

# **Производство деталей строительных конструкций**

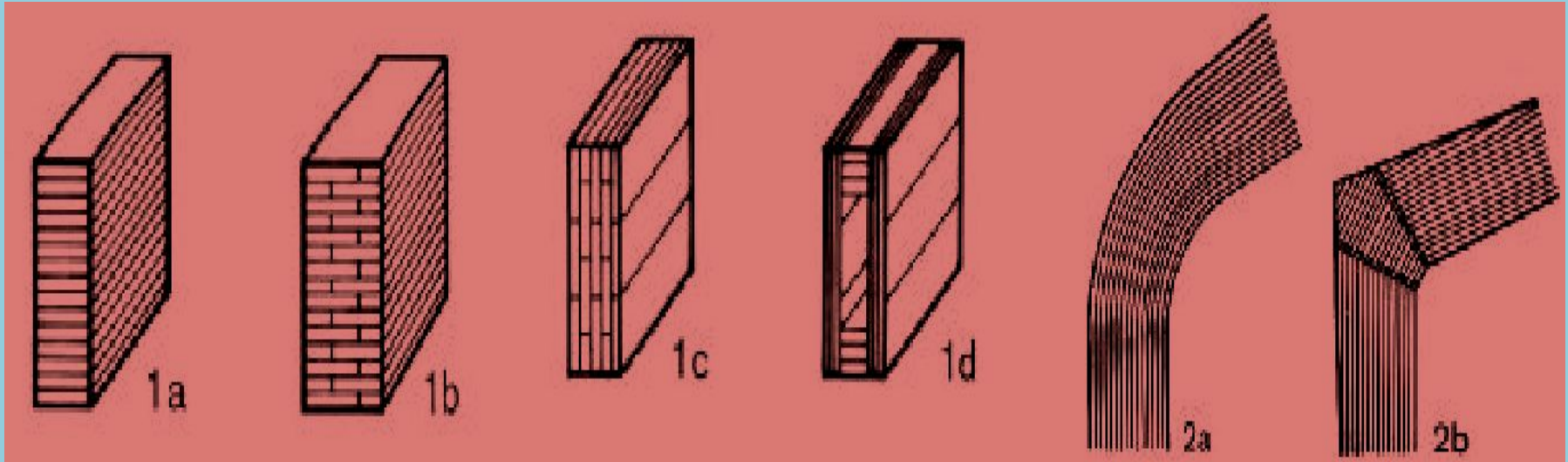
- 1. Требования к элементам  
строительных конструкций**
- