкость и растворимость. Процесс поликонденсации происходит даже при обычных условиях и тем интенсивней, чем выше температура хранения фенольных смол, поэтому готовые смолы рекомендуется хранить при температуре не выше 20°С. Более длительное время можно хранить смолы, стабилизированные спиртом, ацетоном, диэтиленгликолем.

## § 23. ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ

Получение фенолформальдегидных смол резольного типа зависит от условий и области их применения. Все применяемые в фанерной промышленности типы фенольных смол получают по технологической схеме (рис. 65).

Исходное сырье, предварительно проанализированное заводской лабораторией в соответствии с действующими ГОСТ и техническими условиями, дозируется весовыми или объемными мерниками. Конденсацию проводят в реакторах различной емкости, снабженных мешалками, холодильниками и приборами (термомет-

рами, манометрами, вакууметрами), позволяющими контролировать процесс.

В общем виде процесс конденсации фенольных смол в щелочной среде происходит следующим образом.

В рубашку 12 реактора пускают пар и нагревают реактор до 40—45°C. В реактор 7 подают расплавленный фенол или жидкие фенолы (фенольную фракцию, трикрезол и др.) из мерника 1, а затем при работающей мешалке 8 — раствор едкого натра или

другого щелочного катализатора из мерника 3. Перемешивание продолжают 20—40 мин. Далее включают обратный холодильник 4 и при работающей мешалке подают воду и формалин из мерника 2. Смесь нагревают до тех пор, пока температура не достигнет 50—70°C, а иногда и выше, после чего обогрев выключают. Так как процесс взаимодействия фенола с формальдегидом протекает с большим выделением тепла (реакция экзотермическая), для поддержания температуры в требуемых пределах периодически вводят в рубашку реактора холодную воду.

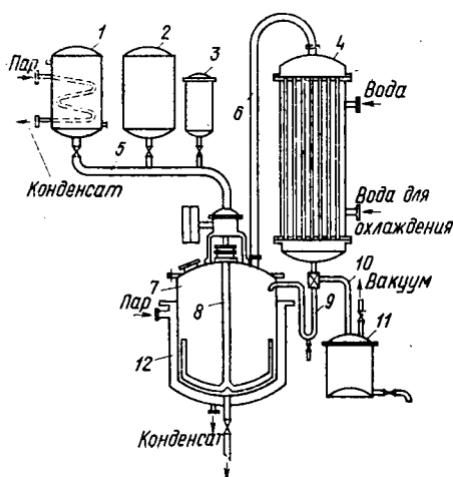
После выдержки реакционной смеси, которая соответствует периоду образования первичных продуктов и их частичной поликонденсации, для большинства смол температуру

Рис. 65. Технологическая схема производства фенолформальдегидных смол:

1 — мерник фенола; 2 — мерник формалина; 3 — мерник катализатора; 4 — холодильник; 5 — трубопровод жидкостей; 6 — трубопровод пара; 7 — реактор; 8 — мешалка; 9 — трубопровод конденсата; 10 — трубопровод вакуумной системы; 11 — сборник конденсата; 12 — паровая рубашка реактора

реакции повышают до кипения (96—98°C). При этом следят, чтобы кипение реакционной массы было равномерным и не бурным. Интенсивность кипения регулируют периодической подачей в рубашку реактора пара или холодной воды. В процессе кипения ускоряется поликонденсация первичных соединений, снижается содержание свободного фенола и формальдегида в смоле, нарастает ее вязкость.

Последующие операции представляют собой различной продолжительности выдержки смолы при температуре 70—90°C до получения требуемой вязкости. Затем в рубашку реактора подают холодную воду и охлаждают смолу до 20—30°C, после чего сливают ее в приемники. Для получения повышенной концентрации и вязкости смолу частично обезвоживают в вакууме. Для этого переключают холодильник на прямое действие, включают вакуум-насос. Вакуум-сушку смолы ведут при 70—75°C и разрежении не менее 480—500 мм рт. ст. По окончании вакуум-сушки включают



обратный холодильник и охлаждают полученную смолу до 20—30° С.

По внешнему виду kleящие фенолформальдегидные смолы представляют собой прозрачные жидкости различной вязкости, интенсивно окрашенные (от светло-янтарного до темно-вишневого цвета). Они обладают специфическим фенольным запахом.

Предельно допустимая концентрация фенола в воздухе производственных помещений составляет 5 мг/м<sup>3</sup>.

Вязкость фенольных смол, синтезированных без добавления стабилизаторов, сравнительно быстро нарастает при хранении.

Фенольные смолы, приготовленные с введением в их состав этилового спирта, ацетона и др., могут сохраняться более длительное время — от 3 до 9 месяцев, в зависимости от количества введенных веществ.

**Фенольные смолы для склеивания фанеры.** Технология производства фенолформальдегидных смол С-1, НИИФ С-35, СЛФ, СКВ, СКФ, С-50 и др. для склеивания фанеры способом сухого горячего прессования разработана ЦНИИФ.

Смола С-1 обеспечивает высокую прочность и водостойкость клеевого соединения. Она применяется в производстве высококачественных сортов фанеры, бакелизированной фанеры, различных видов фанерных плит, фанерных труб, членочного материала и др.

Смола НИИФ С-35 широко используется для изготовления различной толщины и слойности фанеры марки ФСФ повышенной водостойкости, фанерных и столярных плит, внутренних слоев декоративной фанеры и др. Готовят ее из фенола, фенольной фракции или трикрезола (табл. 22).

Таблица 22

Состав фенолформальдегидных смол марок С-1 и НИИФ С-35 (вес. ч.)

Исходное сырье	Фенольные компоненты смол			
	С-1		НИИФ С-35	
	фенол	фенол	фенольная фракция	трикрезол
Фенолы Едкий натр, 40%-ный раствор	100,0 25,0	100 25	100,0 27,5	100,00 43,75
Вода Формалин, 37%-ный раствор	72,5 117,5	165 100	163,5 96,0	153,75 92,00
То же	—	20	19,0	13,00
Вода	—	10	11,0	14,50
Всего	315	420	417,0	417,00

Смола СЛФ готовится с применением сырых фенолов лигроиновой фракции. Так как сырые фенолы при конденсации с формальдегидом не обеспечивают получения доброкачественных kleя-

щих смол, к ним добавляют определенное количество одноатомных фенолов — трикрезола, фенольной фракции или кристаллического фенола. Смола СЛФ по своим клеящим свойствам удовлетворяет требованиям производства фанеры марки ФСФ и фанерных плит.

Смола СКФ представляет собой резольную смолу, получающуюся конденсацией с формальдегидом сырых фенолов керосиновой фракции (угольных) в смеси с одноатомными фенолами. Она находит применение для производства бакелизированной фанеры и членочного материала.

Смола СКВ получается конденсацией технического ксиленола с формальдегидом в щелочной среде. Применяют ее для склеивания фанеры марки ФСФ.

Смола С-50. Кроме жидких водорастворимых смол С-1, С-35 и др., для склеивания водостойкой высококачественной фанеры применяют также пленочный клей, известный под названием бакелитовой пленки. Бакелитовая пленка выпускается трех марок — А, Б и В.

Марка А предназначается для склеивания фанеры марки БП-1, применяемой в деталях внутреннего оборудования, марка Б — для склеивания фанеры повышенной водостойкости и фанерования мебельных деталей, марка В — для склеивания авиационной фанеры. Бакелитовая пленка марок А и Б изготавливается из специальной бумаги и водорастворимой феноло-формальдегидной смолы ЦНИИФ С-50, а пленка марки В — из бумаги и спирторастворимой фенолформальдегидной смолы. Рецепт смолы С-50 следующий (вес. ч.):

Фенол кристаллический . . . . .	100,00
Едкий натр, 45%-ный раствор . . . . .	15,56
Формалин, 37%-ный раствор . . . . .	162,50

Для совершенствования технологического процесса производства фанеры получены новые виды фенолформальдегидных kleев, позволяющих склеивать фанеру при более низкой температуре и без предварительной подсушки клеевого слоя.

Композиции смол СФМ-2 и ЦНИИФ «Водостойкая», отличающиеся малым содержанием свободного фенола и формальдегида, с ускорителями отверждения, наполнителями и растворителями обеспечивают формирование kleевых соединений при склеивании древесины без предварительной сушки kleевого слоя и при более низкой температуре.

Для указанного типа фенолформальдегидных смол ускорителями отверждения являются танины, *n*-формальдегид, гексаметилентетрамин.

Танины, извлекаемые из растительного сырья, имеют кислую реакцию. Они повышают вязкость kleев и ускоряют их отвержение при нагревании.

*n*-Формальдегид, а также гексаметилентетрамин (уротропин), добавленные в определенных количествах в состав фенолформальдегидных смол, ускоряют реакцию поликонденсации.

В качестве наполнителей используют разнообразные вещества органического и минерального происхождения — мел, жженую магнезию, древесную муку и др. Мел и жженую магнезию применяют в виде порошков. При нанесении клея на шпон они заполняют поры древесины и таким образом препятствуют проникновению клея, имеющего темную окраску, на лицевую поверхность фанеры. Древесная мука хорошо набухает в растворах фенольных смол, повышает содержание сухих веществ в kleевом слое. Кроме того, введение в состав клея древесной муки, имеющей волокнистую структуру, способствует уменьшению усадки kleевого соединения.

В качестве растворителей, регулирующих вязкость клея в требуемых пределах, применяют воду, а также водные растворы едкого натра слабой концентрации.

На основе исследований ЦНИИФ разработан способ получения водорастворимой kleящей смолы марки СФМ-2 (смола из сланцевых фенолов, модифицированная). Смола предназначена для склеивания фанеры марки ФСФ. Рецепт смолы СФМ-2 следующий (вес. ч.):

Сланцевые фенолы (выкипающие при 270—320° С) . . . . .	100
Фенол синтетический или кристаллический каменно-гольный . . . . .	100
Едкий натр, 42%-ный раствор . . . . .	98,35
Формалин, 37%-ный раствор . . . . .	231,32
Вода . . . . .	190,06

Клей СФМ-2 представляет собой композицию, содержащую фенолформальдегидную смолу СФМ-2, наполнитель и растворитель в следующем соотношении (вес. ч.):

Смола СФМ-2 . . . . .	100
Мел . . . . .	14
Древесная мука . . . . .	5
Вода . . . . .	14

Клей СФМ-2 имеет вид вспененной массы. Содержание сухих веществ в нем составляет 42—46%. Жизнеспособность его при 20° С не менее 8 ч.

Применяют для склеивания древесины также синтетическую смолу «Ватекс-244». В рецептуру рабочего состава клея входит смола «Ватекс-244», наполнители — мел и древесная мука, дубитель — танин, вода и для ускорения отверждения — параформ (твердый полимер формальдегида).

Фенолформальдегидная смола марки ЦНИИФ «Водостойкая» представляет собой продукт конденсации фенола с формальдегидом в щелочной среде. Эта смола предназначена для склеивания фанеры марки ФСФ повышенной водостойкости без предварительной сушки внутренних слоев с нанесенным kleевым слоем. Содержание абсолютно сухих веществ в смоле составляет  $40 \pm 2\%$ . В рецептуру смолы входят кристаллический фенол, формалин и едкий натр.

Клей В готовят с соблюдением следующей рецептуры (вес. ч.):

Смола ЦНИИФ «Водостойкая» . . . . .	100
Мел . . . . .	9–12
Древесная мука . . . . .	3
п-Формальдегид . . . . .	0,2
Вода . . . . .	2,5–5

Вязкость клея по вискозиметру ВЗ-4 составляет от 2 до 3,5 мин, жизнеспособность при 20°С — не менее 8 ч. Резорцино-формальдегидные смолы получают методом поликонденсации резорцина с формальдегидом в водной или спиртовой среде.

Резорцино-формальдегидные смолы можно применять для приготовления kleев горячего и холодного отверждения. В отличие от фенольных kleев холодного отверждения, переходящих в отверженное состояние только в кислой среде, резорциновые kleи могут отверждаться как в нейтральной, так и в слабощелочной среде.

По своим адгезионным свойствам, водостойкости, стойкости к атмосферным воздействиям, биологической стойкости резорцино-формальдегидные kleи отвечают самым высоким требованиям, предъявляемым к kleям для производства фанеры повышенной водостойкости и древесных слоистых пластиков.

Kлеевые соединения на основе резорциновых смол обладают большей термостойкостью, твердостью, более высокими диэлектрическими свойствами, чем kleи на основе фенолформальдегидных смол.

Отечественной промышленностью выпускаются спиртовые и водные растворы резорцино-формальдегидных смол ФР-12, Р-1, а также смолы ДФК-1А, ДФК-4.

Широкое применение резорциновых kleев пока ограничивается сравнительно высокой стоимостью резорцина, поэтому резорцино-формальдегидные kleи часто применяют в виде добавок к фенол-формальдегидным смолам для снижения температуры и времени отверждения kleевого слоя. В композиции с фенолформальдегидными kleями резорцино-формальдегидные kleи выступают в роли ускорителей отверждения. Примером такой смолы является разработанная ЦНИИФ водорастворимая резорцино-формальдегидная смола марки Р-1.

#### § 24. ПРИМЕНЕНИЕ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ ДЛЯ СКЛЕИВАНИЯ ФАНЕРЫ И ДРЕВЕСНЫХ СЛОИСТЫХ ПЛАСТИКОВ

Для склеивания фанеры очень важны вязкость и концентрация смол. Kleи пониженной вязкости и концентрации не обеспечивают образования прочного kleевого соединения. Низковязкие kleи глубоко проникают в поры древесины, и количество смолы в kleевой прослойке оказывается недостаточным для прочного склеивания древесины. Пониженная прочность склеивания получается и при использовании kleев чрезмерно высокой вязкости.

В производстве фанеры различной толщины и слойности применяют фенольные клеи с содержанием от 33 до 55% сухих веществ и вязкостью от 100—150 до 300° Э.

При склеивании фанеры фенолформальдегидными kleями собранные пакеты до начала прессования подвергают только закрытой выдержке при нормальной температуре до 25 мин для перераспределения влаги и повышения концентрации kleевого слоя. В случае применения kleя СФМ-2 пакеты загружают в пресс без предварительной выдержки.

Большинство фенолформальдегидных kleев требует для склеивания нагрева до 140—150°. Для склеивания фанеры крезольными, ксиленольными смолами и смолами, полученными с применением сырых фенолов, требуется более высокая температура и более продолжительное время прессования. Фанера повышенной водостойкости склеивается с применением kleев СФМ-2 и В при более низкой температуре (120—125° С).

Склейивание фанеры фенольными смолами показало, что плавление смоляной пленки начинается при температуре в kleевом слое 55—60° С. При нагревании до 90—95° С происходит полное расплавление смолы и хорошее смачивание ею прилегающих слоев древесины.

Прочность kleевого соединения фанеры зависит от степени отверждения смолы. Высокая прочность склеивания фанеры в сухом состоянии обеспечивается отверждением 70% смолы, а при переходе 85% смолы в необратимое состояние образующийся kleевой шов обладает также максимальной водостойкостью.

Условия склеивания фанеры фенольными пленочными kleями почти не отличаются от условий при использовании жидких kleев резольного типа. Пленочными kleями резольного типа фанеру склеивают при температуре плит пресса 145—150° С.

Бакелитовую пленку применяют для склеивания фанеры определенных марок, отличающихся высокой водостойкостью, поэтому для обеспечения максимальной степени отверждения смолы, содержащейся в пленке, продолжительность склеивания подобной фанеры превышает время склеивания фанеры марки ФСФ.

Для производства деревесных слоистых пластиков и прессованных изделий применяют фенолформальдегидные смолы марок СБС-1, СКС-1, СП-1, СФВ. Все они представляют собой продукты конденсации фенола с формальдегидом.

Смолы СБС-1, СКС-1 — спиртовые растворы резольных смол, получаемых с применением аммиака в качестве катализатора. Смолу СБС-1 готовят из чистого фенола или фенольной фракции, СКС-1 — из трикрезола.

Рецептура спиртовых смол следующая (вес. ч.):

	СБС-1	СКС-1
Фенол или фенольная фракция . . . . .	100	—
Трикрезол . . . . .	—	100
Формалин, 30-%ный раствор . . . . .	100	100
Аммиачная вода, 25-%ный раствор . . . . .	6	3

Схема технологического процесса получения спиртовых резольных смол следующая. К смеси фенола и формалина добавляют, перемешивая, аммиачную воду и при включенном обратном холодильнике реакционную смесь нагревают до 65—70° С. За счет тепла экзотермической реакции температура реакции повышается до 94—98° С и вся масса начинает кипеть.

Кипение длится 30—45 мин до расслоения конденсата на смоловобразный и водный слои. Для удаления водного слоя холодильник переключают на прямое действие и включают вакуумную линию. Вакуум-сушку смолы ведут при 70—75° С и разрежении не менее 500 мм рт. ст.

Процесс сушки контролируют по скорости отверждения смолы. Обезвоженную смолу охлаждают до 60—70° С и при включенном обратном холодильнике растворяют в спирте, который добавляют небольшими дозами при перемешивании. Образовавшийся однородный спиртовой раствор охлаждают до 25—30° С.

Низковязкие смолы применяют для пропитки шпона и древесной крошки в производстве древесных пластиков. Смолы повышенной вязкости используют в качестве kleящих веществ для изготовления бакелизированной фанеры.

Смола СП-1 конденсируется в две стадии: вначале в кислой среде с избытком фенола, затем в щелочной — с избытком формальдегида. Ее используют для изготовления древесных слоистых пластиков, для которых допускается применение водных растворов резольных смол.

Смола СФВ (смола фенольная водная) разработана Усть-Ижорским фанерным заводом.

Помимо использования для пропитки ткани и древесной пресс-крошки, в производстве некоторых видов прессованных изделий и древесных слоистых пластиков смолу СФВ применяют для пропитки сульфатной бумаги, которую после сушки используют в качестве пленочного клея для внутренних слоев слоистого бумажного пластика.

## § 25. МОЧЕВИНО-ФОРМАЛЬДЕГИДНЫЕ СМОЛЫ И КЛЕИ НА ИХ ОСНОВЕ

Высокая адгезионная способность, большая скорость отверждения в сочетании с богатыми источниками сырья для их производства, с простотой и удобством применения обусловили быстрый рост потребления карбамидных смол в деревообрабатывающей промышленности. Мочевино-формальдегидные смолы применяют для производства фанеры, мебели, древесностружечных плит, строительных деревянных конструкций, прессованных изделий и других материалов. Их используют в виде жидких растворов различной вязкости, порошков, вспененных или пастообразных масс. Они обеспечивают не только высокую прочность склеивания древесины, но и повышают производительность труда, возможность механизации и автоматизации процессов склеивания.

Жидкие смолы в зависимости от степени конденсации и содержания сухих веществ разделяются на невакуумированные (45—50%-ной концентрации) и вакуумированные (55—70%-ной и более высокой концентрации).

Различают мочевино-формальдегидные смолы горячего отверждения, склеивающие древесину при одновременном воздействии отвердителей и высокой температуры, и холодного отверждения, склеивающие древесину под воздействием одних только отвердителей, без нагрева.

Преимущество kleев на основе мочевино-формальдегидных смол — большая скорость отверждения по сравнению со скоростью отверждения фенолформальдегидных kleев.

Однако kleевые соединения из карбамидных смол значительно менее устойчивы к нагреванию и одновременно к воздействию влаги, чем соединения на основе фенолформальдегидных смол.

Получение мочевино-формальдегидных смол основано на применении в качестве исходного сырья мочевины и формалина. Как добавку к мочевине используют и тиомочевину.

Мочевина — амид угольной кислоты, поэтому ее часто называют карбамидом (карбамидные смолы). Мочевина представляет собой кристаллическое вещество с удельным весом 1,323—1,335, температурой плавления 130—135° С. Она хорошо растворяется в воде, спирте, формалине, в жидким аммиаке. Мочевина гигроскопична. В промышленности ее получают из аммиака и углекислоты. Мочевина, предназначенная для сельского хозяйства, не пригодна для изготовления карбамидных смол.

Тиомочевина так же, как и мочевина, является азотсодержащим веществом, способным вступать в реакцию поликонденсации с формальдегидом с получением смол. Она представляет собой белый кристаллический порошок, растворимый в воде, плавящийся при 182° С.

Катализаторами реакции поликонденсации мочевины с формальдегидом служат едкий натр, уротропин, аммиачная вода, хлористый аммоний, хлористый цинк, малоконцентрированные растворы серной и соляной кислот и др. Для стабилизации мочевино-формальдегидных смол используют этиловый спирт, ацетон, диэтиленгликоль.

Хлористый аммоний представляет собой белое или слегка желтоватое кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде. Водный раствор его имеет слабокислую реакцию. Хлористый аммоний применяют как отвердитель карбамидных смол.

Хлористый цинк применяют в виде раствора 50%-ной концентрации.

Для карбамидных смол в качестве отвердителя используют также некоторые органические кислоты — лимонную, молочную, щавелевую.

## § 26. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА ПОЛИКОНДЕНСАЦИИ МОЧЕВИНЫ С ФОРМАЛЬДЕГИДОМ

Получение мочевино-формальдегидных смол основано на процессах поликонденсации.

Направление реакции поликонденсации и свойства образующихся продуктов зависят от условий процесса, соотношения исходных веществ, концентрации водородных ионов, температуры, продолжительности конденсации и условий последующей обработки.

Под влиянием отвердителей или тепла мочевинные смолы переходят в неплавкое и нерастворимое состояние. Подобно фенол-формальдегидным смолам резольного типа продукты поликонденсации мочевины с формальдегидом в процессе отверждения претерпевают три стадии превращения — начальную А, промежуточную В и конечную С. При нагревании или удлинении периода взаимодействия с отвердителем без нагрева, т. е. на второй стадии отверждения (стадии В), мочевинные смолы превращаются в желатинообразные соединения, плохо растворимые в воде и мало размягчающиеся при нагревании. В конечной стадии (С) смолы переходят в отверженное состояние, теряя способность плавиться при нагревании и растворяться в воде и в других растворителях.

Переход мочевинных смол из начального в отверженное, необратимое состояние является результатом химических реакций, сопровождающихся образованием поперечных связей.

Чем больше поперечных связей между цепями молекул и чем они прочнее, тем выше механическая прочность и стойкость отверженного клеевого слоя. Соотношение исходных веществ — мочевины и формальдегида при синтезе мочевино-формальдегидных смол меняется в зависимости от назначения смолы и способа ее конденсации.

При взаимодействии мочевины с недостаточным количеством формальдегида образуются вещества, которые не обладают kleящими свойствами. При избытке формальдегида большее его количество вступает в реакцию с мочевиной и одновременно возрастает содержание свободного формальдегида в готовом продукте.

Молярные соотношения мочевины и формальдегида для смол, применяемых в деревообрабатывающей промышленности, находятся в пределах от 1 : 1,5 до 1 : 2.

Исклучительно важную роль при получении карбамидных смол имеет pH реакционной среды. В зависимости от величины pH меняются скорость и глубина процесса поликонденсации, а также свойства готового продукта.

Температура оказывает большое влияние на реакцию поликонденсации мочевины с формальдегидом! С повышением температуры реакции до 80—90° С образуются более сложные смелообразные соединения, содержащие меньше свободного формальдегида и быстрее отверждающиеся. В промышленности kleящие карбамидные смолы получают преимущественно при температуре 80—100° С.

Продукты конденсации мочевины с формальдегидом содержат обычно 45—50% сухих веществ. Такие смолы малопригодны для склеивания слоистой древесины вследствие недостаточной концентрации, низкой вязкости и большой пропитывающей способности. Чтобы повысить степень конденсации, концентрацию и вязкость, такие смолообразные вещества частично обезвоживают под вакуумом.

Получают мочевино-формальдегидные смолы периодическим и непрерывным методами.

Технологический процесс производства карбамидных смол в аппаратах периодического действия состоит из следующих основных операций: подготовки исходного сырья, получения начальных продуктов конденсации и получения смол определенной концентрации.

Мочевину и формалин, а также катализаторы предварительно анализируют в соответствии с действующими стандартами. На основе результатов анализа рассчитывают производственную рецептуру данного вида мочевино-формальдегидной смолы. Для более быстрого взаимодействия с формальдегидом мочевину предварительно измельчают. Основное сырье — мочевину и формалин — дозируют только весовым способом. Количество катализаторов в виде водных растворов дозируют по объему мерными сосудами.

Схема технологического процесса получения мочевино-формальдегидных смол показана на рис. 66. Формалин подают из хранилища по трубопроводу в напорный сборник 5, откуда он самотеком поступает в весовой мерник 6, а затем в реактор 1.

Мочевину измельчают в дробилке 4 и элеватором 3 подают в весовой мерник 9, из которого она через бункер загружается в реактор.

При включенном обратном холодильнике 2 в паровую рубашку реактора подают пар. Реакционную смесь постепенно нагревают до нужной температуры. Слишком быстрый нагрев реакционной смеси вследствие экзотермичности реакции может привести к вскипанию конденсируемой массы и даже к выбросу ее через загрузочный люк, поэтому обычно реакционную смесь нагревают до 50—55°С, после чего подачу пара прекращают. До 75—85°С и выше температура реакционной смеси повышается за счет тепла, выделяющегося в процессе реакции. Эта температура поддерживается все время, в течение которого контролируется значение pH среды.

Чтобы получить смолу с 60—70%-ным содержанием сухих веществ, ее охлаждают до 70°С. Одновременно с охлаждением герметично закрывают крышку загрузочного люка реактора и переключают холодильник с обратного действия на прямое, после чего включают вакуум-насос 11. За первые 10—15 мин по мере увеличения разрежения масса бурно вскипает и вспенивается. В этот период регулируют вакуум таким образом, чтобы не допустить переброса смолы через конденсатор в вакуум-сборники конденсата 10. Вакуум-сушку смолы ведут при 65—70°С.

При вакуум-сушке смолы пары воды, метанола и формальдегида из реактора поступают в конденсатор, соединенный с вакуум-насосом.

сом, а затем в вакуум-сборник. Поступающие в конденсатор по трубам сверху вниз пары воды, метанола и формальдегида охлаждаются водой, протекающей в межтрубном пространстве снизу вверх.

Интенсивность вакуум-сушки зависит от температуры сушки, температуры охлаждающей воды, поступающей в конденсатор, а также от величины поверхности охлаждения конденсатора. Про-

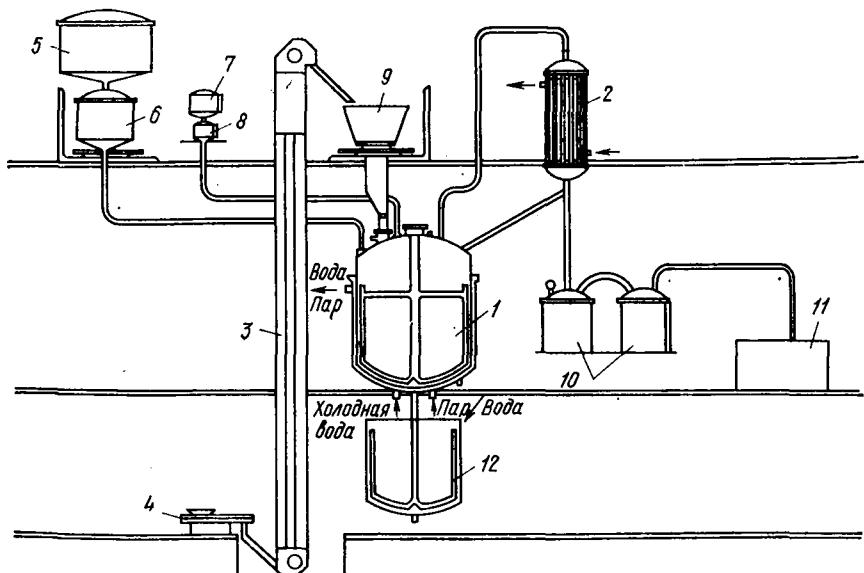


Рис. 66. Схема получения мочевино-формальдегидных смол периодическим методом:

1 — реактор; 2 — конденсатор (холодильник); 3 — элеватор; 4 — дробильный аппарат; 5 — напорный сборник формалина; 6 — весовой мерник формалина; 7 — напорный сборник аммиачной воды; 8 — объемный мерник аммиачной воды; 9 — весовой мерник мочевины; 10 — вакуум-сборник конденсата; 11 — вакуум-насос; 12 — сборник готовой смолы

цесс вакуум-сушки контролируется по показателям pH среды и коэффициента рефракции. Полученная по окончании вакуум-сушки смола 60—70%-ной концентрации охлаждается до 20—30°C. При необходимости она стабилизируется аммиачной водой, поступающей из сборника 7 и мерника 8, а затем сливается через фильтр в сборники готовой смолы 12.

Непрерывное производство мочевино-формальдегидных смол по газофазному способу основано на применении газообразного формальдегида вместо формалина.

Газофазный способ найдет применение на химических предприятиях, вырабатывающих формальдегид или мочевину. Для действующих и новых цехов карбамидных смол на деревообрабатывающих предприятиях интерес представляет непрерывный способ

получения мочевино-формальдегидных смол по жидкофазному способу.

Особенность непрерывного производства по способу Кусковского химического завода — проведение основных стадий процесса конденсации смолы в одном аппарате, который представляет собой реактор периодического действия, но без мешалки (рис. 67). Внутри реактора 1 вмонтирована труба 2 (барботер). Реактор нагревается паровой рубашкой 3 и дополнительно установленным внутри аппарата змеевиком 4. Реактор снабжен холодильником прямого действия.

Приготовленная смесь мочевины с формалином с определенным значением pH непрерывно подается по трубе и распределяется тонким слоем на поверхности дна 5 реактора, температура которого поддерживается на уровне 120—130° С.

Под воздействием высокой температуры с большой скоростью протекают процессы поликонденсации формальдегида. Образовавшаяся смола непрерывно самотеком выводится из реактора через боковой штуцер 6 и направляется в другой аппарат — стабилизатор для охлаждения и стабилизации аммиачной водой. Из стабилизатора готовая смола самотеком сливается в емкости для хранения и последующего розлива.

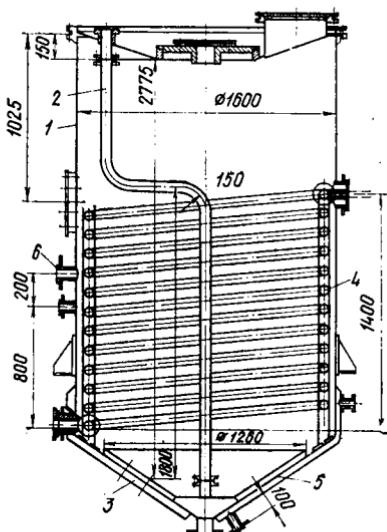


Рис. 67. Реактор непрерывного действия для изготовления мочевино-формальдегидной смолы:

1 — реактор; 2 — барботер; 3 — паровая рубашка; 4 — змеевик; 5 — дно реактора; 6 — выпускной штуцер

## § 27. МОЧЕВИНО-ФОРМАЛЬДЕГИДНЫЕ СМОЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФАНЕРЫ

Смола МФС-1 разработана сотрудниками ЦНИИФ совместно с Усть-Ижорским фанерным заводом. Рецептура смолы МФС-1 следующая (вес. ч.):

Мочевина техническая . . . . .	100
Формалин, 37%-ный раствор . . . . .	200
Едкий натр, 40%-ный раствор . . . . .	1—1,75

Отличительная особенность процесса получения смолы МФС-1 — конденсация мочевины с формальдегидом с начала и до конца в щелочной среде.

Простота изготовления, а также малое содержание свободного формальдегида обусловили применение смолы МФС-1 в произ-

водстве фанеры марки ФК. Однако в силу того, что смола МФС-1 нестабильна при хранении, ее нельзя транспортировать. Ее можно применять только по месту производства.

Смола М-60 (вакуумированная и невакуумированная) разработана ЦНИИФ. Рецептура ее следующая (вес. ч.):

Мочевина техническая . . . . .	100
Формалин, 37%-ный раствор . . . . .	216
Едкий натр, 42%-ный раствор . . . . .	0,2—0,5
Хлористый аммоний, 20%-ный раствор . . . . .	0,1—0,2
Аммиачная вода, 25%-ный раствор . . . . .	1,4—2,8

Смолу М-60 получают способом двухфазной конденсации с избытком формальдегида на первой стадии и снижением его к концу конденсации за счет введения мочевины в реакцию в два приема.

Смолу М-60 с pH от 6 до 7 применяют для ускоренного склеивания древесины. С отвердителями эта смола склеивает древесину без нагрева. Смолу М-60 с pH от 7 до 8 применяют в производстве фанеры.

Смола М-70 разработана ЦНИИФ. В зависимости от области применения ее готовят с разным соотношением мочевины и формальдегида. Рецептура смолы М-70 следующая (вес. ч.):

	I	II	III
Мочевина техническая . . . . .	100	100	100
Формалин, 37%-ный раствор . . . . .	240	258	266
Едкий натр, 42%-ный раствор . . . . .	0,2	до 0,7	
Хлористый аммоний, 20%-ный раствор . . . . .	0,1	до 0,3	

Смола по рецепту I предназначена для ребросклейивания шпона, по рецепту II — для скоростного склеивания фанеры, по рецепту III — для скоростного склеивания и фанерования мебельных деталей, а также для склеивания древесины холодным способом.

Смола МФСМ (мочевино-формальдегидная смола с минимальным содержанием свободного формальдегида) разработана ЦНИИФ. Рецептура смолы МФСМ следующая (вес. ч.):

Мочевина техническая . . . . .	100
Формалин, 37%-ный раствор . . . . .	208
Едкий натр, 42%-ный раствор . . . . .	0,2—0,5
Хлористый аммоний, 20%-ный раствор . . . . .	0,1—0,2
Аммиачная вода, 25%-ный раствор . . . . .	1,4—2,8

Синтез смолы МФСМ осуществляется способом трехфазной конденсации при введении мочевины в три приема.

Смола М-19-62 разработана ЦНИИФ. Рецептура ее следующая (вес. ч.):

Мочевина техническая . . . . .	100
Формалин, 37%-ный раствор . . . . .	216,2
Едкий натр, 42%-ный раствор . . . . .	0,2—0,7
Хлористый аммоний, 20%-ный раствор . . . . .	0,1—0,3
Аммиачная вода, 25%-ный раствор . . . . .	1,5—3,0

Технологический процесс производства смолы М-19-62 ведется в несколько стадий. Реакция взаимодействия формальдегида и

мочевины происходит при переменном их соотношении и ступенчатом температурном режиме.

Унифицированная карбамидная смола УКС разработана ЦНИИФ. Основная рецептура смолы УКС следующая (вес. ч.): мочевины технической 100; 37%-ного раствора формалина 203.

Технологический процесс получения этой смолы состоит из следующих основных стадий: конденсации в щелочной среде; конденсации в кислой среде; нейтрализации конденсационного раствора; сушки смолы; доконденсации смолы с мочевиной; охлаждения, стабилизации и стандартизации смолы. Для повышения вязкости и улучшения свойств мочевиноформальдегидных смол применяют наполнители — древесную муку, каолин, гипс и т. д. Для уменьшения расхода клея массу вспенивают в вспенивающем аппарате.

Технологический процесс приготовления вспененных карбамидных kleев разработан ЦНИИФ. Рецептура вспененного kleя следующая (вес. ч.):

Карбамидная смола . . . . .	100
Пылевидный альбумин (пенообразователь) . . . . .	0,1—0,5
Хлористый аммоний . . . . .	0,5—1,0

На ряде фанерных заводов карбамидные kleи вспенивают в вспенивающих аппаратах емкостью 500—600 л. В аппарат загружают смолу, добавляют альбумин, а затем хлористый аммоний, предварительно размешанный в 3—4-кратном количестве смолы. Затем включают мешалку и вспенивают kleй в течение 3—15 мин до достижения требуемого объема.

Большое влияние на процесс пенообразования, структуру пены и ее устойчивость, кроме вида пенообразователя, имеет скорость вращения мешалки вспенивающего аппарата и pH среды. При pH 7,5—8,0 pena получается нестойкой (через 0,5—1 ч после вспенивания она переходит в жидкое состояние). Доведение pH среды до 5—6 путем введения соответствующего количества хлористого аммония значительно повышает пеноустойчивость смолы.

Смолу и добавки загружают в металлический резервуар 6 (рис. 68). Воздух подают в закрытый резервуар по трубопроводу 1 через масловодоотделитель 2, редуктор 3, кран 4. Давление воздуха контролируется манометром 5. Привод мешалки 7 вспенивающего аппарата осуществляется от электродвигателя 8, через

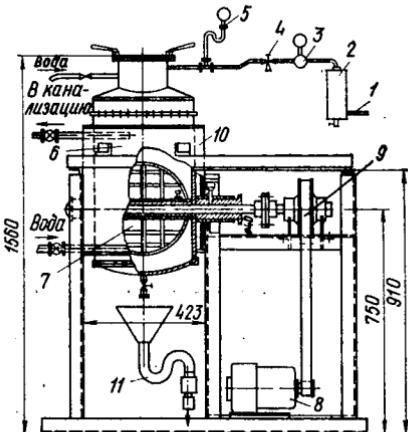


Рис. 68. Вспенивающий аппарат:  
1 — трубопровод; 2 — масловодоотделитель;  
3 — редуктор; 4 — кран; 5 — манометр; 6 — резервуар;  
7 — мешалка; 8 — электродвигатель;  
9 — ременная передача; 10 — рубашка резервуара;  
11 — сливной кран

ременную передачу 9. Для охлаждения резервуар снабжен рубашкой 10, куда подается холодная вода. Слив вспененной смолы происходит через сливной кран 11.

Для всех применяемых в производстве фанеры карбамидных смол горячего отверждения в качестве основного отвердителя используют хлористый аммоний. Время, необходимое для образования прочного клеевого соединения, с увеличением количества хлористого аммония до 1% уменьшается, а при дальнейшем увеличении его, например до 5%, резко возрастает. Отрицательное действие большего количества хлористого аммония на процесс склеивания древесины карбамидными kleями связано с изменением структуры карбамидной смолы. Оптимальное количество хлористого аммония зависит от типа применяемой смолы.

Смола с более высоким значением pH требует добавления большего количества хлористого аммония. Излишнее, а также недостаточное количество хлористого аммония в составе клея приводит к снижению механической прочности клеевого соединения. В зависимости от величины pH смолы количество добавляемого хлористого аммония может изменяться в следующих пределах:

pH . . . . .	7,5—9,0	6,5—7,0	6,0—6,5
Количество хлористого аммония, % . . . . .	1,0—1,2	0,5—0,8	0,4—0,5

Рецептура карбамидных kleев для склеивания фанеры следующая (вес. ч.):

	M-60	M-70	МФСМ	M19-62	УКС
Смола . . . . .	100	100	100	100	100
Хлористый аммоний в порошке . . . . .	0,5 и 1	0,5—0,8	1	1	1

Карбамидные kleи, отверждающиеся при нагревании, не требуют предварительной сушки клеевого слоя, нанесенного на древесину. Однако открытая выдержка клеевого слоя при нормальной температуре бывает полезной.

Возможное время выдержки клеевого слоя зависит от марки карбамидного kleя. Для быстроотверждающейся смолы M-70 выдержка не должна превышать 15—30 мин, для смол M-60, МФСМ, M-19-62 и УКС — 30—60 мин. Время подсушки клеевого слоя больше оптимального приводит к снижению прочности склеивания, так как возможно частичное отверждение kleя.

Склейивание фанеры возможно в диапазоне температур от 90—100 до 150—160° С и больше. Однако практически приемлема температура при прессовании 120—130° С.

Мочевино-формальдегидные смолы холодного отверждения также применяют для склеивания массивной и kleеной древесины. Kleи холодного отверждения готовят с применением отвердителей в виде растворов органических кислот — щавелевой, молочной. Рецепты мочевино-формальдегидных kleев холодного отверждения для склеивания древесины при комнатной температуре следующие (вес. ч.):

<b>Клей М-70</b>		
Карбамидная смола М-70 . . . . .	100	
Хлористый аммоний (сухой порошок) . . . . .	1	
<b>Клей М-60</b>		
Карбамидная смола М-60 с рН 6—7 . . . . .	100	
Молочная кислота . . . . .	5—6	

Клей холодного отверждения готовят, добавляя к смоле при непрерывном перемешивании от 4 до 10% щавелевой кислоты 5—10%-ной концентрации.

Карбамидные смолы применяют также для ребросклейивания шпона на безленточных ребросклевающих станках. При использовании оборудования со скоростью подачи шпона до 10—12 м/мин пригодны почти все марки карбамидных смол горячего отверждения. В этом случае применяют составы, содержащие 100 вес. ч. смолы и 1 вес. ч. хлористого аммония. Клей наносят на кромку шпона тонким, равномерным слоем и склеивают при температуре не ниже 180°С.

При использовании более производительных станков и максимальной скорости подачи применяют только быстроотверждающиеся клеи. Таким требованиям удовлетворяют клеи на основе смолы М-70 следующего состава (вес. ч.):

<b>Рецепт 1</b>		
Смола М-70 . . . . .	100	
Хлористый аммоний . . . . .	0,7—1	
<b>Рецепт 2</b>		
Смола М-70 . . . . .	100	
Меламин технический . . . . .	1—2	
Хлористый аммоний . . . . .	0,7	
<b>Рецепт 3</b>		
Смола М-70 . . . . .	100	
Поливинилацетатная эмульсия пластифицированная . . .	25—30	
Хлористый аммоний . . . . .	0,7—1	

Использование быстроотверждающихся kleев позволяет выполнять ребросклейивание шпона при температуре 180—200° С после кратковременной выдержки kleевого слоя. Ребросклейивание возможно при раздельном нанесении на кромки шпона смолы М-70 и отвердителя в виде 20%-ного раствора хлористого аммония.

## § 28. МЕЛАМИНО-ФОРМАЛЬДЕГИДНЫЕ И МОЧЕВИНО-МЕЛАМИНО-ФОРМАЛЬДЕГИДНЫЕ СМОЛЫ

Исходное сырье для получения меламино-формальдегидных смол — меламин и формалин.

Меламино-формальдегидные смолы могут отверждаться как при повышенной, так и при нормальной температуре; в последнем случае необходимо введение в их состав кислых отвердителей.

В отверженном состоянии меламиновые смолы имеют такую же трехмерную структуру, как и фенолформальдегидные смолы резольного типа.

Применение меламино-формальдегидных смол, обладающих цennыми kleящими свойствами, ограничивается высокой стоимостью исходного продукта — меламина, поэтому большое значе-

ние приобрели мочевино-меламиновые смолы, в которых часть меламина заменена мочевиной.

Мочевино-меламино-формальдегидные смолы получают при значительно меньшем количестве меламина по сравнению с меламино-формальдегидными смолами, однако свойства их близки к свойствам последних.

Основные исходные компоненты для получения мочевино-меламино-формальдегидных смол — мочевина, меламин и формалин. В качестве катализаторов реакции и регуляторов pH среды используют уротропин, едкий натр, аммиачную воду.

Из числа мочевино-меламино-формальдегидных смол, применяемых для склеивания древесины, наиболее известны смолы марок ММС и ММФ.

Смола ММС разработана ЦНИИФ. Рецепт смолы следующий:

	Вес. ч.	Моли
Мочевина . . . . .	100	1,66
Меламин . . . . .	66	0,52
Формалин, 37%-ный раствор . . . . .	332	3,97

Для получения смолы применяют оборудование, используемое в производстве жидких карбамидных смол.

Смола ММС не растворяется в холодной воде, но хорошо растворяется в горячей воде при перемешивании. Смола, содержащая 60% сухих веществ, достаточно стабильна и жизнеспособна; при 20° С ее можно хранить 3—4 месяца. Жизнеспособность смолы ММС, смешанной с отвердителем, не менее 6 ч.

Смола ММС предназначена для склеивания способом горячего прессования фанеры, фанерных плит, kleенои древесины повышенной водостойкости.

Условия склеивания фанеры kleem на основе смолы ММС в прессах с обогреваемыми плитами не отличаются от условий склеивания мочевино-формальдегидными kleями:

Мочевино-меламино-формальдегидные смолы применяют также в производстве декоративной фанеры, пленочных kleев, бумажно-слоистых пластиков и различных отделочных материалов на бумажной основе.

Наиболее широкое применение получили пропиточные мочевино-меламино-формальдегидные смолы марок ММП, ММПК и ММ-54-У. Смолы марок ММП и ММПК разработаны ЦНИИФ. Ниже приведены рецепты смол ММП и ММПК (вес. ч.):

	ММП	ММПК
Мочевина . . . . .	100	100
Меламин . . . . .	50	50
Формалин, 37%-ный раствор . . . . .	275	275
Уротропин . . . . .	11,25	11,25
Вода . . . . .	115—160	—

Смолу ММП применяют для изготовления отделочной пленки, а также для пропитки текстурной и кроющей бумаги, используемых при облицовке поверхности.

Мочевино-меламино-формальдегидную смолу ММПК применяют для изготовления kleящей пленки. Для пропитки бумаги готовят kleевой раствор, содержащий от 0,1 до 0,5 хлористого аммония. Более высокая концентрация и вязкость смолы ММПК позволяют получать пленку с содержанием сухой смолы 50—60 г/м<sup>2</sup>.

Мочевино-меламино-формальдегидную смолу марки ММ-54-У приготовляют с соблюдением следующей рецептуры, рассчитанной на 100%-ную концентрацию всех твердых компонентов (вес. ч.):

Мочевина . . . . .	196,80
Меламин . . . . .	70,80
Уротропин . . . . .	28,12
Формалин, 37%-ный раствор . . . . .	542,73
Моноуреид фталевой кислоты . . . . .	5,34
Толуолсульфамид . . . . .	2,66
Аммиачная вода, 25%-ная . . . . .	2,70

## § 29. ДРУГИЕ СМОЛЫ И КЛЕИ

**Эпоксидные смолы.** Эпоксидные смолы благодаря высоким адгезионным, механическим и электрическим свойствам находят широкое применение в различных областях промышленности для изготовления kleев, замазок, шпаклевок.

Эпоксидные смолы применяют для склеивания различных материалов — стали, алюминия, текстолита, керамики, фарфора, древесины и др.

В зависимости от соотношения реагирующих веществ и условий конденсации эпоксидные смолы могут быть получены в виде вязких жидкостей или твердых веществ с высокой температурой плавления.

Эпоксидные смолы не растворяются в воде, спирте, но хорошо растворяются в ряде органических растворителей: ацетоне, толуоле, бензole и др. Наличие в цепных молекулах гидроксильных и эпоксидных групп обуславливает высокую реакционную способность их и возможность совмещения с другими полимерными соединениями.

Будучи термопластичными, эпоксидные смолы приобретают термореактивные свойства после введения в их состав отверждающих средств.

Клеевые соединения древесины на эпоксидных смолах отличаются высокой прочностью. Однако водостойкость этих соединений ниже водостойкости фенолформальдегидных kleев.

При склеивании слоистой древесины эпоксидными kleями горячего отверждения высокая водостойкость kleевого соединения достигается при температуре склеивания 150° С и выдержке под давлением пакета толщиной 18 мм в течение 45 мин.

Эпоксидные kleи представляют большой интерес, так как они открывают большие возможности для прочного склеивания древесины с металлами, пластмассами. Имеется возможность модификации эпоксидных смол другими полимерными соединениями. Совмещением эпоксидных смол с фенолформальдегидными удается получить kleящие композиции с разнообразными свойствами.

**Поливинилацетатные клеи.** Поливинилацетат — высокомолекулярное соединение, образующееся при полимеризации винилацетата. Сырьем для получения винилацетата служит ацетилен и уксусная кислота. Процесс полимеризации винилацетата происходит в среде растворителя, эмульсионным и блочным способами.

Для склеивания древесины наибольший интерес представляет эмульсия поливинилацетата, получаемая в водной среде при 65° С. Инициатор реакции — перекись водорода, эмульгатор — поливиниловый спирт, а регулятор рН среды — муравьиная кислота. По внешнему виду поливинилацетатная эмульсия представляет собой жидкость белого цвета.

Существенным недостатком поливинилацетатных клеев, обладающих термопластичными свойствами, является низкая теплостойкость. При 38—40° С начинается размягчение полимера, а при 60—70° С резко снижается прочность склеивания.

Поливинилацетатные клеи неводостойки, и поэтому их можно применять для склеивания изделий, не подвергающихся воздействию влаги, например для ребросклейивания шпона.

**Полиметилметакрилатные клеи.** Полиметилметакрилатные клеи получают растворением полиметилметакрилата в органических растворителях. Раствор полиметилметакрилата в дихлорэтане (2—5%-ный) применяют для соединения древесных материалов с органическим стеклом. Применяют также полиметилметакрилатные клеи, совмещенные с полиэфирными смолами. К числу таких клеев относится клей ПК-5.

Клей ПК-5 состоит из раствора полиметилметакрилата в ацетоне и полиэфиракрилатной смолы МГФ-9. В состав kleящей композиции входит инициатор — перекись бензола. Клей этот рекомендуется для склеивания алюминиевых сплавов с фанерой. Наносят его на обе склеиваемые поверхности. После открытой выдержки kleевого слоя в течение 20—40 мин склеиваемые детали прессуют при 80° С в течение 6 ч.

**Полиуретановые клеи.** Полиуретанами называются продукты, получаемые в результате сополимеризации полизоцианатов с полигидроксилсодержащими соединениями, имеющими не менее двух гидроксильных групп в молекуле. Наиболее известен полиэфируретановый клей ПУ-2.

Клей ПУ-2 состоит из двух компонентов — раствора полиэфирной смолы в этилацетате с концентрацией 66% и диизоцианатного компонента в виде 66%-ного раствора в этилацетате. Этот клей предназначается для склеивания металлов с древесиной. Рекомендуется он и для склеивания древесины, предназначенной к эксплуатации в различных климатических условиях.

Клей ПУ-2 наносят тонким слоем на склеиваемую поверхность в два приема. Примерный расход его 120—170 г/см<sup>2</sup>. Первый слой подсушивают 30—40 мин до отлипа, а затем так же подсушивают второй слой. Склейваемые поверхности соединяют и прессуют под небольшим давлением (1—2 кгс/см<sup>2</sup>) при нормальной

температура в течение 16 ч; после снятия давления склеенные детали нагревают при 60—100° С в течение 6 ч.

**Клей животного происхождения.** Казеиновые клеи. Исходным продуктом для получения казеиновых kleев служит обезжиренный творог — казеин. Казеин получают при воздействии на обезжиренное молоко соляной или серной кислоты. Творог промывают, чтобы удалить кислоту, прессуют, выжимая воду, сушат и размалывают.

Казеиновые клеи недостаточно водоупорны. Увлажненная kleевая прослойка набухает, снижая прочность соединения, и легко разрушается микроорганизмами.

Клеевой раствор следует приготовлять в количестве, которое можно израсходовать за 4 ч работы. Порошок разводят водой в соотношении 1 : 2,1 (на 100 вес. ч. казеинового клея в порошке берут 210 вес. ч. воды).

Для приготовления казеинового kleевого раствора в kleемешалку необходимо залить определенное (по рецепту) количество воды комнатной температуры (18—20° С), включить вращающиеся лопасти, постепенно засыпать хорошо размолотый порошок. Раствор размешивать в течение 30—40 мин до получения однородного состава, затем выключить kleемешалку. После 10—15 мин отстаивания с раствора снять пену и перелить его в бак, а kleемешалку тщательно вымыть. Загустевший kleевой раствор к употреблению не годен.

**Альбуминовые клеи.** Альбуминовые клеи получают из животного белка альбумина, содержащегося в крови животных.

Для приготовления kleевого раствора кристаллический альбумин замачивают на 2—3 ч в небольшом количестве воды. Массу постоянно перемешивают, добавляют остальную воду (до соотношения 1 : 3) и подогревают раствор до 26—28° С. Затем, непрерывно размешивая массу, вводят известковое молоко. Смесь перемешивают 30—40 мин, пока она не станет однородной.

Пылевидный альбумин, чтобы не образовывалось большое количество пены и комков, сначала смешивают с равным количеством воды до образования кашицы и только после этого добавляют остальную воду и известковое молоко.

Альбуминовый клей приготовляют в kleемешалках. Перемешивают массу лопатками при 20—25 об/мин. Альбуминовые клеи более водоупорны, чем казеиновые, но также подвержены набуханию и гниению.

**Пленочные клеи.** Пленочными называются клеи, состоящие из бумажного полотна, пропитанного раствором фенолформальдегидной или мочевино-меламино-формальдегидной смолы.

Клеи под названием бакелитовая пленка применяют для склеивания водоупорной фанеры, а полученные пропиткой мочевино-меламиновой смолой бумаги — декоративной фанеры.

Приготовляют пленочные клеи в специальных горизонтальных или вертикальных пропиточных машинах, т. е. машинах с горизон-

тальной или вертикальной сушильной камерой, позволяющих выполнить одностороннюю или двустороннюю пропитку бумаги.

Вертикальные машины требуют применения бумаги с большой механической прочностью на разрыв, малой набухаемостью в спирте и в воде. Горизонтальные машины позволяют применять бумагу с малой механической прочностью, большой набухаемостью и повышенной впитывающей способностью, так как в сушильной части их устроен транспортер, несущий пропитанную пленку.

Пропиточные растворы резольных смол приготавливают из спирторастворимых смол марок ВФ и ВК или водорастворимых смол марок С-50 и С-35.

Для пленочных kleев применяют сульфатную бумагу весом 20—22 г/м<sup>2</sup>, толщиной 0,03 до 0,04 мм и влажностью до 6%. Бумага с большей влажностью перед пропиткой подлежит сушке.

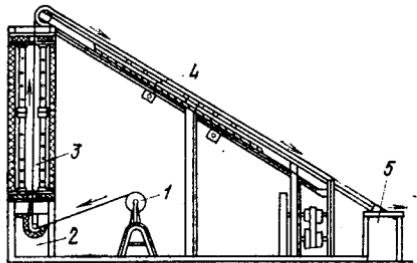


Рис. 69. Схема пропиточно-сушильного агрегата:

1 — приспособление для размотки бумаги; 2 — пропиточная ванна; 3 — сушильная шахта; 4 — транспортер; 5 — раскройный стол

ные смолы концентрацией не ниже 50%, а для сохранения нормального расхода смол в пропиточной машине устанавливают два ножа-линейки, поставленные к бумажному полотну под углом около 15° с двух сторон. Ножи устанавливают над пропиточной ванной на уровне 0,5 и 1 м. Нажимая на бумажное полотно, они играют роль скребков, снимающих с бумаги всю лишнюю смолу и в то же время способствующих нанесению более равномерного слоя смолы.

Пленку, получаемую в виде рулонов весом 15—20 кг, во избежание увлажнения упаковывают в парафинированную или битуминированную бумагу и концы бумаги обвязывают шпагатом.

Карбамидные пленки получают путем пропитки бумаги мочевино-меламино-формальдегидными смолами. Карбамидные смолы в отличие от фенольных бесцветны и позволяют получать пленочные kleи, пригодные не только для склеивания, но и для наружного покрытия.

Изготовление карбамидных пленок требует применения бумаги с высокой впитывающей способностью и пропитки ее в горизон-

тальных пропитывающих машинах, так как в вертикальных машинах она разбухает и обрывается, не выдерживая тяжести впитавшейся воды.

В ЦНИИФ разработана пропитывающая машина комбинированного типа, состоящая из вертикальной сушильной камеры и транспортера, установленного под углом 30°. Такая машина позволяет применять бумагу с низкой прочностью и с высокой впитывающей способностью (рис. 69).

Пропитку бумаги карбамидной смолой ведут в пропиточной ванне 2, установленной внизу шахты. Пропитанная бумага поднимается в верх шахты 3, за время движения она высыхает и, спускаясь по транспортеру 4, успевает охладиться до температуры цеха. Готовая пленка нарезается на листы на раскройном столе 5.

Сушку пропитанного полотна ведут в нижней части шахты при температуре 50—60° С, а в верхней части — около 90—105° С.

I                    II

Температура воздуха в сушильной шахте

в °С:

нижняя зона . . . . .	60	40
верхняя зона . . . . .	90—105	80

Скорость подачи бумаги, м/мин . . . . . 1,0—1,5      0,5—0,7

Количество хлористого аммония, вводимого в смолу, % . . . . . 0,1      0,3—0,5

Мочевино-меламиновые пленочные клеи обладают высокими клеящими свойствами. Значительно влияет на прочность склеивания количество смолы, содержащейся в пленке. Испытания трехслойной четырехмиллиметровой березовой фанеры, склеенной мочевино-меламиновой пленкой с различным содержанием смолы, показывают, что с уменьшением количества воздушносухой смолы до 50 г/м<sup>2</sup> и ниже заметно снижается прочность склеивания. При работе с пленочными kleями большое значение имеет удельное давление. Для склеивания пленочными kleями необходим надежный контакт между склеиваемыми поверхностями. Для создания этого контакта требуется давление не менее 12—15 кгс/см<sup>2</sup>. При меньшем давлении прочность склеивания снижается примерно с 20 до 16 кгс/см<sup>2</sup>.

Допустимой температурой склеивания пленочными kleями считаю температуру плит пресса 110—115° С. При более высокой температуре плит (140—145° С) прочность склеивания не изменяется.

### § 30. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЛЕЕВ

Особенность синтетических kleев — изменение технологических и физико-механических свойств в зависимости от длительности хранения исходных компонентов и приготовленного kleя, от окружающей температуры, количества вводимых отвердителей, пластификаторов и наполнителей и от многих других факторов, которые влияют на прочность и долговечность изделий.

**Определение внешнего вида и однородности.** Для определения внешнего вида kleев следует использовать свежеприготовленные составы. Навеску клея (25—50 г) помещают в стеклянный или фарфоровый стакан емкостью 50—100 см<sup>3</sup>. Чистую стеклянную палочку погружают в клей и поднимают на 15—20 см над стаканом. При этом наблюдают струю стекающего клея, который должен быть однородным по цвету, без сгустков и комочеков смолы или наполнителя.

Если клей содержит наполнитель, кроме того, определяют однородность распределения наполнителя. Для этого на поверхность стеклянной пластинки площадью 50×100 мм наносят тонкий слой клея. Клей подсушивают, и стеклянную пластинку с клеем помещают на предметный столик микроскопа. При рассмотрении под микроскопом в kleевом слое не должно быть частиц наполнителя более 0,2 мм. Частицы должны быть равномерно распределены по всей площади клея.

**Определение концентрации kleев.** Навеску смолы 3—4 г распределяют стеклянной палочкой равномерным тонким слоем по дну плоскодонной стеклянной или фарфоровой чаши диаметром 70—80 мм. Чашку с kleем взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,001 г и помещают в термостат, в котором клей высушивают при температуре 100±2° С (для фенольных смол — 130—140° С) в течение 2—3 ч. После этого чашку охлаждают в экскаторе и взвешивают. Затем ее вторично помещают в термостат и сушат 15—20 мин до постоянного веса с точностью до третьего десятичного знака.

Количество сухого остатка смолы  $X$  вычисляют по формуле

$$X = \frac{a - b}{g} 100\%,$$

где  $a$  — вес чашки с пробой смолы после сушки, г;

$b$  — вес чашки, г;

$g$  — навеска смолы, г.

Точное определение содержания сухого остатка в клее затруднено, так как одновременно протекают различные процессы: полимеризация или поликонденсация, испарение растворителей и мономеров, выделение побочных продуктов поликонденсации и т. д. Результаты опыта могут оказаться неточными вследствие способности смолы удерживать растворитель.

На результаты измерений влияет время хранения смол. Ошибки при определении сухого остатка возможны также вследствие термодеструкции некоторых полимеров. Например, сушка при 130—140° С, применяемая для фенолформальдегидных смол, неприемлема для карбамидных kleев, так как уже при 110° С на результат влияет деструкция полимера.

От недостатков, присущих методу высушивания, свободен рефрактометрический метод, позволяющий определять сухой остаток kleев до 1%, причем возраст смол не оказывает влияния на точность опыта.

Применение рефрактометрического метода основано на явлении полного внутреннего отражения или преломления светового луча, проходящего через тонкий слой смолы нанесенной на стеклянную призму рефрактометра.

**Определение вязкости.** Измерение вязкости клея может быть абсолютным или относительным. Для абсолютных измерений применяют капиллярные, ротационные и шариковые вискозиметры. Для относительных измерений вязкости используют чашечные вискозиметры с калибранным нижним отверстием. За условную меру вязкости принимают время полного истечения определенного объема клея, имеющего заданную температуру, или отношение времени истечения клея к скорости истечения воды при  $20^{\circ}\text{C}$ .

Для определения вязкости используют вискозиметр Энглера (рис. 70), который состоит из двух резервуаров — наружного 1 (термостата) и внутреннего 2. Конец внутреннего резервуара имеет сливную трубку 3 диаметром 2,8 мм, через которую вытекает испытуемый продукт. В резервуаре есть три штифта 4, до уровня которых наливают испытуемую смолу. Внутренний резервуар закрывается крышкой 5 с двумя отверстиями: в одно устанавливается термометр 6, а в другое — стержень 7, закрывающий отверстие сливной трубки. Наружный резервуар имеет мешалку 8 и подогревается электрическим нагревательным устройством или кольцевой газовой горелкой 9. Испытуемый продукт вытекает в мерную колбу 10.

Сначала определяют водное число вискозиметра, т. е. время истечения из него 200 мл дистиллированной воды при  $20^{\circ}\text{C}$ . Вискозиметр устанавливают на треножник, верхнее отверстие сливной трубы закрывают стержнем. Из измерительной колбы в резервуар наливают чистую дистиллированную воду (до уровня трех штифтов), нагретую до  $20^{\circ}\text{C}$ , после чего прибор устанавливают строго горизонтально. В наружный резервуар также наливают воду той же температуры.

Опорожненную, но еще мокрую измерительную колбу подставляют под сливную трубку 3 внутреннего резервуара. Затем приподнимают стержень и выпускают воду в мерную колбу, не замеряя времени. Когда сливная трубка заполнится водой, снова

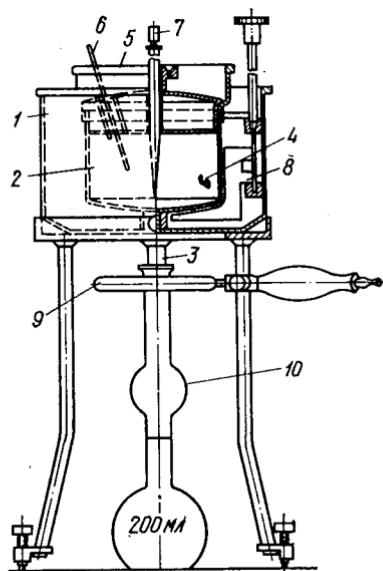


Рис. 70. Вискозиметр Энглера:  
1 — наружный резервуар; 2 — внутренний резервуар; 3 — сливная трубка; 4 — штифт; 5 — крышка; 6 — термометр; 7 — стержень; 8 — мешалка; 9 — газовая горелка; 10 — мерная колба

закрывают деревянным стержнем верхнее отверстие трубки и вновь из мерной колбы выливают воду во внутренний резервуар. Колбу держат 2 мин под резервуаром, давая стечь воде, после чего устанавливают под отверстие сливной трубы. Воду в обоих резервуарах перемешивают, во внутреннем — термометром (вращением крышки), а во внешнем — мешалкой. Устанавливают температуру воды в обоих резервуарах, равной точно 20° С. Затем слабым рывком вынимают стержень из отверстия сливной трубы, одновременно включая секундомер, и как только уровень воды достигнет кольцевой метки колбы, соответствующей объему 200 мл, секундомер выключают. Время истечения 200 мл воды определяют 4 раза и выводят среднее время из сходных результатов. Для стандартного вискозиметра время истечения воды, т. е. водное число, должно быть равным 50—52 сек (точнее 51,4 сек).

После этого приступают к определению вязкости смолы. Внутренний резервуар вискозиметра высушивают, отверстие сливной трубы закрывают стержнем и наливают смолу так, чтобы острия штифтов были погружены в жидкость. Затем, подняв немного стержень, дают стечь избытку смолы в отдельный стакан, и как только на поверхности появятся острия штифтов, снова закрывают отверстие.

Рис. 71. Вискозиметр ВЗ-4:  
а — общий вид; б — разрез воронки

Под отверстие сливной трубы подставляют сухую мерную колбу. Быстро вынимают деревянный стержень одновременно пуская секундомер. Как только жидкость в мерной колбе дойдет до метки, секундомер выключают.

Условную вязкость находят по формуле

$$^{\circ}\varTheta = \frac{T}{T_b} \text{ сек},$$

где  $T$  — время истечения смолы, сек;

$T_b$  — время истечения воды, сек.

Наиболее простой и быстрый способ определения вязкости — по времени истечения клея из вискозиметра ВЗ-4, представляющего собой воронку объемом 100 см<sup>3</sup> с калиброванным нижним отверстием диаметром 4 мм (рис. 71). Воронку берут в руки, захватывают пальцем калиброванное отверстие и наливают клей. Далее воронку ставят на штатив, открывают отверстие и секундомером измеряют время истечения клея в стакан, установленный на штативе. Время истечения есть мера условной вязкости клея.

**Определение концентрации водородных ионов.** В технологии синтетических kleев при хранении и при переработке большое значение имеет величина концентрации водородных ионов в реакционной смеси (величина pH).

Шкала значений рН находится в пределах от —1 (концентрированный раствор азотной кислоты) до +15 (концентрированный раствор едкого натра).

Как правило, смолы в готовом виде нейтральны ( $\text{pH}=7$ ) или имеют слабую щелочную (фенолформальдегидные и карбамидные смолы) и кислую (поливинилацетатная эмульсия) реакции.

Величина рН имеет большое значение для определения условий хранения kleев, для выбора типа и количества отвердителя, для определения способности kleев соединять различные материалы.

В практике исследований синтетических смол широко применяют метод определения кислотности — концентрации водородных ионов (рН) по цветовой шкале.

В мелкую фарфоровую чашку помещают 2—3 г смолы, к ней добавляют три-четыре капли универсального индикатора и тщательно перемешивают стеклянной палочкой до однородного окрашивания. Полученную окраску сравнивают с цветной шкалой, на которой каждая окраска соответствует определенному значению рН смолы. Точность определения рН указанным способом составляет примерно 0,5 единицы. Так как такая точность во многих случаях недостаточна, рН рекомендуется определять лабораторным рН-метром ЛПУ-01 с датчиком ДЛ-01.

Для измерения рН прибором ЛПУ-01 используют электродную систему со стеклянным электродом, электродвижущая сила которого зависит от активности ионов водорода в растворе.

Схема электродной системы прибора приведена на рис. 72. Стеклянный электрод 2 представляет собой трубку с напаянным на конус полым шариком 1 из литиевого электродного стекла.

При погружении электрода в раствор между поверхностью шарика электрода и раствором происходит обмен ионами, в результате которого ионы лития в поверхностных слоях стекла замещаются ионами водорода, и стеклянный электрод приобретает свойства водородного электрода. Между поверхностью стекла и контролируемым раствором возникает разность потенциалов, которая определяется активностью ионов водорода в растворе.

Для создания электрической цепи при измерении применяют контактные электроды: внутренний электрод 3, при помощи кото-

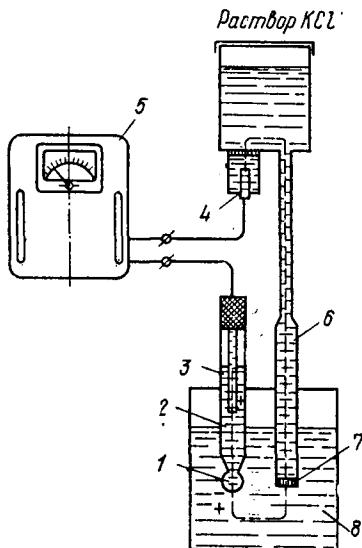


Рис. 72. Схема прибора ЛПУ-01:  
1 — полый шарик из электродного стекла; 2 — стеклянный электрод; 3 — внутренний контактный электрод; 4 — вспомогательный электрод; 5 — рН-метр ЛПУ-01; 6 — электролитический контакт; 7 — пористая перегородка; 8 — контролируемый раствор

рого происходит электрический контакт с раствором в трубке стеклянного электрода, и внешний — электрический контакт с контролируемым раствором.

Суммарная электродвижущая сила электродной системы прибора линейно зависит от pH раствора.

Прибор ЛПУ-01 позволяет измерять величину pH от —2 до +14. Точность измерений  $\pm 1\%$ .

**Определение жизнеспособности и времени отверждения.** Определяют жизнеспособность kleевых композиций, содержащих отвердители и ускорители. Различают полную и рабочую жизнеспособность. Под полной жизнеспособностью синтетических kleев понимают время с момента приготовления kleя до начала его желатинизации. Рабочая жизнеспособность определяется временем

с момента приготовления kleя до приобретения им вязкости, при которой kleй непригоден для нанесения на склеиваемые поверхности.

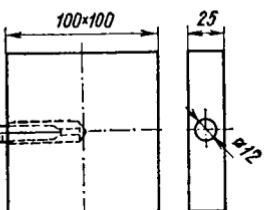
В большинстве случаев о жизнеспособности kleя судят по изменению его вязкости с течением времени. Испытания проводят следующим образом. Свежеприготовленный kleй (200 г) в стеклянной или фарфоровой чашке помещают в термостат и выдерживают при температуре 20°C. Начальную вязкость определяют по достижении температуры kleя 20°C. Далее вязкость определяют через каждые 20—30 мин, пока kleевая композиция не достигнет максимально допустимой вязкости.

Рис. 73. Металлическая плитка для опытов по определению скорости отверждения kleя

Время отверждения kleев (карбамидных, фенолформальдегидных) определяют при помощи полимеризационных плиток. Плитки изготавливают из стали размером 100×100×22 мм. Они имеют отверстие сбоку для термометра (рис. 73). Плитки нагревают до 190°C, затем выключают электронагревательный прибор и ждут снижения температуры. При 180°C на стальную плитку кладут примерно 1 г kleя и размешивают его стеклянной палочкой на площади 30×30 мм. Одновременно пускают секундомер. Когда kleй потеряет способность вытягиваться в тонкие нити, секундомер останавливают и записывают время (в секундах), прошедшее с начала опыта. Опыт повторяют при температуре 170, 160, 150, 140, 130, 120, 110, 100°C по мере остывания плитки.

Для того чтобы количество наносимой на плитку смолы было каждый раз одинаковым, стеклянную трубку следует опускать в сосуд со смолой на строго одинаковую глубину.

На основе отсчетов строят график в координатах «температура, °C — продолжительность отверждения, мин». Применяют также способ определения времени отверждения путем прогрева навески kleя в пробирке. В стеклянный стакан с кипящей водой помещают пробирку с навеской kleя (2—3 г) и, постоянно пере-



мешивая, определяют время отверждения. Оно равно периоду от начала погружения пробирки с клеем в стакан с кипящей водой до момента отверждения клея. Недостаток этого способа в том, что он не позволяет определять скорость отверждения клея при температуре выше 100° С.

**Испытание прочности kleевых соединений.** Клеевое соединение представляет собой систему, прочность которой определяется силой сцепления клея со склеиваемыми материалами (адгезионные связи), а также силой сцепления частиц клея и частиц материала между собой (когезионные связи). Если два материала *A* и *B* (рис. 74) соединены клеем *B*, то при наложении нагрузки к системе разрушается либо kleевая прослойка, либо один из соединенных материалов (случаи когезионного раз-

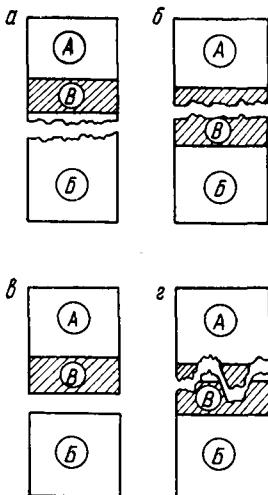


Рис. 74. Типы разрушения kleевого соединения:

*a* — когезионное по склеиваемому материалу; *б* — когезионное по клею; *в* — адгезионное; *г* — когезионно-адгезионное

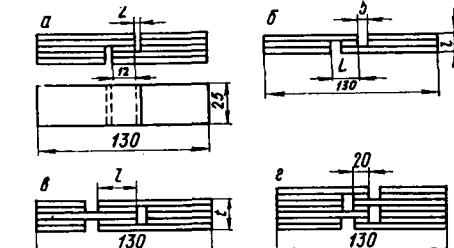


Рис. 75. Образцы для определения прочности на сдвиг при растяжении kleевых соединений древесного шпона:

*а* — образец обшивки, выклеенной из шпона; *б* — фанера трехслойная; *в* — фанера пятислойная; *г* — фанера семислойная

рушения, рис. 74, *а*, *б*). Кроме этого, возможно отслоение пленки клея от одного из материалов (адгезионное разрушение, рис. 74, *в*) и смешанное адгезионно-когезионное разрушение, при котором kleевая пленка частично отслаивается, а частично разрушается (рис. 74, *г*). Часто соединение разрушается одновременно и по клею и по материалу. Этот вид разрушения характерен для kleевых соединений древесины.

Вид разрушения, таким образом, зависит от соотношения сил адгезии и когезии в данном kleевом соединении. Кроме того, он зависит от скорости нагружения, от направления разрушающего усилия, от температурно-влажностных условий испытания. Фанера испытывается на прочность kleевого соединения по ГОСТ 9622—72 и ГОСТ 9624—72.

На рис. 75, а — г показаны образцы с надрезами (пропилами) для определения прочности kleевых соединений шпона 3, 5, 7, 9 и 11-слойной фанеры.

Расстояние между надрезами установлено следующее: для трехслойной фанеры толщиной до 3 мм — 15 мм, при большей толщине — 20 мм; для пятислойной фанеры толщиной до 2 мм — 10 мм, от 2,5 до 4 мм — 15 мм; для семислойной фанеры большой толщины и для всех размеров по толщине девяты- и одиннадцатислойной фанеры — 20 мм. Ширина образцов во всех случаях 25 мм. Надрезы должны быть строго перпендикулярны кромкам образца.

Образцы закрепляют в зажимы испытательной машины на расстояние не более 5 мм от надрезов. Скорость нагружения 100 кгс/мин. Предел прочности  $\sigma$  при сдвиге определяют по формуле

$$\sigma = \frac{2P}{ab(n-1)} \text{ кгс/мин},$$

где  $P$  — разрушающая нагрузка на образец, кгс;

$a$  — расстояние между надрезами, мм;

$b$  — ширина образца, мм;

$n$  — число слоев в фанере.

Подобные методики испытания установлены также ГОСТ 2707—60 для изготовления фанеры с помощью kleевой пленки из фенолформальдегидной смолы (расстояние между надрезами 25 мм) и инструкциями на склеивание шпона казеиновым kleем и kleem ВИАМ-Б-3 — расстояние между надрезами 12 мм, образец пятислойный (см. рис. 75).

### § 31. НАНЕСЕНИЕ КЛЕЯ

Kлеевой слой образуется нанесением жидкого kleя на одну из склеиваемых поверхностей или прокладыванием сухой kleевой пленки между листами шпона. Одно из важных условий склеивания древесины — смачивание. Несмотря на поры, углубления, ворсинки, трещины, обеспечивающие возможность связи kleя с древесиной путем механического зацепления, соединения не получится, если не произойдет смачивание, так как kleй в этом случае не заполняет поры, а наоборот, под действием внутренних сил отталкивается от поверхности. При смачивании kleй впитывается в поверхностные слои древесины, даже без давления.

Если силы взаимного притяжения между частицами твердой поверхности и kleя равны или превышают когезионные силы жидкости, жидкость будет растекаться по поверхности. Если притяжение жидких частиц частицами твердой поверхности невелико, а взаимное притяжение жидких частиц большое, kleй собирается в капли на твердой поверхности. Образование капель обусловливает плохой контакт kleя с твердой поверхностью и ограничивает таким образом площадь, по которой может происходить взаимо-

действие частиц. Это приводит к низкой прочности kleевого соединения.

Низкое поверхностное натяжение жидкого клея — один из факторов, благоприятствующих его растеканию по склеиваемой поверхности. На смачивающие свойства клея влияет его вязкость и природа, а также способ подготовки поверхности древесины.

В преобладающей степени склеивание древесины основано на проявлениях не просто механической адгезии. В этом случае большую роль играют молекулярные силы. Это доказывается механическими испытаниями, а также микроскопическим анализом проникновения клея в поры древесины.

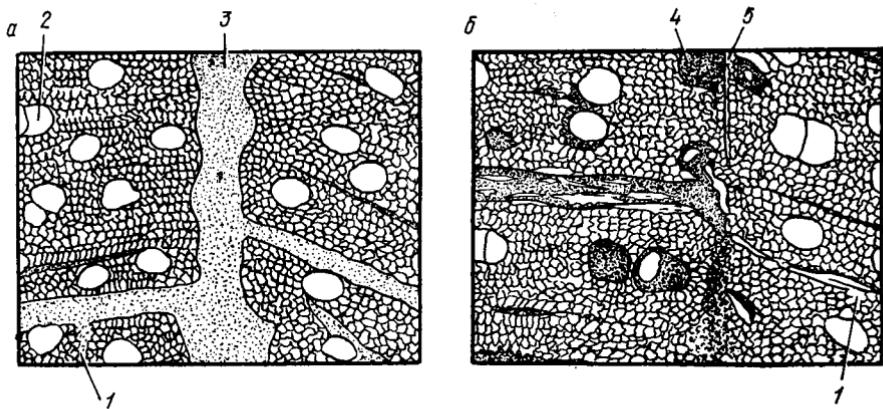


Рис. 76. Микрофотографии kleевых соединений древесины:

*а* — высококачественные соединения со сплошной kleевой прослойкой; *б* — соединение низкокачественное с несплошной kleевой прослойкой; 1 — сердцевинные лучи; 2 — сосуды; 3 — прослойка kleя; 4 — сосуды, наполненные kleем; 5 — зазор в прослойке kleя

Исследование под микроскопом слоя древесины около поверхности склеивания показывает, что клей не всегда заполняет их полости целиком. Уменьшаясь в объеме вследствие усадки, он обволакивает внутреннюю поверхность клеток. Проникновение клея в полости клеток и сосуды древесины происходит благодаря активности растворителя, который несет с собой частицы клея и затем испаряется. При этом kleевое вещество концентрируется на стенках клеток и сосудов. На рис. 76 показаны две микрофотографии, на которых видно, что важнейшим условием прочного склеивания является непрерывность kleевого слоя.

Клей должен смачивать склеиваемые поверхности и соприкасаться со всеми участками поверхности.

Проникновение клея, поскольку оно сопровождается смачиванием пор и углублений склеиваемой поверхности, увеличивает эффективную площадь склеивания, поэтому следует избегать чрезмерного проникновения и выдавливания клея. Для выполнения этого условия при склеивании должно быть соблюдено соответствие между давлением прессования и концентрацией клея.

В первой стадии процесса склеивания прослойка клея нагревается и вязкость его уменьшается. В это время начинают прилагать давление. Температура достигает уровня, при котором вязкость клея начинает повышаться. В течение некоторого времени вязкость остается почти постоянной. В конечной стадии жидкий клей переходит сначала в желеобразное, а затем в твердое состояние. Давление при прессовании способствует более быстрому проникновению клея в поры древесины. Слишком глубокое проникновение клея практически нецелесообразно, так как прочность соединения зависит от однородности клеевого слоя, а не от глубины проникновения клея (см. рис. 76).

На прочность склеивания древесины значительно влияет пористое строение ее поверхности, соотношение ранней и поздней древесины в го-

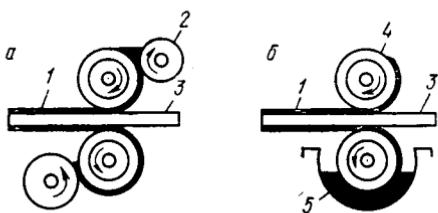


Рис. 77. Схема нанесения клея kleenanoсящим станком:  
а — с верхним и нижним питанием; б — с нижним питанием;

1 — kleевой слой; 2 — дозирующий валик;  
3 — шпон;

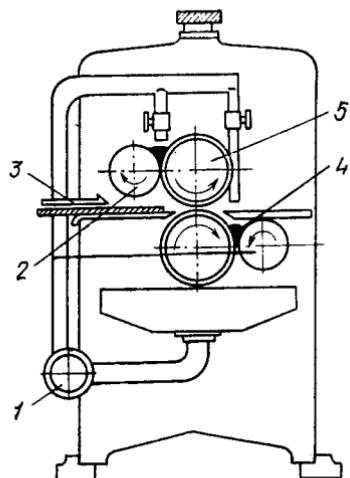


Рис. 78. Устройство kleenanoсящих станков с нижним и верхним питанием:

1 — насос для подачи клея;  
2 — дозирующий валик;  
3 — шпон;  
4 — kleй;  
5 — барабаны

вых слоях, влажность, химический состав, угол наклона волокон и другие факторы.

Клей наносят на листы шпона на kleenanoсящих станках, которые могут быть приспособлены для дву- и односторонней намазки. Больше распространены станки для двусторонней намазки. Они могут быть с верхним и нижним питанием (рис. 77, а) или только с нижним питанием (рис. 77, б).

Устройство kleenanoсящих станков с нижним и верхним питанием показано на рис. 78. Клеевой раствор насосом 1 подают по трубопроводам в пространство между дозирующими валиками 2 и барабанами 5. Вращаясь, барабаны и валики забирают kleй 4 и переносят его на движущийся между барабанами лист шпона 3.

Kleenanoсящие станки с нижним питанием имеют станину, на которой укреплены врачающиеся в противоположные стороны барабаны. Под барабанами находится корыто, наполненное kleевым раствором. Поверхность барабана, погруженного на треть диаметра в корыто, все время покрыта kleем. Для удобства ухода

за станком (чистки, промывки) корыто поднимается или опускается.

Процесс нанесения клея на станке заключается в следующем. Из находящегося над станком бака или из трубопровода, несущего клеевой раствор из клееварки, корыто наполняется клеем. Нижний барабан, вращаясь, забирает из корыта клей и наносит его на верхний барабан. Таким образом, к верхнему барабану на станке с нижним питанием клей подается только с нижнего барабана, поэтому, если длина листа шпона больше, чем длина окружности барабана, часть верхней поверхности шпона может оказаться ненамазанной. Чтобы этого не случилось, необходимо обмакнуть кромку шпона в клей, опуская ее в корыто.

Просвет между барабаном регулируют, поднимая винтовым устройством верхний барабан. Для точности установки просвета маховик винтового устройства имеет диск с делениями, показывающими величину просвета.

Толщина клеевого слоя зависит от вязкости клея, давления верхнего барабана, качества шпона, числа оборотов и вида барабанов (в зависимости от назначения барабаны могут быть гладкими или рифлеными).

Установив просвет между kleenanoсящими барабанами, открывают краны для заполнения ванны клеем, затем включают вальцы и приступают к наладке их на толщину клеевого слоя. Для этого пропускают через вальцы пробные листы шпона и по каждому из них определяют количество клея, нанесенное на 1 м<sup>2</sup> поверхности шпона. Это количество по окончании наладки вальцов должно находиться в пределах норм, предусмотренных технологическим режимом.

Для нормальной работы kleenanoсящих станков необходимо периодически (через 2 недели) проверять глубину нарезки рифленых барабанов и 2—3 раза в смену очищать их стальной щеткой. Для этого барабаны отводят друг от друга на максимальное расстояние. Гладкие обрезиненные барабаны моют теплой водой, соблюдая меры предосторожности, чтобы не повредить их облицовку.

Kleenanoсящий станок обслуживает бригада сборщиков фанеры. Работница, находящаяся впереди станка, пускает его, затем подает листы шпона. При этом она следит, чтобы листы были чистыми, без налипших кусков.

Возможная производительность  $Q_{\text{л}}$  kleenanoсящего станка при укладке внутренних слоев в стопу

$$Q_{\text{л}} = \frac{60T_{\text{к}}k_{\text{и}}}{\frac{60l_{\text{ш}}}{v_{\text{o}}k_{\text{c}}} + T_{\text{п}} + T_{\text{к}}} \text{ листов в смену,}$$

где  $T$  — продолжительность рабочей смены, мин;

$k_{\text{и}}$  — коэффициент использования рабочего времени смены (принимается равным 0,95—0,98);

$l_{\text{ш}}$  — длина листа шпона, м;

$v_0$  — окружная скорость барабана, равная  $\frac{\pi d n}{60}$  м/сек; где  $d$  —

диаметр барабана, м,  $n$  — число оборотов барабанов в минуту;

$k_c$  — коэффициент скольжения листа в барабанах (принимается равным 0,8—0,9);

$T_{\text{п}}$  — время подачи внутреннего слоя в вальцы (на 1 лист принимается равным 1 сек), сек;

$T_k$  — косвенные затраты времени на лист (берутся, по хронометражным данным, 1,5—2 сек), сек.

Потребная производительность  $Q_L$  станка составит

$$Q_L = \frac{T k_i}{T_{\text{п}}} \cdot \frac{n_1}{2} (m - 1) \text{ листов в смену},$$

где  $T_{\text{п}}$  — продолжительность одной запрессовки, мин;

$n_1$  — число листов фанеры, склеиваемых при одной запрессовке;

$m$  — слойность склеиваемой фанеры.

Работницы, принимающие шпон с нанесенным kleевым слоем, укладывают его вперемежку с чистыми листами. Для контроля за качеством намазки клея на обратной стороне шпона лист следует перевернуть и перед укладкой осмотреть. При сборке пакета по угольнику выравнивают две его кромки.

При нанесении клея на шпон могут возникнуть следующие дефекты: неравномерное нанесение клея на поверхность из-за неправильно установленного просвета или в результате изношенности барабанов; непромазанные места, вмятины, накладки, которые образуются от попадания в станок кусков шпона, коры и т. д.; разрыв шпона из-за чрезмерного обжима или перекоса барабанов и небрежного пропуска внутренних слоев через вальцы.

При нанесении клея на шпон необходимо следить за его правильным расходом. Нормы нанесения различных kleев на 1 м<sup>2</sup> поверхности шпона следующие: карбамидный вспененный 90—100, фенолформальдегидный 90—130, альбуминовый 160—240, казеиновый 140—240, карбамидный 90—130 г. Расход клея проверяют несколько раз в смену, взвешивая листы до и после нанесения клея.

В технологии нанесения клея на шпон имеются прогрессивные тенденции, а именно: отказ от применения kleенаносящих станков с вальцами и переход на использование kleenаливочных машин.

Недостаток вальцовых установок — неравномерный износ вальцов. Средняя часть их изнашивается более сильно, зазор в средней части вальцов становится больше, а по краям меньше, поэтому больше клея наносится в средней части листа шпона и меньше по его краям.

Kleenаливочная машина наносит клей с регулируемой скоростью независимо от размеров и конфигурации шпона. Принцип работы машины прост (рис. 79). Машина состоит из наливочной

головки с регулируемой щелью 2, через которую проходит клей, образуя завесу. Шпон 3 подается ленточными транспортерами 4 и 5. При прохождении шпона через завесу клей покрывает его поверхность. Излишки клея стекают в приемный резервуар 6, откуда насосом 7 перекачиваются в резервуар 1 наливочной головки. Для создания дополнительного давления на клей может быть установлен компрессор 8. Толщину пленки можно менять, регулируя ширину щели наливочной головки и скорость движения ленточного транспортера.

Основное назначение новых наливочных машин — обеспечить равномерное нанесение клея на поверхность шпона. На новой наливочной машине это нетрудно, так как kleевая завеса полностью покрывает шпон и нет необходимости вручную наносить клей на участки поверхности, не покрытые kleem.

Ввиду того что наливочная машина наносит клей лишь на верхние поверхности шпона, путем взвешивания можно точно контролировать количество наносимого клея. Когда клей наносится вальцами, контрольное взвешивание шпона дает лишь приблизительные показатели.

Помимо точного фиксирования количества нанесенного клея, при нанесении клея на одну поверхность рабочий может осматривать поверхность и выполнять необходимое регулирование.

Когда применяются kleевые вальцы, для того чтобы осмотреть нижнюю поверхность шпона, его необходимо перевернуть. Однако на практике проводится лишь выборочный метод осмотра листов шпона, поэтому листы с непрерывно нанесенным слоем могут оставаться незамеченными, что приводит к плохой адгезии.

Наливочная машина обеспечивает точный контроль за нанесением клея на поверхность шпона и, следовательно, улучшение склеивания фанеры, снижает расход клея, увеличивает производительность, через установку может пропускаться шпон с попечным и продольным расположением волокон различной толщины и конфигурации; на поверхности фанеры не остаются пятна от клея. Упрощается процесс эксплуатации машины.

Наливочная машина может быть приспособлена к автоматизированной системе нанесения клея, а это приведет к сокращению эксплуатационных расходов при одновременном значительном увеличении производительности.

Производительность наливочной машины выше производительности kleевых вальцов. Скорость подачи листов шпона на вальцовой установке составляет 15—30 м/мин. Скорость подачи на

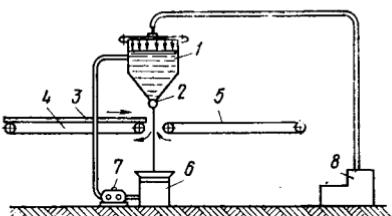


Рис. 79. Схема установки для нанесения клея методом налива:  
1 — резервуар с kleem; 2 — регулируемая щель; 3 — шпон; 4, 5 — транспортеры; 6 — приемная ванна; 7 — насос; 8 — компрессор

наливочной машине 90 м/мин. Это эквивалентно 45 м/мин при на-несении клея вальцовой установкой. Технологический процесс на-несения клея при применении kleenаливочной машины осуществляется в следующем порядке.

Листы шпона, начиная с нижней рубашки пакета независимо от расположения волокон древесины относительно направления подачи, один за другим поступают на загрузочный стол станка, а оттуда — на ленточный транспортер, подающий шпон к kleевой завесе.

При прохождении шпона через завесу клей попадает на верхнюю его поверхность. При отсутствии шпона на транспортерах эта завеса попадает в середину разрыва между транспортерами и клей стекает в нижний резервуар.

Непосредственно за ленточным транспортером на выходе из станка шпон с нанесенным kleem попадает на подъемный стол, где происходит сборка пакетов перед подачей на пресс. Наружные листы каждого пакета не намазываются. В противном случае они склеивались бы наружными листами следующего пакета. Для непрерывности процесса сборки пакетов верхние наружные листы пропускают через станок одновременно с нижними наружными листами следующих пакетов, прикрывая ими наружные листы от kleевой завесы.

Работницы, находящиеся со стороны выхода листов с нанесенным kleem, во время работы не касаются лицевой верхней стороны наружного слоя, поэтому возможность возникновения kleевых пятен исключена.

Установку обслуживают четыре работницы: две из них загружают установку со стороны подачи шпона, две другие, находясь со стороны выхода, принимают листы с нанесенным kleem и укладывают их.

При изготовлении многослойной фанеры (состоящей более чем из трех слоев) со стороны подачи должна находиться еще одна работница. В этом случае листы шпона поступают от четырех различных подстопных мест в такой последовательности: оборотные слои, нижние рубашки, поперечные внутренние слои, продольные внутренние слои, лицевые слои.

Производительность  $Q_{\text{л}}$  (потребная) kleenаливных машин может быть определена по формуле

$$Q_{\text{л}} = \frac{60T}{R} k_d k_u \text{ листов в смену,}$$

где  $T$  — продолжительность смены, мин;

$R$  — ритм подачи листов шпона в машину (определяется ритмом сборки пакетов или ритмом прессования фанеры), сек;

$k_d$  — коэффициент, учитывающий неравномерность подачи листов шпона под kleевую завесу (0,8—0,9);

$k_u$  — коэффициент использования рабочего времени (0,95).

Клей на поверхность шпона наносят также способом распыления. Существуют две принципиально различные системы распыления — воздушная и безвоздушная. При воздушном распылении шпон проходит между расположеннымими друг против друга головками распылителя, которые наносят клей одновременно на обе стороны шпона. Клей наносится равномерно, но головки распылителя легко засоряются. Существуют воздушные распылители, которые наносят клей в виде отдельных капель. Во время прессования капли образуют непрерывную пленку. В этом случае клей наносится с одной стороны. Шпон проходит через четыре распылителя.

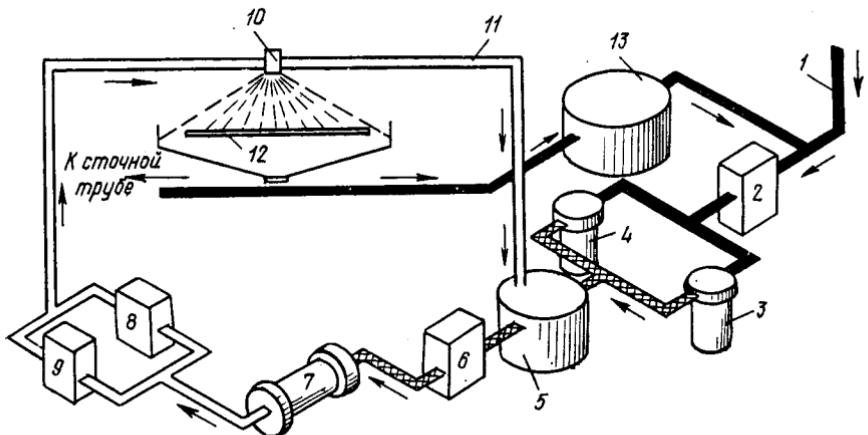


Рис. 80. Схема нанесения клея на шпон распылением:

1 — трубопровод; 2, 6, 8, 9 — насосы; 3, 4 — фильтры; 5 — резервуар; 7 — подогреватель; 10 — распылитель; 11 — трубопровод; 12 — шпон; 13 — регенерационный бак

лительные камеры. В каждой камере четыре распылительные головки располагаются на высоте 30 см над шпоном. Это дает возможность наносить клей на всю поверхность шпона. К недостаткам этой системы относится повышенный расход клея, а также необходимость иметь отдельную распылительную камеру для каждого слоя kleевого вещества.

При безвоздушном распылении клей, нагнетаемый насосом, пройдя систему подогрева, поступает на распылитель под давлением 45—60 ати. При внезапном падении давления при выходе клея в атмосферу через сопло диаметром 0,3—0,5 мм происходит дробление клея на мельчайшие частицы и оседание его на шпоне. Этот способ позволяет наносить клей повышенной вязкости.

При безвоздушном распылении одна распылительная головка наносит клей на поверхность шпона, проходящего под ней. Головка располагается на расстоянии 152 см от шпона и наносит клей веерообразно в виде капель. Излишки клея стекают в желоб и возвращаются в систему для нового цикла распыления. Безвоздушные распылители значительно увеличивают производительность труда.

Схема установки для нанесения клея распылением представлена на рис. 80. Клей по трубопроводу 1 насосом 2 через фильтры 4 и 3 подается в резервуар 5. Из резервуара насосом 6 он прокачивается через подогреватель 7 и насосами 8 и 9 подается к распылителю 10. Избыток клея по трубопроводу 11 подается в резервуар 5. Распылитель наносит клей на лист шпона 12, излишки клея сливаются в приемную воронку и поступают в бак 13 для регенерации. Получает распространение еще один вид нанесения клея — выдавливанием. При этом способе клей сначала вспенивается до объема, в 5 раз превышающего первоначальный, а затем наносится (выдавливается) в виде раздельных бороздок диаметром

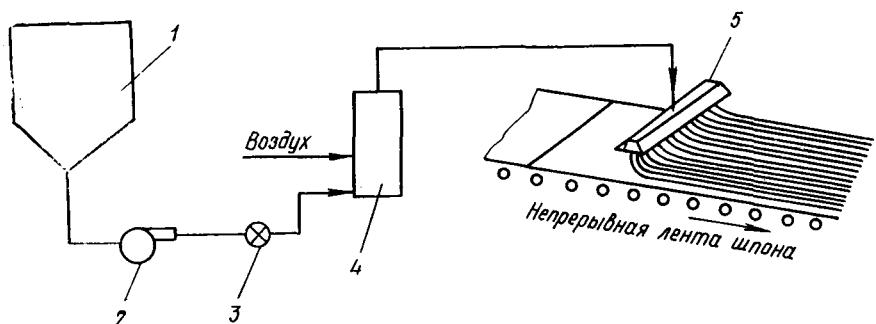


Рис. 81. Схема технологического процесса выдавливания вспененного клея:  
1 — невспененный жидкий клей; 2 — насос; 3 — расходомер; 4 — вспениватель;  
5 — головка выдавливателя

около 2,5 мм. Нити располагаются параллельно поверхности листов шпона, которые подаются к выдавливающей головке по конвейеру. Между нитями остается пространство. Клеем покрывается около половины поверхности листа шпона.

Процесс выдавливания вспененного клея показан на рис. 81. Невспененный клей подается насосом 2. За насосом расположена установка 4, в которой клей вспенивается.

Расход клея при нанесении определяется скоростью, с которой он поступает на линию от дозирующей установки, шириной полосы и скоростью прохождения шпона под выдавливающей головкой.

Вспененный клей поступает в выдавливающую головку 5, откуда он равномерно выдавливается из трубок, расположенных длинным рядом. Вспенивание облегчает процесс выдавливания клея. Образующиеся нити — легкие, гибкие и ровные. Они сохраняют свою форму и положение на шпоне, могут быть растянуты или сжаты в значительной степени, что позволяет в определенных пределах изменять скорость распределения клея при одной выдавливающей головке. Если шпон движется под выдавливателем быстрее, чем выходят нити вспененного клея, нити удлиняются и становятся тоньше. Если нити выходят быстрее, чем движется шпон, они сжимаются и становятся немного толще.

Клей, наносимый методом выдавливания, весь попадает на шпон. Нет необходимости в повторном нанесении клея или рециркуляции избытков его в системе. Кроме того, уменьшаются затраты на очистку системы. Важное преимущество вспенивания клея — улучшение его клеящих свойств.

### § 32. СКЛЕИВАНИЕ ФАНЕРЫ

Процесс склеивания фанеры протекает при определенных температуре и давлении, обеспечивающих контакт листов шпона, между которыми находится kleевой слой. Физико-химические процессы, которые протекают в kleевых прослойках пакета, завершаются в течение определенного времени. Существует два способа склеивания фанеры: сухой горячий и сухой холодный.

**Сухой горячий способ.** При этом способе шпон высушивают до влажности 6—12% и склеивают под давлением, нагревая пакет до определенной температуры.

**Сухой холодный способ.** При этом способе шпон высушивают до влажности 6—8% для трехслойной фанеры и до 4—7% для многослойной. Склеивают фанеру при температуре 12—25° С, не нагревая пакет.

**Оборудование для склеивания фанеры.** Для горячего склеивания с паровым обогревом плит используют гидравлические прессы: колонные, рамные и коробчатые.

**Гидравлические прессы для горячего склеивания.** Колонный гидравлический пресс П-714-Б (рис. 82) имеет массивное металлическое основание 1, на котором помещаются вертикально расположенный рабочий цилиндр 13, вспомогательные цилиндры 14. В цилиндрах находятся плунжеры, изготовленные из стали или чугуна. В основании пресса есть отверстия для установки колонн 4, связывающих основание пресса с верхней неподвижной траверсой-архитравом 6. На плунжеры опирается подвижная траверса 2, или стол, который служит для передачи давления от плунжера к плитам. К подвижной траверсе и архитраву прикреплено по одной нагревательной плите, между которыми установлены остальные плиты 3. Чтобы архитрав и стол не нагревались, между ними и плитами есть теплоизолирующие прокладки.

Рамные и коробчатые гидравлические прессы отличаются от колонного пресса только конструкцией несущего каркаса, который имеет вид рамы или коробки.

Из существующих основных способов нагрева плит — паром, перегретой водой и электричеством — наиболее распространен нагрев паром. Давление пара, в зависимости от технологических требований, равно 4—13 ати. Система нагрева и охлаждения плит пресса состоит из паропроводов, запорных вентилей, коллекторов, конденсационного горшка, аппаратуры контроля и поддержания температуры.

Пар подают по трубопроводу к парораспределительному коллектору 5, а оттуда через шарнирные паропроводы 15 в плиты. Пар,

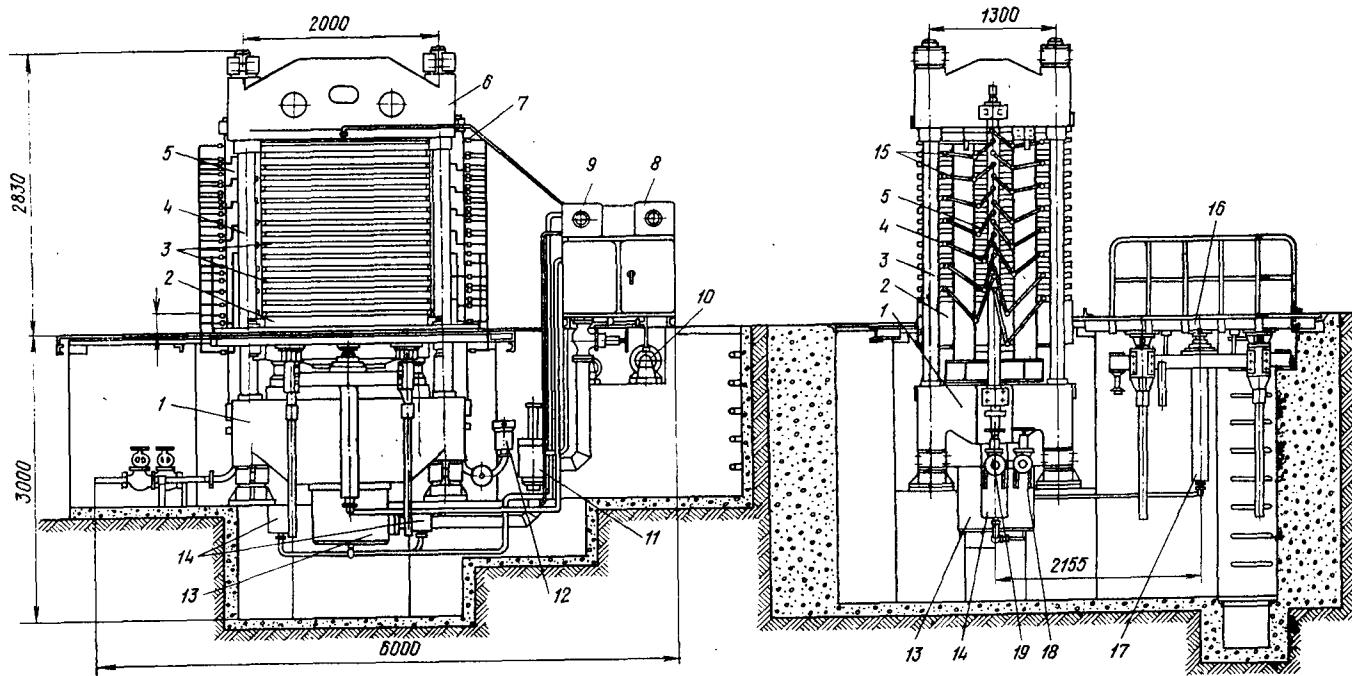


Рис. 82. Колонный гидравлический пресс П-714-Б для горячего склеивания фанеры:

1 — основание; 2 — подвижная траверса; 3 — нагревательные плиты; 4 — колонны; 5, 7 — коллекторы; 6 — неподвижная траверса-архитрав; 8 — манометр; 9 — термометр; 10 — гидравлический насос; 11 — клапан наполнения; 12 — конденсационный горшок; 13 — рабочий цилиндр; 14 — вспомогательные цилиндры; 15 — паропроводы; 16 — подъемный стол; 17 — цилиндр подъема стола; 18 — вентиль для подвода холодной воды; 19 — паровой вентиль

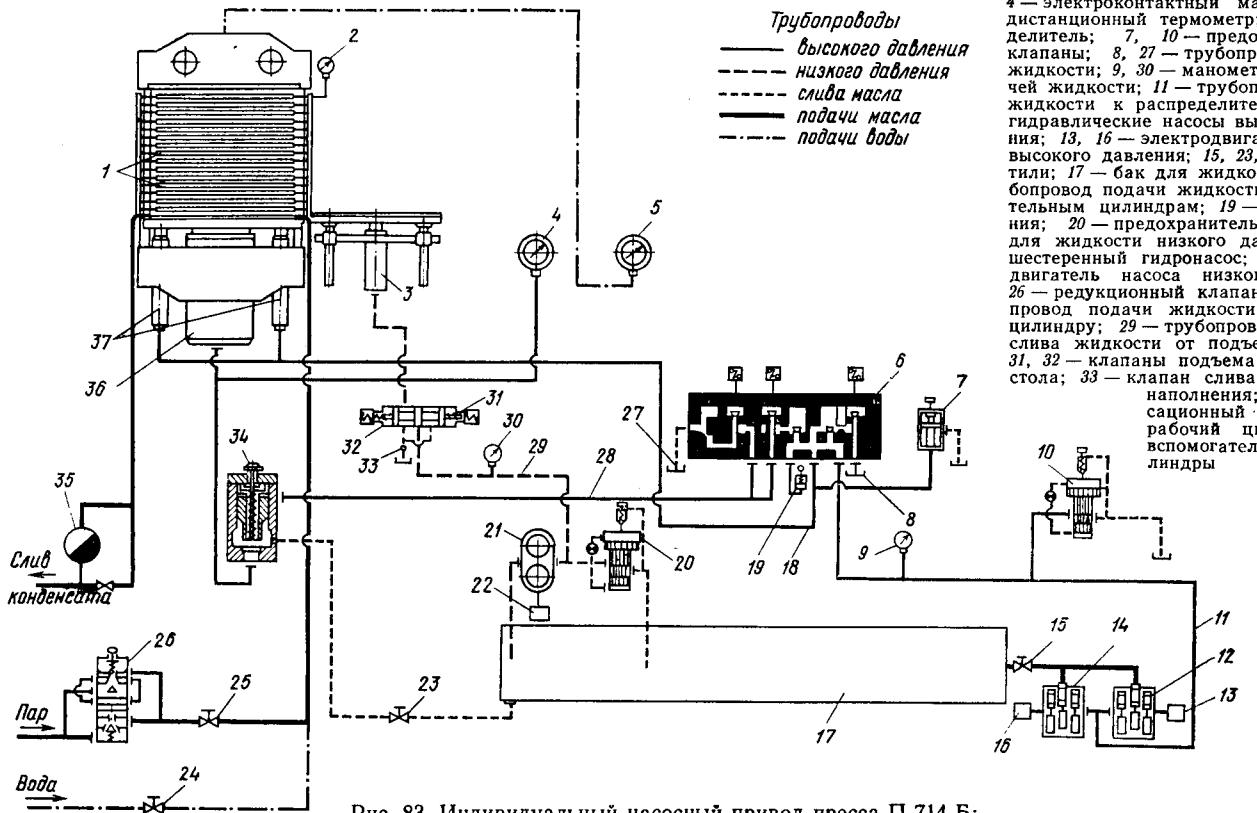


Рис. 83. Индивидуальный насосный привод пресса П-714-Б:

отдавая свою теплоту, нагревает плиты пресса и затем, конденсируясь (превращаясь в воду), удаляется через пароотводящий коллектор 7 и конденсационный горшок 12.

Пароподводящий и сливной коллекторы расположены по нерабочим сторонам пресса и представляют собой вертикальные трубы с отводами в виде разветвленного трубопровода. Во время работы пресса греющие плиты перемещаются; поэтому разветвленные трубопроводы снабжены шарнирными соединениями, обеспечивающими непрерывную подачу пара в плиты.

При необходимости охлаждения плит пресса к распределительному коллектору подводят холодную воду через вентиль 18. Плиты охлаждаются водой, проходящей через пароподводящие и пароотводящие трубы при закрытых паровых вентилях 19.

Плиты пресса в нерабочем состоянии опираются на специальные ступенчатые опоры с прорезями, укрепленные на основании и верхнем архитраве пресса. Опорами для плит служат кронштейны или пальцы, прикрепленные к боковым кромкам плит. При этом каждый кронштейн, считая сверху, короче предшествующего, в результате чего он может опираться на соответствующие ступени вертикальных опор или прорезей.

Гидравлический привод пресса имеет гидравлические насосы 10, распределитель, клапанную аппаратуру, клапан наполнения 11. Управляют прессом с пульта управления, на котором установлены манометр, термометр, реле времени, кнопки и рукоятки управления.

Некоторые прессы имеют подъемный стол 16 для загрузки и выгрузки фанеры. Поднимают и опускают стол с помощью вспомогательного цилиндра 17.

Приведение пресса в действие, т. е. подъем плит и последующее увеличение давления на находящиеся в прессе пакеты, происходит в результате повышения давления рабочей жидкости на плунжер пресса. Гидравлические насосы (индивидуальный насосный привод) или аккумуляторы давления (насосно-аккумуляторный привод) подают в пресс необходимое количество жидкости и создают нужное давление.

При индивидуальном насосном приводе (пресс П-714-Б, рис. 83) после загрузки пакетов с пульта управления включают электродвигатели 16 и 13 гидравлических насосов 14 и 12 высокого давления. Рабочая жидкость из бака 17 через вентиль 15 по трубопроводу 11 достигает распределителя 6 и по трубопроводу 18 поступает во вспомогательные цилиндры 37. Под действием жидкости плунжеры вспомогательных цилиндров поднимают стол пресса. Происходит быстрое смыкание плит пресса. В это же время жидкость через трубопровод 28 и клапан наполнения 34 поступает в рабочий цилиндр 36.

После смыкания плит 1 пресса и создания в гидравлической системе давления 170—180 кгс/см<sup>2</sup> реле давления 19 включает электромагнит распределителя 6. Жидкость поступает в рабочий цилиндр 36, плунжер которого под действием жидкости с высоким давлением поднимает стол и нагревательные плиты. При достиже-

нии в цилиндре давления  $200 \text{ кгс/см}^2$  электроконтактный манометр 4 отключает электродвигатели насосов. С этого момента фанеры выдерживают в прессе. Контролируют время выдержки специальным прибором — реле времени, установленным на пульте управления.

По истечении времени, предусмотренного технологией, реле времени подает сигнал на включение электромагнита клапана сброса давления, находящегося на распределителе 6. При этом определенное количество жидкости сливаются в бак через трубопровод 27. После некоторого времени включается электромагнит клапана размыкания плит и происходит размыкание плит пресса и слив жидкости в бак через трубопровод 8, клапан наполнения 34 и вентиль 23. После этого все подвижные части пресса приходят в исходное положение.

Распределитель 6 предназначен для управления работой пресса и представляет собой систему клапанов, объединенных в одном корпусе.

Для предохранения гидравлической системы от перегрузки излишним давлением жидкости установлены предохранительные клапаны. На трубопроводе 11 рабочих цилиндров установлен клапан 10, на трубопроводе 18 вспомогательных цилиндров — клапан 7.

Для подъема стола загрузки и выгрузки с пульта управления включается электродвигатель 22 шестеренного насоса 21. Насос подает жидкость по трубопроводу 29 через клапан 32 золотника в цилиндр 3 подъемного стола. Для опускания стола в нижнее положение клапан 31 золотника пульта управления прессом переключается, и жидкость через клапан 33 поступает в сливную магистраль. Для предохранения системы подъема стола от перегрузки служит предохранительный клапан 20.

Пар в плиты пресса поступает через редукционный клапан 26, позволяющий регулировать давление пара в паропроводе паровым манометром 2. Слив конденсата происходит через конденсационный горшок 35. Вода для охлаждения плит пресса при необходимости подается через вентиль 24 при закрытом паровом вентиле 25.

Давление жидкости в гидросистеме контролируют электроконтактным манометром 4 и манометрами 9 и 30. Температуру плит пресса контролируют дистанционным термометром 5.

При насосно-аккумуляторном приводе прессов в гидравлическую систему включают аккумуляторы, служащие для накопления (аккумулирования) необходимого количества жидкости при определенном давлении. Давление жидкости в аккумуляторе создает условия для быстрого смыкания плит пресса и поддержания постоянного давления. От одной насосно-аккумуляторной станции могут работать несколько прессов.

Кроме описанных приводов прессов, могут быть приводы, отличающиеся комбинацией насосов, вспомогательных цилиндров и аккумуляторов.

Ручная загрузка и выгрузка занимает значительное время в цикле прессования. Наряду с этим она влияет на качество склейки, так как первые загруженные пакеты подвергаются более длительному действию тепла. Для облегчения труда рабочих, повышения производительности kleильных прессов и обеспечения одинакового времени нахождения всех пакетов в прессе применяют специальные загрузочные и разгрузочные установки.

С механизированной загрузкой и выгрузкой фанеры выпускают пресс Д-4438 (рис. 84), имеющий 16 рабочих промежутков.

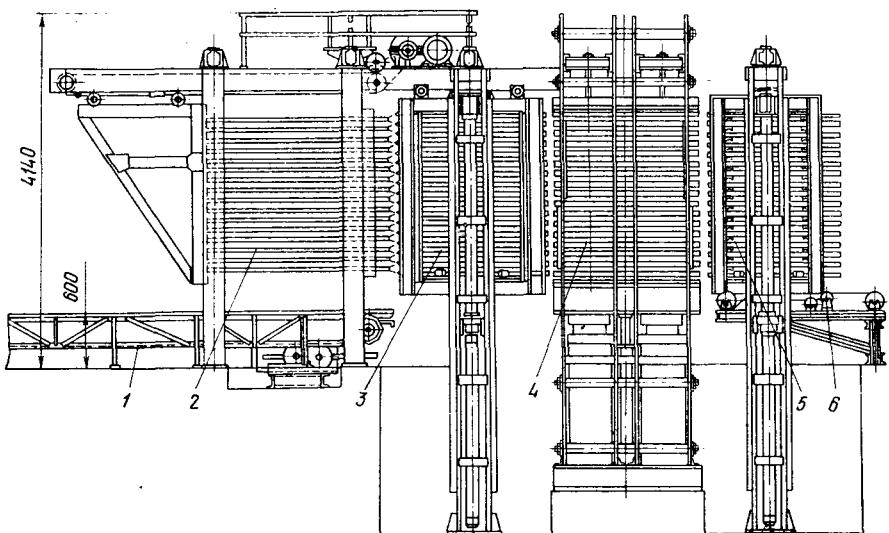


Рис. 84. Гидравлический пресс Д-4438 для склеивания фанеры с околовпрессовой механизацией:

1 — сборочный транспортер; 2 — механизм загрузки и выгрузки пакетов; 3 — загрузочная этажерка; 4 — пресс; 5 — разгрузочная этажерка; 6 — разгрузочный транспортер

Перед началом загрузки загрузочная этажерка 3 находится в верхнем положении и ее нижний этаж совпадает с плоскостью сборочного транспортера 1. Собранный пакет по транспортеру подают на нижний этаж загрузочной этажерки 3, после чего этажерка автоматически опускается на один этаж вниз. Таким образом загружают все 16 этажей этажерки. Этажерка 3 останавливается в крайнем нижнем положении. В это время заканчивается процесс склеивания фанеры в прессе 4, плиты пресса размыкаются, включается привод механизма 2 загрузки и выгрузки, который, перемещаясь, выталкивает из пресса готовую фанеру в разгрузочную этажерку 5. После отхода толкателей механизма 2 в исходное положение этажерка 5 опускается до совпадения ее нижнего этажа с разгрузочным транспортером 6. Этажи разгрузочной этажерки 5 имеют центральную прорезь, в которую входит часть транспортера 6. При опускании этажерки листы фанеры укладываются

на ленты транспортера и уносятся им на охлаждение. Когда с этажерки 5 сойдет последний лист фанеры, она поднимется в верхнее исходное положение и ее этажи совпадут с этажами пресса.

Заполненная пакетами загрузочная этажерка 3 поднимается в верхнее положение, при котором ее этажи совпадают с этажами пресса 4. В это время опять включается привод механизма 2 загрузки и выгрузки, толкатели которого сдвинут все пакеты с этажерки 3 в рабочие промежутки пресса 4. По окончании загрузки механизм 2 отходит в исходное левое положение, а этажерка 3 опускается в положение, при котором ее нижний этаж совпадает

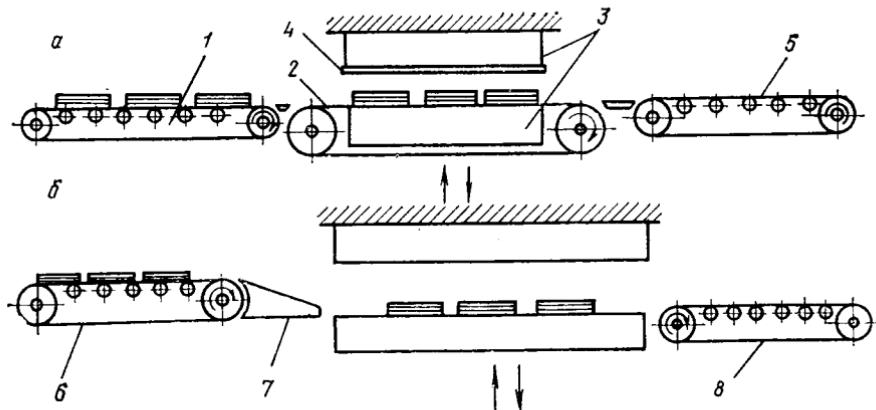


Рис. 85. Схема работы одноэтажного пресса непрерывного склеивания:

*a* — с транспортером, охватывающим нижнюю плиту пресса; *b* — с транспортером, движущимся возвратно-поступательно; 1, 2, 5, 6, 8 — транспортеры; 3 — плиты пресса; 4 — пластмассовая лента; 7 — толкатель

с плоскостью сборочного транспортера 1. Одновременно происходит смыкание плит пресса.

Механизм 2 загрузки и выгрузки выполняет несколько функций: одновременную загрузку всех пакетов в пресс и выгрузку их из пресса в этажерку разгрузки. Механизм представляет собой направляющую балку, по которой на катках перемещается жесткая сварная рама с 16 консольными толкателями.

При производстве большеформатной фанеры используют клеильные гидравлические прессы с 16 рабочими промежутками между плитами и размером обогреваемых плит  $1675 \times 2300$  и  $1350 \times 1900$  м.

Бригада, обслуживающая клеильный гидравлический многоэтажный пресс, выполняет следующие операции: нанесение клея на kleenanoсящих станках, сборку пакетов, загрузку пакетов в пресс, выгрузку фанеры из пресса, расстановку листов фанеры в решетки или загрузку их в охладитель для охлаждения, укладку охлажденной фанеры в стопы.

В последнее время в СССР и за рубежом ведутся работы по созданию прессов непрерывного, или пульсирующего, действия.

После сборки пакетов на транспортере (рис. 85, а) они передаются на транспортер 2, охватывающий нижнюю плиту пресса. Лента транспортера 2 пластмассовая, что позволяет работать при температуре плит пресса не выше 125° С. На верхней плите подвешена в свободном состоянии неподвижная лента 4 из такой же пластмассовой пленки.

После смыкания плит 3 пресса, пьезотермической обработки, опускания нижней плиты и сброса давления транспортер 2 передает склеенный материал на пластмассовую ленту 4. Транспортером 5 пакеты выгружаются.

По схеме, показанной на рис. 85, б, транспортер 6 с собранными на нем пакетами, толкателем 7 подается вперед (лента не движется) и выталкивает склеенную фанеру на транспортер 8. При обратном движении из пресса лента транспортера 6 начинает двигаться, сбрасывая пакеты на нижнюю плиту пресса.

В таких прессах склеивание непрерывно только в отношении поточности. Фактически в периоды подъема и сброса давления, смыкания и размыкания плит склеивание прерывается, при этом затрачивается вспомогательное время на загрузку материала.

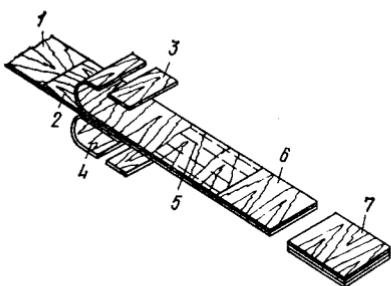
В прессах, показанных на рис. 85, общие затраты вспомогательного времени не превышают

Рис. 86. Схема изготовления трехслойной фанеры на линии АНРА:  
1 — внутренний слой; 2 — нанесение клея;  
3, 4 — наружные слои; 5 — подпрессовка;  
6 — прессование; 7 — обрезка фанеры

30 сек. И все же в таких прессах затраты вспомогательного времени при склеивании трехслойной фанеры марки ФК составляют по отношению к времени пьезотермической обработки около 100%. Такие прессы имеют преимущество перед этажными. В них можно изготавливать разную по длине фанеру.

В линии АНРА (Финляндия) осуществлен непрерывный процесс склеивания. На рис. 86 приведена схема получения непрерывного по длине пакета трехслойной фанеры на этой линии. Для внутреннего слоя применяют склеенный усованный шпон. Таким образом, внутренний слой представляет собой непрерывную ленту шпона. Наружные слои подаются снизу и сверху. Они стыкуются с помощью приспособлений, причем образуется плотный шов. В процессе движения в специальном обжимном устройстве выполняется горячая линейная подпрессовка непрерывного пакета, что предохраняет наружные слои от сдвигов при движении. Лицевые слои скрепляются поперек волокон полосами, расположенными на расстоянии около 400 мм одна от другой.

Одноэтажный пресс с обогреваемыми плитами длиной 20 м имеет возвратно-поступательное движение. Пресс с разомкнутыми плитами, ускоренно двигаясь в направлении, обратном движению



пакета шпона, доходит до подпрессовочного транспортера. Затем плиты смыкаются, повышается давление, и пресс вместе с зажатой лентой пакета шпона, которая подвергается пьезотермической обработке, движется вперед по ходу ленты. Обратное движение пресса после сброса давления и размыкания плит продолжается 30 сек.

В таком прессе непрерывное склеивание выполняется при движении со скоростью 9 м/мин, что при склеивании фанеры форматом 1525×1525 мм, толщиной 4 мм обеспечивает производительность пресса 3 м<sup>3</sup>/ч. Конструкция пресса сложная. Длина линии от начала сборки пакета до раскрыя склеенной ленты равна 47 м.

Ленточные прессы непрерывного действия в основном представляют собой два транспортера в виде металлических лент, расположенных одна над другой. Эти ленты вместе с материалом, находящимся между ними, движутся между обжимающими и нагревательными устройствами. Ленты могут быть в виде шарнирно связанных плоских элементов (гусеничные, траковые), на которых во время движения происходит пьезотермическая обработка материала.

Представляет интерес ленточный пресс непрерывного склеивания, показанный на рис. 87. Преимущество этого пресса прежде всего в том, что агент давления является и агентом нагрева. В связи с этим прессовая часть выполнена в виде двух расположенных одна над другой пресскамер, снабженных по контуру уплотнителями, между которыми проходят бесконечные металлические ленты.

Рабочее тело (нагретая жидкость или водяной пар) подается под давлением в полости пресскамер и обеспечивает пьезотермическую обработку непрерывно движущегося материала. В таких прессах высокое качество склеивания достигается при давлении не выше 5 кгс/см<sup>2</sup>, так как давление передается через тонкие ленты. В связи с этим упрессовка не превышает 3%, что значительно снижает объемные потери сырья.

**Гидравлические прессы для холодного склеивания.** В прессах для сухого периодического холодного склеивания фанеры по сравнению с прессами для горячего склеивания нет междуэтажных плит и обогревательных устройств. Эти прессы различают по конструкции основания и архитрава, которые могут быть литые и клепанные из балок, по устройству подвижного стола и гидравлического привода. Прессы для холодного склеивания могут работать от гидравлической установки с подводом жидкости через дистрибутор. В некоторых конструкциях прессов насосы расположены на прессе.

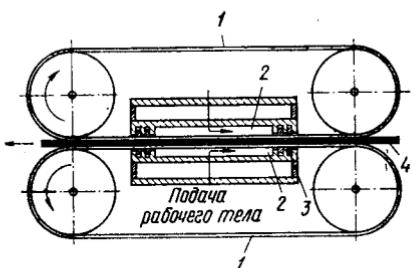


Рис. 87. Схема ленточного пресса непрерывного склеивания:

1 — нижняя и верхняя ленты; 2 — пресскамеры; 3 — уплотнение; 4 — склеиваемый материал

Склеивают фанеру в холодных прессах пакетами, состоящими из отдельных пачек. Высота пакета зависит от величины раскрытия пресса. Пачка из нескольких листов фанеры заключается в прокладки. Весь пакет собирают на деревянном щите и таким же щитом накрывают сверху. Собранный пакет подают на вагонетке, снабженной роликами, в пресс. Под нижний щит и на верхний щит кладут на одинаковом расстоянии двутавровые балки. В цилиндры пресса впускают жидкость под давлением, и плунжеры вместе со столом поднимают и прижимают пакет к верхнему архитраву. По достижении требуемого удельного давления на концы верхних и нижних балок накладывают зажимы-стяжки, состоящие из двух стержней, соединенных карабином. Конец одного стержня имеет правую нарезку, а конец другого — левую. Карабин у каждого зажима завинчивают.

Пакет остается некоторое время под давлением, после чего вновь подтягивают карабины, снимают давление, выкатывают вагонетку с пакетом и отвозят на место выдержки, где пакет остается до тех пор, пока не отвердеет клей. Время выдержки зависит от применяемого клея. После выдержки пакет вновь кладут в пресс, создают давление, развинчивают карабины и снимают зажимы-стяжки. Вагонетку с пакетом выкатывают из пресса, и склеенные листы фанеры направляют на подсушку. При использовании смолы М-70 пакеты не подсушивают.

Особенность прессов для холодного склеивания фанеры состоит в том, что их применяют только для обжима пакетов и создания между листами шпона необходимого контакта.

Гидравлический пресс для непрерывного сухого холодного склеивания фанеры имеет верхний и нижний рабочие цилиндры и систему верхних и нижних упоров, которые позволяют перемещать плиты с прессуемым материалом от нижнего уровня загрузки до верхнего уровня выгрузки. В процессе перемещения материал прессуется. Фанера склеивается непрерывно в процессе передвижения пакетов с плитами снизу вверх независимо от загрузки пресса пакетами или выгрузки из него склеенной фанеры. Скорость передвижения плит пресса с пакетами снизу вверх зависит от времени отверждения клея и числа этажей пресса.

**Сборка пакетов.** Сборка пакетов ведется в соответствии с заданной конструкцией (слойностью) и сортом фанеры. Листы шпона с нанесенным kleевым слоем чередуют с чистыми листами при использовании жидкого клея или чистые листы шпона чередуют с листами пленочного клея.

При сборке пакетов необходимо внимательно следить за соответствием сорта и толщины шпона сорту и толщины фанеры, соблюдать симметричное расположение листов шпона и направление волокон наружных и внутренних слоев. Так, при трехслойной конструкции фанеры направление волокон наружных слоев совпадает, а направление волокон внутренних слоев им перпендикулярно. Необходимо следить за тем, чтобы наружные слои укладывались левой стороной внутрь пакета.

Схемы организации рабочих мест при ручной сборке пакетов приведены на рис. 88. Черными кружками на схемах обозначены места рабочих, стрелками — направление загрузки пресса.

При работе по схеме рис. 88, а, работница, подающая шпон, продвигает сухие внутренние слои из стопы 7 в kleenanoсящий станок 6, сборщицы кладут их на стол 5 сборки пакетов, куда одна из работниц уже положила нижний наружный слой из стопы 2. Таким образом, при чередовании наружных и внутренних слоев

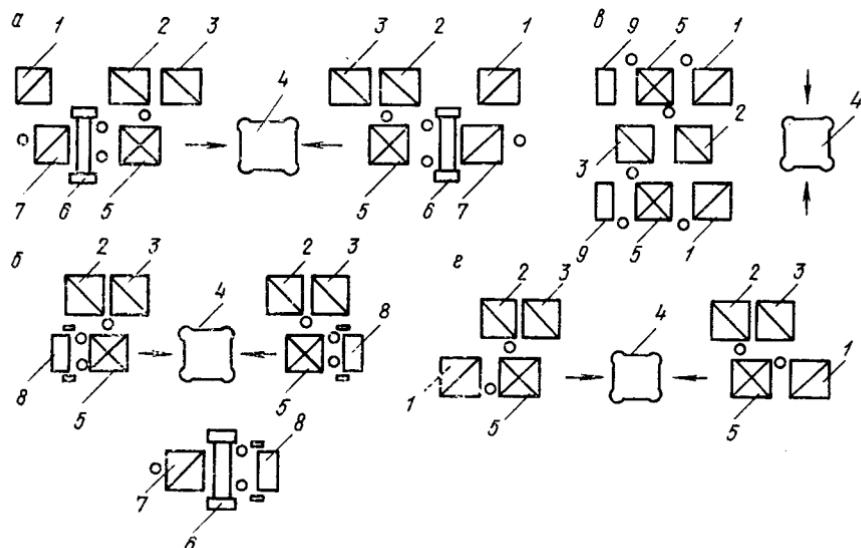


Рис. 88. Схема организации рабочих мест при ручной сборке пакетов:

*а* — с двумя kleenanoсящими станками; *б* — с одним kleenanoсящим станком и тележками; *в* — при использовании сухой пленки; *г* — при использовании фенолформальдегидных смол; 1, 3, 7 — стопы запаса сухих внутренних слоев; 2 — стопы наружных слоев; 4 — прессы; 5 — столы для сборки пакетов; 6 — kleenanoсящие станки; 8 — тележки; 9 — подставки для сухой пленки

шпона собирается пакет. Если пакеты собирают около двух kleenanoсящих станков, операции у второго станка аналогичны операциям у первого.

При работе по схеме рис. 88, б сборщицы, принимая листы шпона с нанесенным kleевым слоем из станка 6, кладут их в наклонное положение на тележку 8, а затем отвозят к столам 5 для сборки пакетов. С этого момента операции сборки пакетов аналогичны операциям, выполняемым по схеме рис. 88, а.

Схемы *а* и *б* используют при применении жидких белковых или карбамидных kleев. При использовании в качестве kleя сухой пленки возможна организация рабочих мест по схеме рис. 88, в. Одна работница укладывает на стол 5 для сборки пакетов наружный слой из стопы 2, другая кладет на него лист пленочного kleя из стопы 3, а третья укладывает на стол 5 внутренние слои из стопы 1.

При склеивании фанеры фенольными смолами возможна работа по схеме 88, г. В этом случае на стол 5 сборки попеременно кладут наружный слой из стопы 2, а затем внутренний слой с нанесенным kleевым слоем из стопы 1 (до полной сборки пакета).

На рис. 89 показан пресс П714-Б с околовпрессовой механизацией, обслуживаемый четырьмя работниками при склеивании полноформатного шпона. При формировании пакета из кускового шпона устанавливается дополнительное, пятое рабочее место. При

склеивании фанеры из кускового шпона работница подает с подъемного стола 1 листы шпона в kleenanoсящий станок 2. Листы шпона с нанесенным kleем принимаются шпоноукладчиком 3 и укладываются на наборный транспортер 4, у которого расположены второе и третье рабочие места.

Укладка шпона происходит следующим образом: лист шпона, выходящий из станка, попадает на вращающиеся диски укладчика и продвигается до упора поворотной рамы, расположенной ниже плоскости листа шпона. Нажатием педали приводится в движение поворотная рама, ко-

Рис. 89. Схема околовпрессовой механизации процесса склеивания фанеры на прессе П714-Б:

1 — подъемный стол; 2 — kleenanoсящий станок; 3 — шпоноукладчик; 4 — наборный транспортер; 5 — подъемная платформа; 6 — этажерка; 7 — рельсы; 8 — механизм выгрузки; 9 — пресс; 10 — пульт управления

торая снимает лист шпона с дисков, укладывает его на наборный транспортер и возвращается в исходное положение.

Линия загрузки состоит из наборного транспортера 4, подъемной платформы 5 и этажерки 6. В начале работы толкатель наборного транспортера находится в крайнем заднем положении; этажерка стоит на платформе подъемника; платформа подъемника опущена в крайнее нижнее положение, и верхний промежуток этажерки расположен против наборного транспортера; платформа выгрузки опущена в крайнее нижнее положение.

Пакеты шпона формируются на наборном транспортере 4 накрывающимися. При готовности пакета к загрузке накрывающаяся нажатием на педаль приводит в движение толкатель наборного транспортера, который подает пакет в этажерку 6, расположенную на подъемной платформе 5. Возвращаясь в исходное положение, толкатель включает гидросистему подъема платформы, в результате чего она вместе с установленной на ней этажеркой поднимается на один промежуток. В период вертикального перемещения этажерки продолжается процесс формирования пакета, и при готовности пакета цикл повторяется до загрузки всех 15 промежутков этажерки. Загрузочная этажерка служит для доставки и загрузки пакетов шпона в пресс 9; она перемещается по рель-

сам 7 и фиксируется против пресса упорами и замком с электромагнитом.

Подъемная платформа, расположенная непосредственно за наборным транспортером, поэтажно перемещает этажерку, которая стоит на рельсах платформы, являющихся продолжением рельсов 7.

После загрузки последнего (нижнего) промежутка этажерки автоматически выполняются следующие операции: платформа устанавливается на уровень пола, рельсы платформы совмещаются с рельсами пола; включается привод этажерки, и она перемещается по рельсам 7 к прессу, около которого фиксируется в заданном положении; на этажерке 6 включается привод толкателей и происходит одновременная загрузка всех этажей пресса 9; толкатели возвращаются в исходное положение; включается обратный ход этажерки к платформе; этажерка устанавливается на платформе и фиксируется; платформа опускается в исходное положение. В период загрузки пресса формирование пакета продолжается, и при возвращении этажерки в исходное положение цикл повторяется. Оператор включает пресс с пульта управления 10.

Механизм выгрузки 8, расположенный за прессом, представляет собой платформу, на которой в передней части находится приводной вал с резиновыми кольцами, выполняющими выгрузку пакетов из промежутков пресса. При размыкании плит пресса оператор выталкивает листы фанеры на 40—50 см и включает механизм выгрузки. После выгрузки последнего, пятнадцатого, пакета платформа выгрузки опускается в исходное положение. Сложенную стопу фанеры погрузчик снимает с платформы и отвозит к линии обрезки.

Для сборки пакетов при склеивании фанеры по одному листу в рабочем промежутке пресса создана автоматическая линия ЛСП (рис. 90).

Процесс сборки пакета для склеивания трехслойной фанеры заключается в следующем. Стопу нижних наружных слоев с транспортера 1 передвигают на подъемный стол 2; подающие ролики 3 захватывают лист шпона и подают его на стол 4 для установки в угольник. Сориентированный нижний наружный слой подают на пульсирующий сборочный транспортер 10.

Подающими роликами 20 внутренние слои со стола перемещаются на стол 18 ориентировки и выравнивания. После выравни-

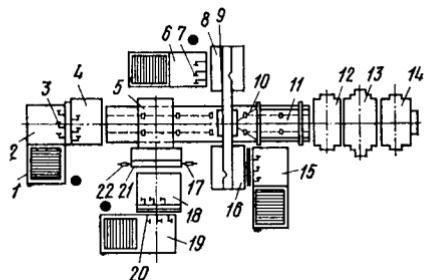


Рис. 90. Схема сборки пакетов на автоматической линии при склеивании трехслойной фанеры:

1 — транспортер; 2, 6, 15 — подъемные столы для наружных слоев; 3, 7, 20 — подающие ролики; 4 — стол для установки в угольник; 5 — механизм укладки; 8, 16 — столы ориентировки; 9 — вакуум-перекладчик; 10 — транспортер; 11 — механизм загрузки; 12 — загрузочная этажерка; 13 — пресс; 14 — загрузочная этажерка; 17 — правая калибрующая пила; 18 — стол ориентировки внутренних слоев; 19 — подъемный стол для внутренних слоев; 21 — клеенаносящий станок; 22 — левая калибрующая пила

вания внутренние слои обрезают вдоль волокон на калибрующих левой 22 и правой 17 пилах. Эта операция необходима для того, чтобы внутренние слои в собранных пакетах не выступали за края наружных слоев. На внутренний слой на станке 21 с двух сторон наносится клей, и механизм укладки 5 накладывает его на подошедший к этому месту нижний наружный слой. Верхний наружный слой с подъемных столов 15 или 6 подается роликами 7 на столы 16 ориентировки или 8, откуда вакуум-перекладчик 9 подает его на транспортер 10, на котором в это время находятся нижний наружный слой и внутренний слой с нанесенным kleевым слоем. Механизм загрузки 11 перемещает собранный пакет в загрузочную этажерку 12, а оттуда в пресс 13, одновременно выталкивая готовую фанеру на разгрузочную этажерку 14. Время сборки пакета составляет 7—15 сек, в зависимости от времени прессования фанеры.

В производстве фанеры стали применять предварительную подпрессовку пакетов в холодных прессах. При этом уменьшается возможность преждевременного отверждения клея, сокращается время загрузки пакетов в горячий пресс и время отверждения, а также улучшается качество фанеры, сокращается расход сырья.

Наилучшие результаты подпрессовки получают при использовании для склеивания фенолформальдегидных kleев. Карбамидные kleи следует применять во вспененном состоянии.

При подпрессовке имеют значение порода древесины, состав kleя, удельное давление, влажность шпона, продолжительность хранения пакетов до прессования в горячем прессе.

Продолжительность подпрессовки зависит от вида kleя и степени его концентрации. Наилучшие результаты с учетом колебаний во влажности шпона и породы древесины получаются при подпрессовке в пределах 6—10 мин для карбамидных и фенольных kleев.

Давление в прессе должно обеспечить хороший контакт между склеиваемыми листами шпона в пакете. Практика показывает, что это давление должно быть равным давлению прессования в горячем прессе или на 20—30% меньше. Для жидких kleев удельное давление можно брать меньше, чем для концентрированных.

Удаление воздуха из промежутков между листами шпона в результате подпрессовки позволяет увеличить продолжительность хранения пакетов перед склеиванием в горячем прессе. Подпрессовка снижает количество дефектов, получающихся в фанере. Обзолы и краевые трещины, возникающие при загрузке пакетов в промежутки горячего пресса, в подпрессованном пакете не появляются, поскольку листы шпона плотно прижаты друг к другу. Количество таких дефектов склеивания, как слабая кромка, слабый угол и просачивание kleя в предварительно подпрессованных пакетах шпона, уменьшается. Гофр и коробление не образуются в результате выравнивания при подпрессовке влажности отдельных листов шпона.

Подпрессовка дает возможность предварительно обрезать кромки подпрессованных пачек, что создает предпосылки для механизации процесса окончательной обработки фанеры. Подпрессо-

вывают фанеру пачками (суммой пакетов, загружаемых одновременно во все пролеты пресса).

Схемы сборки пакетов и линий прессования с использованием холодных подпрессовочных прессов представлены на рис. 91. Схемы рис. 91, а, б предполагают применение kleenanoсящего станка с вальцами, схема (рис. 91, в) — станка с выдавливанием клея на листы шпона, схема (рис. 91, г) — станка для нанесения клея наливом.

Технологический процесс сборки пакетов, подпрессовки и прессование в горячем прессе осуществляется по схеме рис. 91, а. Внутренне слои шпона из стол 1 поступают на устройство 2 для формирования их по ширине, а затем на kleenanoсящий станок 3. Для увеличения концентрации клея и удобства дальнейших операций шпон с нанесенным kleевым слоем поступает в камеры для подсушки 4. По выходе из камеры внутренние слои с нанесенным kleем формируются в пачку на укладчике 5. Листы шпона 9, не подлежащие процессу нанесения клея, из стола по заданной программе сборки пакета автоподатчиками 10 подаются на транспортер 8 для укладки 7 в пачки. Собирают пакеты на подъемной платформе 6. Собранные пакеты перемещаются приемо-передаточным рольгангом 12 на промежуточный рольганг 13 для выдержки (по мере освобождения холодного пресса на левую или правую его части). С рольганга 13 стопа собранных пакетов поступает в холодный подпрессовочный пресс 14, а затем по рольгангу 15 — в механизм 16 разборки пакетов и подачи их в загрузочную этажерку 17 горячего пресса 18. Склейенная фанера выгружается из пресса на разгрузочную этажерку 19, а затем формируется в столу 20.

Технологический процесс сборки пакетов, подпрессовки и склейивания фанеры по схеме рис. 91, б происходит следующим образом. Внутренние слои, подлежащие нанесению клея, из столы 1 подаются в kleenanoсящий станок 2. Собирают пакеты на одной из двух подвижных платформ 4, куда подают наружные или внутренние слои из стола 3. Собранные пакеты на платформе подают на транспортер 5, откуда рольгангом 6 — в один из холодных подпрессовочных прессов 7. В загрузочную этажерку 8 пресса 9 пакеты подаются транспортером, а загружаются в пресс толкателем 13.

При выгрузке из пресса фанера попадает в этажерку 10, откуда выгрузчиком 11 формируется в столу 12.

Технологический процесс сборки пакетов при работе по схеме (рис. 91, в) происходит следующим образом.

На конвейер вручную из стола 1 и 2 подают по заданной программе нижний и верхний наружные слои, которые по пути обрезаются на заданный размер пилами 3. В конце конвейера наружный слой останавливается, захватывается кареткой 4 с боковыми захватами, переносится на место сборки 9 и укладывается.

Внутренние слои из стола 5 также обрезаются пилами 3 и направляются на место сборки 9. На этой линии могут быть выполненыстыковка кусков внутреннего слоя на конвейере, резание их

на требуемый размер на ножницах 6 и укладка с помощью каретки 4 с боковыми захватами, нанесение клея экструдером 7,двигающимся возвратно-поступательно над пакетом, и сборка пакетов на одном месте 9 двумя каретками с захватами,двигающимися во взаимно перпендикулярных направлениях.

В передней части каретки 4 для внутренних слоев смонтировано устройство нанесения клея методом экструзии. При своем

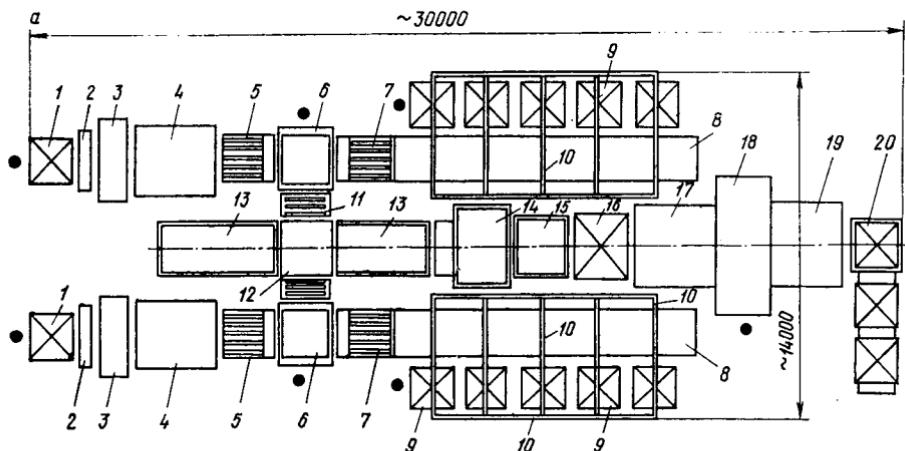


Рис. 91. Схемы линий сборки пакетов, подпрессовки и прессования пакетов:  
 а — с вальцами: 1 — стопа внутренних слоев шпона; 2 — устройство для формирования внутренних слоев по ширине; 3 — kleeanoсящий станок с вальцами; 4 — камера подсушки шпона с нанесенным клеевым слоем; 5 — укладчик; 6 — подъемная платформа; 7 — укладчик наружных и внутренних слоев без клеевого слоя; 8 — транспортер; 9 — листы шпона, не подлежащие нанесению клея; 10 — автоподатчики шпона; 11 — ролганг; 12 — приемо-передаточный ролганг; 13 — промежуточный ролганг; 14 — пресс холодной подпрессовки пакетов; 15 — ролганг для подпрессованных пакетов; 16 — механизм разборки пакетов; 17 — загрузочная этажерка; 18 — пресс; 19 — разгрузочная этажерка; 20 — стопа фанеры; б — то же: 1 — стопа внутренних слоев, не подлежащих нанесению клея; 2 — kleeanoсящий станок с вальцами; 3 — стопа наружных и внутренних слоев, не подлежащих нанесению клея; 4 — подвижная платформа; 5 — транспортер; 6 — ролганг; 7 — подпрессовочный холодный пресс; 8 — загрузочная этажерка; 9 — пресс; 10 — разгрузочная этажерка; 11 — выгрузчик фанеры; 12 — стопа фанеры; 13 — толкатель; 6 — с выдавливанием клея на листы шпона: 1, 2 — стопы наружных и внутренних слоев шпона; 3 — формирование шпона по ширине пилами; 4 — каретки с захватами; 5 — стопа кусков; 6 — ножницы; 7 — станок, наносящий клей методом выдавливания (экструдер); 8 — приемник излишков клея; 9 — сборка пакетов; 10 — подпрессовочный холодный пресс; 11 — загрузчик; 12 — пресс; г — с нанесением клея наливом: 1 — стопа наружных верхних слоев шпона; 2 — стопа наружных нижних слоев; 3 — внутренние слои с перекречным расположением волокон; 4 — внутренние слои с продольным расположением волокон; 5 — стол загрузки; 6 — станок, наносящий клей методом налива; 7 — стол сборки пакетов; 8 — роликовый транспортер; 9 — подпрессовочный пресс; 10 — горячий пресс

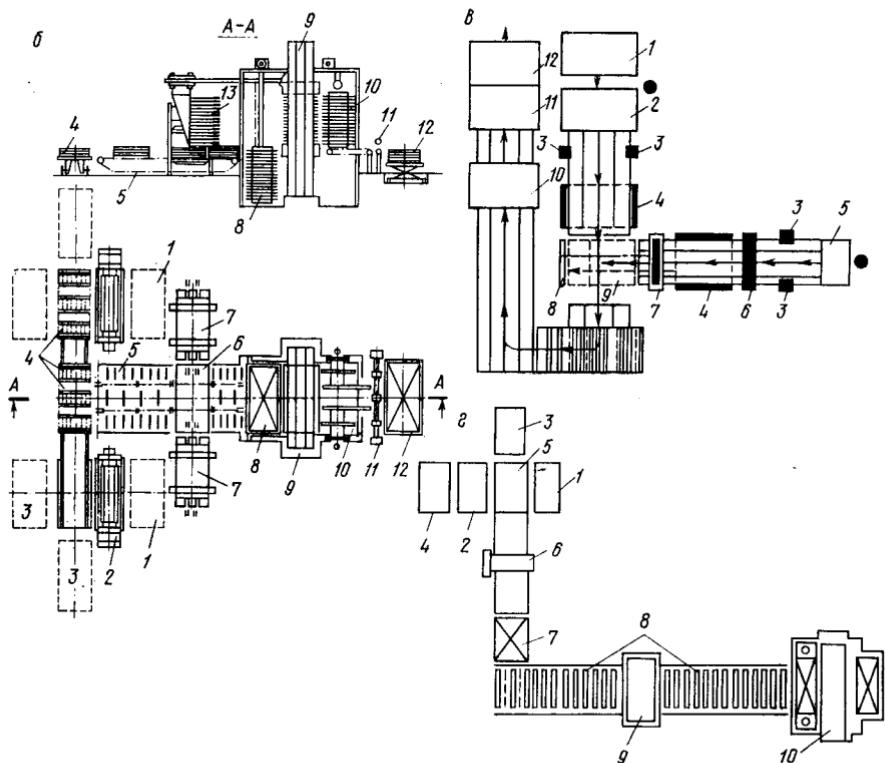
движении вперед оно наносит клей на нижний наружный слой, а при движении назад на уложенный внутренний слой. В крайних положениях экструдера клей собирается в приемник 8 и вновь подается для использования. Собранная на столе 9 стопа трехслойных пакетов по системе транспортера подается в пресс 10 для подпрессовки, затем пакеты автоматическим загрузчиком 11 по-даются в горячий пресс 12.

Аналогичным образом на линии можно собирать пакеты и большей слойности, но при этом на первый конвейер, кроме верх-

него и нижнего слоев, по заданной программе должны подаваться внутренние слои с продольным направлением волокон.

На участке сборки пакетов до подпрессовочного пресса заняты 2 человека, которые подают листы и куски на линию. Все остальные операции выполняются автоматически.

**Режимы склеивания фанеры.** Режимы склеивания зависят от ряда условий, которые обеспечивают получение качественной



фанеры. Основные из этих условий — температура в клеевом слое, удельное давление, продолжительность склеивания.

При определении режимов склеивания нужно учитывать необходимость получения прочного клеевого соединения, определенной влажности фанеры, минимальной ее упрессовки при наименьших затратах времени.

При склеивании фанеры сухим горячим способом необходимо, чтобы между листами шпона был создан контакт, чтобы превратить клеевой слой в отверженное состояние, т. е. обеспечить прочное клеевое соединение.

**Давление на фанеру при склеивании.** Создание контакта между склеиваемыми листами шпона и сохранение его в течение всего времени, необходимого для получения прочного клеевого

соединения, обеспечивается внешним давлением. Это давление характеризуется силой, действующей на 1 см<sup>2</sup> листа фанеры, и называется удельным давлением (кгс/см<sup>2</sup>). Удельное давление устанавливают в зависимости от применяемого клея, способа склеивания, породы древесины и других условий.

Для всех способов склеивания общими являются два условия: создание контакта склеиваемых поверхностей с прослойкой жидкого клея; сохранение контакта до отверждения клея, обеспечивающего получение прочного kleевого соединения. Выполнение этих условий достигается прессованием, т. е. воздействием внешнего давления на склеиваемый материал.

Величина внешнего давления зависит не только от сопротивляемости материала сжатию, но и от шероховатости склеиваемых

поверхностей, а также от расхода клея, т. е. от толщины kleевой прослойки.

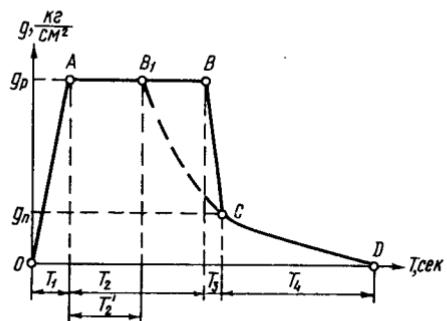
Прочность kleевого соединения зависит не только от степени достижения контакта склеиваемых поверхностей с прослойкой клея. Необходимо также сохранение их контакта и после отверждения клея, без появления в kleевом шве значительных внутренних напряжений. Они возникают как в плоскости склеивания, так и по толщине kleевого слоя. Причина возникновения этих напряжений — усадка клея и шпона.

Рис. 92. Диаграмма изменения удельного давления при склеивании фанеры сухим горячим способом

Почти все клеи при переходе в твердое состояние уменьшают свой объем. Уменьшению kleевой прослойки по площади препятствует сила связи клея с поверхностью материала, в результате чего появляются напряжения в плоскости склеивания. Эти напряжения тем больше, чем толще kleевой шов. Напряжения в плоскости склеивания приводят к короблению готовой детали.

Напряжения, возникающие по толщине kleевого шва, обусловлены усадкой клея и упругими уплотнениями шпона при прессовании. Применение kleев с меньшей усадкой (более концентрированных или с твердым наполнителем) и лучшая обработка склеиваемых поверхностей позволяют снизить величину возникающих при склеивании внутренних напряжений по толщине kleевого шва.

При склеивании фанеры сухим горячим способом применяют два основных режима изменения удельного давления при прессовании (рис. 92). В первом случае удельное давление сохраняют постоянным (участок  $AB$  диаграммы  $OABC\bar{D}$ ) в течение времени  $T_2$ , необходимого для склеивания. Во втором случае удельное дав-



ление прессования неизменно до достижения контакта клея со шпоном (участок  $AB_1$  диаграммы  $OAB_1CD$ ) в течение времени  $T'_2$  и при дальнейшем плавном или ступенчатом снижении давления при отверждении клея (участок  $B_1D$ ).

При загрузке пакетов в пресс давления на пакет нет, следовательно, контакта между kleевой прослойкой и наружными слоями пакета также практически нет. Во время смыкания плит пресса давление на пакет зависит от веса плит и веса пакета, лежащего на данном этаже. При полном смыкании плит пресса давление на пакет возрастает и достигает величины давления, создаваемого насосом или аккумулятором низкого давления. Контакт между kleевой прослойкой и шпоном возникает лишь на выступающих неровностях пакета и только при использовании жидких клеев.

После смыкания плит пресса давление поднимают до удельного. Контакт шпона с kleевыми прослойками еще не достигает требуемой величины, склеиваемые листы шпона сближаются и увеличивается степень смачивания поверхностей, подлежащих склеиванию. Подъем давления до заданного по режиму удельного давления  $q_p$  характеризуется участком диаграммы  $OA$ . Продолжительность подъема давления определяется значением  $T_1$  и зависит от технических данных пресса, а также от степени механизации процесса загрузки пакетов в пресс.

По достижении удельного давления  $g_p$  начинается процесс выдерживания пакетов под этим давлением (участок  $AB$  диаграммы рис. 92). Контакт шпона с kleem достигает требуемой величины.

При склеивании многослойной фанеры толщиной более 8 мм удельное давление выдерживают только на участке  $AB_1$  в течение времени  $T'_2$ , необходимого для уплотнения пакета по толщине, а затем плавно или ступенчато снижают по кривой  $B_1D$  до завершения времени термообработки.

В других случаях давление снимают в два периода. По окончании времени термообработки  $T_2$  давление снижают от удельного  $g_p$  до величины  $g_p$ , условно равной давлению пара, обогревающего плиты пресса. Давление на участке  $BC$  снимают за минимально возможное время  $T_3$ . Практически это время равно 10—15 сек. Второй период снижения давления характеризуется участком  $CD$  диаграммы (снижение давления с величины  $g_p$  в точке  $C$  до нуля в точке  $D$ ). Продолжительность снижения давления на этом участке должна быть такой, чтобы сохранялся некоторый перевес давления паров внутри пакета над давлением, создаваемым плитами пресса. Если сбрасывать давление сразу от максимального его значения до нуля, находящиеся внутри пакета пары разрушат kleевой шов или разорвут шпон. Продолжительность снижения давления  $T_4$  зависит от породы древесины, влажности пакета, температуры плит пресса и свойств применяемого клея. Рекомендуемое время снижения давления в первый и второй периоды приведено в табл. 28 (см. стр. 210).

После снижения давления начинают размыкать плиты пресса с учетом продолжительности размыкания одного этажа. Например, время размыкания плит пресса для трехслойной фанеры принимают равным 1,1—1,2 сек на один этаж, а при склеивании многослойной фанеры это время увеличивают в 1,35—1,5 раза.

Удельное давление при склеивании фанеры имеет большое значение, поэтому необходимо знать метод его расчета. Если обозначить через  $P$  ( $\text{kgs}/\text{cm}^2$ ) давление, которое возникает в цилиндре пресса, через  $f$  ( $\text{cm}^2$ ) — площадь поперечного сечения плунжера пресса, через  $F$  ( $\text{cm}^2$ ) — площадь склеиваемого листа фанеры, через  $q$  — удельное давление,  $k$  — число плунжеров пресса, можно написать

$$Pfk = Fq.$$

Площадь поперечного сечения плунжера представляет собой круг, а площадь круга  $f = \frac{\pi d^2}{4}$ , где  $\pi = 3,14$ , а  $d$  — диаметр плунжера. Подставив значение  $f$ , найдем

$$P \frac{\pi d^2}{4} k = Fq.$$

Следовательно, величина удельного давления, при котором происходит склеивание фанеры,

$$q = \frac{\pi d^2 k P}{4F}.$$

По этой формуле можно определить и величину давления  $P$ , которое возникает под плунжером пресса в цилиндре. Это давление показывает манометр на пульте управления. Для определения  $P$  нужно знать величину удельного давления, которую можно определить по табл. 23.

Таблица 23

Удельные давления,  $\text{kgs}/\text{cm}^2$ , при склеивании березовой фанеры

Давление	Склейивание сухим горячим способом		Склейивание сухим холодным способом
	белковые клеи	смоляные клеи	
Рекомендуемое	18—20	18—20	12—14
Допустимое	16—23	17—23	6—16

При увеличении давления сверх допустимых норм увеличивается упрессовка фанеры и расход шпона на 1  $\text{m}^3$  фанеры. Уменьшение давления снижает прочность склеивания.

**Упрессовка пакета.** К числу факторов, определяющих время нагрева, относится толщина прессуемого пакета. В процессе прессования она меняется и тем больше, чем выше внешнее давление. Характер изменения толщины пакета в процессе горячего прессования показан на рис. 93. В период  $T_1$  наложения давления пакет изменяет свою толщину. Степень сжатия пакета и уплотнения древесины тем больше, чем выше внешнее давление. В последующий период прессования  $T_2$  начинается прогрев древесины, уменьшается ее сопротивление сжатию, в силу чего при том же давлении древесина продолжает уплотняться, а пакет уменьшать свою толщину.

Под действием тепла и давления во время склеивания пакета наружные слои упрессовываются больше, чем внутренние. При склеивании фанеры по нескольку листов в рабочем промежутке пресса разница в упрессовке наружных и внутренних слоев достигает существенной величины. Так, в пакете при склеивании березовой фанеры ФСФ толщиной 3 мм упрессовка наружных слоев составляет 13—15, а внутренних 7—8%, для фанеры ФК соответственно 9—11 и 3—5%. Наружные слои одного и того же пакета при склеивании по несколько листов в рабочем промежутке будут иметь различную упрессовку, что является одной из причин коробления фанеры.

При склеивании фанеры по одному листу в рабочем промежутке пресса упрессовка будет меньше, чем при склеивании многолистных пакетов, так как под давлением термообработка проходит быстрее. Листы фанеры практически находятся в одинаковых условиях нагрева и давления, что обеспечивает небольшой разбег по толщине и одинаковое высушивание фанеры. В обоих случаях упрессовка краевой зоны пакета будет больше, чем средней зоны, так как краевая зона подсыхает больше.

При склеивании фанеры по одному листу в рабочем промежутке упрессовка березовой фанеры марки ФСФ толщиной 3 мм равна 5—7, марки ФК — 3—5%.

Упрессовка пакетов сосновой фанеры при их толщине 18 мм зависит от схемы сборки пакета. Если пакет набран из ядровой древесины, упрессовка равна 12%. В пакете, состоящем из заболонной древесины, упрессовка составит 19%. Если наружные слои набраны из заболони, а внутренние слои из ядра, упрессовка равна 16%.

Для фанеры марки ФСФ из лиственничного шпона толщиной 4 мм упрессовка составляет 19—21%, а марки ФК — 12—13%.

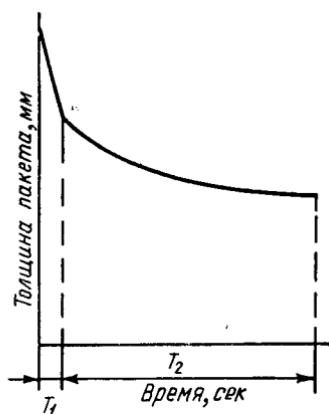


Рис. 93. Схема изменения толщины пакета при прессовании:

$T_1$  — время наложения давления;  $T_2$  — время термообработки под давлением

Величину упрессовки  $g$  выражают в процентах к начальной толщине пакета до прессования и вычисляют по формуле

$$g = \frac{\Sigma S_{ш} - S_{п}}{\Sigma S_{ш}} \cdot 100\%,$$

где  $\Sigma S_{ш}$  — толщина пакета до прессования, мм;

$S_{п}$  — толщина пакета в момент замера, т. е. после выгрузки фанеры из пресса, мм.

**Нагревание пакетов.** Нагревание пакетов необходимо для ускорения отверждения клея. В гидравлических прессах тепло передают пакету горячие плиты. В прессах с паровым обогревом температура плит зависит от давления пара, обогревающего их. При давлении пара, например, 2 ати температура будет 133° С, а при 4,5 ати — 155° С. Температура поверхности плит меньше температуры пара на 4—6° С. Температуру плит выбирают в зависимости от вида клея, породы древесины, толщины прессуемого пакета.

Во время загрузки пакетов и смыкания плит пресса наружные листы шпона и kleевые прослойки, примыкающие к ним, нагреваются вследствие теплоизлучения плит пресса и контакта с плитами. Для предотвращения преждевременного отверждения kleевых прослоек существуют допустимые нормы времени загрузки пакетов в пресс. По достижении удельного давления температура в слоях, удаленных от плит пресса, нарастает медленнее, чем в наружных. Так же неодинаково изменяется температура и по площади пакета. Быстрее температура увеличивается в средней части пакета, медленнее — по его краям.

Ширина краевой зоны определяется в основном давлением на 1 см<sup>2</sup> пакета, паропроводностью и температурой нагрева пакета. При давлении 18—20 кгс/см<sup>2</sup> и температуре плит 130—150° С ширина краевой зоны в пакете березового шпона доходит до 150 мм, соснового — до 125 мм.

Температура плит пресса — основной фактор, влияющий на интенсивность прогрева пакета. Давление, уплотняя пакет, уменьшает воздушную прослойку между листами шпона и плитами, понижаяющую температуропроводность, и уменьшает время прогрева пакета пропорционально величине уплотнения.

Во время снятия давления температура в различных точках пакета не изменяется и только при втором периоде снижения давления и размыкания плит пресса заметно уменьшается, что связано с выходом паров из пакетов. Для склеивания трехслойной березовой и ольховой фанеры рекомендуется следующая температура в зависимости от применяемого клея:

Клей	$^{\circ}\text{C}$
Альбуминовый . . . . .	140—145
Казеиновый . . . . .	130—135
Комбинированный . . . . .	135—140
Карбамидный . . . . .	125—130
Фенолформальдегидный . . . . .	140—150
Бакелитовая пленка . . . . .	145—155

Для многослойной фанеры температура плит пресса обычно принимается на 5—10°С ниже.

**Продолжительность склеивания фанеры.** Технологию склеивания фанеры можно разбить на три схемы:

склеивание по несколько листов фанеры в одном рабочем промежутке пресса (для этой схемы характерна ручная загрузка и выгрузка пресса);

склеивание по одному листу фанеры в рабочем промежутке пресса (по этой схеме при склеивании фанеры толщиной до 6 мм характерна конвейерная сборка пакета и механизированная загрузка и выгрузка пресса);

склеивание многослойной фанеры толщиной более 8 мм.

Продолжительность склеивания фанеры, или цикл прессования, при ручной загрузке и выгрузке фанеры складывается из следующих операций: подачи пакетов к прессу; загрузки пакетов в пресс; смыкания плит пресса; подъема давления; выдержки фанеры под давлением; снижения давления и размыкания плит пресса; выгрузки готовой фанеры из пресса.

При сухом горячем способе производства фанеры время загрузки пакетов в пресс должно быть минимальным, так как возможно преждевременное отверждение клея в ближайшем к нижней плите kleевом слое. Время загрузки не должно превышать пределов, приведенных в табл. 24.

Таблица 24

**Допустимое время загрузки пакетов в пресс и смыкания плит  
(при температуре плит 120 — 150°С и толщине наружных слоев более 0,8 мм)**

Марка фанеры	Клей	Наибольшее время загрузки, сек
ФБА	Белковые	Не более 120
ФК	Карбамидные	90
ФСФ	Фенолформальдегидные	90

Время на смыкание плит зависит от привода гидравлического пресса (емкости аккумулятора и производительности насосов) и в среднем составляет 15—25 сек, из которых 8—9 сек затрачивается на подачу высокого давления.

Продолжительность выдержки фанеры под давлением (время термообработки) определяет время, необходимое для того, чтобы в kleевом слое закончились физико-химические процессы и прочность kleевого соединения достигла максимума. Это время зависит от толщины пакета, равной сумме толщин шпона, составляющих пакет до прессования, слойности листов фанеры, вида клея, породы древесины, температуры плит пресса и наличия прокладок.

Таблица 25

Значения постоянных величин  $A$ ,  $B$  и  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $B_2$ 

Температура плит пресса при применении kleев	Число слоев шпона в фанере	$A$		$B$		Температура плит пресса при применении карбамидных смол, °C	Число слоев шпона в фанере	$A_1$	$B_1$	$B_2$
		казеннового и комбинированного с преобладанием казенна	альбуминового и комбинированного с преобладанием альбумина	3,65	0,37					
110—115	95—105	7 и более	3,65	0,37	0,023	110—115	7 и более	5,5	0,49	0,0086
130—125	110—115	5	2,9	0,34	0,016	115—120	5	4,1	0,45	0,01
130—135	120—125	3	2,4	0,29	0,014	130—135	3	2,05	0,26	0,003
140—145	130—135	5	2,05	0,26	0,013	—	—	—	—	—

При склеивании фанеры белковыми kleями время  $T_b$ , необходимое для термообработки пакетов, можно определить по формуле

$$T_b = A + B (S_w - 8) + \\ + B (S_w - 9)^2 \text{ мин};$$

при склеивании карбамидными смолами время

$$T_k = A_1 + B_1 (S_w - 8) + \\ + B_1 (S_w - 9)^2 \text{ мин},$$

где  $S_w$  — толщина склеиваемого пакета до загрузки в пресс (сумма толщин шпона в пакете), мм;  $A$ ,  $B$ ,  $B$  и  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $B_2$  — постоянные величины, определяемые по табл. 25.

При склеивании фанеры фенольными смолами время  $\tau$  термообработки можно определить по следующим формулам:

для наиболее удаленного от поверхности пакета kleевого слоя серединной зоны

$$\tau = k_c S_w^2 \times \\ \times \lg \left( 1,273 \frac{t_n - t_h}{t_n - t_k} \cos \frac{\pi X}{S_w} \right) \text{ мин};$$

для наиболее удаленного от поверхности пакета kleевого слоя краевой зоны (100 мм от края пакета)

$$\tau = k_k S_w^2 \times \\ \times \lg \left( 1,273 \frac{t_n - t_h}{t_n - t_k} \cos \frac{\pi X}{S_w} \right) \text{ мин},$$

где  $k_c$  и  $k_k$  — коэффициенты (мин/см<sup>2</sup>), учитывающие прогрев серединной или краевой зон пакета (табл. 26);

$S_m$  — толщина пакета до прессования, равная сумме толщин шпона в пакете, см;

$t_p$  — температура плит пресса, °C;

$t_n$  — температура пакета до прессования; обычно 20 °C;

$t_k$  — конечная температура нагрева данной точки пакета (берут по условиям расчета), °C;

$X$  — расстояние от плоскости симметрии пакета до точки, в которой определяют температуру или время прогрева, см.

Таблица 26

Значения коэффициентов  $k_c$  и  $k_k$  при склеивании фанеры из березового шпона (без прокладок)

Температура нагрева в данной точке пакета, °C	$k_k$ краевой зоны пакета при его влажности 11—14% и температуре плит пресса, °C			$k_c$ серединной зоны пакета при его влажности, %	
	130	140	150	11—14	16—24
120	6,53	5,88	4,55	3,82	4,10
125	7,17	6,47	5,07	4,08	4,34
130	—	6,88	5,35	4,34	4,7
135	—	7,22	5,60	4,77	5,06
140	—	—	5,78	5,25	5,57
145	—	—	5,90	5,83	6,1

Предусмотренное технологической инструкцией время термообработки пакетов влажностью до 12% под давлением 18—20 кгс/см<sup>2</sup> при сухом горячем склеивании березовой и сосновой фанеры марки ФСФ фенолформальдегидными смолами С-1 и С-35 приведено в табл. 27.

Таблица 27

Время термообработки при склеивании фанеры смолами и С-1 и С-35 в зависимости от толщины пакетов

Толщина пакетов до прессования, мм	Время термообработки пакетов под давлением, мин, при температуре плит пресса, °C					
	146—150	141—145	136—140	146—150	141—145	136—140
	Режим I			Режим II		
8	5,15	5,81	6,75	3,7	4,2	4,6
9	5,95	6,7	7,7	4,3	4,3	5,4
10	6,8	7,6	8,7	4,9	5,0	6,2
11	7,7	8,5	9,7	5,5	5,9	7,0
12	8,6	9,5	10,75	6,1	6,5	8,0
13	9,5	10,4	11,75	6,8	7,2	9,0
14	10,4	11,4	11,75	7,4	8,1	10,2
15	11,35	12,4	13,8	8,2	9,2	11,5
16	12,3	13,4	14,8	8,8	10,0	13,0
17	13,3	14,4	15,9	9,5	11,3	14,7
18	14,3	15,45	17,0	10,2	12,5	16,3

При термообработке под давлением по режиму I полностью заканчивается процесс склеивания и клеевой слой получается максимальной прочности. При термообработке под давлением по режиму II достигается только максимальная прочность фанеры в сухом виде. Для получения водостойкости выгруженную фанеру в горячем состоянии складывают в стопу и выдерживают в течение 1,5—3 ч.

Время снижения давления в первый период для всех видов фанеры и kleев одинаково и находится в пределах 10—15 сек. Время снижения давления во втором периоде при склеивании фанеры зависит от вида применяемого клея, начальной влажности и толщины пакета, породы древесины и температуры плит пресса. Нормы технологического времени снижения давления при склеивании фанеры различными kleями приведены в табл. 28.

Таблица 28

**Нормы технологического времени второго периода снижения давления при склеивании фанеры различными kleями**

Вид kleя	Фанера	Температура пресса, °C	Влажность пакета до прессования, %	Рекомендуемая продолжительность второго периода снижения давления для фанеры, сек	
				березовой	сосной
Альбуминовый и комбинированный с преобладанием альбумина	Трехслойная	Менее 100	20—30	—	30
		105—115	20—25	45	90
			25—30	60	120
	Многослойная	115—145	20—25	45	—
			25—30	60	—
		Менее 100	20—30	—	30
Казеиновый и комбинированный с преобладанием казеина	Трехслойная	115—125	20—30	75—90	—
		Менее 100	20—30	30	30
		105—115	20—25	75	90
	Многослойная	115—135	25—30	90	120
		Менее 100	20—25	75	—
			25—30	90	—
Карбамидный	Трехслойная	20—30	30—35	—	—
		105—115	25—30	180	—
		130—135	До 12	30—40	40—50
	Многослойная	Более 12	40—50	50—60	—
		110—115	До 16	90—120	120—150
		115—120	» 16	75—120	90—120
Фенолформальдегидный	Трехслойная	135—155	» 12	30—45	30—45
		135—145	» 12	60—75	60—75

Время выгрузки фанеры из пресса частично совпадает со временем размыкания плит. В прессе с пятнадцатью промежутками оно составляет 69 сек для фанеры форматом 1525×1525 мм и 60 сек для фанеры форматом 1220×1220 мм.

Склейивание фанеры по нескольку листов в рабочем промежутке пресса имеет ряд недостатков. При прессовании происходит различная степень упрессовки наружных и внутренних слоев шпона в пакете; разность их влажности достигает 5%; листы фанеры могут иметь разную толщину.

Особенности конструкции многоэтажного пресса усложняют механизацию и автоматизацию его загрузки и выгрузки, что приводит к значительным затратам времени на вспомогательных операциях.

При склеивании фанеры по одному листу в рабочем промежутке пресса полностью или частично исключается большинство из указанных недостатков. При загрузке пресса по одному листу в промежуток цикл прессования короче, а время выдержки фанеры в прессе меньше, чем при прессовании фанеры по нескольку листов в промежутке.

Продолжительность вспомогательных операций при склеивании фанеры толщиной до 6 мм по одному листу в рабочем промежутке пресса складывается из времени механизированной загрузки пакетов (10—15 сек на одну запрессовку), времени смыкания плит пресса (0,5—1,0 сек на каждый этаж пресса), времени подъема давления (0,4—0,6 сек на этаж), времени размыкания

Таблица 29

Продолжительность термообработки пакетов при склеивании фанеры по одному листу в рабочем промежутке пресса

Клей	Толщина фанеры, мм, и число слоев	Толщина пакета, мм	Температура плит пресса, °C	Продолжительность технологических операций, сек			
				выдержка между сомкнутыми плитами	выдержка под давлением	снятие давления	всего
Фенолформальдегидные смолы С-1, С-35	3; 3	3,2—3,25	150	20—25	90	25	135—140
	4; 3	4,25—4,30	150	20—25	100	25	145—150
	5; 3	5,35—5,4	150	20—25	110	25	155—160
	6; 3	6,4—6,45	150	20—25	120	25	165—170
	5; 5	5,35—5,4	145	20—25	140	35	195—200
	6; 5	6,4—6,45	145	20—25	150	35	205—210
Карбамидные смолы М-60 и М-19-62	3; 3	3,15—3,20	150	15—20	25	25	65—70
	4; 3	4,20—4,25	150	15—20	30	25	70—75
	5; 3	5,25—5,30	150	20—25	35	25	80—85
	6; 3	6,30—6,35	150	20—25	40	25	85—90
	5; 5	5,25—5,30	140	20—25	50—60	35	105—120
	6; 5	6,30—6,35	140	20—25	60—70	35	115—130
Карбамидная смола М-70	3; 3	3,15—3,20	150	10—15	20	25	55—60
	4; 3	4,20—4,25	150	10—15	20	25	55—60
	5; 3	5,25—5,30	150	15—20	25—27	25	65—72
	6; 3	6,30—6,35	150	15—20	30—32	25	70—77
	5; 5	5,25—5,30	135—140	15—20	40—50	35	90—105
	6; 5	6,30—6,35	135—140	15—20	50—60	35	100—115

плит пресса (1,2—1,3 сек на этаж), времени механизированной выгрузки фанеры из пресса (10—15 сек на запрессовку).

Основное время обработки пакетов давлением и температурой складывается из времени следующих операций: термообработки пакетов между сомкнутыми плитами перед подъемом давления (вводится вместо длительной выдержки намазанного kleem шпона или собранных пакетов до загрузки их в пресс); термообработки пакетов под давлением; снятия давления. Продолжительность каждой из этих операций при различных условиях склеивания приведена в табл. 29.

Многослойную фанеру толщиной 8 мм и более склеивают при температуре плит пресса 135—145°C для фенолформальдегидных смол С-1 и С-35 и при температуре 110—115°C для kleев на основе мочевино-формальдегидных смол М-60 и М-19-62.

Продолжительность термообработки пакетов при склеивании многослойной фанеры приведена в табл. 30.

Таблица 30

**Продолжительность термообработки под давлением многослойной фанеры**

Клей	Темпера- тура плит пресса, °C	Время термообработки под давлением, мин., при толщине пакета, мм						Время снижения давления, мин
		9	11	13	15	18	20	
<b>Режим I</b>								
C-1 и C-35 {	41—145	6,8	8,7	10,5	12,5	15,5	—	1,3
	136—140	7,8	9,7	11,8	13,9	17,0	19,2	1,3
<b>Режим II</b>								
M-60 и M-19-62 {	141—145	4,6	5,9	7,2	8,6	10,6	12,1	1,3
	136—140	5,0	6,3	7,6	9,0	11,1	12,5	1,3
	110—115	6,0	7,0	8,1	9,3	11,2	13,0	2,0

**Склейивание фанеры из березового шпона с ложным ядром.** Для склеивания применяют вспененные карбамидные клеи концентрацией не менее 57% с наполнителем — строительным гипсом (алебастром), который добавляют в количестве 10—15% веса смолы. Расход kleя 110—120 г/м<sup>2</sup>. Используют шпон с ложным ядром для изготовления трех- или пятислойной фанеры марки ФК.

**Склейивание фанеры из соснового шпона.** Особенности склеивания фанеры из соснового шпона обусловливаются пониженной паропроводностью сосновой древесины по сравнению с паропроводностью березовой и неодинаковой паропроводностью шпона из ядровой и заболонной древесины сосны, поэтому условия склеивания сосновой фанеры несколько отличаются от условий склеивания березовой фанеры.

При склеивании сосновой фанеры при температуре плит выше 100°C шпон следует рассортировать на заболонный и ядровый и

клейить отдельно. Рекомендуется применять сосновый шпон влажностью 6—7% при склеивании сосновой фанеры белковыми kleями, 6—12% при склеивании сосновой фанеры смоляными kleями и 6—10% при склеивании комбинированной фанеры с наружными слоями из березы. При склеивании сосновой многослойной фанеры пакеты следует набирать из заболонного шпона, клейти при температуре ниже 100°C, а затем ее досушивать; при склеивании сосновой фанеры смоляными kleями расположение заболонных и ядерных листов в пакете значения не имеет.

Увеличение нормы расхода kleев на 1 м<sup>3</sup> сосновой фанеры в связи с повышенной упрессовкой и увеличением расхода на 1 м<sup>2</sup> намазанной поверхности составляет 12—15% по сравнению с березовой фанерой.

При влажности пакета в момент склеивания до 15% прессовать его можно при температуре до 145°C; при влажности пакетов 25—30% необходимо снижать температуру прессования и увеличивать период снижения внешнего давления.

Продолжительность термообработки фанеры из соснового шпона при удельном давлении 18—20 кгс/см<sup>2</sup> приведена в табл. 31. Время снижения давления после термообработки для сосновой фанеры приведено в табл. 32.

Таблица 31

**Продолжительность термообработки под давлением сосновой фанеры**

Temperatura плит пресса, °C	Продолжительность, мин, термообработки под давлением пакетов толщиной, мм										
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Мочевино-формальдегидные смолы</b>											
105—110	6,5	7,0	7,5	8,1	8,7	9,4	10,0	10,5	11,0	12,0	13,0
110—115	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,2	9,0	9,5	10,0	10,5
115—120	—	—	4,3	4,8	5,3	5,8	6,3	6,9	7,5	8,1	8,8
<b>Смола С-35</b>											
136—140	9,2	10,4	11,5	12,8	14,0	15,2	16,4	17,6	18,8	20,0	21,2
141—145	7,7	8,7	9,5	10,5	11,5	12,5	13,4	14,4	15,5	16,4	17,4
146—150	6,8	7,7	8,6	9,5	10,5	11,4	12,3	13,3	14,4	15,3	16,2

По окончании времени термообработки удельное давление снижают в два этапа: от максимального удельного давления до 3—5 кгс/см<sup>2</sup> за 10—15 сек и от 3—5 кгс/см<sup>2</sup> до нуля за время, указанное в табл. 32.

При температуре плит пресса 105—115°C в первый период давления снижают до 2 кгс/см<sup>2</sup>.

При изготовлении комбинированной фанеры в три слоя с наружными слоями из березового шпона применяют режимы склеивания березовой фанеры.

Таблица 32

## Продолжительность снижения давления при склеивании сосновой фанеры

Клей	Количество слоев фанеры	Температура плит пресса, °C	Время снижения давления,
Карбамидный C-35	7 и более	105—110	2,0
	3—5	110—115	1,5
	3	115—120	1,0
	5 и более	136—140	1,5
	3	141—145	1,5
	3	146—150	1,0

**Склейивание фанеры из лиственничного шпона.** Существующая технология склеивания фанеры из лиственницы предусматривает сборку пакетов из листов шпона с нанесенным белковым или карбамидным kleem, предварительно выдержаных в течение 8—15 мин.

Фанеру из лиственничного шпона прессуют при следующих режимах: влажность шпона не должна превышать 8% при склеивании фанеры ФБА и ФК и 10% при склеивании фанеры ФСФ; температура плит пресса для фанеры ФБА-105 должна быть 120°C, ФК-110—115°C и ФСФ-135—140°C; давление при прессовании 18—20 кгс/см<sup>2</sup>.

Режимы прессования комбинированной фанеры с наружными слоями из березовой древесины аналогичны режимам прессования березовой фанеры.

После выгрузки из пресса трехслойную лиственничную фанеру разбирают на листы и укладывают полистно. Листы многослойной фанеры без охлаждения складывают в стопы.

**Дефекты склеивания и их устранение.** К дефектам, получающимся при склеивании фанеры, относятся расклеивание, пузыри, слабые углы и слабая кромка, просачивание kleя, трещины, загрязнение наружных слоев, разнотолщинность, неправильный подбор наружных слоев по сортам, сбитые наружные слои, выпавшие вставки.

**Расклеивание.** Причины расклеивания — недоброкачественный kleй, малое количество kleя, слабый прогрев плит, недостаточное удельное давление, колебания гидравлического давления, неравномерное распределение удельного давления, недостаточная продолжительность прессования, подсыхание kleя до загрузки пакетов в пресс, применение шпона повышенной влажности.

**Пузыри.** Образование пузырей можно объяснить тем, что при прессовании содержащаяся в шпоне и kleе жидкость нагревается идущим от плит теплом и по достижении определенной температуры начинает кипеть и превращаться в пар; количество пара, получающегося за определенный период, зависит от скорости спуска давления; при быстром спуске пар разрушит лист

в слабом месте и выйдет наружу. Это разрушение листа принято называть пузырем. Во избежание этого после прессования давление понижают постепенно.

Слабые углы и слабая кромка. Причины этого дефекта — износ краев и углов плит, сдвиг листов при загрузке в пресс, применение шпона, слабо обжатого по краям при лущении, недостаточное нанесение клея по краям внутренних слоев, слабая kleящая способность клея, слабый нагрев плит пресса и нарушение режима прессования, подсыхание с краев листа с нанесенным kleевым слоем.

Просачивание клея зависит от состояния и строения древесины наружного слоя фанеры, а также от состояния kleевого раствора, его качества. Мерами предупреждения просачивания клея являются равномерное нанесение клея, выдерживание листов шпона с нанесенным kleевым слоем, применение вязких kleев, сохранение постоянным удельного давления прессования, сохранение оптимальной влажности шпона.

Некоторые производственные дефекты могут быть устраниены дополнительной обработкой готовой фанеры: починкой, переобрезом и зачисткой листов.

**Склейивание фанеры сухим холодным способом.** При сухом холодном способе расход жидкого синтетического клея равен 140—200 г/м<sup>2</sup>. Продолжительность сборки пакетов должна быть не более 10—15 мин, а удельное давление при запрессовке пакетов в холодном прессе 12—16 кгс/см<sup>2</sup>. При склеивании фанеры сухим холодным способом фенолформальдегидными смолами пакеты под давлением выдерживают не менее 3 ч, карбамидными смолами 0,5—2 ч. Время выдерживания под давлением зависит от температуры окружающей среды (температуры воздуха в цехе) и, например, при применении карбамидных смол составит при температуре в цехе 20 °C 1,5 ч, при 15 °C 3 ч, при 10 °C 5—6 ч.

Фанеру холодного склеивания белковыми kleями не рекомендуется передерживать в сжатом состоянии, так как она может потемнеть под действием содержащейся в ней влаги. Во избежание появления сырости выходящую из пресса фанеру холодного склеивания влажностью 25—30% необходимо подсушивать.

При склеивании непрерывным сухим холодным способом фанеру не упрессовывают, в связи с этим экономится около 10% сырья, исключается образование пузырей при склеивании многослойной фанеры, плит и фанеры из древесины хвойных пород, влажность по площади листа фанеры распределяется равномерно, благодаря чему уменьшается коробление готового материала при эксплуатации, разнотолщинность листов фанеры уменьшается, производительность прессового оборудования не зависит от толщины склеиваемого материала, улучшаются условия труда, создаются предпосылки для механизации и автоматизации операций по загрузке и выгрузке прессов.

Эффективность нового способа можно повысить применением для склеивания мочевино-формальдегидных kleев, отверждаю-

шихся при температуре производственных помещений и имеющих высокие концентрацию и скорость отверждения.

При холодном склеивании фанеры одним из важнейших технологических параметров, от которого зависит прочность kleевого соединения, является давление прессования. При склеивании семислойной березовой фанеры толщиной 10 мм оптимальными являются давление 10—12 кгс/см<sup>2</sup> и расход клея 160—170 г/м<sup>2</sup>. Продолжительность выдержки пакетов под давлением составляет 1 ч, толщина пакета для одной запрессовки 150 мм.

Максимальная прочность сухих образцов достигается через 1—2 ч по окончании прессования. Водостойкость достигает максимального значения через сутки. Остаточные напряжения в kleевом шве значительно меньше, чем при горячем склеивании, и в последующем практически не оказывают влияния на прочность kleевого соединения.

Высокая концентрация (60—70%) сухих веществ в синтетических kleях дает возможность получить фанеру, влажность которой удовлетворяет требованиям стандартов. Влажность фанеры при использовании kleя на основе смолы М-70 может быть выше влажности шпона на 2—3%.

**Производительность прессов.** Производительность многоэтажного пресса для сухого горячего склеивания фанеры можно определить по формуле

$$Q = \frac{T n m S_n F k}{(T_n + T_b) 1000} \text{ м}^3,$$

где  $T$  — продолжительность рабочей смены, мин;

$n$  — число рабочих промежутков пресса;

$m$  — число листов фанеры, загружаемых в один промежуток;

$S_n$  — толщина фанеры, мм;

$F$  — площадь одного обрезного листа фанеры, м<sup>2</sup>;

$T_n$  — время прессования (термообработки) фанеры в прессе, мин;

$T_b$  — время на вспомогательные операции, мин;

$k$  — коэффициент использования рабочего времени (равен 0,95—0,98).

Производительность  $Q$  прессов для холодного склеивания определяют по формуле

$$Q = \frac{T n_1 S_n F k}{Z 1000} \text{ м}^3,$$

где  $T$  — продолжительность рабочей смены, мин;

$n_1$  — число листов фанеры, загружаемых в пресс;

$S_n$  — толщина листа фанеры, мм;

$F$  — площадь одного листа обрезной фанеры, м<sup>2</sup>;

$k$  — коэффициент использования рабочего времени (0,95—0,98);

$Z$  — время, затрачиваемое на вспомогательные операции в холодном прессе (16—18 мин).

**Техника безопасности при склеивании фанеры.** Прежде чем приступить к работе на прессе, необходимо проверить уровень рабочей жидкости в баке. Уровень жидкости не должен быть ниже риски на указателе масла или эмульсии. За исправностью пресса следует оператор, который должен сообщить дежурному слесарю о всех замеченных неполадках и остановить пресс для их устранения. Все замечания по эксплуатации пресса следует заносить в книгу с отметкой об их устраниении.

Перед пуском пресса необходимо убедиться в отсутствии на плитах посторонних предметов, исправности ограждения.

При остановке пресса или перерыве в работе плунжеры пресса следует опустить вниз до упора, а электродвигатели и аппаратуру управления отключить от электросети. Если на прессе неисправна аппаратура, работать на нем категорически запрещается. Ни в коем случае нельзя затягивать гайки и винты деталей, находящихся под давлением.

Запрещается работать без предохранительных клапанов в гидросистеме.

При эксплуатации прессовой установки следует строго соблюдать правила противопожарной безопасности, так как рабочей жидкостью в большинстве случаев является масло.

Исключительно важное требование — соблюдение чистоты рабочего места и открытых поверхностей пресса.

Особенно надо следить за чистотой масляного бака, тщательно очищать все детали, соприкасающиеся с маслом.

Исправность контрольно-измерительных приборов — необходимое условие нормальной работы пресса.

Персонал, обслуживающий прессы, должен быть снабжен специальными выталкивателями фанеры.

В прессах для холодного склеивания фанеры затягивать карabinы необходимо равномерно. Нельзя снимать зажимы-стяжки вне пресса. Двутавровые балки, применяемые для зажима пакета в холодном прессе, не должны иметь трещин и заусенцев. Во время передачи пакета в пресс вагонетка должна быть закреплена во избежание ее отката от пресса.

### § 33. ОБРАБОТКА ФАНЕРЫ

**Обрезка фанеры.** Для придания фанере стандартных размеров ее обрезают по кромкам. Часть фанеры разрезают на части меньших размеров. Такую фанеру называют *прирезной*.

Фанеру обрезают в основном на круглопильных станках. По числу пил эти станки делятся на одно-, двух-, трех и четырехпильные, а также многопильные; по способу подачи фанеры — с ручной или механической подачей.

В состав бригады по обслуживанию однопильного станка входят двое рабочих. Производительность однопильного станка за смену составляет 10—12 м<sup>3</sup>.

Производительность  $Q$  однопильного обрезного станка можно определить по формуле

$$Q = \frac{T v m k_1 k_2}{4l} \text{ листов,}$$

где  $T$  — продолжительность рабочего времени, мин;

$v$  — скорость подачи каретки, м/мин;

$m$  — число листов фанеры в пачке;

$k_1$  — коэффициент использования станка;

$k_2$  — коэффициент использования рабочего времени;

$l$  — длина обрезаемого листа фанеры, м.

Двухпильные обрезные станки ЦФ, используемые для обрезки фанеры, бывают с ручной кареткой или механической подачей цепью. В конструкции станков этого типа предусмотрено изменение расстояния между пилами, которые можно передвигать одновременно или по одной.

В производственном потоке двухпильные станки ЦФ устанавливают попарно с прямым углом между их продольными осями. Пачку фанеры собирают на столе для укладки и подают механизмом подачи на первый станок, где обрезают две кромки пилами. Ко второму станку, на котором обрезают две другие кромки, пачка движется в направлении, перпендикулярном движению на первом станке.

На фанерных заводах применяют и другие двухпильные станки (также спаренно), отличающиеся устройством привода тележки-каретки.

В состав бригады, обслуживающей двухпильные станки, входят четверо рабочих. Рабочие, подающие фанеру на каретку или цепи станка, должны периодически меняться местами с рабочими, снимающими со станка обрезанную фанеру.

При скорости подачи каретки 11 м/мин и скорости холостого хода каретки 16,6 м/мин производительность станка составляет 58 м<sup>3</sup> в смену фанеры форматом 1525×1525 мм.

Производительность  $Q$  двухпильного обрезного станка можно определить по формуле

$$Q = \frac{T v m k_1 k_2}{2l} \text{ листов,}$$

где  $T$  — продолжительность рабочего времени, мин;

$v$  — скорость подачи каретки, м/мин;

$m$  — число листов фанеры в пачке, шт;

$k_1$  — коэффициент использования станка;

$k_2$  — коэффициент использования рабочего времени;

$l$  — длина обрезаемого листа фанеры, м.

Линия обрезки — сортировки фанеры финской фирмы «Рауте» (рис. 94) предусматривает выгрузку фанеры из пресса 16 на приемный стол 1, откуда фанера передвигается на транспортер 2 для перемещения к камере охлаждения фанеры 3. Через транспортер 4 листы фанеры попадают в двухпильный станок 6 для обрезки вдоль волокон наружных слоев, а затем на двухпильный

станок 8 для обрезки поперек волокон. Отходы обрезки по транспортерам 5 и 7 поступают на транспортер 12 для удаления из цеха. Затем транспортерами 9, 10, 11 листы фанеры подаются на поворотное устройство 13 и далее на сортировочный транспортер 14 с карманами 15.

Для обрезки большеформатной фанеры применяют трех- и четырехпильные станки. Такие станки имеют две продольные и одну или даже две поперечные пилы, что дает возможность обрезать пачку, не передвигая ее. Пачку фанеры кладут на стол. Поперечный обрез пачки выполняют на неподвижном столе, а про-

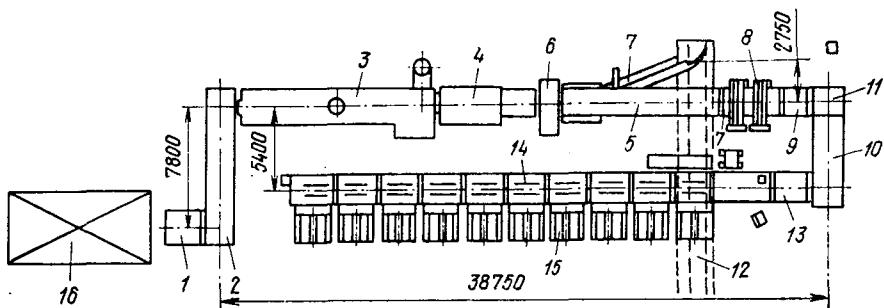


Рис. 94. Схема линии обрезки и сортировки фанеры:

1 — приемный стол; 2, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12 — транспортеры; 3 — камера охлаждения; 6, 8 — двухпильные станки; 13 — поворотное устройство; 14 — сортировочный транспортер; 15 — приемные карманы; 16 — горячий пресс

дольный двумя пилами на движущемся столе и, наконец, следующий поперечный рез — снова на неподвижном столе. Длина обрезаемой пачки от 3000 до 5400 мм, высота около 50 мм. Четырехпильный станок отличается от трехпильного устройством каретки.

В связи с тем что направление волокон в смежных листах шпона взаимно перпендикулярно, процесс пиления происходит одновременно вдоль и поперек волокон, поэтому зубья пилы должны быть приспособлены для продольного и поперечного резания.

Прирезку фанеры выполняют на однопильных станках с подвижными угольниками или на многопильных станках с программным управлением. Обслуживают станок для прирезки фанеры двое рабочих. Прирезная фанера должна соответствовать определенным требованиям, установленным техническими условиями на прирезку. Если лист фанеры не соответствует стандартному формату, его переобрезают на следующий формат. Для переобреза фанеры используют, как правило, однопильные станки.

**Шлифование фанеры.** Для создания гладкой поверхности листа и выравнивания его по толщине, устранения загрязнений и царапин фанеру шлифуют. Эту операцию выполняют на шлифовальных станках, которые бывают трех- и четырехбарабанные для

одностороннего шлифования, шести- и восьмибарабанные для двухстороннего шлифования. Для подшлифовки непрошлифованных мест используют ленточные станки.

На фанерных заводах применяют трехбарабанные шлифовальные станки. По своей конструкции трехбарабанные станки могут быть с верхним или нижним расположением барабанов. Различаются они по способу навивки шлифовальной шкурки на барабан и механизму подачи — вальцовой, гусеничной или ленточной.

Для нормальной работы станка необходимо правильно подбирать номера шкурки в зависимости от расположения барабанов.

Для двустороннего шлифования фанеры шлифовальные трехбарабанные станки с нижним расположением барабанов устанавливают спарено один за другим, но со смещением по оси. После шлифования на первом станке фанера поступает на устройство, которое переворачивает ее шлифованной стороной кверху и опускает на рольганг. С рольганга фанера поступает на второй шлифовальный станок, на котором шлифуется ее вторая сторона. При установке спаренных шлифовальных станков с нижним, а затем с верхним расположением барабанов поворотного устройства для фанеры не требуется.

При шлифовании фанеры возможны следующие дефекты: сошлифовка наружных слоев (особенно углов) до kleевого слоя; недошлифовка; грубое шлифование, неравномерная толщина фанеры; загар.

Сошлифовка наружных слоев может происходить из-за разнотолщинности фанеры, неправильного обжима при шлифовании, неисправности станка (изношенность подшипников вала барабана), неправильной намотки шлифовальной ленты, изношенности фетра.

Недошлифовка фанеры происходит в основном по тем же причинам, что и сошлифовка.

Грубое шлифование происходит из-за плохого качества шлифовальной ленты и недостаточного рабочего давления.

Загар (черные пятна на листе) возникают при работе с изношенной шлифовальной лентой.

Для того чтобы шлифовальный станок работал нормально и шлифование было хорошего качества, необходимо соблюдать ряд требований. Отклонения по толщине листов фанеры до шлифования не должны превышать  $\pm 0,5$  мм. Замерять толщину фанеры перед станком рекомендуется предельными калибрами. Скорость шлифования (окружная скорость шлифовальных барабанов) должна быть в пределах 18—24 м/сек. Скорость подачи при шлифовании фанеры рекомендуется 7—8 м/мин.

Во избежание срыва шлифовальной шкурки на первом барабане листы фанеры рекомендуется подавать в станок под углом к оси барабанов.

На рабочем месте станочника не должно быть посторонних предметов и материалов. Нужно, чтобы все части станка были доступны для осмотра и управления. После работы станок сле-

дует тщательно убирать. Вблизи станка должен находиться шкаф с необходимым инструментом для наладки, предметами для уборки станка и рабочего места, смазочными материалами и др.

В состав бригады входят два станочника, но при шлифовании фанеры толщиной более 9 мм бригада увеличивается еще на два человека.

Производительность шлифовального трехбарабанного станка при одностороннем шлифовании фанеры толщиной 3—18 мм (скорость подачи 8,6 м/мин) составляет 1900 листов в смену, а при двустороннем шлифовании 950 листов.

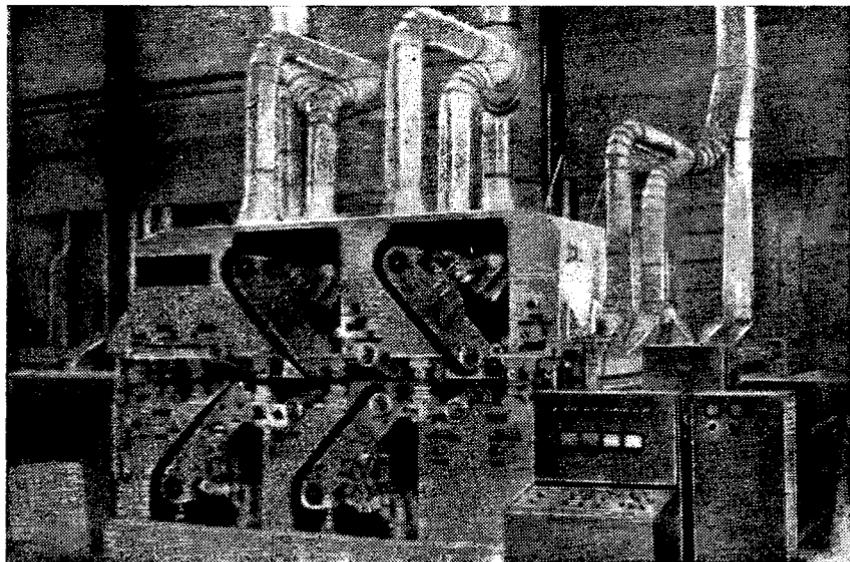


Рис. 95. Широколенточный шлифовальный станок

Производительность  $Q$  шлифовальных станков при одностороннем шлифовании фанеры можно определить по формуле

$$Q = \frac{Tvk_1k_2}{l} \text{ листов,}$$

где  $T$  — продолжительность рабочего времени, мин;

$v$  — скорость подачи, м/мин;

$k_1$  — коэффициент использования рабочего времени (равен 0,95—0,98);

$k_2$  — коэффициент заполнения станка по длине;

$l$  — длина, которую займет в станке лист фанеры, подаваемый под углом, м.

При двустороннем шлифовании производительность станков определяют по формуле

$$Q = \frac{Tvk_1k_2}{2l} \text{ листов.}$$

Промышленность выпускает широколенточные шлифовальные станки ДКШ-1. Скорость подачи материала находится в пределах от 6 до 24 м/мин. Станок предназначен для установки в автоматическую линию шлифования фанеры или древесностружечных плит. При установке его в автоматической линии появляется возможность предварительного калибрования материала по толщине и двустороннего шлифования одновременно. Общий вид широколенточного шлифовального станка представлен на рис. 95.

Листы фанеры, подлежащие шлифованию, подают в промежуток между нижними и верхними подающими вальцами. Вальцы перемещают лист на нижнюю ленту. Нижняя и верхняя ленты приводятся и устанавливаются специальными устройствами.

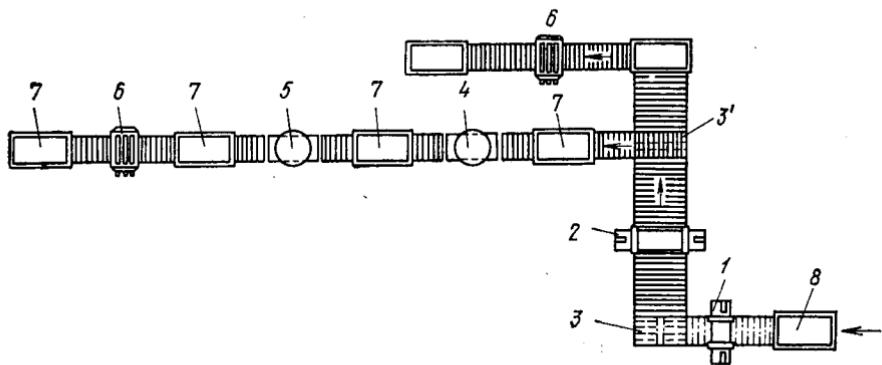


Рис. 96. Схема линии обрезки, шлифования и починки фанеры:

1, 2 — двухпильные станки; 3, 3' — места поворота; 4 — места для удаления дефектных частей; 5 — место для починки фанеры; 6 — шлифовальные станки; 7 — стеллажи; 8 — стол

После обработки фанеры на шлифовальных станках иногда необходима их дошлифовка. Для этого используют ленточные шлифовальные станки.

Для сошлифовки загрязнений, недошлифовок, для снятия пятен при починке фанеры используют ручные переносные шлифовальные машинки.

Шлифовальный станок должен быть оборудован установкой для отсасывания пыли. Приемник шлифовальной пыли одновременно должен служить ограждением для щеки шлифовальной ленты.

На рис. 96 представлена линия обрезки, шлифования и починки фанеры. Со стола 8 фанера подается сначала на двухпильный станок 1, затем через место поворота 3 на двухпильный станок 2. В другом месте поворота 3' часть фанеры направляется на линию починки, где установлены стеллажи 7 для промежуточного хранения фанеры и места для вырезки дефектных частей 4 и починки фанеры 5. Шлифование фанеры происходит на широколенточных станках 6.

**Циклевание фанеры.** Циклюют фанеру для получения более чистой поверхности. Циклевальные станки хорошо защищают на

наружных слоях фанеры полосы, образующиеся от ребросклейывающей ленты. Циклевание выполняет неподвижный нож — цикля. Станок может пропускать материал шириной до 1700 мм и толщиной до 100 мм со скоростью подачи до 26 м/мин.

Нож циклевального станка представляет собой стальную пластину толщиной 2 мм. Отточенный и заправленный нож вставляют в ножевую коробку. В зависимости от породы и толщины обрабатываемого материала лезвие должно выступать на большую или меньшую величину. Нож в колодке устанавливают горизонтально, он должен равномерно выступать над колодкой по всей длине.

При прохождении через вальцы станка фанера равномерно по всей поверхности должна быть прижата роликами к ножу. Прижимается фанера с определенной силой  $P$  (рис. 97) к циклевальному ножу 2, заключенному в ножевой коробке 1. При циклевании с фанеры снимается стружка 3.

При циклевании влажность фанеры особенно тонкой (4 мм) должна быть в пределах 8—15 %. Пересушенная фанера будет ломаться, при высокой влажности ее поверхность будет шероховатой.

Кроме выполнения общих правил по технике безопасности, следует помнить, что переносить ножи можно только в футлярах; осматривать и ремонтировать механизмы разрешается при полной остановке станка.

Для определения производительности  $Q$  циклевального станка фанеры можно пользоваться следующей формулой:

$$Q = \frac{(T - t) v b k}{n} \text{ м}^2,$$

где  $T$  — продолжительность смены, мин;

$t$  — затраты времени на смену циклей (на одну смену циклей — 10 мин), мин;

$v$  — скорость подачи фанеры, м/мин;

$b$  — ширина листа фанеры, м;

$k$  — коэффициент загрузки станка;

$n$  — количество пропусков каждого листа через станок.

Станок обслуживают двое рабочих. Циклы затачивают на циклоточильных станках.

**Починка и отделка фанеры.** Для исправления дефектов, возникших при починке шпона, и дефектов производственного характера фанеру чинят.

Такие дефекты, как выпавшие сучки, исправляют следующим образом. Сначала коловоротом или просечкой удаляют дефектный участок, выверливая или просекая шпон на толщину наружного слоя. Затем просечкой из куска шпона вырубают заплатку, диа-

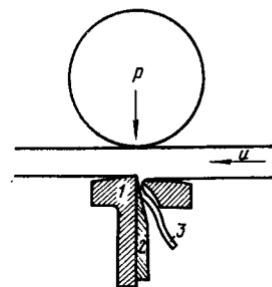


Рис. 97. Схема циклевания фанеры:  
1 — ножевая коробка; 2 — циклевальный нож; 3 — стружка;  $P$  — усилие прижима,  $u$  — скорость подачи

метр которой равен диаметру высверленного отверстия. Деревянным молотком заплатку вставляют в отверстие, применяя клей холодного отверждения на основе смолы М-70. Листы фанеры запрессовывают в прессе холодного склеивания, выдерживают, а потом циклей и мелкой шлифовальной шкуркой зачищают место починки.

При слабой склейке (слабые углы, пузыри) ножом отгибают отставшие слои или, если есть пузыри, разрезают шпон в середине пузыря. Отогнутые слои шпона смазывают kleem холодного отверждения на основе смолы М-70. Затем починенную фанеру закладывают в холодный пресс и после выдержки места склейки зачищают циклей, на ленточном шлифовальном станке или ручной шлифовальной машиной.

Разошедшиеся трещины на поверхности листа фанеры начинают ножом заделывать с вырезки по шаблону дефектного участка. По этому же шаблону ножом вырезают из куска шпона вставку и на клее холодного отверждения устанавливают ее деревянным молотком с последующей подклейкой гуммированной лентой. Почкиненную фанеру запрессовывают в холодном прессе и после выдержки зачищают циклей, ручной шлифовальной машинкой или на ленточном шлифовальном станке.

Для заделки дефектных мест используют также специальные пасты, в состав которых входят карбамидная смола, раствор казеина, древесная мука, щавелевая кислота и тальк. Пасту наносят на дефектное место шпателем так, чтобы она выступала над поверхностью листа фанеры на 1—1,5 мм. После выдержки поверхность фанеры циклюют и шлифуют. Используют также пасты на основе термопластичных смол. Пасту разогревают, наносят на дефектное место, где она отвердевает. Затем это место зачищают циклей и шлифуют.

Для улучшения качества поверхности и повышения сортности фанеру отделяют. Существуют различные способы отделки фанеры, но наиболее употребительные из них нижеследующие.

Отделку прозрачными лаками применяют для фанеры, облицованной ценными породами древесины. Заключается этот способ в тщательной подготовке поверхности листа фанеры и последующем покрытии прозрачными лаками, например полиэфирными. Этим же способом отделяют прирезную фанеру.

При отделке укрытыми материалами — красками и эмалями — используют фанеру низших сортов. Перед отделкой также тщательно заделяют все дефекты поверхности листа сплошным шпатлеванием и после сушки и шлифования шпатлевочного слоя наносят два-три слоя эмали или краски.

Большое значение приобретает имитационная отделка фанеры, позволяющая имитировать текстуру древесины ценных пород на фанере низких сортов. Наибольшее практическое применение имеют способ печатания рисунка текстуры древесины непосредственно на поверхности фанеры с последующим покрытием лаком и способ облицовки фанеры текстурной бумагой с последующим

лакированием или без него. При первом способе поверхность листа фанеры низкого сорта подготавливают, заделывая местные дефекты и покрывая лист подкрашенной пастой и грунтовкой. Рисунок текстуры древесины наносят на многоцветных печатных машинах. Лакируют фанеру на лаконаливных или распылительных установках. При втором способе текстурную бумагу наклеивают на шлифованные заготовки фанеры и затем лакируют.

Существуют способы отделки фанеры покрытиями на бумажной основе: облицовка, ламинирование бумагой, пропитанной смолами; облицовка декоративным бумажнослоистым пластиком, бумагой с полиметилметакрилатным покрытием. Пропитанную бумагу наклеивают на поверхность фанеры способом прессования в процессе склеивания или на готовую фанеру.

В зависимости от назначения ламинированной фанеры в процессе изготовления пакет формируют по различным схемам.

Обычно фанеру толщиной 10 мм облицовывают симметрично с обеих сторон, чтобы уравновесить внутренние напряжения, возникающие в них при ламинировании лицевой стороны, и тем самым предупредить деформацию.

Фанеру толщиной 3—4 мм облицовывают с одной стороны, так как такую фанеру обычно наклеивают на конструкцию или используют таким образом, что свойства задней стороны ее не имеют значения.

Пакеты фанеры прессуют в этажных прессах. Под действием давления и высокой температуры смола расплавляется, заполняет поры между волокнами в бумаге и отверждается, образуя прозрачную пленку. Вместе с пакетом в пресс загружают прокладочные листы из латуни, хромистой стали, хромоникелевой стали или закаленной хромистой стали. Для получения глянцевой поверхности высшего качества применяют латунные прокладочные листы. Наиболее высокой износостойкостью обладают прокладочные листы из закаленной хромистой стали. Для того чтобы прокладочные листы не приклеивались к наружной поверхности плит, время от времени их обрабатывают разделительными средствами.

На рис. 98 дана схема размещения пакета в прессе. В качестве упругих прокладок 1 используют асбестовую ткань толщиной 3—4 мм, специальную резину толщиной 6—10 мм или 25—30 листов сульфатной бумаги. Упругие прокладки не только выравнивают допуск по толщине фанеры и прокладочных листов 2, но и обеспечивают равномерное распределение температуры по наружной поверхности прессуемого материала.

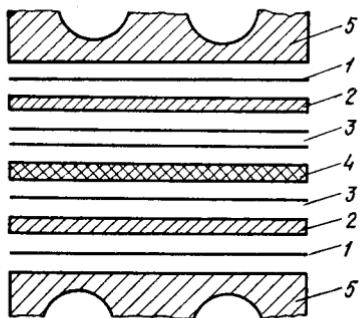


Рис. 98. Схема сборки пакета при облицовке (ламинировании) фанеры:

1 — упругие прокладки; 2 — прокладочные листы; 3 — пропитанная бумага; 4 — фанера; 5 — плиты пресса

В каждый промежуток пресса загружают по одному пакету, после чего пакеты центрируют. При ламинации фанеры толщиной 3—4 мм в промежуток пресса можно загружать по два пакета. Продолжительность загрузки пакетов, смыкания плит пресса и достижения полного рабочего давления не должна превышать 1,5 мин.

#### Режимы прессования облицовываемой фанеры

Температура прессования, °С . . . . .	135—145
Давление прессования, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	25—30
Продолжительность прессования, мин . . . . .	15

За 1—2 мин до окончания прессования прекращают подачу пара в плиты пресса и вводят в них воду для охлаждения.

Технология ламинации фанеры без охлаждения плит пресса позволяет повысить производительность прессовых установок, улучшить условия их эксплуатации и сократить расход пара.

Задиально-декоративные покрытия для отделки без охлаждения их в прессе в большой степени зависят от свойств пленкообразующих полимеров. Они должны обладать хорошими адгезионными свойствами по отношению к фанере и не проявлять их к металлу. Под влиянием нагрева эти полимеры должны плавиться, а затем отверждаться за короткое время, а покрытия на их основе должны быть достаточно стойкими в условиях эксплуатации, поэтому при пропитке бумаги используют только глубококонденсированные пропиточные смолы марок ММПК-50 и ММПК-25. Кроме того, можно применять пропиточную меламино-формальдегидную смолу, сконденсированную по специальному режиму.

#### Режимы ламинации фанеры

Температура прессования, °С . . . . .	135—145
Давление прессования, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	25—30
Продолжительность прессования, мин . . . . .	15

При ламинации фанеры без охлаждения плит пресса получается покрытие, обладающее меньшим глянцем. В этом случае вместо полированных следует применять шлифованные прокладочные листы, чтобы получать покрытие с матированной поверхностью.

По окончании цикла прессования фанеру выгружают в горячем виде, укладывают на ровном основании в стопу и выдерживают 5—6 суток.

В связи с тем, что металлические прокладочные листы выгружают из пресса горячими, появляется необходимость в специальном охлаждающем устройстве. Так как для сборки пакетов используются холодные прокладочные листы, должно быть не менее трехчетырех комплектов прокладочных листов.

Облицованная по этой технологии фанера применяется для отделки поверхностей мебели, а также для отделки стен и перегородок в служебных и производственных помещениях.

Перспективный способ отделки фанеры — облицовка ее синтетическими пленками из поливинилхлорида и само-

приклеивающихся пленок на основе сополимера винилхлорида и винилацетата.

При облицовке фанеры материалами из древесины используют микрошпон (лущеный шпон толщиной 0,08—0,12 мм), склеенный с бумагой. Из микрошпона путем его прессования с пакетом бумаги получают фанеропластик. При упрочнении микрошпона прозрачной пленкой поливинилхлорида получают фанеропленку. Оба эти материала могут быть использованы для отделки фанеры.

Фанеру покрывают или армируют металлической фольгой, тонким слоем металла или стеклотканью. Для армирования используют в основном алюминиевую фольгу толщиной 0,015—0,2 мм, реже нержавеющую сталь, медь, бронзу и цинк. Приклеивают фольгу к фанере каучуковыми kleями или бутварно-фенольным kleем БФ-2. Стеклоткань перед приклеиванием к фанере пропитывают полиэфирной смолой с добавками, а затем валяками прокатывают на листе фанеры и сушат в камерной сушилке.

**Упаковка, маркировка и хранение фанеры.** Листы фанеры упаковывают в пачки, укладывая их лицевым слоем внутрь. В пачке должна находиться фанера, изготовленная из одной породы древесины, одного размера, сорта, вида обработки и марки (рис. 99).

Фанеру упаковывают вручную на горизонтальных или наклонных столах. Бригада упаковщиков состоит из 2 человек, в обязанность которых входит подкатка и откатка вагонеток с фанерой на расстояние до 5 м, подноска обложек, планок, веревок, подноска и нарезка металлических лент, укладка упакованной фанеры на вагонетку или подстопное место. За смену, если используют стальную ленту, должно быть упаковано 22—23 м<sup>3</sup> фанеры, если используют веревки, 69—70 м<sup>3</sup> при объеме пачки 0,174 м<sup>3</sup>. При упаковке фанеры упаковочной металлической лентой размером 0,7×20 мм расход ленты на 1 м<sup>3</sup> фанеры составляет 8 кг, при упаковке пряжками металлическими шириной 25 мм—0,5 кг пряжек. Ленты режут размером, соответствующим размеру фанеры, которую упаковывают.

Характер упаковки и размеры пакета фанеры должны отвечать требованиям сохранности продукции во время транспортировки, погрузки и разгрузки, при этом необходимо обеспечить максимальную степень механизации погрузочных и разгрузочных работ. От

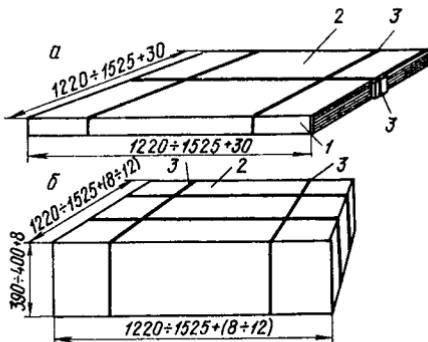


Рис. 99. Упаковка фанеры:

*a* — малая пачка; *б* — большая пачка; 1 — планка; 2 — обмотка из фанеры; 3 — стальные ленты

характера упаковки зависит расход упаковочных материалов и наибольшее заполнение емкостей транспортных средств.

Этим требованиям отвечает упаковка фанеры в большие пакеты весом до 1 т на специальных упаковочных машинах. При использовании упаковочных машин может быть сформирован прочный пакет и значительно увеличена производительность труда на участке упаковки, а также сокращен расход упаковочных материалов: металлической шинки, фанеры. Упаковывать фанеру в большие пакеты можно и ручными машинками, но из-за трудностей создания достаточного усилия для натяжения упаковочной шинки пакеты вынуждены обвязывать в пять ремней (на упаковочных машинах требуется четыре ремня). При упаковке на упаковочной машине на пакет фанеры объемом 1 м<sup>3</sup> затрачивают 10 м упаковочной шинки, а при использовании ручных упаковочных машинок — 16,3 м. В последнем случае также возрастает расход упаковочной фанеры с 0,016 до 0,021 м<sup>3</sup>. Упаковка фанеры в большие пакеты весом 0,5—1 т требует полной механизации погрузочно-разгрузочных работ с применением современных видов механизмов.

Фанеру высших сортов и экспортную упаковывают в обложки, торцы пачки защищают планками. В качестве обложки могут быть применены плетенки из шпона, двухслойная фанера, склеенная из кусков специально для этой цели, или тонкая фанера низких сортов. Размеры планок должны соответствовать размерам фанеры и высоте пачки.

Планки должны быть простроганы со стороны, на которую наносят маркировку. Каждую пачку фанеры маркируют. Маркировка фанеры должна быть четкой и яркой. Надписи наносят типографской краской по трафарету вручную или на специальном маркировочном станке. Станок представляет собой деревянную станину, на которой укреплены два рельса для движения каретки и две подушки для нанесения маркировочной краски. Между подушками помещают маркируемые планки.

Для фанеры, идущей на внутренний рынок, маркировочная надпись должна содержать (слева направо по планке) наименование породы древесины, формат фанеры, сорт, число листов фанеры в пачке, завод-изготовитель, номер упаковщика, номер ГОСТ.

Для фанеры, идущей на экспорт, маркировочная надпись должна содержать формат для березовой фанеры в дюймах (для ольховой в миллиметрах), толщину фанеры в миллиметрах, сорт фанеры, условные знаки (фанера шлифована с одной или с двух сторон), число листов в пачке, завод-изготовитель, номер упаковщика. Каждый лист фанеры, идущей на экспорт, также маркируется круглым штампом. Для фанеры, изготовленной на карбамидной смоле, штамп должен быть зеленого цвета, на фенольной — фиолетового, на белковых kleях — красного цвета. Внутри штампа помещают сведения о сорте фанеры, номер завода и сортировщика.

Упакованную и маркированную фанеру автопогрузчиками увозят на склад готовой продукции. Каждая отправленная на склад партия фанеры сопровождается накладной, где указывается коли-

чество фанеры в кубических и квадратных метрах. На складе фанеру укладывают на решетки или прокладки в стопы высотой до 3—4 м.

При хранении фанера не должна терять своих качеств. К стопам должен быть свободный доступ.

Склад готовой продукции должен быть сухим, чистым, оборудован подъемными и транспортными механизмами для погрузки готовой продукции в вагоны или автомашины.

### § 34. СОРТИРОВКА ФАНЕРЫ

Сортировка — заключительная операция технологического процесса производства фанеры. При сортировке фанеры для каждого сорта в соответствии с ГОСТ 3916—69 определяют качество древесины, пороки и их размеры, влажность, нормы прочности склеивания, правила приемки, обмера и др.

Сортность фанеры определяют по допускаемым в шпоне порокам, древесине и дефектам его обработки.

К порокам древесины, проявляющимся в фанере, относят глазки, завитки, сучки, ненормальные окраски, червоточину, прости, перерезание годовых слоев, свилеватость, смоляные кармашки, ложное ядро, пятнистость и др.; к дефектам обработки — багорные наколы, вмятины, коробление, негладкое лущение, риски, трещины, пузыри, слабые углы, просачивание клея, обзол и др.

Для изготовления фанеры применяют следующие сорта шпона: для лицевого слоя — А, АВ, В, ВВ, С; для среднего слоя — 1, 2, 3.

В табл. 33 показан подбор шпона для изготовления трехслойной и многослойной фанеры.

Таблица 33

Подбор шпона для сортов фанеры

Слои шпона	Сорта шпона в зависимости от сортов фанеры								
	A;AB	A;B	A;BB	AB;B	AB;BV	B;BV	B;C	BB;C	C;C
Наружный лицевой слой	A	A	A	AB	AB	B	B	BB	C
» оборотный слой	AB	B	BB	B	BB	BB	C	C	C
Внутренний слой под наружный лицевой слой	1	1	1	1	1	1	1	2	3
Внутренние слои для многослойной фанеры	2	2	C	2	C	C	C	3	3

Фанеру для сортировки подают на сортировочный стол, обслуживаемый двумя сортировщиками. Сортировщик определяет сортность по качеству древесины, затем оценивает видимые дефекты обработки и, наконец, выявляет скрытые дефекты — пузыри, слабые углы и т. д. Пузыри определяют простукиванием поверхности листа фанеры деревянным молоточком; слабые углы и качество скленивания — отгибая углы фанеры.

Определив сортность по одной стороне, сортировщик переворачивает лист, осматривает его с другой стороны и окончательно устанавливает сорт. Второй сортировщик измеряет лист по толщине и проверяет форматность листов фанеры.

Фанера с более крупными дефектами (слабыми углами, пузырями, трещинами, выпавшими заплатками от шпонопочиночных станков) поступает в ремонт. Мелкие дефекты (частичное загрязнение, пробитие клея, шероховатость) сортировщик может устранить сам.

Определив сортность, сортировщик ставит в угол листа штамп с указанием сорта, марки фанеры и номера сортировщика.

Рабочее место сортировщика должно быть хорошо освещено. У сортировщика должны быть угольник для определения угла обрезки листов фанеры, набор шаблонов для проверки толщины, длины и ширины листа, ручные циклы, деревянный молоток, циферблочный микрометр. Для увеличения производительности труда на сортировку следует подавать фанеру от одной запрессовки, потому что она уже подобрана по сортам и сортировщику остается только определить дефекты прессования.

Рассортированную фанеру раскладывают на соответствующие подстопные места по сортам и толщине. Подстопные места для наиболее часто встречающихся сортов фанеры должны быть расположены ближе к сортировочному столу.

В настоящее время внедряются полуавтоматические линии для сортировки фанеры. Они работают по тому же принципу, что и линии сортировки шпона.

Показателем качественного использования предмета труда является коэффициент сортности продукции. Для установления коэффициента сортности продукции различных сортов используют цены по сортам (% к цене первого сорта) и удельный вес продукции каждого сорта в общем выпуске продукции данного вида.

Для фанеры марок ФК и ФСФ коэффициент сортности приведен в табл. 34.

Таблица 34

Значение коэффициента сортности для фанеры марок ФК и ФСФ

Сорт фанеры	Коэффициент сортности при толщине фанеры, мм		
	3—4	5—6	8 и более
A/AB	3,0	2,2	1,8
A/B	2,7	2,0	1,7
A/BB	2,5	1,8	1,5
AB/B	2,0	1,6	1,4
AB/BB	1,8	1,4	1,2
B/BB	1,5	1,2	1,1
B/C	1,3	1,1	1,0
BB/C	1,0	0,8	0,7
C/C	0,65	0,6	0,5

Работу фанерного предприятия по качественному использованию сырья и материалов принято оценивать по среднему коэффициенту сортности продукции.

Средний коэффициент сортности представляет собой отношение величины объема фанеры каждого сорта, умноженной на сортовой коэффициент, к объему выпускаемой предприятием фанеры. Увеличение выпуска фанеры высоких сортов будет увеличивать средний коэффициент сортности, содействовать улучшению экономических показателей работы предприятия.

### § 35. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОХОДОВ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Расход сырья на единицу продукции — один из основных показателей производства фанеры. В последние годы наметилась тенденция к увеличению расхода сырья на 1  $m^3$  фанеры. Увеличение расхода сырья может быть оправданным, если уменьшается средний диаметр сырья и ухудшается сортовой состав сырья из-за снижения качества. Из этих важнейших факторов объективного порядка имеет место первое, т. е. насколько снизился в целом по отрасли средний диаметр сырья с 23 см в 1950 г. до 22 см в 1971 г. Сортовой состав сырья, поступающего на производство, находится по отношению к уровню 1950 г. в том же соотношении, а именно: I сорта 12—14%, II сорта 40—45%, III сорта 43—48%.

С другой стороны, применение отечественных и импортных лущильных станков с телескопическими шпинделями снизило средний диаметр карандашей с 105 до 85 мм. К настоящему времени сырье в себестоимости продукции составляет от 40 до 55%.

Экономия сырья в производстве фанеры всего лишь на 1% позволит сократить заготовку 50 тыс.  $m^3$  сырья по предприятиям Минлесдревпрома СССР, что даст экономию 1305 тыс. руб. в год.

Приведенные цифры свидетельствуют о большом народнохозяйственном значении вопроса рационального использования первичного сырья в производстве фанеры.

На выход сырого шпона из сырья при соблюдении технологических режимов прогрева сырья, правильной настройки лущильного станка и организации процесса лущения существенное влияние оказывают пороки сырья. Наибольшее влияние оказывают такие пороки древесины, как кривизна (одно- и двусторонняя), ребристая закомелистость, зарубы, затесы, сколы, прорость открытая, отлуп. В меньшей мере оказывают влияние сучки, ненормальные окраски, червоточина, косослой и свилеватость, двойная сердцевина, прорость закрытая, водослой.

Расход сырья на 1  $m^3$  сырого шпона в среднем составляет 1,52—1,62  $m^3$ . При сушке шпона усушка составляет около 9%.

Потери сырья на различных технологических операциях производства фанеры следующие (% по отношению к сухому шпону):

Кромкосклейка, шпонопочинка . . . . .	4—6
Упрессовка (остаточная деформация) . . . . .	10
Обрезка . . . . .	10
Прочие потери . . . . .	2

Расход сырья на 1  $m^3$  фанеры на различных предприятиях страны находится в пределах 2,29—2,50  $m^3$ . Для предприятия, выпускающего фанеру объемом 50, 75, 100 тыс.  $m^3$  в год, отходы всех видов соответственно составят 70, 105, 140 тыс.  $m^3$ . Наиболее целесообразно использовать отходы фанерного производства на самом заводе в качестве вторичного сырья для производства древесностружечных плит.

Для производства древесностружечных плит могут быть использованы биржевой отпад в виде оторцовок от кряжей, короткие отрезки при выпиловке дефектных мест, шпон-рванина от лущильных станков, обрезки сырого шпона при обработке кускового и форматного сырья шпона. Эти виды отходов после переработки на рубильных машинах могут быть использованы в качестве среднего слоя древесностружечных плит.

Карандаши от лущения чурakov могут быть использованы в качестве лицевого слоя трехслойных древесностружечных плит после переработки на стружечных станках.

Мощность цеха по производству древесностружечных плит при объеме выпускаемой фанеры 100 тыс.  $m^3$  в год составит 75 тыс.  $m^3$  в год. Эта мощность цеха будет полностью обеспечена отходами фанерного завода.

В качестве сырья для производства древесностружечных плит пригодны также обрезки сухого шпона после кромкофугальных и шпонопочиночных станков. Часть отходов фанерного производства может быть использована для выпуска изделий широкого потребления. Обрезки фанеры после обрезных форматных станков используют для изготовления геленок (прокладок для обуви), игрушек, мелких поделок, бирок. Отходы фанеры после переобрезки на меньший формат идут на изготовление ящичной тары. Полоски сухого шпона могут быть использованы для изготовления серединок ячеистых щитов, используемых в производстве мебели, опилки и шлифовальная пыль — в качестве наполнителей для клеев. В последнее время наметилась тенденция к использованию пыли и опилок в качестве лицевого слоя для отделки древесностружечных плит (фирма «Бизон»). Из коры древесины можно изготавливать плиты типа королит, из бересты можно получать деготь.

Как ни широки возможности утилизации отходов фанерного производства, главная задача работников этой отрасли народного хозяйства — наиболее полное использование первичного сырья. Соблюдение технологических режимов на всех участках производства фанеры — верный залог выпуска продукции хорошего качества и экономного расхода сырья.

Резервы для экономии фанерного сырья есть. Хорошо проведенная тепловая обработка сырья при наличии телескопических шпинделей на лущильном станке позволяет довести диаметр карандаша до 70 мм. Это реальный резерв сокращения расхода сырья.

В процессе лущения необходимо самым тщательным образом отбирать кусковой шпон из зоны сбега чурака. Из зоны сбега

можно получить до 4,5% кускового шпона размером менее длины чурaka. Переработка такого шпона на усовочном станке с последующим склеиванием также реальный резерв экономии сырья.

В Советском Союзе начинает осваиваться способ сушки шпона в ленте. Обработка ленты шпона в сухом виде, по имеющимся расчетам, сократит потери шпона на операциях рубки шпона ножницами на 1,5%. Склейивание фанеры тонким пакетом в один лист или применение холодного способа склейивания снижает величину упрессовки шпона в 2—3 раза, что является также одним из путей сокращения расхода сырья.

Правильный раскрой сырого или сухого шпона с подпрессовкой перед горячим прессом позволит снизить припуск фанеры при обрезке на форматный размер.

Механизация и автоматизация участков сортировки сухого шпона, сборки пакетов перед склейиванием также позволяют сократить потери шпона на обрывы, увеличить выход форматного шпона.

Перечисленные выше способы переработки отходов фанерного производства и методы сокращения расхода сырья являются не исчерпывающими, но наиболее реальными.

## Глава VIII

### ПРОИЗВОДСТВО ФАНЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ

#### § 36. ПРОИЗВОДСТВО ДРЕВЕСНЫХ СЛОИСТЫХ ПЛАСТИКОВ

Древесные слоистые пластики (ДСП) представляют собой материал, состоящий из тонких и склеенных между собой в процессе термической обработки под высоким давлением слоев лущеного шпона, пропитанного синтетическими смолами резольного типа. Их изготавливают в виде плит и тонких листов, а также профильных (формованных) изделий.

По своим физико-механическим свойствам древесные слоистые пластики значительно превосходят натуральную древесину, фанеру, а в некотором отношении даже и металл.

Основной принцип производства древесных слоистых пластиков — приданье им пластификацией и химической обработкой высоких физико-механических свойств и стабильности форм.

Качество и прочность древесных слоистых пластиков зависит от следующих факторов: толщины шпона, его влажности, направления волокон по отношению к волокнам смежных слоев; степени пропитки растворами смол; удельного давления, температуры и продолжительности пьезотермической обработки.

#### Классификация древесных слоистых пластиков

Древесные слоистые пластики в зависимости от толщины, расположения волокон в смежных слоях, вида смолы, длины и назначения разделяются на ряд марок.

В зависимости от толщины они бывают толстолистовые плиточные, толщиной 15 мм и более, тонколистовые — толщиной менее 15 мм. В зависимости от вида применяемой смолы (спирторастворимой или водорастворимой) древесные слоистые пластики различаются по физико-механическим свойствам.

Располагая отдельные слои шпона по направлению волокон древесины различными способами, можно получить древесные слоистые пластики с разными физико-механическими свойствами.

Древесные слоистые пластики плиточные изготавливают в виде коротких или длинных плит. Короткие плиты (длиной менее 1500 мм) всех марок получают из целых по длине волокон листов шпона. Длинные плиты (длиной более 1500 мм) изготавливают из целых по длине листов шпона, собранных по специальным схемам в пакеты с нахлесткой.

В зависимости от расположения волокон в смежных слоях шпона и назначения пластики изготавливают следующих марок: ДСП-А; ДСП-Б; ДСП-Б-а; ДСП-Б-э; ДСП-Б-м; ДСП-Б-т; ДСП-В; ДСП-В-э; ДСП-В-м; ДСП-Г; ДСП-Г-м. Буквенные знаки после ДСП (А, Б, В и Г) показывают порядок укладки шпона в пластике по расположению волокон (рис. 100).

Древесным слоистым пластикам с параллельным направлением волокон во всех слоях шпона и пластикам, в которых каждые четыре слоя с параллельным направлением чередуются с одним слоем, имеющим направление под углом 20—25° к смежным слоям (рис. 100, а), присвоена марка ДСП-А. Этот вид пластика применяют, когда необходимо получить максимальную прочность в одном направлении.

Пластик ДСП-А — конструкционный и антифрикционный материал, обладающий максимальной прочностью на растяжение и сжатие в продольном направлении. Применяют его в деталях дейдвудных подшипников судов, вкладышах подшипников и в качестве накладок изолированного стыка железнодорожных рельсов.

Пластики с параллельным направлением волокон имеют высокие показатели предела прочности на растяжение, изгиб и сжатие.

Древесным слоистым пластикам со смешанным расположением волокон (рис. 100, б), у которых каждые 5—20 слоев с параллель-

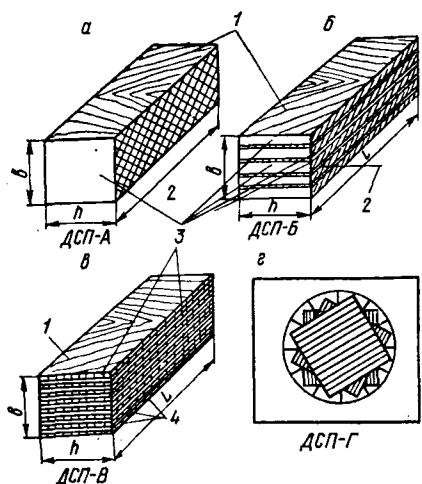


Рис. 100. Расположение волокон в древесных слоистых пластиках:  
а — параллельное направление волокон;  
б — смешанное;  
в — перекрестное;  
г — звездообразное;  
L — длина бруска;  
h — высота;  
b — ширина (толщина) плиты;  
1 — направление прессования (пласти);  
2 — направление волокон (торец);  
3 — ребра волокон;  
4 — торцы волокон

нием волокон во всех слоях шпона и пластикам, в которых каждые четыре слоя с параллельным направлением чередуются с одним слоем, имеющим направление под углом 20—25° к смежным слоям (рис. 100, а), присвоена марка ДСП-А. Этот вид пластика применяют, когда необходимо получить максимальную прочность в одном направлении.

Пластик ДСП-А — конструкционный и антифрикционный материал, обладающий максимальной прочностью на растяжение и сжатие в продольном направлении. Применяют его в деталях дейдвудных подшипников судов, вкладышах подшипников и в качестве накладок изолированного стыка железнодорожных рельсов.

Пластики с параллельным направлением волокон имеют высокие показатели предела прочности на растяжение, изгиб и сжатие.

Древесным слоистым пластикам со смешанным расположением волокон (рис. 100, б), у которых каждые 5—20 слоев с параллель-

ным направлением волокон чередуются с одним слоем, где направление волокон перпендикулярно направлениям их в смежных слоях, присвоена марка ДСП-Б.

Пластик ДСП-Б — конструкционный и антифрикционный материал. Применяют его в деталях для машиностроения, текстильной и других отраслей промышленности в качестве втулок и вкладышей, матриц для вытяжки и штампований и других деталях.

Пластик ДСП-Б-а — конструкционный материал. Он применят в деталях авиационных конструкций.

Пластик ДСП-Б-э — конструкционный материал, отличающийся хорошими диэлектрическими свойствами. Применяют его в деталях аппаратуры высокого напряжения, силовых трансформаторов, ртутных выпрямителей.

Пластик ДСП-Б-т — конструкционный материал. Применяют его в деталях текстильных машин, погонялок тяжелонагруженных быстроходных ткацких машин.

Древесным слоистым пластикам с перекрестным направлением волокон в смежных слоях шпона присвоена марка ДСП-В (рис. 100, в).

Древесные слоистые пластики этой марки имеют одинаково высокие показатели прочности в двух перпендикулярных направлениях. Применяют их в конструкциях, требующих значительных пределов прочности при сжатии и скальвании как вдоль, так и поперек волокон. Пластик ДСП-В применяют в деталях для машиностроения, электропромышленности, вагоностроения и т. д.

Древесные слоистые пластики со звездообразным направлением волокон в двух смежных слоях шпона имеют направление волокон под углом 45—30° (рис. 100, г). Марка пластика ДСП-Г. Этот пластик — антифрикционный и конструкционный материал, обладающий равнопрочностью по окружности. Применяют его в зубчатых колесах, втулках и других деталях для различных отраслей промышленности.

Пластик ДСП-Г-м — антифрикционный материал, обладающий самосмазкой. Применяют его для деталей антифрикционного назначения в узлах с обедненной смазкой.

Пластики марок ДСП-В и ДСП-В-э изготавливают длиной от 700 до 1500 мм и толщиной от 1 до 12 мм. Длина пластиков марок ДСП-А, ДСП-Б-м и ДСП-В-м от 700 до 1500 мм, толщина 15—60 мм. Пластики марок ДСП-Б, ДСП-Б-а, ДСП-Б-э, ДСП-Б-т изготавливают длиной от 700 до 5600 мм, толщиной 15—60 мм. Пластики марок ДСП-Г и ДСП-Г-м изготавливают в виде многогранников диаметром вписанной окружности от 600 до 1000 мм, толщиной 15—60 мм. По ширине все пластики, за исключением пластиков марок ДСП-Г и ДСП-Г-м, изготавливают от 800 до 1200 мм.

Графитизированный древесный слоистый пластик (ГДСП) выпускают в виде плит длиной от 700 до 1500, шириной от 650 до 1200 и толщиной 50 мм. По конструкции этот вид пластика одинаков с пластиком марки ДСП-Б.

Арктилит представляет собой армированный древесный слоистый пластик, изготовленный из листов березового шпона, хлопчатобумажной ткани и тканей металлической сетки, пропитанных фенолформальдегидными смолами и склеенных между собой в процессе термической обработки под давлением. Предназначается он для силовых конструкций и обшивочного материала в судостроении и гидроизоляции.

Выпускают две марки арктилита. В зависимости от состава, расположения компонентов и толщины листа существуют различные конструкционно-сборочные схемы. Арктилит изготавливают толщиной от 2 до 25, длиной до 4800 и шириной до 1200 мм.

Профилированные древесные слоистые пластики. Помимо древесных слоистых пластиков, выпускаемых в виде плоских листов или плит, такие пластики изготавливают в виде профилированных формованных изделий (пропеллеров, крышек и др.). В этом случае прессование производится в обогреваемых пресс-формах с заданными размерами и конфигурацией.

Особенность профилированных древесных слоистых пластиков — возможность изготовления их с переменной плотностью, которая достигается укладкой различного числа слоев шпона в заданных сечениях. В сечениях с большим количеством слоев шпона плотность получается выше, чем в сечениях с меньшим количеством слоев.

### Технология производства древесных слоистых пластиков

В результате термической обработки повышаются пластические свойства шпона, которые выражаются в способности его деформироваться, не разрушаясь, и оставаться деформированным после устранения причин, вызвавших деформацию.

Физическая сущность воздействия на древесину сравнительно высокой температуры заключается в потере древесными волокнами твердости и упругости и в приобретении мягкости и пластичности. Это позволяет волокнам древесины в большей степени приобретать остаточные деформации без заметных разрушений.

Древесина не обладает ярко выраженными пластическими свойствами. На пластичность древесины оказывают влияние порода, пористость древесных тканей, возраст, влажность и температура.

Процесс пьезотермической обработки древесины состоит из двух периодов: пластической деформации и собственно термической деформации. В первый период повышения температуры нагрева и давления можно довести древесину до желаемой плотности пластической деформацией, проявляющейся в процессе уплотнения.

При термической обработке уплотнение, достигнутое в период пластических деформаций, стабилизируется. В этот период другие деформации древесины частично переходят в пластические, а напряжения, возникающие в древесине в первом периоде обработки, погашаются.

Первый этап необходим для достижения определенной температуры в центральной (по толщине) зоне прессуемого пакета.

Второй этап связан с так называемой пьезотермической обработкой шпона, которая необходима для придания материалу более высоких физико-механических свойств по сравнению со свойствами обычной kleenой слоистой древесины.

Третий этап термической обработки шпона устраниет внутренние напряжения, для чего древесные слоистые пластики после окончания пьезотермической обработки охлаждают в прессе.

Технологический процесс производства древесных слоистых пластиков состоит из следующих операций: подготовки шпона и пропиточного раствора, пропитки, сушки, сортировки и хранения шпона, сборки пакетов, прессования, обрезки готовых древесных слоистых пластиков, хранения и контроля качества.

**Подготовка шпона.** Шпон, удовлетворяющий требованиям по качеству, влажности и толщине, разрезается на определенный формат в соответствии с размерами плит пресса и схемой сборки пакетов.

Пропитку шпона синтетическими смолами можно выполнять различными способами.

Способ вымачивания состоит в том, что подлежащий пропитке шпон погружают в холодный раствор смолы на сроки, зависящие от размеров материала. При этом сосуды и капилляры древесины заполняются раствором путем диффузии.

Способ пропитки в горячих и холодных ваннах состоит в том, что шпон выдерживают определенное время в горячем растворе смолы, затем его охлаждают или заливают свежим холодным раствором смолы. Этот способ пропитки дает лучшие результаты. При погружении древесины в горячий раствор смолы от нагревания объем воздуха увеличивается и воздух вытесняется из древесины. При последующем охлаждении древесины воздух, оставшийся в ней, также охлаждается, в связи с этим создается вакуум и раствор смолы интенсивно впитывается в древесину.

Способ полного поглощения применяют для глубокой пропитки древесины большой толщины. Этот способ заключается в том, что перед пропиткой древесину подвергают воздействию вакуума, а затем пропитке раствором под давлением.

Способ ограниченного поглощения заключается в том, что при пропитке под давлением воздух, находящийся в древесине, сжимается, а раствор смолы нагнетается в древесину.

Способ вымачивания приемлем для пропитки шпона. Для этого способа характерно простое оборудование. Однако количество поглощаемого раствора смолы при пропитке способом вымачивания зависит от продолжительности процесса.

Более рационален способ пропитки шпона в автоклавах, где пропитка до предельного насыщения выполняется при помощи вакуума и давления в короткие сроки. При этом толщина шпона почти не влияет на количество поглощаемого раствора.

Пропитка в автоклавах требует по сравнению с пропиткой

в открытых ваннах снижения концентрации раствора. При использовании спирторастворимых смол это приводит к повышению расхода растворителя (спирта).

Качество пропитки шпона в растворах смол зависит не только от способа пропитки, но и от ряда других факторов: физико-химических свойств смолы, ее структуры, вязкости, концентрации и температуры раствора, количества поглощаемого раствора, качества древесины и т. д. Для изготовления древесных слоистых пластиков применяют смолы двух видов — спирторастворимые и водорастворимые фенолформальдегидные.

**Подготовка пропиточного раствора.** Подготовка пропиточного раствора зависит от способа пропитки или нанесения смолы на шпон. Для некоторых пластиков, например текстильного ДСП-Б-т, а также для заготовок челночных и для погонялок смолу наносят на шпон, пропуская его через kleenanoсящий станок.

Для графитизированного древесного слоистого пластика применяют комбинированный способ: пропитку шпона толщиной 0,55 мм и нанесение смолы на шпон толщиной 0,8 мм, на который наносят графитизированный раствор.

Для приготовления пропиточного раствора из смол марок СБС-1 и СКС-1 в качестве растворителя используют этиловый спирт, для смол СП-1 (Р) и ФК-40 — воду.

Спиртовой пропиточный раствор смолы для пропитки шпона в ваннах приготавливают в следующем порядке: смолу и спирт загружают в особые баки — мерники. Из мерников в смеситель загружают сначала необходимое количество смолы, а затем при непрерывном размешивании добавляют растворитель (спирт). После заливки растворителя раствор размешивают еще 15—20 мин и берут пробу на анализ. Получив положительные результаты анализа, приготовленный раствор заливают в ванну.

По мере расходования раствор добавляют в ванну из смесителя. Если специального смесителя нет, смолу и растворитель загружают непосредственно в пропиточную ванну. При заливке или доливке ванны смолой и спиртом делают полный анализ раствора.

Основные технологические показатели при приготовлении раствора — концентрация и вязкость. Концентрацию раствора выбирают в зависимости от вязкости смолы при существующих во время пропитки температурных условиях в цехе. Чем выше вязкость раствора и ниже температура в ванне, тем ниже должна быть концентрация раствора. Раствор повышенной концентрации применяют при низкой вязкости смолы или при высокой температуре раствора.

Перед приготовлением раствора температура смолы и растворителя должна быть не ниже 15°С. В зимнее время смолу и растворитель подогревают. Характеристика пропиточных растворов приведена в табл. 35.

Для электроизоляционного пластика (ДСП-Б-э) применяют пропиточный раствор повышенной концентрации в пределах 33—38 %.

## Характеристика пропиточных растворов

Наименование показателей	Марки и показатели смол	
	спирторастворимых	водорастворимых
Марка смолы	СБС-1, СКС-1	СП-1 (Р), ФК-40
Растворитель	Спирт	Вода
Температура раствора, °C	15—25	15—25
Удельный вес при 20°C	0,928—0,940	1,05—1,08
Концентрация раствора, %	28—36	23—32
Вязкость раствора, °Э при 20°C	1,8—4	2,5—6

Понижение концентрации пропиточного раствора для водных смол по сравнению с концентрацией спиртовых смол обеспечивает содержание смолы в шпоне в требуемых размерах. Чем меньше вязкость раствора водорастворимых смол, тем лучше впитываются они древесиной.

**Пропитка шпона.** При пропитке частицы раствора не только заполняют поры древесины, но и проникают в клеточные стенки. Проникновение пропиточного раствора в древесину относится к физико-химическим процессам и объясняется способностью древесины сорбировать различные вещества, в первую очередь спирт и воду.

Пачки шпона (по 15—20 листов в каждой) укладывают в контейнер. Их перекладывают проволочной сеткой с ячейками 100×100 мм и располагают так, чтобы при загрузке кассеты в ванну направление волокон в шпоне было вертикальным. В зависимости от ширины листов шпона в каждом промежутке между сетками могут быть помещены по ширине две или несколько пачек.

Плотность загрузки шпона в кассеты должна быть такой, чтобы пропиточный раствор достаточно быстро и свободно проникал между листами шпона, не оставляя не покрытых смолой участков. Плотность загрузки контейнера должна обеспечивать свободное проникновение раствора между листами шпона и равномерность пропитки, а также свободное стекание избытка раствора без образования подтеков на торцевых кромках листа при последующем извлечении контейнера из ванн.

Режим пропитки шпона устанавливают в соответствии со следующими данными: в пачке контейнера между сетками должно быть 15—20 листов, в контейнере 250—400; пропитка должна продолжаться 60 мин; по окончании пропитки контейнер выгружают из ванны и оставляют подвешенным над ней в течение 30 мин для стекания избытка раствора; пропитанный шпон должен выдерживаться в стопах в течение 4 ч для равномерности распределения влажности в нем.

Пропитанные листы шпона не должны иметь дефектов пропитки: непропитанных мест, напльзов смолы, подтеков и т. д.

Непропитка отдельных мест шпона получается из-за слишком плотной укладки листов или попадания между листами кусочков шпона, а также из-за попадания воды в спиртовой раствор или из-за загрязнения поверхности шпона маслом. Наплывы или подтеки — следствие плохого размешивания раствора в ваннах, несоблюдения времени стекания или вязкости пропиточного раствора.

При пропитке шпона в автоклавах повышается качество пропитки благодаря большей равномерности проникания смолы в поры древесины, сокращаются режимы пропитки и сушки смолы в порах древесины и режимы пропитки и сушки пропитанного шпона, повышается водостойкость древесных пластиков.

Шпон, подлежащий пропитке смолой, укладывают в кассету, загружают в автоклав. Крышку автоклава закрывают, включают компрессор, и воздух давлением 7—8 ати подают под резиновую прокладку крышки, чтобы создать плотное прилегание ее к корпусу автоклава. После этого включают вакуум-насос и доводят вакуум в автоклаве до 450—600 мм рт. ст. Вакуум поддерживают в течение 15 мин, а затем открывают вентиль и смола поступает самотеком в автоклав. За наполнением следят через смотровое стекло. Затем подают в автоклав воздух и доводят давление до 4—8 ати, поддерживаю его в течение 1,5 ч. После истечения этого времени открывают вентиль, в который под действием давления воздуха уходит пропиточный раствор из автоклава. Спуск раствора из автоклава продолжают 15 мин, затем открывают крышку автоклава и тельфером вынимают пропитанный шпон, а кассету разгружают.

Расход смолы на 1 т древесных слоистых пластиков при автоклавном способе пропитки составляет около 450 кг.

Для определения количества смолы в пропитанном шпоне в каждый контейнер закладывают пачки контрольных листов. Пачки взвешивают до пропитки, после пропитки и после сушки. На основании полученных данных определяют относительное содержание смолы в шпоне по формуле

$$X = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \cdot 100\%,$$

где  $P_1$  — вес пачки после сушки пропитанного шпона;

$P_2$  — вес пачки до пропитки.

Количество смолы в пропитанном шпоне должно быть в пределах 16—24 %.

Кроме пропитки шпона, при изготовлении пластиков применяют нанесение смолы на поверхность шпона.

**Сортировка и хранение пропитанного шпона.** Вышедший из сушилки пропитанный шпон сортируют для отбора рубашек и отбраковки листов с недопустимыми дефектами. Листы с непропитанными местами и наплывами смолы отбраковывают. Пропитанный и высушенный шпон хранят в плотных стопах в сухом отапливаемом помещении.

**Сборка пакетов.** В зависимости от назначения древесных пластиков пакеты можно собирать по двум схемам: по схеме для коротких плит, когда их размеры равны установленным размерам шпона, и по схеме для длинных плит, когда их размеры больше установленных размеров листов шпона. В первом случае продольные листы располагают по короткой стороне плит пресса, а во втором — по длинной.

Короткие или длинные пакеты собирают для прессования пластиков марок ДСП-Б, ДСП-В, ДСП-Б-а, ДСП-Б-э, ДСП-В-э, ДСП-Б-т, ДСП-Б-м, ДСП-В-м, а для тонколистовых древесных слоистых пластиков марок ДСП-А, ДСП-Б-м, ДСП-В-м, ДСП-В собирают только короткие пакеты.

Пакеты для марки ДСП-Г собирают из шпона, заготовленного в виде квадратов со стороной, равной диаметру вписанной в квадрат окружности заготовки плюс припуск на обрезку 20—30 мм. Набирают пакеты для ДСП-Г также непрерывной лентой, где каждый слой шпона по отношению к смежному слою укладывается под углом 45° к волокнам древесины в заготовках.

Для уменьшения влияния стыков при наборе непрерывной ленты каждый слой сдвигается не менее чем на 20 мм. Величина сдвига слоев между собой зависит от геометрической формы прирезной заготовки. Пакет по мере сборки ленты разрезают на отрезки равные размерам плит пресса.

Схемы сборки длинных пакетов допускают в любом поперечном сечении только одну нахлестку. Поперечные слои шпона в пакетах собирают встык или внахлестку 3—5 мм. Общее число  $N$  слоев шпона в пакете определяют по формуле

$$N = \frac{S_n}{(1 - k) S}$$

где  $S_n$  — толщина пакета в упрессованном виде, мм;

$S$  — толщина шпона до упрессовки, мм;

$k$  — коэффициент упрессовки шпона, равный 0,45—0,48.

Длинные пакеты собирают способом непрерывной сборки, т. е. собирают пакеты бесконечной длины, а заданную величину отдельных пакетов получают путем поперечной разрезки ленты пакета на отрезки определенного размера. Собирают пакеты на чистых металлических прокладках (поддонах), смазанных тонким слоем олеиновой кислоты или петролатума (применяют и обезвоженное минеральное масло). Прокладки с пакетами перемещают рольгангами. Верхние прокладки перемещают и укладывают на готовые пакеты электромагнитами. Непрерывную ленту разрезают на пакеты передвижной циркульной пилой.

**Прессование.** Сформированные пакеты загружают в промежутки пресса с последующей их центровкой. Центровка пакетов необходима для того, чтобы в процессе прессования древесных слоистых пластиков при высоком удельном давлении не было перекосов плит пресса и неравномерного распределения давления

по их площади. По этой же причине в каждый этаж загружают пакеты одной толщины.

Во избежание преждевременного отверждения смолы в верхних слоях пакеты загружают в пресс при температуре плит пресса не более 40—50° С. После центровки пакетов поднимают плиты, и удельное давление доводят до 150—160 кгс/см<sup>2</sup> с одновременным нагревом плит пресса до 140—150° С. Продолжительность подъема давления и температуры до вышеуказанных величин не должна превышать 30 мин. После достижения во всех плитах пресса температуры 140—150° С и удельного давления 150—160 кгс/см<sup>2</sup> начи-

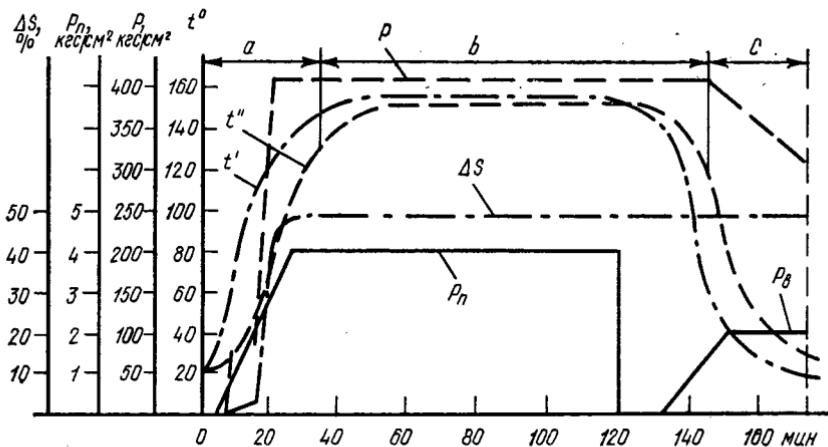


Рис. 101. Режим прессования древесных слоистых пластиков:

$t'$  — температура в центре плиты;  $t''$  — температура в центре пакета;  $p$  — рабочее давление в цилиндре;  $P_n$  — давление пара;  $P_b$  — удельное давление воды;  $\Delta S$  — упрессовка

нается отсчет времени выдержки прессования. Время выдержки при рабочем режиме устанавливают из расчета конечной толщины плит: при толщине до 25 мм — 5 мин на 1 мм толщины, выше 25 мм — 4 мин на 1 мм толщины. За 10 мин до окончания выдержки для пластиков толщиной до 25 мм и за 20 мин толщиной более 25 мм паровой вентиль пресса закрывают, пар из плит выпускают и в течение 10—20 мин проводят воздушное охлаждение плит пресса. После истечения времени воздушного охлаждения осуществляют водяное охлаждение плит пресса до 40—50° С.

Постепенное охлаждение водой, необходимое для погашения внутренних напряжений в пакетах, продолжается не менее 40 мин для плит толщиной до 25 мм и 50 мин для плит толщиной более 25 мин.

После достижения в плитах пресса температуры 40—50° С их дополнительно охлаждают водой из расчета 1 мин на 1 мм толщины плит, после чего давление снижают, плиты пресса размыкают. Режим прессования показан на рис. 101, на котором видно, что процесс пьезотермической обработки древесных слоистых пла-

стиков может быть разделен на три этапа — *a*, *b* и *c*, отражающих весь комплекс физико-химических изменений, происходящих в материале в зависимости от времени обработки.

Первый этап *a* — плиты пресса и материал нагреваются до заданной температуры в геометрическом центре пакета. В период прогрева при 60—80°С в центре пакета при заданном удельном давлении происходит пластификация, и пакет шпона уплотняется. В то же время с повышением температуры начинается поликонденсация смолы, находящейся в шпоне.

Второй этап *b* заключается в собственно пьезотермической обработке, которая начинается с момента достижения плитами пресса температуры  $145 \pm 5^\circ\text{C}$ , что примерно соответствует 130°С в центре пакета. Термообработка уплотненной древесины (шпона) сопровождается окончанием процесса отверждения смолы и заканчивается склеиванием шпона.

Третий этап *c* состоит в охлаждении материала, которое связано с необходимостью уменьшения в нем внутренних напряжений, в том числе и термических. Выгрузка спрессованных пластиков без предварительного охлаждения вследствие неравномерного охлаждения наружных поверхностей и центральной зоны материала приводит к деформациям, ведущим к разрушению материала.

Для расчета потребного времени прогрева и охлаждения геометрического центра пакета пластиков до 130 и 50°С при температуре плит пресса 140—160°С предложены следующие эмпирические формулы:

$$\tau_{\text{пр}} = 3,9S_{\text{п}}^2,$$

$$\tau_{\text{охл}} = 3,5S_{\text{п}}^2,$$

где  $\tau_{\text{пр}}$  — продолжительность прогрева, мин;

$\tau_{\text{охл}}$  — продолжительность охлаждения, мин;

$S_{\text{п}}$  — толщина пакета в упрессованном виде, см.

В случае прессования тонколистовых древесных слоистых пластиков пакеты, уложенные между прокладками, загружают в пресс при температуре плит не выше 50°С. После загрузки пресса и центровки пакетов плиты смыкают и дают полное рабочее давление, обеспечивающее удельное давление на пакет, равное 100—150 кгс/см<sup>2</sup>. Такое давление поддерживается до конца прессования.

После установления полного рабочего давления подают пар и прогревают пресс. Достигнув необходимой температуры, начинают отсчет времени выдержки. При прессовании пачками в два или три листа на каждую промежуточную прокладку выдержку в прессе увеличивают на 2 мин.

После выдержки подачу пара прекращают и начинают охлаждать пресс водой. Когда плиты пресса охладятся до определенной температуры, их выдерживают в течение 10 мин, после чего давление снижают и разгружают пресс. Плиты, склеенные и выдержаные не менее 12 ч после прессования, обрезают преимущественно

на круглопильном станке. Плиты древесных слоистых пластиков марок А, Б и В обрезают с четырех сторон, а плиты марки Г — с восьми.

Режимы прессования ДСП толщиной от 15 до 50 *мм* приведены в табл. 36, режимы прессования ДСП толщиной до 15 *мм* — в табл. 37.

**Особенности технологии изготовления других видов слоистых пластиков.** При изготовлении древесных слоистых пластиков марки ДСП-Б-т пакеты собирают с чередованием намазанного и не намазанного смолой шпона; а при изготовлении пластиков марок ДМП-Б-м, ДСП-В-м и ДСП-Г-м — треть листов шпона, подлежащих прессованию перед пропиткой в растворе смолы, предварительно пропитывают минеральными маслами, пропуская шпон через наносящий станок, в который залито масло.

Пропитанные маслом листы устанавливают вертикально для стекания излишков масла с поверхности шпона, а затем собирают в контейнер и загружают в ванну с раствором смолы. Дальнейший процесс аналогичен процессу изготовления слоистых пластиков. При сборке пакетов листы, пропитанные маслом, укладывают через каждые два листа, пропитанные смолой. Содержание масла в таких пластиках после прессования составляет 6—8% к весу материала.

Для пластиков марки ГДСП пакеты собирают из шпона толщиной 0,55 и 0,8 *мм*. Шпон толщиной 0,55 *мм* пропитывают в ваннах раствором смолы, толщиной 0,8 *мм* — в ванне раствором смолы, а затем, не высушив его окончательно, пропускают через станок, в корыто которого залита смесь графита со смолой С-1. После этого шпон высушивают. При сборке пакета шпон толщиной 0,55 и 0,8 *мм* чередуется. Содержание графита по отношению к весу сухой смолы составляет 3%.

Для арктилита хлопчатобумажную ткань и армирующую сетку подготавливают по размерам и пропитывают на вертикально-пропиточных машинах растворами смол резольного типа. Пакеты собирают по схемам, которые различаются между собой количеством сеток в пакете и их расположением. Сетку укладывают между листами шпона вдоль, поперек и под углом к долевым кромкам пакета. Наружные слои набирают из ткани.

Для челночных заготовок пакеты собирают из шпона с параллельным расположением волокон во всех слоях. Загрузка пакетов в пресс должна происходить при температуре плит не более 50° С. Удельное давление 38—42 *кгс/см<sup>2</sup>*. Фиксирование режима выдержки начинается при температуре плит 140—150° С. Продолжительность выдержки на 1 *мм* толщины для смол С-1, СКФ и СКВ равна 1,5 мин, а для смолы СБС 2 мин; воздушное охлаждение плит 10 мин; охлаждение плит водой до 40° С не менее 40 мин. Дополнительное охлаждение выполняется из расчета 0,5 мин на 1 *мм* толщины заготовок.

При сборке пакетов для погонялок листы шпона чередуют. Допускаетсястыковка листов. Пакеты собирают, уменьшая их

## Режимы прессования древесных слоистых пластиков (ДСП) толщиной от 15 до 50 мм

Марка ДСП	Температура плит пресса при загрузке пакетов, °С	Продолжительность подъема температуры плит до 140—150° и давления 150—160 кг/см <sup>2</sup> , мин	Пьезотермическая обработка, мин/мм, при толщине материала, мм		Предварительное воздушное охлаждение пресса и спуск пара, мин, при толщине материала, мм		Постепенное охлаждение плит пресса водой до температуры 40—50°C, мин, при толщине материала, мм		Дополнительная выдержка при температуре плит пресса 40—50°C, мин/мм
			15—25	25—60	15—25	25—60	15—25	25—60	
ДСП-Б, ДСП-В, ДСП-Г, ГДСП, ДСП-В-м и ДСП-Г-м	Не выше 50	Не более 30	5	4	10	20	Не менее 40	50	1
ДСП-Б-а	» 50	Не более 35—40	4	—	10	—	40	—	1
ДСП-Б-т	» 50	—	3	—	10	—	Не менее 30	—	1
ДСП-Б-э и ДСП-В-э	» 50	Не более 30	6	6	10	20	Не менее 50	—	1
Арктилит	» 50	30	5	5	10	20	Не менее 40	—	1
Профицированные пластик (крышки)	» 50	—	2	—	—	—	—	—	Не регламентируется

Таблица 37

## Режимы прессования древесных слоистых пластиков (ДСП) толщиной до 15 мм

Марка ДСП	Температура плит пресса при загрузке пакетов, °С	Режим подъема температуры и давления плит	Выдержка, мин/мм, при толщине материала, мм					Режим охлаждения материала
			до 3	3,5—4	4,5—6	6,5—8	8,5—12	
ДСП-В-э	До 50	После загрузки плиты пресса смыкаются, их температура повышается до $145 \pm 5^\circ$ , а давление до $150 \text{ кгс}/\text{см}^2$	5	4,5	4	3,5	3	По окончании выдержки и спуска пара плиты охлаждаются водой до температуры $50^\circ$ , причем охлаждение продолжается в течении 10 мин
ДСП-В	До 50	После загрузки и смыкания плит давление сразу повышается до $35—40 \text{ кгс}/\text{см}^2$ , и плиты пресса нагреваются паром. Нагреву плит до $75—80^\circ$ должно соответствовать давление $125 + - 5 \text{ кгс}/\text{см}^2$	5 но не менее 20			3 плюс 30		Равномерное охлаждение плит пресса водой до $50^\circ$ должно продолжаться не менее 30 мин. При температуре $50^\circ$ материал дополнительно охлаждается 10 мин
Арктилит	До 50	Аналогичен предыдущему режиму, но температура плит пресса при прессовании должна быть $145—150^\circ\text{C}$						Аналогичен предыдущему режиму

толщину от основания к вершине. Укладывают пакеты в промежутки между плитами так, чтобы холостая сторона в одном пролете располагалась над тонкой стороной смежного с ним пакета в другом пролете пресса.

Общее число пакетов в прессе всегда четное. Загружают пакеты при температуре плит не более  $50^{\circ}\text{C}$ . После достижения удельного давления  $40 \text{ кгс}/\text{см}^2$  и температуры плит пресса  $140-145^{\circ}\text{C}$  пакеты выдерживают в течение 35 мин при толщине вершины 15 мм и 45 мин при толщине вершины 20—25 мм. После прессования плиты пресса охлаждают до  $50^{\circ}\text{C}$ , и пакеты выгружают.

### Технология производства композиционных древесных пластиков

При высоком давлении и температуре изготавливают другой вид пластика — цельнопрессованные изделия из древесной пресскрошки, пропитанной фенольными смолами.

Характерная особенность термореактивных прессованных композиций состоит в том, что под действием тепла они размягчаются и находятся в размягченном состоянии сравнительно непродолжительное время. Время, в течение которого пресскрошка находится в размягченном состоянии, используется для формования изделия.

### Технология и режимы производства древесной пресскрошки

Древесная пресскрошка представляет собой мелкие частицы древесины, пропитанные спиртовыми или водорастворимыми смолами фенолформальдегидного типа. Как правило, частицы древесной пресскрошки имеют преимущественно прямоугольную форму с большим разбегом размеров по длине и ширине. Под влиянием температуры  $150^{\circ}\text{C}$  и высокого давления (около  $400 \text{ кгс}/\text{см}^2$  и выше) древесная пресскрошка приобретает свойство текучести и может формироваться в изделия требуемой конфигурации.

Композиционный пластик из древесной пресскрошки обладает высокими диэлектрическими и антифрикционными свойствами и заменяет бронзу, оловосодержащие сплавы, баббит и т. д.

Древесную пресскрошку изготавливают в виде частиц длиной до 80, шириной до 10, толщиной от 0,5 до 1 мм. Содержание смолы в ней колеблется в пределах 20—30 %. Древесная пресскрошка с размером частиц длиной 3—30 мм и шириной 0,3—3 мм более текуча и формуется в изделия при сравнительно низких давлениях. Употребляют ее для изготовления деталей сложной конфигурации, не требующих повышенных механических свойств.

Пресскрошка с частицами длиной 30—80 мм и шириной 3—10 мм менее текуча, в связи с чем требует более высоких давлений при прессовании. Употребляют ее для изготовления деталей несложной конфигурации, требующих повышенных механических свойств.

Для изготовления композиционного древесного пластика применяют березовый лущеный шпон толщиной преимущественно 0,6 мм не ниже ВВ сорта влажностью от 4 до 12%. Для измельчения шпона применяют в основном его кусковые отходы.

Технологический процесс производства древесной пресскрошки состоит из подготовки и измельчения шпона, пропитки древесной крошки в растворе смолы, сушки пропитанной крошки, упаковки и маркировки. Подготовка шпона заключается в том, что куски его отсортировывают по качеству и толщине и при влажности не более 12% подают к дробильным мельницам для измельчения. Измельченный шпон отсеивают от пыли через сито с размером ячеек 1×1 мм. Полученную дробленку пропитывают способом вымачивания в ваннах и под давлением в автоклавах. Условия пропитки дробленки при применении спирторастворимой смолы состоят в следующем:

Марка смолы . . . . .	СБС-1
Растворитель . . . . .	спирт этиловый
Температура раствора, °С . . . . .	15—25
Концентрация раствора, % . . . . .	28—36
Вязкость раствора, °Э, при 20° С . . . . .	2—4
Продолжительность пропитки, мин . . . . .	30

Пресскрошку сушат нагретым воздухом при 60—65° С в течение 1—3 ч до влажности 4—8%. Упаковывают в чистые сухие фанерные ящики по 50 кг, которые хранят в сухих закрытых складах.

Технологический процесс производства цельнопрессованных изделий. Цельнопрессованные изделия из древесной пресскрошки изготавливают в гидравлических прессах с верхним давлением путем прессования в стальных прессформах закрытого типа. Перед прессованием пресскрошка должна иметь влажность не выше 8%. Пресскрошку употребляют для прессования как в обычном виде, так и в виде таблетированной массы.

При небольшом объеме загрузочной камеры применяют таблетированную пресскрошку. Таблетки занимают значительно меньший объем, чем пресскрошка. Это дает возможность уменьшить надпрессовочные пространства в пресс-формах и, следовательно, их габарит.

Таблетки представляют значительные удобства при дозировке прессматериалов и загрузке пресс-форм, а также облегчают процесс предварительного подогрева.

Для пресскрошки обычно применяют следующий режим таблетирования:

Температура прессформы, °С . . . . .	не выше 60
Давление, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	200 и выше
Выдержка:	
при температуре помещения, мин . . . . .	1
» 60°, сек . . . . .	30

Процесс горячего прессования слагается из следующих операций: дозировки прессматериала (и его подогрева);

загрузки в нагретую пресс-форму; замыкания пресс-формы и выдержки под давлением; разъема пресс-формы и извлечения изделия; очистки пресс-формы.

Количество загружаемой пресскрошки по весу определяют предварительно исходя из объема и объемного веса прессуемого изделия, причем плотность спрессованной детали принимают равной  $1350 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Дозированное количество прессматериала загружают в установленную в прессе и нагретую пресс-форму и прессуют.

Основными факторами процесса прессования, определяющими качество готовых изделий, являются давление (усиление прессования), температура и время выдержки под прессом.

Давление к пресс-форме должно прикладываться тотчас же после ее загрузки пресскрошкой, так как промедление вызывает преждевременное отверждение пресскрошки. Пресс-форма должна замыкаться в течение 5—30 сек.

Прикладываемое к пресс-форме давление следует медленно и плавно повышать до полного. Для начального сжатия рекомендуется давление  $50 \text{ кгс}/\text{см}^2$ .

Время, в течение которого применяют низкое давление, равно обычно 10—30 сек. Оно зависит от формы изделия и свойств прессматериала.

Удельное давление при прессовании из пресскрошки деталей несложной конфигурации должно быть примерно  $400 \text{ кгс}/\text{см}^2$ , деталей сложной конфигурации —  $800 \text{ кгс}/\text{см}^2$  и выше. Чем меньше текучесть прессматериала и чем сложнее конфигурация изделия, тем большее давление должно быть применено при прессовании. Более высокие давления применяют, например, для плоских изделий, так как в этих случаях прессматериал трудно растекается, а также для изделий с высокими и тонкими стенками.

Температура прессования находится обычно в пределах 140—180° С, причем каждый прессматериал имеет свою оптимальную температуру прессования.

Влияние температуры на выдержку и качество изделий в зависимости от типа прессматериала весьма существенно. Время выдержки в пресс-форме под давлением и при нагревании до 145° С в зависимости от формы и веса изделия определяют из расчета до 2 мин на каждый миллиметр толщины стенки детали.

Для получения из прессованных композиций изделий с малой усадкой и блестящей поверхностью, а также во избежание вздутий перед распрессовкой рекомендуется охлаждать пресс-форму. Охлаждение проводят обычно до 110—120° С.

После прессования изделия очищают. Удалять облой можно вручную напильником или на наждачных кругах. Готовые изделия осматривают для определения брака (вздутий, недостаточной прессовки, коробления и т. д.). Затем их проверяют на соответствие размеров с чертежом. В некоторых случаях проводят специальные испытания.

## § 37. ПРОИЗВОДСТВО БАКЕЛИЗИРОВАННОЙ ФАНЕРЫ

При использовании спирторастворимых смол для наружных и внутренних слоев получают фанеру марок ФБС, ФБС-С и ФБС<sub>1</sub>. Фанера ФБС-С характеризуется повышенной стойкостью к влиянию атмосферных условий.

При использовании спирторастворимой смолы для наружных слоев, а для внутренних слоев водорастворимой получают фанеру марок ФБСВ и ФБСВ<sub>1</sub>.

В фанере марок ФБВ и ФБВ<sub>1</sub> используют для наружных и внутренних слоев водорастворимую смолу.

Фанера марок ФБС, ФБСВ и ФБВ отличаются от аналогичных марок сортом применяемого шпона.

Для производства бакелизированной фанеры используют березовый шпон сортов В и ВВ влажностью не более 12% и толщиной (в зависимости от марки фанеры) 0,8—1,5 мм, а также спирторастворимые смолы марок СБС-1, СБС-1Ф, СКС-1 и водорастворимые смолы марок С-1, СКФ, СЛФ, СКВ.

Шпон, предназначенный для производства фанеры, пропитывают так же, как шпон для древесного слоистого пластика. Пропитка должна обеспечить содержание в пропитанном шпоне 12—20% смолы. Используют также шпон с нанесенным клеевым слоем на kleenanoсящих станках. Норма расхода смолы при налесении смолы на шпон зависит от марки фанеры, назначения шпона, марки и концентрации смолы, толщины шпона и составляет 86—120 г/м<sup>2</sup>.

Пакеты фанеры собирают по схеме конечной или непрерывной сборки при взаимно перпендикулярном расположении волокон в смежных по толщине листах шпона. Продольные слои фанеры собирают с нахлесткой, величина которой определяется по формуле

$$a = \frac{l}{n+1},$$

где  $a$  — величина нахлеста, мм;

$l$  — длина листа шпона, мм;

$n$  — число продольных слоев в пакете.

Поперечные слои набирают встык долевыми кромками. При наборе поперечных слоев допускается нахлест до 5 мм и расхождение стыков до 2 мм.

По конечным схемам пакеты собирают непосредственно на прокладках.

Пакеты, собранные по схеме непрерывной сборки, разрезают в соответствии с размерами kleильных прессов, после чего перекладывают верхней прокладкой.

При подборе толщины пакета до прессования для получения фанеры соответствующей толщины следует исходить из величины упрессовки 33—35%, а фанеры марки БФС-С — 35—40%.

В пресс пакеты загружают при температуре плит пресса не выше 65°C. По окончании загрузки плиты пресса смыкают, создают удельное давление 35—40 кгс/см<sup>2</sup>, для фанеры марки БФС-С

создают удельное давление 40—45 кгс/см<sup>2</sup> и начинают прогрев плит до рабочей температуры для смол марок СБС-1, СБС-1Ф, СКС-1, СКВ, СКФ и СЛФ 148—155°С, для смолы марки С-1—140—148°С.

Время прогрева до нижнего предела температуры не должно быть меньше 30 мин; при склеивании смолой СКС-1—40 мин.

По достижении нижнего предела температуры начинается отсчет времени термообработки, величина которого подсчитывается по формуле

$$T_{\text{пр}} = 2,5 + 1,25S_{\text{ш}} \text{ мин,}$$

где  $T_{\text{пр}}$  — время термообработки пакетов после достижения плитами рабочей температуры, мин;

$S_{\text{ш}}$  — толщина пакета до прессования, мм.

По окончании термообработки дают 5-минутное воздушное охлаждение, после чего плиты пресса охлаждают водой. Время охлаждения с момента достижения плитами температуры 80°С должно быть для пакетов толщиной до 25 мм не менее 15 мин, от 25 до 40 мм не менее 20 мин, более 40 мм не менее 25 мин.

### § 38. ПРОИЗВОДСТВО ОБЛИЦОВАННОЙ ФАНЕРЫ

Облицованной называют kleеную фанеру, состоящую из трех и более слоев шпона, имеющую один или оба лицевых слоя строганого шпона из твердых пород — дуба, ореха, красного дерева и т. д. Облицованная форма подразделяется:

по виду применяемого клея — на склеенную карбамидными kleями (фанера марки ФОК) и склеенную фенольными смолами (фанера марки ФОФ);

по направлению волокон — на продольную, когда волокна древесины рубашки расположены вдоль длины листа, и на поперечную, когда волокна расположены поперек длины листа;

по виду древесины наружного слоя (рубашек) — на одностороннюю, у которой одна сторона оклеена строганным, а другая лущеным шпоном, и на двустороннюю, у которой обе стороны оклеены строганным шпоном;

по текстуре строганого шпона — на радиальную, полурадиальную и тангенциальную;

по виду обработки поверхностей рубашек — на шлифованную с одной или с двух сторон и нешлифованную.

Производство облицованной фанеры делят на следующие основные операции: подготовку внутренних слоев лущенного шпона, подготовку и обработку лицевых слоев строганого шпона и собственно склеивание — облицовку.

Подготовка внутреннего слоя состоит из следующих операций: сортировки шпона, нанесения клея, сушки шпона и его хранения.

Для облицовки применяют лущенный шпон сортов В, ВВ или С из древесины березы, ольхи, бук, осины, сосны, ели, пихты или

Таблица 38<sup>г</sup>

## Режимы прессования облицованной фанеры

Толщина, мм	Слойность	Число листов в промежутке	Толщина пакета, мм	Продолжительность загрузки, сек	Продолжительность прессования, мин, при удельном давлении 20—25 кгс/см <sup>2</sup>			Продолжительность давления, мин	
					пакетов на карбамидном или казеиновом клее при температуре плит пресса 105—110°	пакетов на смоле С-35 при температуре плит пресса 140—144°	пакетов на смоле С-35 при температуре плит пресса 135—139°	на пакеты с казеиновым или карбамидным kleem	на пакеты со смолой С-35
4	3	2	9,1	9,5		4,0	4,8	5,8	3,0
		3	—	14,3		—	8,3	10,8	—
5	3	2	—	11,9		—	6,5	8,0	—
		5	2	11,5		5,5	6,5	8,0	3,0
6	5	1	—	7,2	75	90	3,2	4,0	—
		2	13,0	14,4			6,0	8,8	10,9
8	7	1	—	9,5		—	5,8	—	3,0
		7	11,2	11,9			5,5	8,0	3,0

кедра. Влажность шпона должна быть не выше 12%. В подслое облицованной фанеры (под строганным шпоном) отверстия от выпавших сучков размером свыше 5 мм, а также трещины должны быть заделаны. Клей наносят на шпон с соблюдением условий работы, принятых для нанесения клея при склеивании фанеры.

Подготовка и обработка лицевых слоев состоит из следующих операций: сортировки и разметки, оторцовки и обрезки, фугования, подборки по текстуре, ребросклейивания полос в полноформатный лист.

Строганный шпон сортируют по текстуре, сортам и размерам. После сортировки шпон укладывают в пачки и подают на разметку, которую делают с учетом максимального выхода по длине и ширине. По длине полосы должны соответствовать размерам облицованной фанеры с припуском на торцовку. По ширине минимальные размеры пачки после обработки должны быть не менее 80 мм. Количество листов в пачке подбирают в зависимости от ширины полос.

Отдельные полосы шпона одной ширины укладывают в стопу высотой 60—80 мм так, чтобы направление их волокон совпадало, затем шпон закладывают в кромкофуговальный станок с таким расчетом, чтобы направление волокон и направление движения режущего инструмента составляли угол не более 15°. Качество фуговки проверяется плотностью соединения двух отфугованных полос фанеры. Непараллельность сторон определяется совмещением отфугованных полос фанеры при положении их одна на другую.

При подборе полос фанеры по текстуре и рисунку правую и левую полосы чередуют, для чего их через одну переворачивают на 180° вдоль продольной оси и укладывают попарно. Подобранные полосы номеруют и складывают по порядку номеров в пачки. Ребросклейивание полос шпона выполняется на безленточном станке.

Склейивание и облицовка фанеры состоит из сборки пакетов, прессования, обрезки и обработки фанеры.

Пакеты собирают в прокладках: фанерных толщиной 2,5 мм или металлических толщиной 3 мм. Прокладки должны иметь чистую гладкую поверхность. При хорошем состоянии поверхности плит пресса допускается склеивание фанеры без прокладок.

Облицованная фанера прессуется (в металлических прокладках или без них) по режимам, приведенным в табл. 38.

При склеивании в фанерных прокладках продолжительность прессования (выдержки под высоким давлением) удлиняется на 4 мин. После охлаждения фанера поступает на обрезной станок, где обрезается по требуемому формату, шлифуется и сортируется на три сорта.

### § 39. ПРОИЗВОДСТВО ДЕКОРАТИВНОЙ ФАНЕРЫ

Декоративную фанеру изготавливают из фанеры березовой, ольховой и из фанеры других пород, облицованной с одной или двух сторон мочевино-, меламино-, фенолформальдегидными пленоч-

ными покрытиями в сочетании с декоративной (текстурной) бумагой или без нее. Пленка должна быть водотеплосветостойкой, равномерно пропитанной, не должна быть липкой и хрупкой.

Применяют декоративную фанеру в качестве заменителя древесины ценных пород для отделки мебельных изделий, для внутренней отделки стен различных помещений, кают судов и других отделочных работ.

Изготавливают декоративную фанеру способом горячего прессования, при котором происходит не только склеивание, но и отделка поверхности. Применение отделочных пленок, изготовленных с применением меламино-мочевино-формальдегидных смол, позволяет получить поверхность с большой светостойкостью. Образующееся покрытие оказывается достаточно прозрачным.

Получить имитационное покрытие на декоративной фанере можно при помощи одного слоя бумажно-смоляной пленки. В этом случае применяют пленку, на бумажной основе которой предварительно печатают текстуру древесины, и лишь после этого бумагу пропитывают смолой. Для приготовления таких пленок обычно пользуются непроклеенной бумагой весом от  $45 \text{ г/м}^2$  и выше.

Применение высоких давлений (от  $30 \text{ кгс/см}^2$  и выше) вызывает необходимость выравнивания шероховатостей поверхности древесины и обеспечения контакта тонкой пленки с древесиной по всей площади. Если создается меньшее давление, в местах углублений на поверхности древесины под пленкой остаются воздушные прослойки, которые на отделанной поверхности видны в виде пятен. В зависимости от вида облицовки декоративную фанеру выпускают следующих марок: ДФ1 — с облицовкой поверхности древесины шпоном бесцветной или окрашенной пленкой; ДФ2 — с облицовкой поверхности древесины текстурной бумагой с рисунками, имитирующими рисунок различных пород древесины, или другими рисунками.

По количеству облицованных сторон декоративную фанеру разделяют на одностороннюю и двустороннюю. По отделке лицевых слоев различают фанеру глянцевую и полуматовую.

Технологический процесс изготовления декоративной фанеры слагается из следующих подготовительных и основных стадий: приготовления смолы для отделочной пленки; производства отделочной пленки; прессования в гидравлических прессах при помощи полированных металлических пластин, обрезки, сортировки и упаковки готовой продукции.

Качество шпона имеет большое значение для получения декоративной фанеры.

Для лицевых слоев применяют шпон одного из следующих размеров по толщине: 0,55; 0,95; 1,15; 1,55; 1,5 мм. В шпоне, применяемом для этой цели, не должно быть шероховатого лущения и дефектов, нарушающих целостность древесины. При облицовке пленкой без применения текстурной или другой бумаги не должно быть ненормальной окраски. Не допускаются на шпоне отверстия от выпавших сучков любых размеров, так как они вызывают по-

явление белесоватых пятен, размеры которых зависят от диаметра отверстия. Для лицевых слоев следует применять шпон только высокого качества, без дефектов.

На оборотный слой декоративной фанеры обычно идет шпон сорта ВВ или С с ограничением размеров отверстий от выпавших сучков (не более 25 мм). Этот шпон можно использовать после починки и ребросклейки.

Влажность всех слоев с нанесенным kleem должна быть 8—12%, влажность сухого шпона до 8%.

Внутренние слои шпона склеивают фенол- и крезолформальдегидной смолой марки С-35. Нанесенный на шпон клей необходимо подсушить до содержания в нем влаги от 8 до 12%. Подсушивание обычно ведут на сушилках СТ-З. Склейивать все слои шпона можно также пленочными kleями, приготовленными на основе мочевино-меламино-формальдегидных или фенолформальдегидных смол. Расход смолы С-35 при толщине шпона 0,9—1,15 мм составляет 100—105 г, при толщине 1,50 мм — 110—115 г.

Пакеты для изготовления декоративной фанеры собирают из листов шпона, отделочной пленки и текстурной бумаги, укладываемых на лицевую поверхность шпона. Отделочную пленку, изготовленную в соответствии с предъявленными к ней требованиями, нарезают на листы необходимого формата и подают к месту сборки пакетов. Текстурную бумагу рассортовывают по рисунку и расцветкам. При необходимости предварительно обрезают кромки текстурной бумаги истыкуют по рисунку. Шпон подготавливают, сортируя по сортности, слоистости и формату.

Сборка многослойной отделочно-декоративной фанеры заключается в наборе слоев шпона, укладываемых один на другой с взаимно перпендикулярным направлением волокон и выравниванием по двум сторонам в соответствии со схемами, представленными в табл. 39.

При шестислойной конструкции листов (для односторонне облицованной отделочно-декоративной фанеры толщиной 4—6 мм)

Таблица 39  
Схема сборки многослойной отделочно-декоративной фанеры

Толщина ДФ, мм	Слойность	Схема набора безоблицовочных слоев пропитанной бумаги и толщин шпона, мм
1,5	3	0,55—0,55—0,55
2,0	3	0,75—0,75—0,75
2,5	3	0,95—0,95—0,95
3,0	3	1,15—1,15—1,15
4,0	4	1,15—1,15—1,15—1,5
5,0	5	1,15—1,15—1,15—1,15—1,5
6,0	5	1,15—1,15—1,5—1,15—1,5
8,0	7	1,15—1,15—1,5—1,15—1,5—1,15—1,5
10,0	9	1,15—1,15—1,5—1,15—1,5—1,15—1,5—1,15—1,5
12,0	11	1,15—1,15—1,5—1,15—1,5—1,15—1,5—1,15—1,5—1,15—1,5

два последних слоя с нелицевой стороны укладывают друг к другу параллельными направлениями волокон. Двухслойную декоративную фанеру склеивают отделочной пленкой. При сборке пакетов один или два слоя отделочной пленки укладывают с промежуточным слоем текстурной бумаги в полированную металлическую прокладку. Схемы сборки пакетов при изготовлении некоторых видов декоративной фанеры представлены на рис. 102.

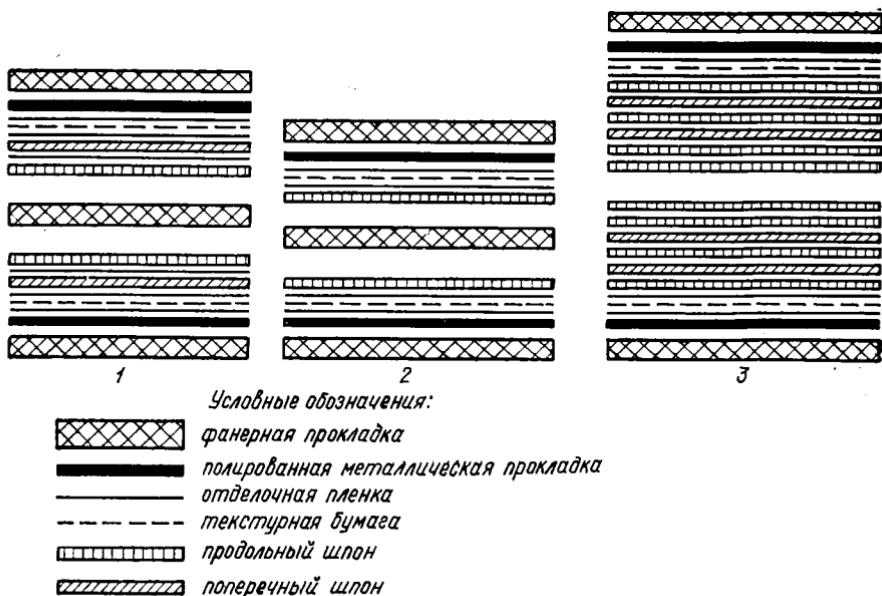


Рис. 102. Схема набора пакетов для загрузки одного промежутка пресса:

1 — схема сборки двухслойной фанеры (для загрузки 1-го промежутка пресса); 2 — схема сборки отделочно-декоративного шпона; 3 — схема сборки шестислойной 5-миллиметровой фанеры (для загрузки 1-го промежутка пресса).

Многослойные пакеты с нечетным числом слоев шпона (5, 7, 9, 11 и т. д.) собирают, укладывая все смежные слои с взаимно перпендикулярным направлением волокон. Если прокладки двусторонне полированные, их помещают между пакетами, обращенными лицевой поверхностью к прокладке. Если одновременно прессуются многослойные, двухслойные и однослойные пакеты, сборка их может чередоваться.

Пакеты для криволинейных деталей собирают из нечетного числа слоев шпона. Лицевой слой и подслой имеют толщину 0,55 мм. Укладывают их друг к другу параллельно направлению волокон. Внутренние слои шпона укладывают взаимно перпендикулярно направлению волокон.

При укладке собранных пакетов в пресс-формы изгибы делают в поперечном направлении к направлению волокон рубашек. Соб-

ранный пакет для изготовления декоративной фанеры загружают в пресс при температуре плит  $30^{\circ}\text{C}$ . На все плиты загружают пакеты только строго одинакового формата. После загрузки пакетов поднимают давление пресса до установленного рабочего удельного давления  $30 \text{ кгс/см}^2$ , поддерживаемого в процессе прессования. Одновременно с этим плиты нагревают до  $140-175^{\circ}\text{C}$ . Со времени нагрева плит до  $140-145^{\circ}\text{C}$  отсчитывают продолжительность прессования.

Под действием повышенной температуры и давления в процессе прессования смола, находящаяся в поверхностном слое, проникает через толщу текстурной бумаги, пропитывает ее и одновременно тонким слоем распределяется по поверхности. При этом она отверждается.

Поскольку смола обладает хорошей адгезией к древесине, пропитанная ею бумага прочно фиксируется на поверхности шпона. Поверхность декоративной фанеры приобретает гладкий, полированый вид вследствие тесного контакта с полированной поверхностью металлических пластин. Таким образом отделяется поверхность фанеры в процессе склеивания. Продолжительность прессования многослойной 4—6-миллиметровой фанеры при двух листах в пачке устанавливается в пределах 10—20 мин, двухслойной фанеры при двух листах в пачке — в течение 10 мин, а однослоиного шпона при двух листах в пачке — 5 мин. В случае изменения толщины фанеры продолжительность прессования устанавливается в соответствии с инструкцией технологического процесса на изготовление фанеры марки ФСФ. За 1—5 мин до окончания прессования подачу пара в плиты пресса прекращают, а пар из плит выпускают. Затем в плиты пресса впускают воду и начинают охлаждать их до 30°С для снятия напряжений в материале.

#### Режим прессования декоративной фанеры

Температура плит пресса при загрузке, °С . . . . .	не выше 30
Продолжительность загрузки, мин . . . . .	не более 10
» прогрева плит до 140—145° С, мин . . . . .	10
Подъем плит пресса и установление удельного давления, мин . . . . .	около 2
Удельное давление при запрессовке, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	не менее 30
Продолжительность, мин: прессования фанеры (включая прокладки) . . . . .	1 на 1 мм толщины 10—15
охлаждение плит пресса до 30° С . . . . .	5
Снятие давления, размыкание плит пресса и выгрузка пакетов, мин . . . . .	

Необходимая принадлежность гидравлических прессов при изготовлении декоративной фанеры — полированные металлические пластины. Применяют их в качестве прокладок для создания гладкой, полированной поверхности отделочно-декоративных материалов. Ежесменно перед началом работы поверхности полированных пластин протирают мягкой сухой ветошью с мелом, смазы-

вают тонким слоем чистой олеиновой кислоты или веретенным маслом и насухо вытирают. Перед последующими запрессовками полированную поверхность пластин протирают только сухой чистой ветошью. Чтобы прессуемые пакеты не прилипали к краям пластин, перед каждой запрессовкой на них наносят тонкий слой смазочного состава, не доходя до краев по ширине на 40—50 мм.

Обрезают декоративную фанеру на циркульных пилах с четырех сторон. Кромки декоративной фанеры после обрезки должны быть взаимно перпендикулярны, а рез ровным и гладким. Сортируют декоративную фанеру в соответствии с действующими техническими условиями. Каждый лист односторонне облицованной фанеры маркируют на обратной стороне с указанием наименования продукции, завода-изготовителя и марки. Двусторонне облицованную фанеру не маркируют. Листы декоративной фанеры упаковывают в пачки весом не более 80 кг. Укладывают ее лицевыми поверхностями друг к другу, между которыми закладывают лист бумаги.

Каждую пачку обкладывают с четырех сторон деревянными планками толщиной 15—20 мм и стягивают металлической лентой. Пачки маркируют с указанием наименования продукции, марки, количества листов, общей площади в квадратных метрах, наименования завода и номера ГОСТ. Рядом с маркировкой помещают образец отделочно-декоративной фанеры размером 40×70×70 мм, взятой из фанеры, упакованной в пачки.

#### § 40. ПРОИЗВОДСТВО ФАНЕРНЫХ ТРУБ И БОЧЕК

Фанерные трубы и муфты к ним изготавливают из двухслойной березовой фанеры методом навивания.

Фанерные трубы используют в качестве трубопроводов в гидролизной и целлюлозно-бумажной промышленности, нефтяной промышленности, для транспортирования слабокислотных и слабощелочных растворов, транспортирования пульпы на земляных работах, канализационных сетей, шахт для воздуховодов. Используют их также в качестве конструкционного материала в строительстве (опорных колон).

Трубы изготавливают трех марок: Ф1, Ф2, Ф3. Фанерные трубы марок Ф1 и Ф2 изготавливают соответственно из фанеры сортов В и ВВ, марки Ф3 — из фанеры сорта ВВ с размером и количеством сучков, допускаемыми для фанеры сорта С.

Для конусных соединительных муфт внутренние заготовки, подвергающиеся расточки на конце, изготавливают из фанеры сорта В; остальную часть муфты изготавливают из фанеры сорта ВВ.

Трубы и соединительные муфты диаметром от 50 до 150 мм изготавливают из неравнослоиной фанеры толщиной 1,5 мм, диаметром от 200 до 300 мм — из равнослоиной фанеры толщиной 2 мм. Толщина шпона для двухслойной фанеры следующая:

Толщина фанеры, мм . . . . .	1,5	1,75	2,1
» шпона, мм . . . . .	0,55 и 1,15	0,8 и 1,15	1,15 и 1,15

Величина рабочего давления в зависимости от марок и диаметра труб приведена в табл. 40.

Фанерные трубы изготавливают длиной от 5 до 7 м, они состоят из склеенных между собой на конус отдельных звеньев длиной 1,4—1,5 м, на наружной поверхности каждой трубы по всей ее длине имеется утолщение, называемое нахлесткой, длина которой

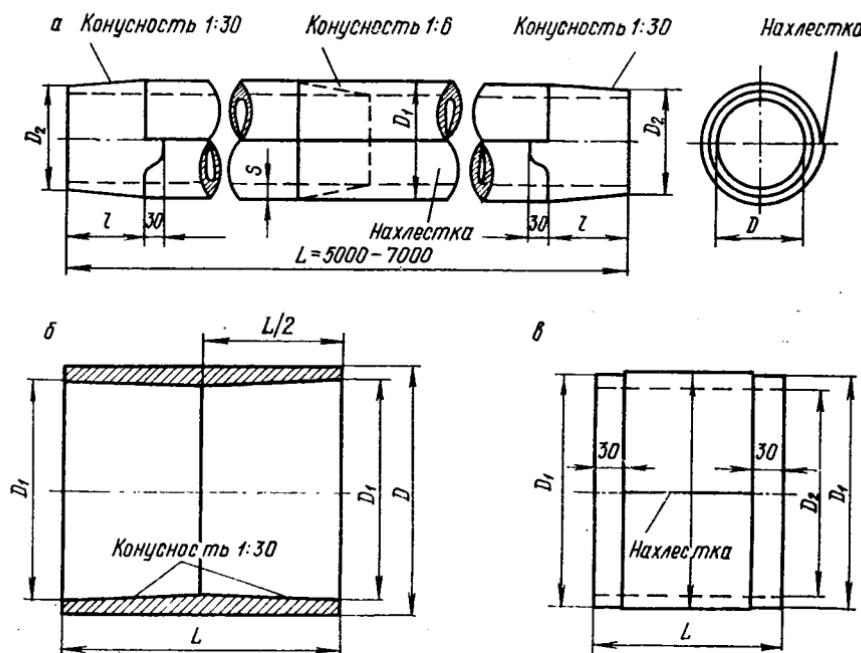


Рис. 103. Конструкция фанерной трубы и муфты:  
а — фанерная труба; б — конусная труба; в — цилиндрическая муфта

должна быть в трубах диаметром 50—100 мм не менее 35 мм, а в трубах диаметром 150—300 мм не менее 50 мм.

Форма и размеры трубы и муфты приведены на рис. 103.

Таблица 40

**Рабочее давление в зависимости от марки и диаметра труб**

Внутренний диаметр труб, мм	Рабочее гидравлическое давление труб, кгс/см <sup>2</sup>		
	марка Ф 1	марка Ф 2	марка Ф 3
50	12	6	Безнапорные
100—150	10	5	—
200—250	8	4	—
300	6	3	—

Схема технологического процесса следующая:

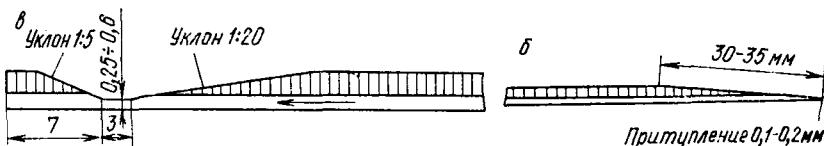
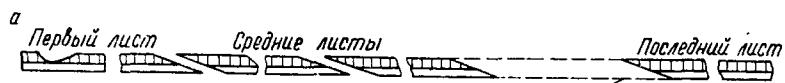
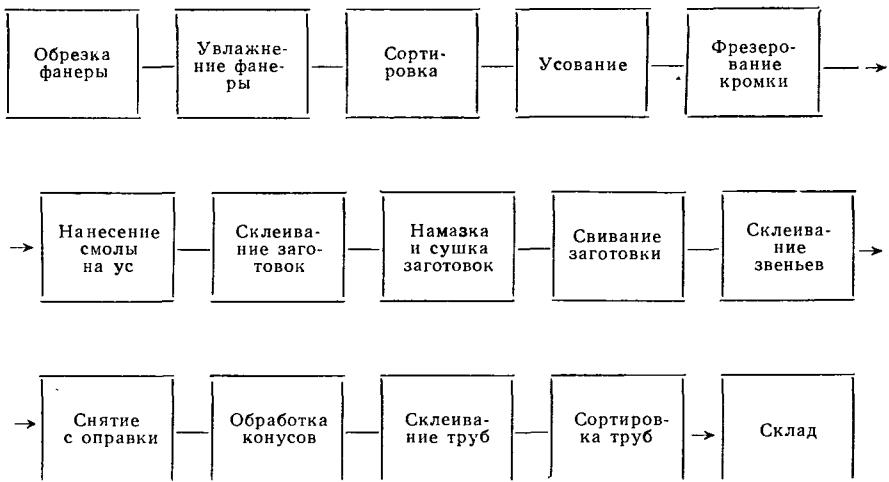


Рис. 104. Комплектование и обработка заготовок:

*а* — схема комплектования заготовок; *б* — усованная кромка листа; *в* — фрезерованная кромка листа

Двухслойную березовую фанеру, изготавливают на обычных kleильных прессах с применением фенолформальдегидных смол. После охлаждения необрезную фанеру обрезают на форматном станке согласно заданному размеру. После обрезки фанеру увлажняют до 12—19%, пропуская через увлажнятельные вальцы. Увлажнятельные вальцы состоят из двух расположенных друг над другом легких барабанов, поверхность которых обтянута фетром или сукном. Нижний барабан частично погружен в ванну с водой. Увлажненную фанеру для выравнивания влажности кладывают в стопу и выдерживают в течение 6—8 ч. Увлажнение необходимо проводить для придания фанере пластичности, чтобы не вызвать ее разрушения при навивке в трубную заготовку.

После вылеживания в стопах фанеру сортируют по ширине, сорту и комплектуют заготовку (рис. 104, *а*). Количество листов

фанеры, идущих на одну трубную заготовку, рассчитывают по формуле

$$L = 3,14n(D + mS) + m + l \text{ мм},$$

где  $L$  — длина заготовки,  $\text{мм}$ ;

$n$  — число витков заготовки в стенке трубы;

$D$  — внутренний диаметр звена (диаметр оправки),  $\text{мм}$ ;

$m$  — припуск на фалец,  $10 \text{ мм}$ ;

$S$  — толщина фанеры;

$l$  — величина нахлестки,  $\text{мм}$ .

Здесь же выполняют прирезку фанеры, исходя из рассчитанной длины заготовки  $L$ . Листы фанеры усуют на усовочном станке (рис. 104, б).

У кромки первого листа на фрезерном станке делают фалец. Он необходим, чтобы можно было начать навивание заготовки на навивочном станке, вставляя фалец в соответствующий паз металлической оправки (рис. 104, а). Если заготовку выклеивают из неравнослоиной фанеры, паз фрезеруют со стороны толстого листа шпона. В любом случае паз должен находиться в верхнем слое заготовки, так как при навивке этот слой станет внутренним диаметром трубной заготовки. В таком случае произойдет сжатие внутреннего слоя заготовки, что уплотнит древесину шпона и повысит эксплуатационные качества трубной заготовки. Наружные слои заготовки будут растянуты, однако их разрушения не произойдет, так как древесина хорошо переносит растягивающие усилия вдоль волокон. Усованные кромки заготовок намазывают вручную фенолформальдегидной смолой С-1 и склеивают в узкоплитном прессе. Температура плит пресса достигает  $150\text{--}180^\circ\text{C}$ , давление подается  $13\text{--}15 \text{ кгс}/\text{см}^2$ , и склеивание усованных кромок происходит за 45 сек.

Поскольку трубы изготавливают методом навивания, необходимо для склеивания труб на одну сторону заготовки нанести фенолформальдегидную смолу и подсушить ее. На заготовку смолу наносят со стороны толстого шпона по всей ширине, исключая начало листа, на длину окружности трубы с припуском  $\pm 8 \text{ мм}$ . Это делают во избежание приклеивания заготовки к оправке. Расход смолы С-1 составляет  $130\text{--}140 \text{ г}/\text{м}^2$  намазанной поверхности.

Заготовки намазывают и подсушивают на агрегате ФТКЛ, состоящем из вальцов для одностороннего нанесения смолы, сушильной камеры с зоной охлаждения и устройством для свертывания рулона. Заготовка, пройдя вальцы, попадает на цепи сушилки, в которой подсушивается смола, затем заготовку охлаждают и свертывают в рулон. Длина сушильной камеры  $7,25 \text{ м}$ , а зоны охлаждения  $1,7 \text{ м}$ . Намазанная заготовка сушится при температуре  $+105^\circ\text{C}$ . Смола переходит в твердое состояние с начальной стадией отверждения смолы.

Производительность  $P$  агрегата определяют формулой

$$P = v_{\text{п}} T k_d k_m \text{ м},$$

где  $v_n$  — скорость движения цепей сушилки, м/мин;

$T$  — время работы агрегата, мин;

$k_m$  — коэффициент машинного времени 0,9;

$k_d$  — коэффициент использования рабочего времени 0,95;

Навивание заготовки, т. е. формование ее в трубу, выполняется на трубочном станке ФТ. Обжим, обогрев и натяжение заготовки на оправке происходят под действием трех горячих вальцов, расположенных под углом  $120^\circ$  друг к другу. Вальцы обогреваются электротоком до температуры  $220\text{--}240^\circ\text{C}$ . Прижимаются заготовки к оправке вальцами с помощью пневмоприжимов с давлением воздуха  $4 \text{ кгс}/\text{см}^2$ . Скорость навивания заготовок на оправку составляет  $0,5\text{--}6,0 \text{ м}/\text{мин}$ . Каждый станок снабжен комплектом

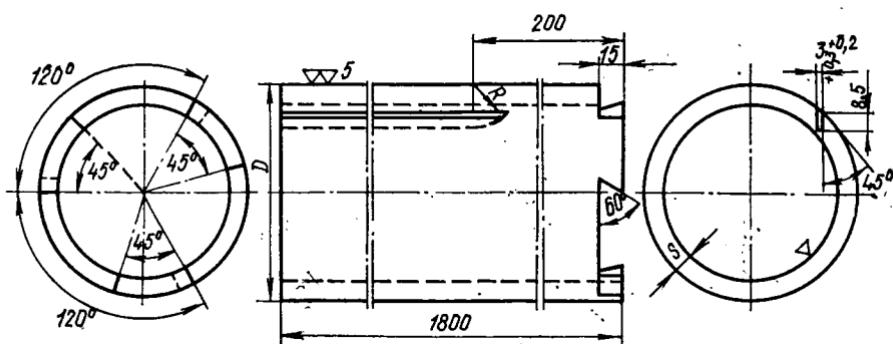


Рис. 105. Металлическая оправка

металлических оправок соответствующих диаметров. Оправка (рис. 105) представляет собой металлический трубчатый цилиндр, в стенке которого параллельно его оси сделан узкий несквозной паз (шилиц) для закрепления фальца фанерной заготовки. На левом конце оправки под шлицем заподлицо с наружной поверхностью оправки закреплен нож, который срезает фалец с внутренней поверхности звена при снятии его с оправки.

На трубчатом станке происходит частичное отверждение смолы, поэтому по окончании навивки конец нахлестки останавливается против верхнего вальца и держится под ним в течение 1,5 мин. Эта операция необходима, чтобы заготовка не развернулась в лист.

Производительность  $A$  трубочного станка определяют расчетной формулой

$$A = \frac{T k_d}{T_{3B}} \text{ шт.},$$

где  $T_{3B}$  — время, затраченное на изготовление одной заготовки, мин;

$$T_{3B} = \frac{n + 1}{N} + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \text{ мин},$$

где  $n$  — число витков фанеры в стенке навитой заготовки;  
 $N$  — число оборотов оправки в минуту;  
 $t_1$  — время загрузки оправки в станок, мин;  
 $t_2$  — время вставки фальца и опускание верхнего вальца (0,25 мин);  
 $t_3$  — время приклеивания нахлестки (1,5 мин);  
 $t_4$  — время подъема верхнего вальца и выгрузка звена на оправке из станка (0,25 мин).

Окончательный процесс склеивания заготовки в звено трубы происходит в автоклаве, где заготовка, навитая на оправку, находится 20—25 мин при давлении пара 4 кгс/см<sup>2</sup>.

Производительность  $\Pi$  автоклава рассчитывается по формуле

$$\Pi = \frac{T k_d}{T_{\text{реж}} + t_1 + t_2} \cdot n \text{ шт. звеньев,}$$

где  $T_{\text{реж}}$  — время выдержки звеньев в автоклаве по режиму, мин;  
 $t_1$  — время загрузки звеньев в автоклаве, мин;  
 $t_2$  — время выгрузки звеньев из автоклава, мин;  
 $n$  — число звеньев, загруженных в автоклав одновременно.

После выдержки в автоклаве звено фанерной трубы охлаждают в помещении цеха до температуры около 70° С, после чего оно поступает на съемочный станок ФТС.

Принцип работы съемочного станка заключается в том, что из неподвижного звена вытягивается металлическая оправка. Нож, имеющийся на оправке, одновременно снимает фалец с внутреннего диаметра трубы. Производительность  $\Pi$  съемочного станка определяется по формуле

$$\Pi = \frac{v_p T k_d k_m}{2L} \text{ шт. звеньев,}$$

где  $L$  — длина звена, м;

$v_p$  — скорость передвижения траверсы станка, м/мин.

После съема с оправки звено поступает на двухсуппортерный токарный станок ФТК для заточки концов в отношении 1 : 6; 1 : 30. Конус обрабатывают за два прохода — черновой и чистовой. Звенья склеивают в длинные трубы (5—7 м) винтовыми стяжками. На внутренний шов каждого звена трубы наносят фенолформальдегидный клей холодного отверждения ВИАМ Б-3 или КБ-3 на ширину 40 мм. Расход клея составляет 250—280 г/м<sup>2</sup>. Гайки винтовых стяжек затягивают с усилием 4—6; 8—12; 15—20 кгс при диаметре труб соответственно 50, 100—150 и 200—300 мм. Для ускорения отверждения клея ВИАМ Б-3 или КБ-3 применяют камеру склеивания ТЗС, где поддерживают температуру воздуха в пределах 60—65° С. Время выдержки трубы в камере составляет 1,5 ч.

После выдержки трубы сортируют по сортам, диаметрам и направляют для испытаний на стенде с давлением, превышающим допустимое в 1,5 раза.

Муфты, служащие для соединения труб, изготавливают из звеньев труб путем распиловки их на круглопильном станке. Конусы зачищают на обычном токарном станке.

Фанерные трубы при транспортировке в них воды частично набухают, происходит диффузионная водопроницаемость их стенок. Определенное воздействие может оказывать агрессивная среда.

Для сокращения водопроницаемости, защиты фанерных труб от агрессивных сред, а также защиты трубопроводов от атмосферных осадков применяют различные защитные покрытия. Химически стойкий лак этиноль экономически выгоден для защитного покрытия внутренней поверхности труб. Наиболее стойкие защитные покрытия против агрессивных кислых сред — фенолоспирты, являющиеся продуктами начальной стадии поликонденсации фенола с формальдегидом.

Для защитных покрытий наружной поверхности труб применяют битумы, каменоугольный лак, креозот, соляровое масло. Биостойким покрытием служит клей ВИАМ Б-3.

Одна из разновидностей фанерной продукции — изготовление бочек из фанеры. Фанерные бочки бывают двух видов: бочки, собираемые из клепок, склеенных из листов шпона, и бочки, остав которых состоит из одного цельного листа kleenой фанеры.

Фанерные бочки, собираемые из отдельных kleеных клепок, по конструкции очень схожи с обычными бочками из дубовых цельных клепок. Днища здесь также вставляются в уторы (фаски), а весь остав стягивается металлическими обручами. При склеивании фенолформальдегидным kleem эти бочки можно использовать как заливные для хранения жидкостей и продуктов в рассолах.

Бочки первого вида наиболее широко распространены в производстве. Изготавливают такие бочки емкостью 10, 25, 50, 100 и 150 л. Бочки второго вида имеют цилиндрическую форму и называются фанерными барабанами. Они предназначаются для хранения и перевозки сухих, в основном химических, продуктов.

Для лицевых слоев фанеры для бочек используют березу, липу и осину, для средних слоев — большей частью шпон из сосны или тех же лиственных пород.

Технология изготовления фанерных бочек состоит из ряда технологических операций.

Нарезанный по размерам сухой шпон пропускают через kleевые вальцы и подают в горячий kleевой пресс. Пресс имеет сферические пресс-формы, обогреваемые паром до температуры 120—140° С. При склеивании одновременно происходит выдавливание сверху и снизу kleеных клепок фасок (уторов). При склеивании доньев применяют плиты особой формы (штампы).

На рис. 106 показаны размеры штампованных бочек. Гидравлическое давление пресс развивает до 29 кгс/см<sup>2</sup>. Время склеивания, а также загрузка и выгрузка пресса при склеивании клепчин и доньев составляет 9 мин.

После охлаждения клепчины и донья фугуют на специальном станке двумя круглыми пилами с косой заточкой грани зубьев,

установленных под углом 122°, хотя одна клепчина, составляя треть окружности бочки, должна была бы иметь угол 120°. Угол на 2° повышают для придания большей плотности краям клепчины при сборке бочки.

Фанерная штампованные бочки состоят из пяти деталей: трех клепчин и двух доньев. Сборка такой бочки составляет 5—7 мин. Операции сборки бочек выполняют в следующем порядке: собирают три клепчины, затем надевают нижний уторный обруч, на-

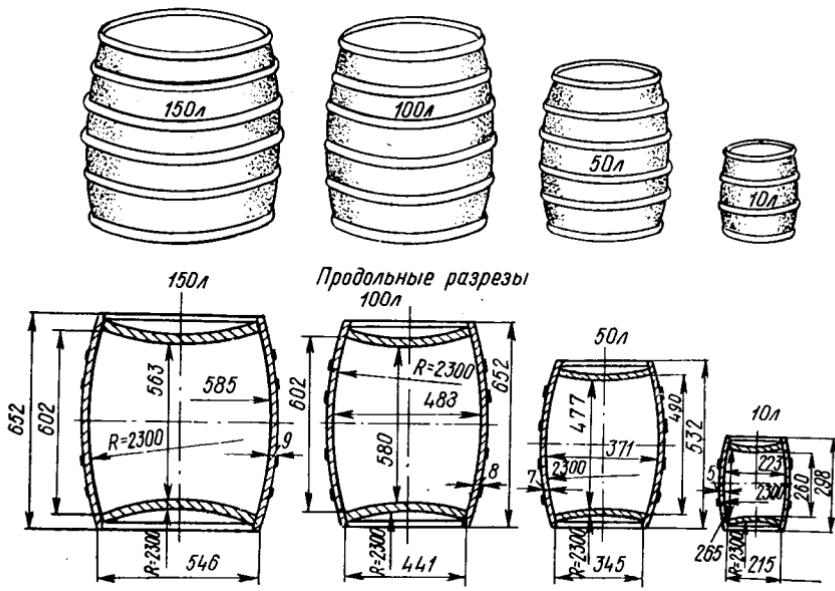


Рис. 106. Штампованиe бочки из фанеры

бивая его неплотно; бочку переворачивают и вставляют донышко, постукивая по нему молотком, пока оно не войдет в утор. Далее приступают к осадке первого обруча, надевают средний, пуковой, обруч и далее шейный (верхний). Второе дно вставляют в уже затаренную бочку. Металлические обручи перед сборкой бочек должны быть развалцованны.

Донья имеют вогнутую форму, которая обеспечивает повышенную плотность стенки днища со стенками клепчин: стремясь выпрямиться под давлением груза, заполняющего бочку, донья распирают остов, охваченный стальным обручем, и края их плотнее прилегают к клепчинам.

Перед затариванием жидкых и полужидких продуктов бочку покрывают эмалью. Эмалируют бочки для того, чтобы обеспечить непроницаемость древесины жидкостями. Различные типы бочковой тары эмалируют различными составами в зависимости от

свойств затариваемой продукции и ее назначения, но во всех случаях эмалирующие составы не должны растворяться или вступать в химическое соединение с продукцией, для хранения которой предназначена бочковая тара. Например, бочковую тару под рыбу эмалируют парафино-канифольной смесью с составом по весу: светлого парафина 66 %, канифоли 34 %. Для приготовления эмали парафин расплавляют в котле, добавляют в него канифоль, размешивают смесь и нагревают ее до 120—130° С.

Фанерные бочки, изготовленные из kleenой клепки, имеют значительные преимущества перед обычными по прочности и весу. Дубовая бочка емкостью 150 л весит около 24 кг, в то время как фанерная такой же емкости — 16 кг.

Простота конструкции штампованных бочек, а также менее жесткие требования к качеству сырья делают их перспективными для использования в народном хозяйстве.

#### § 41. ПРОИЗВОДСТВО СПЕЦИАЛЬНЫХ ВИДОВ ФАНЕРЫ

**Теплая фанера.** Тёплая фанера состоит из двух листов фанеры и из среднего (изолирующего) слоя высушенных плиток торфа. Такая фанера обладает хорошими термоизоляционными свойствами, малой звукопроводностью, отличается легкостью и прочностью. Производство такой фанеры состоит из двух операций: изготовления изоляционного слоя и склеивания этого слоя с фанерой в kleильных прессах.

**Кровельная (толевая) фанера.** Толевой фанерой называется фанера, обклеенная изоляционным слоем из толевого картона, пропитанного смолистыми веществами.

**Электрофанера.** Электрофанерой называется фанера, между слоями которой запрессовываются при удельном давлении 20—25 кгс/см<sup>2</sup> электрические сопротивления (проволока), являющиеся нагревательными элементами. Электрофанера применяется для устройства инкубаторов, для изготовления нагревательных подносов, для выращивания цветов и семян и при устройстве оранжерей — для обогрева потолка.

**Огнестойкая фанера.** Огнестойкой называется фанера, которая не распространяет пламени по поверхности при местном воздействии высокотемпературного источника зажигания (800—1000° С), самостоятельно не горит и не тлеет после его удаления, а наблюдающееся при этом обугливание фанеры носит местный характер.

К огнестойкой следует отнести также фанеру, покрытую асбестом. Оклейку фанеры асбестом выполняют в горячих прессах обычным kleем сухим способом.

Обработку древесины фанеры для придания ей огнестойких свойств выполняют несколькими способами, сущность которых сводится к заполнению сосудов ее растворами солей аммония и буры. В этом случае удовлетворительно пропитываются только наружные слои, поэтому интерес представляет получение фанеры из шпона, пропитанного растворами антиприренов.

Чураки пропитывают на установке, которая состоит из пропиточной ванны, оборудованной паровым обогревом для чураков, и бака с паровым подогревом для раствора. Перед пропиткой березовые чураки диаметром до 26 см и длиной 1,6 м прогревают в ванне в течение 16 ч. Затем в ванну подают из бака водный раствор антипиренов, нагретый до 95°С.

Раствор антипиренов представляет собой смесь растворов сульфата аммония и диаммония фосфата в одинаковых пропорциях. Концентрация раствора 20%, плотность 1,11. Температура пропиточного раствора антипиренов 95°С выдерживается в ванне 2 ч. После этого раствор охлаждается до температуры окружающей среды в течение 4—6 ч, и процесс пропитки заканчивается.

**Армированная фанера.** Армированной называется фанера различных пород, оклеенная с одной или двух сторон листами металла. К этому виду относится также фанера с вклеенной между слоями металлической проволочной сеткой.

Для облицовки применяют различные металлы: сталь, алюминий, цинк, латунь, медь и др.

Изготавляемая армированная фанера обычно имеет размер 2000×1000 мм при толщине от 3 до 20 мм. Толщина металлического листа не превышает 0,4—0,6 мм. В зависимости от назначения фанера делается плоской, изогнутой и рифленой формы, а поверхность — гладкой, шероховатой, полированной или орнаментированной, одноцветной или красочной.

Отличительными свойствами и практическими преимуществами армированной фанеры по сравнению с обычной являются прочность склеивания и высокая водоупорность, малая теплопроводность, устойчивость против ударной нагрузки, легкость, высокая сопротивляемость атмосферным воздействиям и огню.

Фанеру этого вида применяют в самых разнообразных отраслях промышленности. Процесс производства ее заключается в обработке и подготовке поверхности металлических листов для склеивания их с древесиной и склеивании металла и фанеры в прессе.

Технологическая сущность обработки и подготовки материалов состоит в придании металлу губчато-пористой поверхности и ее обезжиривании. Благодаря этому нанесенный на фанеру клей, соприкасаясь с металлом в прессе, может проникнуть в поры, искусственно созданные на поверхности металлического листа.

Подготовка металла ведется двумя способами — химическим и механическим.

**Химический способ** основан на воздействии различных кислот на поверхность металла (травление). Кровельное железо, черная жесть и нержавеющая сталь обрабатываются горячей серной кислотой.

**Механический способ** подготовки металла для склеивания состоит из обдувки с одной стороны песком из пескоструйных аппаратов под давлением 4—5 ати. Листы металла, прошедшие обработку пескоструйным аппаратом, обдувают чистым воздухом

для удаления приставших зерен песка и правят в специальных вальцах.

Обработка песком пригодна для любого металла и по сравнению с химическим способом отличается простотой, дешевизной, безвредностью и безопасностью.

Металл с фанерой склеивают двумя способами: холодным и горячим. При склеивании металла с фанерой специальными, казеиновыми, фенолформальдегидными или карбамидными kleями применяют как горячий, так и холодный способ склеивания.

После склеивания листы армированной фанеры обрезают, покрывают лаками для предохранения от коррозии, подсушивают, сортируют и упаковывают. Армированная фанера хорошо режется ножницами, ленточными пилами, гнется, фрезеруется и штампуется. Кроме того, ее можно соединять различными способами: склеиванием, пайкой, сваркой и клепкой, на гвоздях, на шурупах и заклепках, на клее под углом, впритык, с накладкой. Армированная фанера может гнуться.

**Металлизированная фанера.** Металлизированной называется фанера, опыленная порошковидным или расплавленным металлом (медь, свинец, алюминий и др.). Металл наносится на поверхность пульверизатором, работающим сжатым воздухом под давлением 6—7 ати. При металлизации на поверхности шпона или фанеры получается прочное сплошное красивое металлическое покрытие. Металлизированную фанеру применяют в радиопромышленности, частично в производстве мебели, холодильников и в других отраслях.

**Биостойкая** фанера способна противостоять воздействию дереворазрушающих грибов.

Для пропитки фанеры используют препарат ХМ-5, который приготавливают на месте производства работ в виде раствора. Растворимость в воде при 20°С 15%. Применяют его в виде 7—10%-ных водных растворов. Из древесины он практически не вымывается. Пропитанная фанера приобретает зеленоватую окраску.

Применяют также препараты пентахлорфенола, который также приготавливают на месте производства работ в виде раствора в органических растворителях. Применяют 3—6%-ные растворы.

Участок для консервирования, на котором размещаются оборудование для приготовления раствора, ванна для пропитки фанеры и фанерных заготовок и подъемно-транспортные средства, должен быть расположен в помещении с приточно-вытяжной вентиляцией, в летнее время на открытом воздухе. Вблизи от пропиточной ванны должна находиться площадка для размещения материалов, подготовленных к консервированию, и площадка для выдержки (стекания растворов) после консервирования.

Для приготовления раствора ХМ-5 в бак вливают отмеренное количество воды, к которой при перемешивании добавляют хромовый ангидрид и натриевый хромпик. После их растворения в бак высыпают медный купорос. Перемешивание прекращают после растворения солей.

На 1000 л 10%-ного раствора берется 900 л водопроводной воды, 50 кг медного купороса, 48,3 кг натриевого хромпика, 1,7 кг хромового ангидрида.

В случае замены хромового ангидрида концентрированной уксусной кислотой последнюю добавляют к воде в количестве 0,5 кг на 1000 л раствора и затем в указанной последовательности растворяют равные количества (50 кг) натриевого хромпика и медного купороса. Кислотность рабочего раствора должна быть не более 4,2.

Для приготовления препаратов ПЛК-ЗС и ПЛК-ЗЛ в бак заливают зеленое масло, в котором при подогреве до 50—60° С и постоянном перемешивании растворяют ПХФ. В остывший до 20—30° С раствор вводят уайт-спирит или лигроин приборный в зависимости от марки препаратов.

При приготовлении препаратов ПМСВ-НР, ПМСВ-ДЗ и ПМСВ-ДЛ пентахлорфенол растворяют непосредственно в растворителе, подогретом до 60° С.

Пропитывают фанеру и фанерные заготовки в ваннах методом вымачивания. Вся механическая обработка фанерных заготовок (прирезка, торцовка и т. д.) выполняется до пропитки.

Время вымачивания для получения заданных параметров биозащиты следующая: для ХМ-5 4—5 ч; для группы ПЛК 10—15 мин; для группы ПМСВ 20—30 мин.

Температура растворов при пропитке должна быть 15—25° С. Уровень раствора над погруженным в него материалом должен быть не менее 10—15 см.

Выгружаемую из ванны фанеру выдерживают над ванной в течение 30 сек, а затем устанавливают на площадку для стекания раствора. Качество пропитки оценивают на контрольных образцах по поглощению раствора и по глубине проникновения антисептика в наружные слои фанеры. Контролю подлежит также длительность выдержки фанеры и фанерных заготовок в растворе.

После консервирования препаратом ХМ-5 фанера и фанерные заготовки подвергают камерной или атмосферной сушке для снижения влажности до 18%. Фанера и фанерные заготовки, подлежащие сушке, устанавливают в вертикальном положении в специальные секции для сушки. Криволинейные фанерные заготовки сушат в зажатом состоянии в специальных струбцинах. Сушка обеспечивает равномерную конечную влажность фанеры и фанерных заготовок и сохраняет их физико-механические свойства.

Высушеннную фанеру и фанерные заготовки направляют в производство сразу после их полного охлаждения до температуры окружающей среды. Если фанеру и фанерные заготовки необходимо некоторое время хранить на складе, следует принять меры к тому, чтобы они не увлажнялись.

Консервированная фанера и консервированные фанерные заготовки должны храниться в закрытых складах. Консервированная фанера и плоские консервированные фанерные заготовки

укладывают на подстопные места в стопы. Криволинейные консервированные фанерные заготовки устанавливают на ребро на специально подготовленное место.

При консервировании фанеры и фанерных заготовок на каждой технологической операции должны соблюдаться правила техники безопасности и производственной санитарии.

**Микрофанера.** Микрофанеру, или древесную фольгу (пленку), применяют для отделки стен и потолков, а также в качестве переплетного материала для книг, альбомов и т. д. На микрофанере возможны печатание и тиснение (выпуклое и глубокое). Микрофанеру применяют также для рекламы, оформления театральных и кинематографических декораций, для фанерования любых изделий, а также в виде бумажных обоев. Применение микрофанеры дает значительную экономию древесины. Для микрофанеры пригодны такие породы, как береза, ольха, ива, клен и т. д. В специальной машине микрошпон толщиной 0,08 мм и шириной 80 см наклеивают на бумагу, чтобы придать ему необходимую прочность.

**Гнутоклееные детали из шпона.** Применение в мебельном производстве гнутоклеенных деталей позволяет значительно снизить расход древесины, сократить целый ряд трудоемких операций и снизить себестоимость изделий.

Для гнутоклеенных деталей используют шпон толщиной 1,5—2,2 мм сорта АВ для двух наружных слоев и сорта ВВ для внутренних слоев. Склеивают детали карбамидными смолами.

Гнутоклеевые передние и задние ножки стула изготавливают из березового или других пород шпона толщиной 1,15 1,5 и 2,2 мм влажностью 8—10% методом прессования, при необходимости с одновременным фанерованием плит и ножек ценных породами древесины.

Набирают пакеты по специально разработанным схемам. Ширина листов шпона для наружных слоев ограничивается шириной плит пресса; внутренние слои можно набирать из кусков. Набирают пакеты через лист: один с kleem, другой без kleя. Расход kleя от 160 до 200 г/см<sup>2</sup> в зависимости от марки kleя.

Ножки прессуют в гидравлических горячих прессах. Если применяют обычные прессы, прессование ведется в специальных пресс-формах. Специальные прессы имеют фасонные плиты — пресс-формы, что увеличивает производительность прессов на 15—20%.

Режим склеивания: давление 13—15 кгс/см<sup>2</sup>; температура плит пресса 120—125°С; время одного цикла составляет около 50 мин, в том числе время прессования 30 мин, время снятия давления 15 мин, загрузки и выгрузки 5 мин. Выдержка плит после прессования в стопах достигает 3,5—4 ч. Дальнейшую обработку профильных плит выполняют на мебельных предприятиях, где плиты раскраивают на заготовки.

Для увеличения прочности царг и ликвидации выхода торцов шпона на поверхность царг применяют способ навивки царг из шпона с параллельным расположением волокон древесины.

Трапециевидные царги с замкнутым контуром могут быть изготовлены при помощи жесткой пресс-формы и гибкого ленточного прижима или в специальном прессе на жесткой пресс-форме с обжимом пакета с четырех сторон и обогревом заготовки токами высокой частоты.

Трапециевидные царги изготавливают из шпона шириной 300—800 мм. Шпон либо усуют, либо при сборке укладывают ступенями; при этом разница в длине между его верхним и нижним листами доходит до 100 мм. Клей наносится на шпон на kleenаносящих станках.

Трапециевидные царги с разомкнутым контуром изготавливают из шпона на специальных станках. Перед наборкой пакетов шпон не усуют. Намазка его двусторонняя с расходом смолы 200—220 г/м<sup>2</sup> клеевой поверхности.

Прессование может быть выполнено в гидравлических горячих прессах или в холодных прессах с местным электроподогревом обжимной ленты или выдержкой в камерах при температуре 80—90° С. При склеивании заготовок стульев в специальных ваймах применяют высокочастотный подогрев. В этом случае прессование ведут в гидравлических прессах без плит, вместо которых устанавливают пуансон и матрицу с отведенными от них клеммами к генератору высокой частоты. Время прессования детали из 10 слоев шпона толщиной 1,5 мм составляет 6—8 мин.

**Фанерные плиты.** В настоящее время широко распространены плиты березовые фанерные, состоящие из лущеного шпона, склеенного между собой фенольформальдегидными или мочевино-формальдегидными смолами. Иногда одну или две стороны таких плит облицовывают строганой фанерой.

В зависимости от взаимного расположения волокон древесины в смежных слоях (конструкции плиты) и физико-механических свойств плиты изготавливаются следующих марок:

ПФ-А — волокна древесины шпона в смежных слоях имеют взаимно перпендикулярное (перекрестное) направление; плиты могут быть изготовлены облицованными с одной или с двух сторон строганным шпоном или необлицованными;

ПФ-Б — каждые пять слоев шпона с параллельным направлением волокон перемежаются с одним слоем, имеющим перпендикулярное направление волокон; в крайних слоях каждые пять слоев с параллельным направлением волокон чередуются с одним слоем, имеющим перпендикулярное направление;

ПФ-В — все слои шпона имеют параллельное направление волокон, за исключением центрального, имеющего перпендикулярное направление волокон.

Влажность плит не должна превышать 12%.

Симметрично расположенные слои шпона (по толщине плиты по отношению к нейтральной оси) должны быть одинаковой толщины.

Для внутренних слоев плит обычно применяют шпон березовый и сосновый или в равном соотношении сосновый с березовым

толщиной 1,1—2,2 мм. Наружные слои плит облицовываются лущеным березовым шпоном толщиной 1,1—2,2 мм или строганным шпоном.

Шпон сушат до влажности 6—12%. Норма расхода жидкой смолы С-35 для шпона толщиной 1,15 мм устанавливается в пределах 85—105 г/см<sup>2</sup>; 1,50 мм — 110—120 г/м<sup>2</sup> и 2,2 мм — 125—135 г/м<sup>2</sup> намазанной поверхности. Шпон с нанесенным kleem подсушивают в сушилках НИИФ-СТ-4 при температуре 75—80° С.

Количество  $n$  листов шпона для заданной толщины фанеры определяют по формуле

$$n = \frac{100S}{(100 - y)s} \text{ шт.},$$

где  $S$  — толщина плиты, мм;

$s$  — толщина шпона, мм;

$y$  — упрессовка, %.

Полученное по расчету дробное количество слоев округляют до целого большого числа и проверяют величину упрессовки по формуле

$$y = \frac{100(ns - S)}{ns} \text{ %.}$$

Величина упрессовки должна находиться в следующих пределах: при склеивании карбамидными смолами 10—12%, при склеивании фенольными смолами для плит марки ПФ-А и ПФ-В не менее 9%, для ПФ-Б не менее 14%.

При работе с карбамидными смолами время сборки пакетов должно быть не более 50—60 мин. Если станок, на котором наносится клей, удален от места сборки пакетов, шпон укладывается в плотную стопу и периодически доставляется к месту сборки. Время выдержки в стопе, которое не должно превышать 15—20 мин, входит в общее время сборки.

При сборке пакетов, длина которых больше длины листов шпона, схема сборки устанавливается заводской лабораторией.

Склеивают плиты в гидравлических прессах. Пресс должен быть оснащен необходимыми контрольно-измерительными приборами (термометрами, часами, микрометрами и т. д.). Над прессом должна быть оборудована вытяжная вентиляция. Собранные пакеты по одному загружаются в загрузочную этажерку, а затем одновременно в пресс.

Плиты фанерные можно прессовать без охлаждения и с охлаждением в прессе. Плиты толщиной 20 мм и более рекомендуется прессовать с охлаждением в прессе, причем для плит толщиной 20—25 мм можно применять только воздушное охлаждение.

При ручной загрузке неохлажденного пресса время загрузки и дачи давления не должно превышать 1,5 мин. При необходимости увеличить это время до 3—4 мин пакеты собираются и прессуются в фанерных прокладках. Режимы прессования фанерных плит толщиной менее 20 мм представлены в табл. 41.

Таблица 41

## Режимы прессования фанерных плит толщиной менее 20 мм

Толщина прессуемого пакета, мм	Фенольная смола		Карбамидная смола	
	температура, °С	время прессования, мин	температура, °С	время прессования, мин
10	135—140	8,8	105—110	6,5
12	135—140	10,8	105—110	7,5
14	125—140	12,8	105—110	9,0
16	135—140	15,0	105—110	10,0
18	135—140	17,0	105—110	11,0
20	135—140	19,0	105—110	13,0
22	135—140	21,0	105—110	14,5
24	135—140	23,5	105—110	16,0
26	135—140	26,0	105—110	17,5
28	135—140	28,0	105—110	19,0
30	135—140	30,0	105—110	21,0
32	135—140	33,0	105—110	22,5

Приимечание. При применении фанерных прокладок время прессования определяется для пакета толщиной, равной сумме толщин шпона и прокладок.

При прессовании фанерных плит с охлаждением их загружают в пресс при температуре плит не более 50—60° С. После смыкания плит пресса и установления удельного давления начинается нагрев плит пресса. Отсчет времени прессования ведется с момента достижения температуры 140—145° С при работе с фенольными смолями и 135—140° С — при применении карбамидных kleев.

Рекомендуемое время выдержки пакетов при указанной температуре приводится в табл. 42.

Таблица 42

## Время выдержки пакетов в зависимости от их толщины

Толщина прессуемого пакета, мм	Время выдержки пакетов, мин		Толщина прессуемого пакета, мм	Время выдержки пакетов, мин	
	склеенных фенольной смолью	склеенных карбамидной смолой		склеенных фенольной смолью	склеенных карбамидной смолой
22	18,0	12,0	40	45,0	22,5
24	20,0	13,2	42	49,0	23,5
26	22,0	14,5	44	54,0	24,8
28	25,0	15,5	46	58,0	26,0
30	27,0	16,8	48	64,0	27,0
32	31,0	18,0	50	69,0	28,2
34	34,0	19,0	52	75,0	29,5
36	37,0	20,2	54	80,0	31,0
38	41,0	21,5			

За 5—10 мин до окончания времени выдержки пар перекрывают; по истечении этого времени при работе с водным охлаждением во все плиты пресса одновременно подают холодную воду.

При воздушном охлаждении время выдержки удлиняется на 3—7 мин. Охлаждение водой производится до температуры 50—60° С и ниже.

Для получения заданной упрессовки фанерных плит и контроля за снижением давления устанавливают указатель и шкалу с движками (рис. 107).

Указатель *a* жестко соединяют со столом пресса. На колонне или раме пресса закрепляют металлическую миллиметровую линейку так, чтобы нулевое деление линейки совпадало с положением стрелки указателя при смыкании плит без пакетов. Остальные деления шкалы линейки располагаются вниз от нулевого деления.

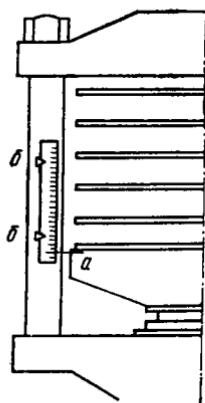


Рис. 107. Схема установки указателя и шкалы с движками на kleильном прессе

По шкале линейки должны свободно перемещаться два движка *b*. Движки должны иметь стопорный винт для надежного закрепления их на любом делении шкалы.

Перед прессованием для контроля за начальной толщиной всех пакетов нижний движок должен быть установлен на делении, соответствующем сумме толщин всех прессуемых листов шпона плюс сумма толщин прокладок. Верхний движок устанавливают на делении, соответствующем сумме толщин спрессованных плит по номиналу плюс сумма толщин прокладок. Положение стрелки указателя напротив этого деления в конце прессования должно обеспечить необходимую толщину плит.

Одновременно должно быть определено положение на шкале точки, при достижении которой должно начаться уменьшение давления при прессовании.

Расстояние  $h_0$  от нулевого деления линейки до точки начала снижения давления определяют по формуле

$$h_0 = N \left( S + \frac{\Delta}{2} \right) \text{мм},$$

где  $N$  — число прессуемых плит;

$S$  — толщина фанерной плиты по номиналу, мм;

$\Delta$  — величина плюсового допуска по толщине плиты, мм;

После окончания загрузки пресса фанерную плиту прессуют в следующем порядке: плиты пресса смыкают и дают давление 18—23 кгс/см<sup>2</sup>; при подъеме давления в тот момент, когда оно достигает 10 кгс/см<sup>2</sup>, контролируют положение стрелки указателя, совпадение ее с делением, где закреплен нижний движок. Если стрелка указателя не совпадает с положением движка, это сигнализирует о нарушении в наборах пакетов, попадании в пакеты листов шпона другой толщины, просчете в количестве листов шпона в отдельных пакетах и др.

После достижения стрелкой указателя точки, при которой должно начаться уменьшение давления, доступ воды или масла в цилиндры пресса прекращают. Давление после этого постепенно падает, указатель же продолжает подниматься и доходит до деления, на котором закреплен верхний движок. Если вследствие течи в вентилях или манжетах будет наблюдаться быстрое падение давления, оператор должен, приоткрывая вентиль, замедлить падение давления и постепенно поднять указатель до движка.

После достижения стрелкой указателя деления, зафиксированного верхним движком, давление должно поддерживаться на уровне  $7-10 \text{ кгс/см}^2$ , а в последние 5—8 мин выдержки пакетов в прессе оно может быть снижено до  $5 \text{ кгс/см}^2$ ; По истечении установленного времени выдержки или охлаждения в прессе давление снижают до нуля, а затем размыкают плиты пресса.

После охлаждения плит в прессе давление снижают в течение 2 мин. В случае работы без охлаждения материала в прессе продолжительность снижения давления увеличивается до 5—10 мин.

Склейенные плиты укладывают в плотные стопы на тщательно выровненные подстопные места, где выдерживают в течение суток.

#### § 42. ПРОИЗВОДСТВО СТОЛЯРНЫХ ПЛИТ

Столярные плиты представляют собой деревянные щиты разных конструкций, склеенные с двух сторон лущеным или строганным шпоном (рис. 108). Основная часть столярной плиты — щит, разновидности конструкции которого явились следствием применения плит для разных назначений.

По конструкции серединки (щита) столярные плиты подразделяются на блочно-шпоновые (рис. 108, 2), блочно-реечные (рис. 108, 3), реечные из склеенных между собой и несклеенных реек (рис. 108, 6).

Плиты выпускают необлицованные и облицованные строганным шпоном с одной или двух сторон. По виду клея, применяемого для приклеивания рубашек к серединке (щиту), плиты подразделяются на склеенные белковыми kleями или синтетическими смолами (мочевино-формальдегидными или фенолформальдегидными).

Плиты изготавливают следующей толщины: 16; 19; 22; 25; 30; 35; 40; 45; 50 мм. Размеры их следующие: длина 3100; 2500; 2050; 1830 мм; ширина 1525; 1220 мм.

Щит изготавливают из сухих реек, лущеного шпона и дробленой брикетированной древесины. Рейки в щите могут быть собраны без клея или склеены белковыми или смоляными kleями. Лущенный шпон в щите склеивают.

При производстве столярных плит необходимо преодолеть формоизменяемость древесины в процессе ее усушки и набухания. Состояние досок, выпиленных из одного бревна, при усушке не-

одинаково. Форма щита, сделанного из таких досок, также подвергается изменениям.

Широкая доска коробится больше, чем узкая, поэтому чем уже и короче рейки, из которых собирают щит, тем меньше коробление плиты. Для уменьшения коробления большое значение имеет и расположение годовых колец каждой рейки. При сборке щита из реек тангенциальной распиловки с расположением годовых колец в одном направлении получится щит гладкий, но коробящийся в том же направлении. При сборке щита с расположением годовых колец попеременно в разных направлениях щит окажется мало подверженным короблению, но имеющим волнобразную поверхность вследствие неодинаковой усушки и упрессовки древесины в тангенциальном и радиальном направлениях.

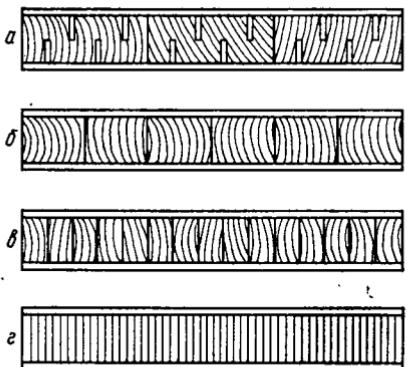


Рис. 108. Конструкции столярных плит:

*a* — реечный щит с пропилами; *b* — реечный щит; *c* — блочно-реечный щит; *d* — блочно-шпоночный щит

для получения изделия, обладающих наименьшей степенью изменяемости формы и наибольшей механической прочностью, их следует изготавливать из материала, имеющего в момент обработки влажность равную минимальной влажности, наблюданной во время службы изделия.

При реечной конструкции щита для ослабления внутренних напряжений, возникающих в щите, иногда делают пропилы на глубину  $\frac{1}{3}$  или  $\frac{1}{2}$  толщины реек поперек или вдоль, располагая их в шахматном порядке с одной и другой стороны щита. Рейки по ширине соединяют разными способами: на гладкую фугу (наиболее распространенный способ), в шпунт и гребень, на рейку и др. По длине щит может быть изготовлен из цельных или коротких реек, или из тех и других.

В зависимости от качества древесины лицевых слоев для неболицованых плит установлено три сорта — А, АВ и В; облицованные плиты изготавливают двух сортов — первого и второго соответственно сортам строганого шпона.

Толщина щита должна быть в пределах 0,6—0,8 общей толщины столярной плиты, чем может быть достигнута ее наиболь-

шая прочность и формоустойчивость. С каждой стороны от центральной оси симметрии должно находиться одинаковое число слоев, причем слои, одинаково удаленные от центральной оси симметрии, должны быть из одной породы, одинаковой толщины и изготовлены одним способом.

Ось симметрии среднего слоя должна совпадать с центральной осью симметрии. Следовательно, число слоев столярной плиты должно быть нечетным.

Вне зависимости от конструкции щита технологический процесс производства столярных плит включает производство лице-

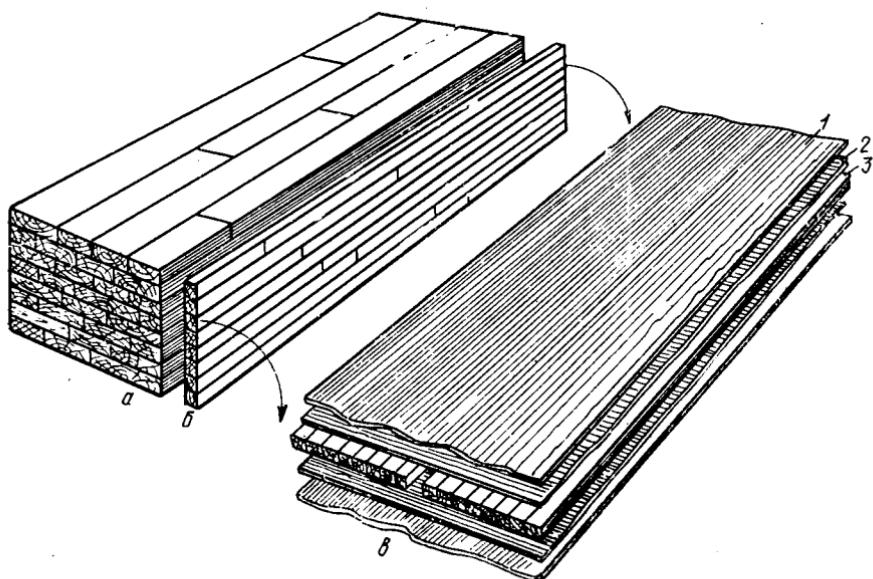


Рис. 109. Схема изготовления плит блочно-реечным способом:

а — склеенный блок; б — отпиленный щит; в — пакет; 1 — лицевой наружный слой шпона; 2 — внутренний слой с нанесенным kleевым слоем; 3 — щит

вых слоев, щитов, склеивание и обработку столярных плит. Производство столярных плит в основном отличается по способу производства щита.

**Блочно-реечный способ.** Для изготовления щита применяют обрезные доски хвойных пород. Доски высушивают до влажности 6—8 %. Учитывается, что при последующей операции нанесения клея влажность досок увеличится приблизительно на 2 %. Из высущенных досок собирают блок высотой до 500—600 мм (рис. 109, а).

Доски собирают в блок так, чтобы у каждой пары смежных досок расположение годовых колец было противоположным. Длина блока при этом способе может достигать 6 м. Каждый второй слой

досок приготовленного блока покрывают с обеих сторон kleem, пропуская доску через специальный kleenanoсящий станок.

Ряды досок укладывают на вагонетку пресса в обратной последовательности так, чтобыстыки и кромки досок плотно прилегали друг к другу. В зависимости от размеров пресса и ширины блока на одной вагонетке можно собирать по нескольку блоков при условии одинаковой их высоты. Блоки на вагонетке укладываются между двумя толстыми досками, соединенными стяжными замками.

Нагруженную вагонетку вкатывают в холодный гидравлический пресс, где прессуют при удельном давлении 9—10  $\text{kgs}/\text{cm}^2$  и закрепляют соединительными болтами, которые располагают по длине блока попарно через 500  $\text{мм}$ . После этого блок выкатывают из пресса и оставляют под давлением до полного скатывания kleя. Это занимает 6—10 ч.

Производительность пресса составляет от 20 до 30 запрессовок в смену в зависимости от длины и числа блоков. После выставления блоки подают для продольной распиловки на щиты (рис. 109, б) для столярной плиты заданной толщины.

Полученные щиты шириной 500—600  $\text{мм}$  подсушивают в сушильных камерах, чтобы удалить влагу, внесенную с kleем. Подсушку ведут при температуре 45—50°С. Щиты укладывают для подсушки в вагонетку на прокладках. Из подсушенных щитов, кратных по размерам ширине столярной плиты, составляют срединки из 2—3 щитов. Готовые щиты строгают с двух сторон и подают к kleевому прессу, где их склеивают с наружными слоями шпона (рис. 109, в).

К недостаткам этого способа относится большой расход пиломатериалов и kleя, что исключает возможность использования реек.

Как разновидность блочно-реечного способа, используют блочно-шпоновый, при котором блок собирают и склеивают также холодным способом, но из лущеного хвойного шпона толщиной 3,6  $\text{мм}$  (см. рис. 108, г).

Преимущество столярных плит из лущеного шпона заключается в том, что по всему поперечному сечению годовые слои расположены почти вертикально. Практически при этом исключаются волнистость и коробление столярных плит. Плиты из лущеного шпона предназначаются для высококачественных столярных изделий.

Технологический процесс состоит из склеивания kleem листов шпона толщиной 3,6  $\text{мм}$  (по 5 листов) при одинаковом направлении волокон в них в плиты толщиной 18  $\text{мм}$ . Склейвать можно в горячих и холодных прессах. При склеивании в горячих прессах давление должно быть 14  $\text{kgs}/\text{cm}^2$ , температура плит от 75 до 90°С, продолжительность прессования 18 мин. При склеивании в холодных прессах давление должно быть 8—10  $\text{kgs}/\text{cm}^2$ , температура в цехе от 15 до 25°С, продолжительность прессования от 4 до 8 ч. Полученные плиты высушивают до влажности 6—8%, после чего распиливают вдоль волокон на полосы шириной до 500  $\text{мм}$ . Из по-

лученных полос склеивают блоки. Далее процесс аналогичен рассмотренному при блочно-реечном способе получения щитов из досок.

**Реечный способ.** Основной материал при этом способе — обрезные доски и рейки. Доски по тем же причинам, что и при блочном способе, высушивают до влажности 6—8%.

Высушенные и рассортированные доски для достижения одинаковой толщины строгают на двустороннем рейсмусном станке и распиливают на многопильном станке на рейки шириной, зависящей от толщины изготавляемых плит.

Полученные от распиловки доски рейки сортируют по качеству древесины, вырезая дефектные места. У отсортированных к сборке реек одну из кромок намазывают kleem. Рейки с kleem подают на механические струбцины (ваймы), где собирают в щиты требуемой ширины (рейки укладывают друг к другу впритык до заданной ширины), после чего щит зажимают сверху и по толщине.

При сборке щита особенное внимание должно быть обращено на то, чтобы в смежных рейках годовые кольца были в противоположных направлениях. Один край щита должен быть выровнен под прямым углом к кромке. Пространство под струбцинами обогревается. Температура поддерживается в пределах 25—35° С. Щит в струбцинах в сжатом состоянии должен находиться не менее 2 ч.

Для использования отходов допускается сборка в струбцинах щитов из отрезков реек, уложенных впритык по длине щита. При этом ряд из отрезков должен чередоваться с целой рейкой.

На одностороннем строгальном станке после склеивания в струбцинах-ваймах и выдержки в течение 24 ч щиты строгают с двух сторон в два приема — сначала одну сторону, потом другую.

Щиты с торцовыми трещинами, выпадающими и выпавшими сучками и другими дефектами, подлежат починке.

Реечный способ имеет ряд существенных недостатков. Прежде всего он трудоемок и дорог, что объясняется множеством операций, большим расходом kleевых материалов и малой производительностью специального оборудования.

Щиты из реек также собирают в специальных сборочно-клейльных станках. Большая часть станков работает по принципу ребросклейывающих станков (рис. 110) с поперечной подачей и применением синтетических kleев.

Работа на сборочно-клейльном станке проходит следующим образом. Рабочий берет несколько реек и ставит их кромкой на движущуюся ленту транспортера для того, чтобы нанести kleй

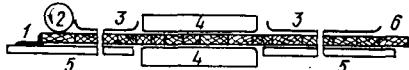


Рис. 110. Схема ребросклейывающего станка для серединок столярных плит (вид сбоку):

1 — толкателъ для подачи реек; 2 — на-  
жимной валик; 3 — на-  
жимные пружины;  
4 — горячие плиты; 5 — стол; 6 — готовый  
щит

на кромку. При проходе под kleевыми вальцами одна из кромок каждой рейки покрывается слоем клея. Далее рейки попадают на цепной транспортер, расположенный вверху над загрузочным столом станка. Рабочий у станка берет проходящие мимо него рейки и укладывает их на загрузочный стол, прижимая один конец рейки к направляющей, положение которой можно регулировать.

Рейки, непрерывно двигаясь между двумя обогреваемыми плитами, плотно прижимаются одна к другой. Под воздействием необходимого давления и температуры плит происходит быстрое отверждение клея, и рейки склеиваются. Получающаяся сплошная лента склеенных реек разрезается пилой на щиты требуемой ширины. Пила движется с такой же скоростью, как и лента, поэтому при резке движение щита не прекращается. Щиты требуемых размеров по ширине могут быть получены также и путем закладки не намазанной kleem рейки на загрузочный стол через определенное число реек, определяющих размер щита.

После выхода из станка щит подсушивают в течение 3—4 ч в камере с температурой 40—50° С и выдерживают в сухом помещении в течение 10—12 ч. Затем его строгают с двух сторон и обрезают кромки.

При изготовлении щитов из не склеенных между собой реек доски разделяют на отрезки длиной равной длине столярных плит с припуском на обрезку. Припуск в щитах из несклеенных реек больше, чем в других конструкциях плит, примерно на 80—90 мм. Остатки от разделки досок длиной менее длины плиты используют для изготовления маломерных реек.

Конечная влажность досок после сушки не должна превышать 8%.

Ширину реек устанавливают в зависимости от толщины плит и точности обработки. Отклонения по ширине реек не должны быть более  $\pm 0.4$  мм. Когда распиловка обеспечивает получение реек, равномерных по ширине с отклонениями в пределах  $\pm 0.3$  мм, доски не строгают. При этом щиты собирают так, что плоскость их образуется из граней реек, полученных при распиловке досок на многопильном станке. Рейки в зависимости от качества древесины и длины сортируют на две группы: рейки полномерные по длине, без дефектов; рейки с дефектами, а также не полномерные по длине.

Дефектные места в рейках вырезают путем их деления на отрезки любой длины.

Рейки размером менее длины плиты набирают впритык в шаблонах, длина которых равна длине столярной плиты с припуском на обрезку. Выступающий из шаблона конец рейки отрезают.

Для стяжки в щит собранных из частей и целых реек в них запиливают концевые проушины. Режим запиловки проушина следующий: скорость резания 20—25 м/сек; скорость подачи 6—18 м/мин. Щиты собирают стяжкой реек до плотного прилегания друг к другу.

Финской фирмой «Рауте» предложен новый способ изготовления столярных плит (рис. 111). Процесс начинается с того, что рейки пучками подают на вибрационный загрузочный стол.

Движение загрузочного стола заставляет рейки перемещаться в продольном направлении через направляющие пазы в устройство уплотнения реечного ковра и нанесения клея. Специальный ограничитель позволяет только одному слою реек притиснуться между подающими роликами этой машины. Скорость реек на загрузочном столе значительно больше скорости подачи устройства уплотнения реечного ковра. Таким образом, рейки догоняют идущие впереди себя, причем промежутки между их концами пропадают. Когда реечный ковер начинает выходить из направляющих пазов, постепенно увеличивающийся прижим в боковом направлении доводит его до окончательной ширины. Одновременно подающие ролики сжимают реечный ковер в вертикальном направлении. Таким образом, имеющиеся между рейками промежутки пропадают. Здесь же происходит формирование пакета.

Чтобы плиты достигли достаточной прочности и сохранили свою форму до окончательного горячего прессования, облицовочный шпон запрессовывают полосами с реечным ковром. Для этого рекомендуется высокочастотный подпрессовочный пресс, так как он занимает меньше места по сравнению с другими прессами, основанными на обогревательной системе.

Если материал находится в непрерывном движении, окончательное прессование происходит без перерывов. Для этого разработан подвижной горячий пресс. Пресс оснащен колесами и перемещается по рельсам. Скорость его движения отрегулирована и одинакова со скоростью процесса, тогда как скорость обратного хода значительно выше. Во время обратного быстрого хода разомкнутого пресса материал подается между плитами пресса. По возвращении в исходное положение пресс начинает двигаться по направлению процесса, и его плиты смыкаются. Пресс размыкается и возвращается обратно с большой скоростью для повторения процесса.

Происходит прессование, затем выполняется обрезка плит по ширине поперек пакета на форматные размеры.

**Подготовка шпона.** Влажность шпона рубашек не должна превышать 12% при применении фенолформальдегидных, крезолформальдегидных и белковых kleев и 10% при применении мочевино-

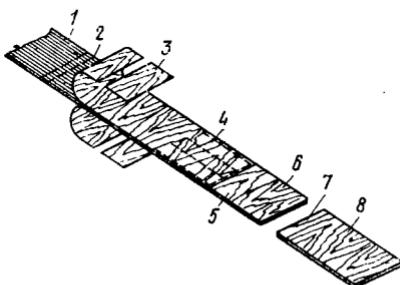


Рис. 111. Схема непрерывного способа формирования и склеивания столярных плит:

1 — формирование щита; 2 — уплотнение реек и нанесение клея; 3 — формирование пакета; 4 — подпрессовка; 5 — прессование; 6 — обрезка по ширине; 7 — разрезание поперек; 8 — готовая плита

формальдегидных kleев. Для наружных рубашек применяют полноформатный или ребросклейенный шпон. Рубашки из строганого шпона подготавливают так же, как и в производстве облицованной фанеры. Технологические нормы расхода kleев на намазку 1 м<sup>3</sup> шпона рубашек для столярных плит приведены в табл. 43.

Таблица 43  
Технологические нормы расхода kleя на намазку 1 м<sup>3</sup> шпона рубашек

Вид kleя	Расход kleя, г, на 1 м <sup>3</sup> намазываемой поверхности шпона в производстве столярных плит			
	блочно-шпоновых	блочно-реечных	из склеенных реек	из несклеенных реек
Фенолформальдегидные смолы С-1 и НИИФ С-35 и крезолформальдегидная смола НИИФ С-35	145—155	145—155	135—145	145—155
Мочевино-формальдегидные смолы МФСМ, М-60 и МФС-1	135—145	135—145	125—135	135—145

Направление слоев шпона необлицованных плит должно быть перпендикулярно длине реек в щите. При изготовлении облицованных плит направление волокон наружных рубашек может быть параллельным или перпендикулярным длине реек в щите. Режим склеивания столярных плит приведен в табл. 44. Продолжительность прессования столярных плит приведена в табл. 45.

Таблица 44  
Режим склеивания столярных плит

Основные параметры	Вид kleя			
	фенолформальдегидные смолы		крезолформальдегидная смола НИИФ С-35	мочевино-формальдегидные смолы МФСМ, М-60, МФС-1
	C-1	НИИФ С-35		
Продолжительность загрузки пакетов в промежутки пресса и смыкания плит до достижения высокого давления, мин			Не более 2	
Удельное давление при прессовании, кгс/см <sup>2</sup>			12—13	
Температура плит пресса, °С	140—145	130—135	140—145	115—120
Продолжительность снижения давления, сек:			10—15	
от максимума до 4—5 кгс/см <sup>2</sup>			165—170	
от 4—5 кгс/см <sup>2</sup> до нуля				

**Продолжительность прессования столярных плит в зависимости от вида клея**

Клей	Продолжительность прессования, мин, при толщине плит, мм								
	16	19	22	25	30	35	40	45	50
Фенолформальдегидные смолы С-1 и НИИФ С-35, крезолформальдегидная смола НИИФ С-35	9 12,5	10 14	11 15	12 16,5	13 18	14 19	15 20,5	16 22	17 24
Мочевино-формальдегидные смолы МФСМ, М-60 и М19-62	8 11,5	9 13	10 14	11 15,5	12 17	13 18	14 19,5	15 21	16 23

**П р и м е ч а н и е.** В числителе приведена продолжительность прессования в металлических, а в знаменателе — в фанерных прокладках.

Плиты, склеенные синтетическими смолами, после выгрузки из пресса сразу же укладывают плотными стопами на ровное основание.

#### § 43. ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И ВОДОСНАБЖЕНИЕ

##### Вентиляция и отопление

На современных фанерных заводах отопление производственных цехов — воздушное, совмещенное с приточной вентиляцией. Во вспомогательных, в административных и в санитарно-бытовых помещениях устраивают центральное паровое отопление. Все старые производственные помещения фанерных заводов, как правило, имеют паровое отопление, для которого применяют ребристые трубы и регистры из гладких труб. Вентиляция должна обязательно рассчитываться на полное удаление из цехов фанерных заводов вредных паров фенола и формальдегида, а также избыточного тепла и влаги, выделяющихся в процессе производства, и на подачу чистого воздуха в промышленное помещение.

При расчетах вентиляции кратность воздухообмена для варочного отделения должна быть зимой 5 и летом 8, для лущильного соответственно 2 и 8, для сушильного, клеильного и обрезного 2 и 3, для помещений газовой сушилки 2 и 18 и для kleеварки и смоловарки независимо от времени года 10. Для создания на рабочих местах нормальных метеорологических условий в производственных помещениях устраивают приточно-вытяжную общую

обменную систему вентиляций. Приточно-вытяжная общеобменная система вентиляции должна отвечать следующему уравнению:

$$Q_{\text{от}} = 1,1 Q_{\text{пр}} \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $Q_{\text{от}}$  — количество удаляемого загрязненного воздуха из производственного помещения,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$Q_{\text{пр}}$  — количество чистого воздуха, которое необходимо подать в помещение с учетом коэффициента запаса (принимая 10% от  $Q_{\text{от}}$ ),  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

При приточной системе вентиляции вне здания устанавливают воздухоприемник для забора условно чистого воздуха; воздух подогревается, очищается и распределяется по системе каналов воздуховодов. Для удаления вредных паров фенола и формальдегида из смоловарки, от kleевых вальцов kleильных прессов, от места расстановки и охлаждения фанеры, от мест хранения намазанного шпона, от сушилок устраивают отсасывающую общую вентиляцию.

При работе с фенолформальдегидными смолами значительный процент фенола улетучивается и заражает воздушную среду производственных помещений. Количество испарившегося фенола в воздухе промышленного помещения можно рассчитать по формуле

$$G = \frac{\theta q_k a}{100} \text{ г/ч},$$

где  $\theta$  — количество склеенной фанеры,  $\text{м}^3/\text{ч}$  или единиц изделий;

$q_k$  — расход клея на 1  $\text{м}^3$  фанеры,  $\text{г}/\text{м}^3$  или на единицу изделия, г (расход клея на 1  $\text{м}^3$  фанеры составляет 60 000 г; расход клея на единицу изделия зависит от величины изделия);

$a$  — коэффициент, учитывающий испарение фенола; он зависит от режима склейки и окружающей среды и принимается от 0,01 до 0,03 (1—3%).

Скорость распространения паров фенола составляет 0,5  $\text{м}/\text{сек}$ , поэтому при расчете вытяжной вентиляции скорость отсоса у мест образования паров фенола рекомендуется принимать не больше чем на 1  $\text{м}/\text{сек}$ , т. е. 1,5  $\text{м}/\text{сек}$ .

Так как удельный вес паров фенола больше удельного веса воздуха, вследствие чего нижние слои воздуха загрязнены больше, чем верхние, воздухоприемные отсасывающие отверстия общей вентиляции необходимо располагать в нижних зонах, т. е. ближе к полу производственного помещения. Воздухообмен, необходимый для удаления из помещения вредных газов до допускаемой концентраций, рассчитывают по формуле

$$Q_{\text{от}} = \frac{G_q}{\sigma_{\text{г. д}} - \sigma_{\text{г. в}}} \text{ м}^3/\text{ч}$$

или по формуле

$$Q_{\text{от}} = Fvt 3600 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $Q_{\text{от}}$  — объем загрязненного воздуха, который необходимо удалить из помещения,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$G_{\text{ч}}$  — количество вредного газа, выделяющегося в течение 1 ч,  $\text{г}$ ;

$\sigma_{\text{г.д}}$  — предельная допустимая концентрация вредного газа (принимается по санитарным нормам),  $\text{г}/\text{м}^3$ ;

$\sigma_{\text{г.в}}$  — концентрация вредного газа в поступающем воздухе,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;

$F$  — площадь воздухоприемного отсасывающего отверстия, шахты, щели,  $\text{м}^2$ ;

$v$  — расчетная скорость отсасывания паров, газов или пыли (принимается по нормам),  $\text{м}/\text{сек}$ ;

$t$  — расчетное время отсасывания, равное 1 ч.

Кратность  $N_{\text{k}}$  воздухообмена в промышленном помещении определяют по формуле

$$N_{\text{k}} = \frac{Q}{V_{\text{n}}} ,$$

где  $Q$  — количество подаваемого или удаляемого воздуха,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$V_{\text{n}}$  — объем помещения,  $\text{м}^3$ .

По кратности воздухообмена промышленного помещения в каталоге можно подобрать вентилятор, а также мощность электродвигателя.

Предельно допустимые концентрации вредных газов, паров и пыли в воздухе рабочей зоны производственных помещений следующие: фенола до  $5 \text{ мг}/\text{м}^3$ , формальдегида до  $1 \text{ мг}/\text{м}^3$ , амиака до  $20 \text{ мг}/\text{м}^3$ , спирта метилового до  $50 \text{ мг}/\text{м}^3$ , пыли древесной до

Таблица 46

Расчетные температура воздуха и кратность воздухообмена санитарно-бытовых и вспомогательных помещений

Помещения	Расчет-ная тем-пература воздуха	Кратность обмена воздуха в 1 ч	
		приток	вытяжка
Гардеробные уличной и рабочей одежды	18	—	1
Гардеробные с пребыванием людей с обнаженным телом	23	5	Из душевых и гардеробных 75 $\text{м}^3/\text{ч}$ на одну душевую сетку
Душевые	25	—	
Преддушевые	23	—	
Умывальные	16	—	1
Туалетные комнаты	14	—	50 $\text{м}^3$ на 1 унитаз, 25 $\text{м}^3$ на 1 писсуар
Курительные Помещения:	14	—	10.
для личной гигиены женщин	23	—	2
» кормления грудных детей	23	—	2
» отдыха	20	5	4
Рабочие помещения управления, общественных организаций	но не менее 30 $\text{м}^3$ на 1 человека	18	1,5

2 мг/м<sup>3</sup>, пыли искусственных абразивов (корунда, карборунда) до 5 мг/м<sup>3</sup>.

На двухагрегатном фанерном заводе максимальный расход тепла на отопление достигает 0,09—0,1 млн. кал/ч, на вентиляцию 1,1—1,25 млн. кал/ч, всего 1,19—1,35 млн. кал/ч, что дает расход пара 2300—2500 кг/ч, или примерно до 30% общего расхода пара. Расчетную температуру воздуха и кратность воздухообмена санитарно-бытовых и вспомогательных помещений можно определить по табл. 46.

### Местная вентиляция

При изготовлении в прессах плит и фанеры, нагретых до 160—170° С, в производственное помещение выделяется большое количество тепла и водяных паров, что отрицательно сказывается на здоровье рабочих, занятых в технологическом процессе. Для борьбы с избытком тепла и для удаления влаги в цехах устраивают местную вытяжную вентиляцию в виде хорошо действующих вытяжных шахт и зонтов, а также механическую вентиляцию через зоны со стороны загрузки и выгрузки материала.

Если общая вентиляция не может создать нормальные условия труда у прессов в зоне рабочих мест согласно санитарным нормам и правилам, рекомендуется устраивать стационарные воздушные души для создания нормального температурного режима. При сушке шпона и при сухом склеивании температура у прессов должна быть в зимний период 15—20°, в летний период 17—22° С.

Для рабочих у прессов при сыром процессе склеивания оптимальная температура, создаваемая стационарным воздушным душем, для зимнего периода должна быть 12—16° и для летнего периода 15—19° С. Для некоторых прессов стационарная душевая установка должна подавать на одного рабочего 1000—1200 м<sup>3</sup>/ч воздуха при скорости движения 3—4 м/сек в зоне облучения рабочего.

Для удаления древесных отходов (щепы, стружек, древесной пыли и т. д.) от деревообрабатывающих станков завод-изготовитель поставляет вместе со станками специальные отсасывающие приспособления (воронки), которые подсоединяются к цеховым экsgаустерным системам (установкам). При экsgаустировании (аспирации), т. е. когда из промышленного помещения удаляется большое количество воздуха, в такие цехи в зимнее время обычно дополнительно подается подогретый воздух; в летнее время подаваемый воздух, как правило, охлаждают до нормальной температуры.

Для ликвидации сквозняков и поддержания нормальных метеорологических условий при наличии механизированных транспортеров санитарными нормами и правилами рекомендуется устраивать воздушные завесы, в особенности с территории предприятия в цех, чтобы холодный наружный воздух не проникал в промышленное помещение. Воздушные завесы подают воздух

снизу или сбоку ворот через щели под углом 45° к плоскости ворот или проема навстречу холодному воздуху. Для воздушных завес воздух берут из верхних слоев промышленного помещения или специально подогревают его. Скорость воздуха в щелях для образования воздушной завесы составляет 10—15 м/сек.

### Кондиционирование воздуха

Обработка воздуха кондиционированием заключается в том, что в вентилируемом промышленном помещении независимо от атмосферных условий создают постоянные метеорологические условия. К этой форме обработки прибегают на фанерных заводах в связи с повышенными требованиями к определенной влажности шпона, особенно при производстве фанеры и слоистой древесины на смоляных kleях. При таком технологическом процессе, как сортировка сухого шпона, сборка пакетов, склеивание листов фанеры, охлаждения после склеивания, сортировка и упаковка, в помещении цеха необходимо поддерживать заданную постоянную температуру, относительную влажность, чистоту на рабочих местах и скорость движения воздуха.

Для кондиционирования воздуха применяют автоматически работающие аппараты-кондиционеры. Эти аппараты-кондиционеры могут поддерживать заданные параметры воздуха, обеспечивающие равновесное состояние влажности древесины в пределах 8—12%. Нормальная влажность в производственных (сортировочных) цехах составляет 55% при температуре 20°C, что соответствует равновесной влажности древесины 10%.

Равновесная влажность листов шпона при сортировке и в буферном складе при средней относительной влажности воздуха 45% колеблется в следующих пределах:

Температура воздуха в помещении, °С . . .	16	17	18	27
Равновесная влажность шпона, % . . . . .	8,7	8,6	8,5	8,0

В отделении для сортировки и упаковки фанеры при средней относительной влажности воздуха 50% равновесная влажность фанеры будет следующей:

Температура воздуха в помещении, °С . . .	16	17	18	27
Равновесная влажность фанеры, % . . . . .	9,4	9,3	9,2	8,8

В других производственных помещениях температуру и влажность воздуха можно поддерживать обычным путем без аппаратов-кондиционеров. Все установки по отоплению и вентиляции промышленных помещений должны соответствовать «Санитарным правилам организации технологических процессов и гигиеническим требованиям к производственному оборудованию».

### Водоснабжение

Фанерные заводы снабжаются водой путем забора ее из озер, рек, артезианских скважин или путем присоединения фанерного завода непосредственно к водоводам или водопроводным сетям.

Для учета количества воды, подаваемой на заводы по водоводам и водопроводным сетям, следует применять водомеры. На современных фанерных заводах водопотребление складывается из расхода воды на хозяйствственно-питьевые, поливочные, технологические, производственные и противопожарные нужды.

**Хозяйственно-питьевые нужды.** Для рабочих, занятых в цехах с тепловыделением более 20 ккал на 1 м<sup>3</sup>/ч, норма водопотребления на одного работающего в смену составляет 45 л, в остальных цехах 25 л. Нормы водопотребления могут быть снижены до 15 л на каждого работающего в смену на тех фанерных заводах, в которых нет хозяйственно-фекальной канализации. Вода для душевых нужд, умывальников, вентиляции, охлаждения воздуха для питания прессов и пылеподавления должна отвечать требованиям на питьевую воду.

Расход водопотребления для душевых нужд санитарно-бытовых помещений зависит от группы производственных процессов. При группах производственных процессов IIб, IIв, IIг, IIд, IIе, IIж, III норма расхода воды на одного работающего составляет 75 л, при группах Iв, IVа, IVб соответственно 53,5 л, при группе IIа норма 37,5 л и при группе Iб 18, 75 л.

**Поливочное водопотребление.** Количество воды, расходуемое для полива зеленого насаждения, проездов, проходов и прилегающих к фанерному заводу улиц, рассчитывают с учетом типа покрытия, типа насаждений, климатических и грунтовых условий (0,3—6 л/м<sup>2</sup> на одну поливку).

**Технологическое водопотребление.** Расчетное количество воды для технологических нужд определяют с учетом его специфических особенностей в отношении технологических процессов и оборудования, с учетом свойств воды в источнике водоснабжения и других местных условий. На фанерных заводах наибольшее количество воды расходуется при изготовлении клея, на питание варочных бассейнов и на охлаждение плит пресса при изготовлении бакелизированной фанеры, древесных слоистых пластиков и прочей фанерной продукции.

Нормы расхода воды на 1000 м<sup>3</sup> в зависимости от количества установленных на предприятии kleильных прессов-агрегатов для трехагрегатного завода на технологические нужды составляют 398 м<sup>3</sup> и на прочие 121 м<sup>3</sup>, для двухагрегатного завода соответственно 500 и 128 и для одноагрегатного — 789 и 147 м<sup>3</sup>.

**Производственное водопотребление.** При определении расчетного водопотребления в гаражах пользуются следующими нормами на одну автомашину и трактор: на легковую 250—400, на грузовую 400—600, на трактор 800 л в сутки.

Расход воды для теплосиловой станции на некоторых фанерных заводах с годовой производственной мощностью 25—30 тыс. м<sup>3</sup> в среднем равен примерно 10 м<sup>3</sup> в час. Подпиточная вода для паровых котлов должна подвергаться специальной механической и химической очистке и отвечать следующим нормам: карбонатная жесткость не более 700 мг-экв/кг; содержание растворенного

кислорода не более 5 мг/кг; содержание свободной углекислоты не допускается; показатель pH не менее 7.

Сточные воды, содержащие в своем составе вредные химические примеси (фенол, мочевина, формалин, дубильные вещества и щелочи), должны направляться в заводской коллектор, который в свою очередь подсоединен к главному городскому коллектору. Из главного коллектора сточные воды самотеком или насосной станцией направляются в очистные сооружения. Очистные сооружения (ОС) размещаются за пределами города или населенного пункта. Места спуска, способы очистки сточных вод и эксплуатация канализационной сети обязательно согласовываются с Государственной санитарной инспекцией (ГСИ), а при спуске в водоемы — с органами рыбоохраны, с управлением судоходства, а также с Госинспекцией по сплаву леса.

С момента ввода в эксплуатацию очистных сооружений на них должна быть заведена книга, в которую заносят основные показатели и подшивают документы об ежемесячных лабораторных исследованиях воды.

Сточные воды, сбрасываемые в водоемы, должны отвечать следующим требованиям: содержание взвешенных веществ не должно превышать 0,25—75 мг/л; на поверхности водоема не должно быть плавающих пленок, пятен минеральных масел и скопления других примесей; вода не должна иметь запаха и привкуса, не должна сообщать посторонних запахов и привкусов мясу рыб, не должна содержать возбудителей заболеваний и ядовитые вещества.

**Противопожарное водоснабжение.** Под противопожарным понимается такое водоснабжение, которое, кроме удовлетворения хозяйствственно-питьевых, поливочных, технологических и производственных нужд, обеспечивает подачу воды в любое время суток в количестве, необходимом для тушения пожара как снаружи, так и внутри цехов фанерного завода. Как отмечено выше, источниками водоснабжения могут быть озера, реки, пруды, артезианские скважины, районные и городские водопроводы. Если от водоисточника невозможно получить в любое время необходимое количество воды, на фанерных заводах в системе водоснабжения предусматривают запасные водоемы с постоянным запасом воды, гарантирующим тушение пожара через гидранты и внутренние пожарные краны. При заборе воды из рек, озер, прудов и водоемов источники водоснабжения оборудуют водозаборными сооружениями. Вода из водоисточников насосами подается в кольцевую сеть по водопроводам высокого давления. Необходимый напор создается стационарными пожарными насосами, устройство которых должно гарантировать включение их в работу не позднее чем через 5 мин с момента подачи сигнала о пожаре. Противопожарный водопровод, который, как правило, объединен с производственным водопроводом, через гидранты и пожарные краны должен подавать воду для тушения пожаров в количестве, определяемом в зависимости от степени огнестойкости здания, категории производства, размещенного в нем, и объема здания.

Фанерные заводы, у которых цехи разделены на части брандмауэрами (глухими противопожарными стенами), расход воды на пожаротушение принимают по той части здания, для которой требуется наибольшее ее количество.

Для автоматического тушения пожара водой с одновременной подачей сигнала пожарной тревоги цехи сортировочный для шпона, kleевой, сушильный, обрезной и склады готовой продукции оборудуют спринклерными сетями (установками). Количество спринклерных головок, установленных в промышленном помещении, зависит от степени пожарной опасности производства. Количество  $n_r$  их приближенно можно определить по формуле

$$n_r = \frac{S_n}{S'_n} \text{ шт.},$$

где  $S_n$  — площадь пола цеха,  $m^2$ ;

$S'_n$  — норма площади пола на один спринклер,  $m^2$ .

При повышенной пожарной опасности устанавливают один спринклер на 6  $m^2$ , а при пониженной — на 9  $m^2$  площади пола. Расходы воды на спринклерные установки при наличии пожарных кранов до включения пожарных насосов не менее 15 л/сек, из них 10 л/сек идет на питание спринклеров и 5 л/сек — на пожарные краны. Спринклерная установка состоит из сети водопроводных труб, смонтированных под потолком промышленного помещения. Спринклерные головки представляют собой специальное устройство, отверстия которых закрыты легкоплавкими замками, автоматически открывающимися под действием тепла, выделяющегося в начальной фазе пожара. Пожар тушат разбрызгиванием над очагом пожара воды, которая вытекает под давлением из отверстия, разбивается о розетку, орошают потолок, пол, конструкции и материалы, находящиеся в зоне действия спринклерной головки. Температура плавления легкоплавкого припоя в зависимости от постоянной температуры помещения следующая:

Для помещений с температурой до 40° С . . . . .	70° С
»      »      »      »      от 40 до 60° С . . . . .	93° С
»      »      »      »      60 » 100° С . . . . .	141° С
»      »      »      »      свыше 100° С . . . . .	182° С

Таким образом, спринклерные установки позволяют ликвидировать пожар в цехах фанерного завода в момент его возникновения. Если нет водопровода или если существующая водопроводная сеть не может обеспечить требуемого для тушения пожара количества воды, нормами и правилами на фанерных заводах рекомендуется устройство постоянного пожарного водоема. При расчете размеров пожарного водоема необходимо учитывать состав грунта, уровень грунтовых вод, потребность в воде в момент пожара, промерзаемость грунта, утечку воды через грунт и т. д.

Пожарный водоем для наружного пожаротушения можно рассчитать приближенной формуле

$$Q_{\text{в}} = \frac{nqtl3600}{1000} \text{ м}^3,$$

где  $Q_{\text{в}}$  — объем пожарного водоема,  $\text{м}^3$ ;

$n$  — расчетное число пожаров при площади территории предприятия менее 150 га (один пожар), при площади — 150 га и более (два пожара);

$q$  — расчетный расход воды для тушения пожара (определяется по табл. 47, 48), л/сек;

$t$  — расчетная продолжительность тушения пожара по нормам принимаем 3 ч.

Таблица 47

**Нормы количества воды на наружное пожаротушение в промышленных предприятиях**

Степень огнестойкости здания	Категория производства по пожарной опасности	Количество воды, л/сек, на пожар при объеме здания, тыс. $\text{м}^3$						
		до 3	от 3 до 5	от 5 до 20	от 20 до 50	от 50 до 200	от 200 до 400	более 400
I, II	Г, Д	10	10	10	10	15	20	25
I, II	А, Б, В	10	10	15	20	30	35	40
III	Г, Д	10	10	15	25	—	—	—
III	В	10	15	20	30	—	—	—
IV, V	Г, Д	10	15	20	30	—	—	—
IV, V	В	15	20	25	—	—	—	—

Таблица 48

**Нормы общего количества воды на пожаротушение для производственных зданий без фонарей более 60 м**

Наименование показателей	Норма воды, л/сек, при объеме зданий, тыс. $\text{м}^3$					
	от 100	от 100 до 200	от 200 до 300	от 300 до 400	от 400 до 500	более 500
На наружное пожаротушение	30	40	50	60	70	80
» питание спринклеров	30	35	40	50	50	50
» внутренние пожарные краны	5	5	5	5	5	5
Всего	65	80	95	115	125	135

К пожарному водоему на территории фанерного завода, как правило, устраивают определенной ширины сквозной проезд для прохода пожарной техники или асфальтированную площадку размером 12×12 м для установки и разворота пожарных машин.

На фанерных заводах преобладает ведомственная охрана, подчиняющаяся дирекции завода. Для привлечения рабочих, служащих и инженерно-технических работников к участию в проведении противопожарных профилактических мероприятий и активной борьбе за сохранение социалистической собственности от пожаров на всех фанерных заводах создают пожарно-технические комиссии и добровольные пожарные дружины (ДПД). Комиссию в составе главного инженера (председатель), начальника пожарной охраны, энергетика, технologа, инженера по технике безопасности и специалиста по водоснабжению назначает руководитель предприятия специальным приказом. В состав комиссии входят также представители общественных организаций завода. Пожарно-технические комиссии ежеквартально осматривают весь завод, намечают пути и способы устранения выявленных противопожарных недочетов и устанавливают сроки их выполнения, проводят беседы и лекции, разрабатывают и представляют в БРИЗ темы по противопожарным вопросам, принимают участие в разработке цеховых инструкций и правил, организуют общественные смотры противопожарного состояния цехов, складов, бирж, проверяют качество выполнения предложений Госпожнадзора и других специальных инспекций.

В организации пожарной охраны фанерных заводов большую роль играют добровольно-пожарные дружины (ДПД), которые составляют так, чтобы в каждой рабочей смене находились ее члены. Для членов ДПД установлены меры поощрения: денежные премии, ценные подарки и дополнительный отпуск до 6 дней в году. Согласно положению о добровольных пожарных дружинах на промышленных предприятиях боевые пожарные расчеты участвуют в пожаротушении, выезжая на автонасосах, автоцистернах, мотопомпах, пожарных машинах и других передвижных средствах пожаротушения, а также обслуживают стационарные средства пожаротушения и принимают участие в дежурствах. Бойцам ДПД бесплатно выдают комплект спецодежды и спецобуви, а труд их, связанный с выполнением соответствующих обязанностей, оплачивается из расчета среднемесячного заработка на производстве. Основная задача ДПД — проведение профилактических мероприятий, предотвращающих возникновение пожаров, создание условий, препятствующих распространению огня и обеспечивающих успешные действия пожарных команд, а также эвакуация людей и материальных ценностей. К профилактическим мероприятиям на фанерных заводах относится пропаганда среди рабочих, ИТР и служащих по пожарной охране. Для массовой разъяснительной работы можно использовать различные формы: беседы, радио, местную печать и плакаты и др. Агитационную и пропагандистскую работу на предприятии необходимо вести повседневно, увязывать с планом работы партийных и профсоюзных организаций фанерных заводов и учитывать в специальном дневнике.

Энергетический раздел проекта завода состоит из теплотехнической и электротехнической частей. При разработке теплотехнической части выявляются и учитываются все потребители пара в технологическом процессе, а также потребность в паре на сантехнические и бытовые нужды, наличие отходов для сжигания в топках паровых котлов и характеристика дополнительного топлива в случае недостаточного количества отходов, с учетом их использования как вторичное сырье на древесностружечное производство.

Для каждого потребителя расчетом определяют количество расходуемого пара, нужную температуру и давление, максимальный часовой расход для летнего и зимнего времени, среднегодовой часовой расход. Все расчетные данные сводятся в ведомость. Такие ведомости составляют также для нужд отопления и сантехнического оборудования (приточной, вентиляции, душа, столовой и т. д.), и все они служат основанием для определения и проектирования мощности теплосилового хозяйства. В последнее время, как правило, предприятия снабжаются электроэнергией со стороны от сетей электропередач, поэтому теплосильное хозяйство в основном состоит из паровых котлов.

**Потребители пара.** Расход тепла и пара на отопление можно определять по укрупненным показателям с учетом потерь тепла, принятой температуры помещения и температуры наружного воздуха из расчета 0,4—0,6 ккал/ч на 1 м<sup>3</sup> наружной кубатуры здания при разнице температур снаружи и внутри здания 1°С.

Потребителем пара в технологическом процессе изготовления фанеры является следующее оборудование:

для гидротермической обработки фанерного сырья — открытые механизированные бассейны с расходом пара на 1 м<sup>3</sup> сырья летом 65 кг/ч, а зимой, при наимизшей температуре 30°С, 170 кг/ч; бассейны с мотовилами — расход пара на 1 м<sup>3</sup> сырья летом 80 кг/ч, а зимой 150 кг/ч; для гидротермической обработки требуется пар давлением до 2—3 атм;

для сушки сырого шпона до 6—8% влажности — паровые роликовые сушилки СУР с расходом пара на 1 м<sup>3</sup> сухого шпона в среднем 1040 кг/ч при давлении 8—10 атм; газовые роликовые сушилки СРГ с расходом топлива на 1 м<sup>3</sup> сухого шпона 0,10 т условного топлива в час; дыхательный пресс расход пара 680 кг/ч на 1 м<sup>3</sup> сухого шпона при давлении до 10 ати;

для сушки шпона, на маанного клеем, — конвейнерные сушилки ЦНИИФМ-6 с расходом пара 175 кг/ч на 1 м<sup>3</sup> (давление до 2 ати);

для сухой горячей клейки фанеры — гидравлические прессы П714Б с расходом пара зимой 257 кг/ч, летом 228 кг/ч на 1 м<sup>3</sup> фанеры толщиной 4 мм при давлении до 10 атм;

для kleepриготовления расход пара на 1 м<sup>3</sup> фанеры 1,5 кг/ч при давлении до 2 ати.

Расход пара приведен для фанерных предприятий мощностью 52 тыс.  $m^3$  фанеры в год.

Кроме того, на сантехнические нужды, т. е. на приточно-вытяжную вентиляцию, необходимую для удаления вредных летучих паров (фенола и формальдегида), получаемых на операциях kleenamазывания, kleepриготовления и склеивания фанеры в гидравлических прессах при максимальной наружной температуре  $-30^\circ C$  требуется 2565 тыс. ккал тепла в час (из расчета на один пресс) на подогрев приточного воздуха.

Для всех перечисленных потребителей обычно применяется насыщенный пар, а не перегретый. Насыщенный пар отличается большей теплоотдачей. Нагрев этим паром плит прессов, калориферов и других потребителей происходит значительно быстрей. Кроме того, стоимость перегретого пара выше насыщенного.

Приведенные нормы расхода пара в час по отдельным потребителям разработаны Гипроревпромом.

Почти от всех потребителей (сушилок, прессов, kleеварок, отопительных систем и др.) отработавший пар проходит специальные конденсационные горшки, после которых получается горячая вода (конденсат) с температурой  $75-90^\circ C$ . Эта вода не имеет никаких примесей, отличается незначительной жесткостью и используется для питания паровых котлов. Сбор конденсата от всех потребителей уменьшает расход топлива на 5—10%.

При больших расстояниях трубопроводов для конденсата проектируют станцию перекачки, в которой устанавливают насосы, перекачивающие конденсат в баки для питательной воды котлов.

К конденсату обычно требуется добавлять холодную воду, поэтому обязательным условием для нормальной работы котельной является наличие установки химической очистки добавочной воды. Особенно это требуется, если в котельной установлены водотрубные котлы типа ДКВР. При наличии топлива в виде древесных отходов и дров, прошедших дробильные устройства и подаваемых в котельную измельченной щепой, в настоящее время проектируют применение топок инж. Померанцева. Для использования температуры отходящих топочных газов устанавливают водяные экономайзеры для подогрева питательной воды котлов.

В последнее время котлы оборудуют автоматической аппаратурой электронного типа, обеспечивающей регулирование процессов горения, безопасность, теплотехнический контроль и сигнализацию, а также управление электроприводами котлоагрегатов.

Для фанерного завода с годовым выпуском kleеной фанеры 70 000  $m^3$ , гнутоклеенных деталей стула 900 тыс. комплектов, древесностружечных плит 50 000  $m^3$  максимальный зимний расход пара (тонн в час), по данным Гипроревпрома, следующий: на производство kleеной фанеры и гнутоклеенных деталей 15,8, на сантехнические нужды 34, на производство древесностружечных плит 11,2, на сантехнические нужды 22, на бассейн гидротермической обработки сырья 7,2; с учетом всех вспомогательных цехов и собственных нужд котельной в размере 10% общий расход со-

ставляет 110 т/ч. При коэффициенте несовпадения нагрузок 0,9-часовая потребность в паре составляет 99 т/ч.

**Потребление электроэнергии.** Потребители электроэнергии — электродвигатели и электролампы, поэтому по видам потребителя она делится на силовую и осветительную.

Силовая электроэнергия потребляется электродвигателями, установленными к технологическому, транспортному оборудованию, к оборудованию вентиляционных установок (пневмотранспорту и приточной вентиляции), к оборудованию вспомогательных цехов (ремонтного со всеми отделениями, пилононожечке, гаражу), к оборудованию энергетических цехов (котельной, зарядкой и т. д.).

Осветительная электроэнергия потребляется на нужды освещения всех производственных и вспомогательных цехов, закрытых складов, территории завода, завоудупрления, бытовых помещений и рабочего поселка.

При проектировании технологической части технологами определяются данные электродвигателей к каждому станку по каталогам заводов деревообрабатывающего машиностроения и сводятся в определенную ведомость.

**Ведомость установленного оборудования и электродвигателей**

№ по пор.	Наименование цехов, отделений, оборудования	Тип или марка	Количество	Электродвигатели			Примечание
				количество и их мощность на единицу	общая мощность, кВт	Вес единицы оборудования, т	
1	2	3	4	5	6	7	8

Эта же ведомость одновременно служит спецификацией оборудования на чертежах его планировки. Так же определяют и остальные электродвигатели по всем вспомогательным цехам.

Все данные сопровождаются характеристикой типа электродвигателя, его ротора, числа оборотов, напряжения, типа привода. Кроме того, должны быть отмечены данные электродвигателей, приобретенных отдельно от оборудования. К ним добавляются мощности электродвигателей на сантехнические и энергетические нужды. Таким образом выявляется общая установленная мощность электродвигателей на все нужды по всему предприятию.

Для расчета необходимой мощности трансформаторной подстанции учитывают коэффициент использования электроэнергии. Коэффициент использования электроэнергии, или коэффициент спроса, зависит от двух коэффициентов: от коэффициента загрузки электродвигателей по мощности и коэффициента использования по времени.

Коэффициент загрузки характеризует степень загрузки электродвигателей по мощности. Обычно мощность электродвигателя при каждом станке рассчитывают на максимальную нагрузку, а в производственных условиях в большинстве случаев этой нагрузки не бывает. Так, лущильный станок ЛУ17-4 предназначен для обработки чурakov с максимальным диаметром 700 мм, поэтому мощность его электродвигателя, поставляемого со станком, определена 28 квт. В большинстве случаев диаметр обрабатываемого чурака меньше, поэтому электродвигатель не загружен. В среднем загрузка мощности по группе лущильных станков не превышает 60%. Недогрузка мощности установленных электродвигателей против предусмотренной отрицательно сказывается на их  $\cos \phi$  (он уменьшается против данных каталога).

Коэффициент использования по времени представляет собой отношение времени работы электродвигателя под нагрузкой ко всему времени с учетом работы вхолостую. Этот коэффициент в среднем колеблется от 0,5 до 0,8.

В результате неоднократных обследований фанерных заводов определен коэффициент спроса установленной мощности электродвигателей по разным группам потребителей. При проектировании, по данным Гипроревпрома, он принимается следующим: для технологического оборудования 0,4—0,2, транспортеров 0,65—0,4, вентиляционных устройств 0,7, подъемных кранов 0,2, станков ремонтного цеха 0,2, насосов 0,8—1,0.

Расчет установленной мощности на осветительные нужды выполняется для каждого цеха и отделения в зависимости от площади и необходимой освещенности и в соответствии с нормами. Данные расчета записывают в ведомость.

#### Ведомость расчета установленной мощности на осветительные нужды

№ по пор.	Наименование помещения	Классификация помещений по ПУЭ	Площадь помещений, м <sup>2</sup>	Тип освещения	Тип светильника	Высота подвеса, м	Наименьшая освещенность, лк	Удельная мощность общего равномерного освещения, вт/м <sup>2</sup>	Суммарно установленная мощность, квт	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

При подсчете общего расхода осветительной электроэнергии вводится коэффициент спроса, который для производственных помещений принимается 0,85; для складов 0,6; бытовых помещений 0,9; заводской территории 1,0.

Количество часов горения осветительных приборов в год зависит от сменности и расположения завода на той или иной широте.

Электрическое освещение в производственных цехах создается люминесцентными лампами, в остальных помещениях — лампами накаливания, на открытых складах сырья — прожекторами.

Для правильного использования электроэнергии, снижения реактивной мощности и повышения коэффициента мощности cosφ необходимо компенсирующие устройства проектировать в виде статических конденсаторов с доведением cosφ до значения 0,94. Мощность  $Q_k$  компенсирующих устройств определяют по формуле

$$Q_k = P_{cp} (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2),$$

где  $P_{cp}$  — средняя активная мощность предприятия;

$\operatorname{tg} \varphi_1$  — тангенс сдвига фаз, соответствующий средневзвешенному коэффициенту мощности за год;

$\operatorname{tg} \varphi_2$  — тангенс угла сдвига фаз, коэффициент мощности которого принят равным 0,94.

Установка статических конденсаторов предусматривается в помещениях трансформаторных подстанций.

Места расположения трансформаторных подстанций выбирают с максимальным приближением к центрам нагрузок. При получе-

Таблица 49

Нормы расхода электроэнергии на производство 1 м<sup>3</sup> фанеры

Назначение расхода	К чему отнесен удельный расход	Норма расхода, квт·ч	Установ- ленная мощность токопри- емников, квт·ч	Годовой расход электро- энергии, тыс. квт·ч
Производство фанеры	На 1 м <sup>3</sup> фанеры	98,3	—	—
В том числе:				
на лущение	То же	27,3	800	1451
на сушку	»	37,6	1410	1990
на склеивание	»	19,8	303	105
на обрезку, сортировку, при- резку, шлифовку и упаковку	»	13,6	359	720
Сантехнические нужды (отопле- ние и вентиляция)	—	40	—	—
В том числе:				
на окорку и распиловку сырья	На 1 м <sup>3</sup> сырья в чура- ках	3,1	670	914
на гидротермическую обра- ботку (в контейнерах)	То же	6,4	473	333
Производство столярных плит	На 1 м <sup>3</sup> плит	95,0	475	950
Производство древеснослойных пластиков	На 1 т пластиков	157	429	91
Производство строганого шпона	На 1 м <sup>2</sup> шпона	0,07	275	549
Шлифовка фанеры	То же	0,048	154	309
Прирезка фанеры	На 1 м <sup>3</sup> прирезки	10	37,5	30
Пресскрошка	На 1 т пресс- крошки	67	121	167

нии по расчету слишком большой мощности трансформатора лучше проектировать несколько подстанций (желательно одинаковой мощности) и устанавливать их в разных местах (обычно их встраивают в производственные корпуса).

Гипроревпромом для силовых нужд технологического процесса завода мощностью 52 тыс. м<sup>3</sup> при условии выпуска 50% фанеры в шлифованном виде и на остальные виды производств разработаны нормы расхода электроэнергии на производство 1 м<sup>3</sup> фанеры (табл. 49).

#### § 46. ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЗА КАЧЕСТВОМ

Контроль за качеством выпускаемой продукции осуществляет отдел технического контроля фанерного завода (ОТК).

Отдел технического контроля (ОТК) — самостоятельное структурное подразделение завода.

Основные задачи отдела технического контроля следующие:

соблюдение качественных показателей выпускаемой продукции, ее комплектности, упаковки и маркировки, соответствие ее действующим ГОСТ, техническим условиям, чертежам, эталонам и другим документам, удостоверяющим качество продукции;

соблюдение технологических режимов производства продукции на всех стадиях технологических процессов;

выполнение правил складирования, хранения и погрузки продукции в транспортные средства;

контроль за качеством сырья, полуфабрикатов, химикатов и комплектующих средств, а также хранением и использованием их на предприятии;

выполнение мероприятий, направленных на улучшение качества продукции, а также проведение подготовительных работ по внедрению новых ГОСТ и технических условий.

ОТК учитывает и рассматривает претензии (рекламации) на качество выпускаемой продукции, принимает меры по устранению брака продукции. Во главе ОТК стоит начальник, который имеет право прекращать приемку и отгрузку готовой продукции, не соответствующей стандартам, запрещать переработку сырья, материалов, полуфабрикатов и т. д. без документов, подтверждающих их качество, останавливать отдельное производственное оборудование, если выпускаемая на этом оборудовании продукция не отвечает предъявляемым к ней требованиям.

Отдел технического контроля располагает штатом контролеров-приемщиков на всех участках технологического процесса, которые осуществляют выборочный контроль за соблюдением технологических режимов и качеством продукции. Постоянный контроль ОТК осуществляется за готовой продукцией, определяет ее сорт, маркировку.

Отделу технического контроля подчинена лаборатория физико-механических испытаний во главе с начальником лаборатории.

Основные задачи лаборатории следующие: проведение физико-механических испытаний продукции, выпускаемой заводом (см. § 3); анализ физико-механических испытаний и разработка мероприятий, направленных на повышение качества продукции; выдача на основании лабораторных испытаний заключения о соответствии качественных показателей выпускаемой продукции требованиям ГОСТ и техническим условиям.

Лаборатория имеет столярную мастерскую, оборудованную станками для заготовки образцов для физико-механических испытаний, одну или несколько разрывных машин для определения механических показателей продукции, сушильные шкафы и контрольно-измерительные приборы: весы с точностью взвешивания до 0,01 г, эксикаторы, лабораторные стеклянные чашки, штангенциркуль с точностью измерения до 0,1 мм, микрометр, тензометр, а также набор химикатов таких, как хлористый кальций, серная кислота, углекислый безводный натрий и т. д.

Вопросами совершенствования технологии и разработкой технологических режимов новых видов продукции занимается служба главного технолога предприятия. В ведении главного технолога находится лаборатория, возглавляемая старшим инженером-химиком.

Основные задачи химической лаборатории следующие: проведение научно-исследовательских работ для совершенствования технологии производства, улучшения технико-экономических показателей работы предприятия; проведение лабораторных испытаний сырья, химикатов, смол и других материалов, поступивших на предприятие, в соответствии с требованиями действующих стандартов; контроль за соблюдением технологических режимов, расходом химикатов и смол; выявление причин появления брака и внесение предложений по их устранению; участие в проведении работ по внедрению в производство новых технологических процессов.

Лаборатория обязана сделать анализ каждой партии прибывшей смолы независимо от того, что на прибывшую смолу есть паспорт.

Для характеристики смолы необходимо определение концентрации или сухого остатка, величины рН, вязкости, свободного фенола и формальдегида, жизнеспособности и скорости отверждения.

Для испытаний лаборатория должна иметь вискозиметры, сушильные шкафы, рН-метры, аналитические весы, стеклянную посуду, а также измерительный инструмент.

Служба главного технолога должна постоянно совершенствовать технологический процесс, вскрывать имеющиеся резервы производства, следить за технологическим прогрессом и внедрять передовые методы приема работ, механизацию и автоматизацию производственных процессов.

Работа химической лаборатории должна быть тесно связана с лабораторией физико-механических испытаний отдела техниче-

ского контроля. Штат лабораторий определяется мощностью завода.

Главный технолог предприятия административно находится в подчинении главного инженера, а начальник ОТК — директора предприятия.

#### § 47. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФАНЕРНЫХ ЗАВОДОВ

Фанерные заводы, как и другие промышленные предприятия, проектируются специализированными проектными институтами. По разработанным институтами проектам и сметам в соответствии с действующими положениями и инструкциями осуществляется строительство предприятий.

Перед началом проектирования заказчик в лице вышестоящей организации — управления капитальным строительством министерства или другого ведомства (Главного управления фанерной промышленности) выдает проектному институту утвержденное в установленном порядке задание на проектирование с некоторыми необходимыми исходными данными. В задании на проектирование содержатся следующие данные: место строительства предприятия, объем выпуска продукции, характеристика продукции, источники снабжения сырьем, электроэнергией и топливом, режим работы (сменность), сроки проектирования. Если в процессе проектирования выявится необходимость изменения данных задания, подтвержденное проектным институтом соответствующими технико-экономическими расчетами, они представляются заказчику на рассмотрение и окончательное утверждение.

Место строительства фанерных заводов определяется обычно наличием сырьевой базы для приближения промышленности к источникам сырья, а также с учетом районов потребления для обеспечения ликвидации нерациональных и дальних перевозок.

Обычно фанерные заводы проектируют в две стадии: первая — проектное задание; вторая — рабочие чертежи. В результате разработки проектного задания устанавливается экономическая и техническая целесообразность предполагаемого строительства в заданной географической точке.

Предварительно перед началом проектирования производятся экономические и технические изыскания. Экономические изыскания предполагают выяснение следующих факторов: наличия свободных площадок нужных размеров и конфигурации с относительно ровным рельефом для выбора точки строительства; наличия сырьевой базы с ее характеристикой, которая должна обеспечить строящийся фанерный завод сырьем не меньше чем на амортизационный срок; путей и условий транспортировки сырья (водным или железнодорожным путем) и расстояний от сырьевой базы до точки строительства; путей и условий транспортировки готовой продукции и расстояний до мест потребления; обеспеченности местными строительными материалами и путей их доставки; наличия рабочей силы для строительства и эксплуатации завода,

а также необходимости обеспечения рабочих строящегося завода жильем и коммунальными учреждениями.

Все перечисленные материалы должны быть документально обоснованы.

Технические изыскания включают работы по выбору площадки для строительства, выявление характеристики грунтов площадки, трассы подъездного пути, места (акватории) для приемки сырья, состояния берегов в местах выгрузки сырья, климатических условий, уровня грунтовых вод, наличия источника и условий снабжения энергией (тепловой, электрической, водной и т. д.).

### **Выбор площадки**

Выбор площадки для завода в пункте, указанном в задании на проектирование, выполняет на месте специальная комиссия, состоящая из представителей ведомства, для которого проектируется предприятие, проектного института (в лице главного инженера проекта) и местных организаций.

Члены комиссии обычно осматривают несколько площадок, на которых можно строить завод. Осмотр желателен при отсутствии снежного покрова на площадках. На каждой площадке выполняют рекогносцировочные, глазомерные съемки, выявляют границы площадки, рельеф, грунт, затопляемость, условия примыкания подъездных железнодорожных путей, условия снабжения электроэнергией, паром, водой и присоединение к городским магистралям. Выясняют также условия кооперирования с соседними существующими или строящимися предприятиями. После сбора материалов и обследования выявляют площадку с лучшими показателями и документально оформляют возможность использования площадки для строительства завода.

При выборе строительной площадки необходимо учитывать следующие основные положения в соответствии с строительными нормами и правилами Госстроя СССР:

размеры территории завода должны быть минимальными, плотность застройки должна соответствовать нормам;

размеры и конфигурация ее должны предусматривать правильное расположение зданий и сооружений с учетом поточности производственного процесса и обеспечения требования экономной эксплуатации предприятия;

территорию для расселения трудящихся выбирают одновременно с выбором площадки для предприятия;

для получения части сырья по железной дороге и отправки по ней готовой продукции нужно предусмотреть возможность удобного и недалекого присоединения подъездного пути к железнодорожной станции;

поверхность площадки должна быть относительно ровной с небольшим уклоном (0,004) в одну сторону для обеспечения отвода поверхностных вод и небольшого объема планировочных земляных работ;

грунт участка должен допускать нормальную строительную нагрузку и обеспечивать нормальную глубину заложения фундаментов зданий и сооружений и их размеры, а уровень грунтовых вод должен быть ниже глубины туннелей, транспортеров и подвалов;

сети энерго- и водоснабжения должны быть расположены вблизи от площадки;

для размещения площадки на берегу реки в случае получения сырья сплавом планировочные отметки должны быть не менее чем на 0,5 м выше расчетного наивысшего горизонта вод с учетом подпора и уклона водотока.

Одновременно выясняются климатические условия района, в котором находится площадка, а именно: температуры зимние и летние, влажность воздуха, сила ветров и их направление, время замерзания реки (ледостав) и весенний ледоход.

Данные о температуре нужны для всех теплотехнических расчетов, а именно: систем отопления зданий, сушилок, приточной вентиляции, расхода тепла на оттаивание кряжей и потерь тепла бассейнами.

Направление господствующих ветров позволяет правильно ориентировать заводские корпуса с подветренной стороны, а также обеспечить лучшее проветривание площадки предприятия.

На выбранной и закрепленной соответствующим актом площадке под строительствофанерного завода специальная изыскательская партия проводит топографические, инженерно-геологические и гидролого-гидрометрические изыскания.

В результате топографических изысканий, съемки местности с нивелировкой составляют план площадки в горизонталях в зависимости от размеров ее в масштабе 1:2000, 1:1000 или 1:500. Горизонтали наносят на плане через 1 или 0,5 м, что дает возможность правильно разместить здания и сооружения.

Качество, вид и свойство грунта определяются инженерно-геологическими изысканиями путем выемки шурфов глубиной 5—8 м при первоначальном обследовании или путем бурения скважин глубиной 10—15 м при окончательном обследовании. Количество шурфов и скважин зависит от рельефа площадки. Одновременно при бурении выявляются гидрогеологические условия, т. е. определяется уровень грунтовых вод, а также уровень зон с повышенной влажностью грунта. Наиболее благоприятные для строительства условия будут при глубине грунтовых вод 5 м и ниже, при глубине от 2,5 до 4,5 м необходимы мероприятия по борьбе с водой только для заглубленных фундаментов.

Для получения артезианской воды производится более глубокое бурение. Путем лабораторных химических анализов определяется возможность использования этой воды как для нужд питания паровых котлов и остальных технологических нужд, так и для хозяйствственно-питьевых нужд (столовая).

Если сырье будет поступать сплавом, необходимы гидролого-гидрометрические изыскания акватории реки. Определяются про- мерами глубины, выявляются места для хранения древесины, ко-

лебания горизонтов воды, сроки начала и конца сплава. Обследование реки проводится на расстоянии 1,5—2 км вверх и вниз по течению.

Таким образом, в результате разработки проектного задания устанавливается экономическая целесообразность и техническая возможность строительства завода в данном месте, на выбранной площадке, а также обеспеченность источниками снабжения сырьем, энергией, топливом, водой, строительными материалами. Кроме того, устанавливаются основные технические решения технологической, энергетической, сантехнической частей проектируемого завода, определяется общая стоимость строительства и основные технико-экономические показатели. Нормы расхода воды и спуска сточных вод при производстве фанеры приведены на с. 309.

### **Генеральный план завода**

После разработки технологической части проекта и определения размеров производственных корпусов приступают к проектированию генерального плана. В соответствии с инструкцией Госстроя СССР производственные, подсобные и вспомогательные здания, а также закрытые склады следует объединять в более крупные здания во всех случаях, когда такое объединение экономически обосновано и допустимо по производственным, строительным, санитарно-гигиеническим и противопожарным требованиям, а также по условиям безопасности. Трансформаторные подстанции и распределительные пункты 6—10 кв, вентиляционные установки, насосные по перекачке негорючих жидкостей, промежуточные и расходные склады не следует проектировать отдельно стоящими, их надлежит размещать в производственных зданиях. Во исполнение этих указаний при проектировании фанерных заводов решается максимально возможное блокирование производственных и вспомогательных цехов.

Одно из главнейших требований к генеральному плану состоит в достижении допустимо плотной компоновки всех объектов промышленной площадки для обеспечения требуемого по нормам процента застройки. На генеральный план наносят все здания, сооружения, проезды, пути, зеленые насаждения, ограждение площадки с изображением рельефа участка горизонталями и с указанием вертикальных отметок.

Генеральный план часто разрабатывается в нескольких вариантах; тем самым определяется наиболее выгодный план, обеспечивающий наименьшую стоимость строительства. При проектировании генерального плана планируется размещение всех зданий с учетом последовательности технологического процесса без образования нежелательных петлеобразных и возвратных движений сырья, полуфабрикатов или готовой продукции, с учетом межцеховых транспортных средств, противопожарных требований и с увязкой подсоединения дорог и путей к внешним путям.

Для обеспечения минимального количества планировочных

(земляных) работ и расходов по освоению площадки здания и сооружения необходимо размещать с учетом рельефа площадки. Ориентация зданий и сооружений в отношении стран света должна быть такой, чтобы максимально использовались естественные условия освещения. Кроме того, необходимо учитывать господствующее направление ветров для обеспечения продуваемости площадки.

В соответствии с общесоюзными противопожарными нормами строительного проектирования промышленных предприятий при разработке генерального плана необходимо соблюдение правильных разрывов между зданиями с учетом характера производства, протяженности зданий, их огнестойкости, возможности проездов пожарной команды и организации тушения пожара.

При проектировании генерального плана учитывается последующее расширение предприятия, если оно предусматривается за-данием на проектирование.

На генеральный план наносят все сооружения, реки, бассейны и особенно подъемно-транспортные устройства: козловые, башенные и прочие краны, транспортеры, рельсовые пути, зеленые насаждения, ограда территории, проходная, пожарное депо.

Для уменьшения путей передвижения и облегчения транспортировки ремонтируемых узлов часто большого веса ремонтно-механический цех надо располагать в центре или вблизи производственных цехов.

Склад древесных топливных отходов нужно располагать в таком месте, чтобы была обеспечена возможность подачи отходов (щепы) механизированным способом (транспортерами) или пневмотранспортом из производственных цехов и чтобы подача отходов в котельную также была обеспечена механизированным транспортом.

Цех для приготовления смол располагают в центре потребления, вблизи фанерного цеха и цеха древесностружечных плит, а также с учетом путей доставки их на завод. Склад горючих и смазочных материалов располагают в отдалении, изолированно от других зданий и цехов. В генеральном плане должно быть предусмотрено теплое помещение для обогревания рабочих, работающих на открытом воздухе (рейде, бассейнах и т. д.).

Главный вход (проходную) на предприятие нужно предусматривать со стороны основного подхода или подъезда рабочих к предприятию.

По окончании проектирования генерального плана выводят основные показатели:

1. Общую площадь, занятую предприятием.
2. Водную территорию, освоенную предприятием.

3. Коэффициент застройки территории, который определяется в процентах как отношение площади застройки промышленными зданиями к общей площади предприятия в ограде с включением в площадь застройки площадки, занятой веером железнодорожных путей. По строительным нормам и правилам Госстроя СССР коэф-

фициент застройки (или наименьшая плотность застройки) по фанерным предприятиям должен составлять не менее 25%.

4. Коэффициент использования территории, т. е. отношение площади, занятой запроектированными зданиями и сооружениями, открытыми складами и дорогами, к общей заводской территории, (должен быть в пределах 0,6—0,65).

5. Площадь, занятую поселком.

6. Протяженность железнодорожных и других транспортных путей.

7. Количество земляных работ.

При анализе и оценке решений полученного варианта генерального плана вышеприведенные показатели — основной критерий.

Вместе с генеральным планом предприятия составляется ситуационный план района, на котором показывается увязка генерального плана проектируемого завода с близлежащими промышленными предприятиями и населенными пунктами, а также увязка транспортных и остальных инженерных сетей с сетями района.

При проектировании генерального плана нужно соблюдать архитектурные требования, а именно: параллельность, по возможности, осей зданий; четкое расположение проездов; расположение фасадов зданий, выходящих на магистральную дорогу по прямой линии; правильное расположение зеленых насаждений; выделение предзаводской площадки!

На предзаводской площадке обычно располагаются здание завод управления с проходной, иногда со столовой, пожарное депо.

### Строительное оформление проекта

При разработке строительной части проектного задания используют следующие действующие нормы и правила проектирования: санитарные нормы проектирования промышленных предприятий; указания по проектированию производственных зданий без фонарей и с фонарями; противопожарные нормы и технические условия проектирования предприятий общественного питания; нормы и технические условия проектирования вспомогательных зданий и помещений промышленных предприятий; технические условия на строительное проектирование промышленных предприятий того района, где предполагается строительство; номенклатуру сборных железобетонных конструкций заводского изготовления для одноэтажных промышленных зданий и унифицированные железобетонные изделия для многоэтажных промышленных зданий с балочными перекрытиями и сетями колонн  $12 \times 6$  м.

Вертикальная планировка промышленной площадки предусматривает проектные работы по выравниванию поверхности. В результате запроектированный рельеф должен обеспечить следующее: проектирование применяемых видов внутrizаводского транспорта между цехами, складами открытыми, складами закрытыми (готовой продукции, технологических материалов и т. д.) без превышения допустимых уклонов при движении; естественный отвод

ливневых вод по лоткам дорог и дальше в ливневые колодцы; наименьший объем земляных планировочных работ.

На генеральном плане внутри габарита зданий показывают отметки чистых полов, а на углах зданий в числитеle дроби красные отметки (проектные), в знаменателе черные отметки земли.

При разработке строительных конструктивных решений для производственных и вспомогательных зданий выявляют и принимают во внимание следующие факторы: климатический район, расчетную наружную температуру воздуха (зимнюю, а именно: среднюю наиболее холодных суток и среднюю наиболее холодной пятидневки); величину скоростного напора ветра на высоте над поверхностью земли до 10 м; количество выпадающих осадков; вес снегового покрова; максимальную глубину промерзания грунта; категорию пожарной опасности для фанерных заводов (принимается категория В и здания проектируются в конструкциях II степени огнестойкости).

Обычно производственный корпус фанерного завода бывает одноэтажным с сеткой колонн 12×12 или 12×18 м. Высота его до низа конструкции 6 м. В нем могут блокироваться производство гнутоклеенных деталей, трансформаторные подстанции, расположенные в местах наибольших электрических нагрузок, склад готовой продукции, kleepриготовительная, зарядная для батарей вилочных погрузчиков, административно-конторские и бытовые помещения. Цех древесностружечных плит хотя и пользуется отходами (щепой фанерного цеха), но в связи с более высокими отметками для технологического оборудования редко блокируется.

Несущие и ограждающие конструкции предусматриваются в следующем исполнении: стены кирпичные или панели сборные железобетонные; колонны сборные железобетонные или кирпичные; перекрытия — сборные железобетонные плиты по сборным железобетонным ригелям с кровлей из трех слоев рубероида с защитным слоем из гравия; отвод дождевой воды внутренними водостоками.

В соответствии с противопожарными правилами при большой длине корпуса предусматриваются брандмауэрные стены со специальными трудносгораемыми дверьми или воротами, конструкция которых обеспечивает огнестойкость более 1,5 ч.

При проектировании завода обязательным условием является применение для вспомогательных цехов (компрессорной, прачечной для спецодежды, склада мазутного топлива, склада горючесмазочных материалов, наземного склада смол со станцией перекачки, ремонтно-механического цеха), типовых проектов, действующих в данное время.

Основой для проектирования строительной части зданий служат задания технологического отдела с разработанными планировками технологического процесса по всем цехам с точным указанием расположения всего технологического оборудования и транспортных устройств. В задании указывается также нужная температура в каждом цехе, количество работающих посменно

(женщин и мужчин отдельно). Последние сведения нужны для правильного проектирования размера бытовых помещений.

Планировка оборудования, предусматривающая расположение фундаментов, транспортных устройств и т. д., позволяет правильно принимать решения по некоторым строительным вопросам: высоты помещений, нагрузки на перекрытия, естественного освещения.

Бесперебойность производственного процесса обеспечивается в том случае, если решения строительной части тщательно согласовываются с технологией производства.

### Выбор и расчет транспортных средств

Транспортные средства по своему назначению делятся на две группы: транспортные механизмы и устройства внутризаводские или межцеховые и внутрицеховые.

Внутризаводские устройства выполняют транспортную связь между цехами, между складами и цехами. Оба этих вида транспортных механизмов органически связаны с технологическим процессом, и их проектирование, а также проектирование генерального плана, ведется одновременно с выбором того или иного вида транспорта.

Внутрицеховые транспортные устройства и механизмы связывают технологические операции в общий технологический процесс, обеспечивая его непрерывность, механизируя передвижение полуфабриката от станка к станку. Большинство внутрицеховых транспортных механизмов это устройства непрерывного действия в виде транспортеров — цепных, ленточных, роликовых и т. д. Применяют также и внутрицеховые механизмы периодического действия — электрокары, вилочные погрузчики, тележки и т. д.

В зависимости от запроектированного вида внутризаводского транспорта решается вопрос характера и покрытия дорог на промышленной площадке. Для правильного расчета количества транспортных механизмов и их технической характеристики составляют ведомость грузопотоков (см. стр. 308) между цехами и внутри отделений.

По технологическим расчетам определяются размеры грузопотоков в цифровых данных в кубических метрах или тоннах в годовом размере и пересчитываются в разрезе смены. При расчете количества транспортных механизмов (включая погрузчики, электрокары, автомашины) принимается во внимание расстояние каждой ездки, допустимая скорость и грузоподъемность механизма с учетом коэффициента укладки перевозимого груза. Движение полуфабрикатов между цехами предполагается равномерным, соответствующим их сменному выпуску.

## Ведомость межхозяйственных грузопотоков за год

**Нормы расхода воды и спуска сточных вод при производстве фанеры**

Пункты потребления и спуска	Расход воды			Спуск сточных вод			Характеристика сточных вод	Примечание
	суточный, м <sup>3</sup>	часовой, м <sup>3</sup>	секундный, л	суточный, м <sup>3</sup>	часовой, м <sup>3</sup>	секундный, л		
Открытый бассейн гидротермической обработки фанерного сырья (долготья). Размер в осях $27,2 \times 8,4 \times 3,1$ м, объем сырья 150 м <sup>3</sup> . Продолжительность операции 14 ч при $t$ воды 40° С:							Механические загрязнения: кора, песок, земля	Смена воды 2 раза в месяц в течение 8 ч
единовременный расход и спуск воды, м <sup>3</sup>	540	67,5	19	540	67,5	19		
постоянный расход воды, м <sup>3</sup>	17,5	0,73	0,2	—	—	—	Механические загрязнения: кора, песок, земля	Смена воды 2 раза в месяц в течение 1 ч
Закрытый бассейн гидротермической обработки фанерного сырья (чураков). Размер в осях $6 \times 2 \times 2$ м <sup>3</sup> , объем сырья 6 м <sup>3</sup> , продолжительность операции 17 ч при $t$ воды 40° С:								
единовременный расход и спуск воды, м <sup>3</sup>	18	18	5,15	18	18	5,15		
постоянный расход, м <sup>3</sup>	0,48	0,02	0,07	—	—	—		
Открытый бассейн для хранения фанерного сырья (долготья). Размер $27,2 \times 22,8 \times 3,1$ м объем сырья 730 м <sup>3</sup> :								
единовременный расход и спуск воды, м <sup>3</sup>	1060	44	12,2	1060	44	12,2	Механические загрязнения: кора, песок, земля	Смена воды 2 раза в месяц в течение 24 ч, бассейн работает в летнее время с мая по октябрь
постоянный расход воды, м <sup>3</sup>	65	2,7	0,75	—	—	—		
Лущильные станки, 1 м <sup>3</sup> сырого шпона				0,05			Слабые растворы минеральных безвредных солей	

## П р о д о л ж е н и е

Пункты потребления и спуска	Расход воды			Спуск сточных вод			Характеристика сточных вод	Примечание
	суточный, м <sup>3</sup>	часовой, м <sup>3</sup>	секундный, л	суточный, м <sup>3</sup>	часовой, м <sup>3</sup>	секундный, л		
Компрессор: 200В—10/8 } на 1 компрессор 2ВП—20/8 }	100,8 163,2	4,2 6,8	1,17 1,89	100,8 163,2	4,2 6,8	1,17 1,89	Условно чистые	
Вакуум насос: PMK-3 } на 1 насос PMK-2 }	86,4 5,76	3,6 0,24	1,0 0,067	86,4 5,76	3,6 0,24	1,0 0,067	То же	
Пилоножеточка на 1 ножеточильный станок	3,0	0,13	0,65	3,0	0,13	0,035		Непрерывно с металлической пылью
Клееварка: на приготовление клея на 1 м <sup>3</sup> фанеры	0,2	—	—	—	—	—		
на промывку аппаратуры на 1 мешалку 1 раз в сутки в течение 20 мин	0,75	0,25	0,20	0,75	0,25	0,20	С вредными примесями	
Клеевые вальцы промывка на 1 валец 3 раза в сутки в течение 10 мин.	0,75	0,25	0,4	0,75	0,25	0,4	С загрязнением формальдегида до 300 мг/л, фенола 200 мг/л	
Сушилки роликовые: на 1 сушилку при 3-сменной работе:							Условно чистые	Постоянный спуск
СРГ-50-2	168	7,0	1,95	168	7,0	1,95		
СРГ-25	84	3,5	1,98	84	3,5	0,98		
СУР-6	120	5,0	1,4	120	5,0	1,4		
СУР-4	120	5,0	1,4	120	5,0	1,4		
СУР-5	60	2,5	0,7	60	2,5	0,7		

П р и м е ч а н и е. Нормативы разработаны Гидродревпромом для фанерного завода мощностью 52 тыс. м<sup>3</sup> в год при 3-сменной работе.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	3
Г л а в а I. Клееная фанера и области ее применения . . . . .	
§ 1. Классификация фанеры и фанерной продукции . . . . .	5
§ 2. Основные принципы строения kleеной фанеры . . . . .	8
§ 3. Физико-механические свойства kleеной фанеры и других видов фанерной продукции . . . . .	10
Г л а в а II. Сырье для производства kleеной фанеры . . . . .	
§ 4. Фанерное сырье, технические условия . . . . .	15
§ 5. Способы доставки и выгрузки сырья . . . . .	17
§ 6. Хранение сырья на складах . . . . .	23
§ 7. Разделка и окорка сырья . . . . .	29
Г л а в а III. Тепловая обработка сырья . . . . .	
§ 8. Назначение и виды тепловой обработки . . . . .	35
§ 9. Оборудование для тепловой обработки сырья . . . . .	40
Г л а в а IV. Изготовление шпона . . . . .	
§ 10. Лущение шпона . . . . .	53
§ 11. Конструкция лущильных станков . . . . .	60
§ 12. Центровка чуроков и объемный выход шпона . . . . .	69
§ 13. Раскрой шпона на ножницах . . . . .	73
§ 14. Дефекты лущения и их устранение . . . . .	79
Г л а в а V. Сушка и сортировка шпона . . . . .	
§ 15. Сушка шпона . . . . .	82
Общие сведения . . . . .	82
Способы сушки . . . . .	85
Факторы, определяющие продолжительность и качество сушки шпона . . . . .	86
Сушка шпона в дыхательных прессах . . . . .	94
Роликовые сушилки . . . . .	94
Ленточные сушилки . . . . .	100
Камерные и конвейерные сушилки . . . . .	102
Продолжительность сушки шпона . . . . .	103
Режимы сушки шпона . . . . .	106
Сушка шпона с нанесением фенолформальдегидной смолы . . . . .	107
Производительность сушилок . . . . .	108
§ 16. Сортировка сухого шпона . . . . .	109
§ 17. Обработка сухого шпона . . . . .	112
Г л а в а VI. Производство строганого шпона . . . . .	
§ 18. Производство строганого шпона и шпона специального назначения . . . . .	124
Г л а в а VII. Склейивание фанеры . . . . .	
§ 19. Клей . . . . .	136
§ 20. Основные теории склеивания . . . . .	140
§ 21. Фенолформальдегидные смолы и клеи на их основе . . . . .	143
§ 22. Общие закономерности процесса поликонденсации фенола с формальдегидом . . . . .	145
§ 23. Процесс производства фенолформальдегидных смол . . . . .	147
§ 24. Применение фенолформальдегидных смол для склеивания фанеры и древесных слоистых пластиков . . . . .	152

§ 25. Мочевино-формальдегидные смолы и клеи на их основе	154
§ 26. Общие закономерности процесса поликонденсации мочевины с формальдегидом	156
§ 27. Мочевино-формальдегидные смолы для производства фанеры	159
§ 28. Меламино-формальдегидные и мочевино-меламино-формальдегидные смолы	163
§ 29. Другие смолы и клеи	165
§ 30. Определение основных физико-химических и технологических свойств kleev	169
§ 31. Нанесение клея	176
§ 32. Склейивание фанеры	185
§ 33. Обработка фанеры	217
§ 34. Сортировка фанеры	229
§ 35. Использование отходов фанерного производства	231
<b>Г л а в а VIII. Производство фанерной продукции</b>	<b>233</b>
§ 36. Производство древесных слоистых пластиков	233
Классификация древесных слоистых пластиков	233
Технология производства древесных слоистых пластиков	236
Технология производства композиционных древесных пластиков	247
Технология и режимы производства древесной пресскрошки	247
§ 37. Производство бакелизированной фанеры	250
§ 38. Производство облицованной фанеры	251
§ 39. Производство декоративной фанеры	253
§ 40. Производство фанерных труб и бочек	258
§ 41. Производство специальных видов фанеры	266
§ 42. Производство столярных плит	275
§ 43. Отопление, вентиляция и водоснабжение	283
Вентиляция и отопление	283
Местная вентиляция	286
Кондиционирование воздуха	287
Водоснабжение	287
§ 44. Организация пожарной службы на фанерных заводах	292
§ 45. Энергетическое хозяйство	293
§ 46. Организация контроля за качеством	298
§ 47. Основы проектирования фанерных заводов	300
Выбор площадки	301
Генеральный план завода	303
Строительное оформление проекта	305
Выбор и расчет транспортных средств	307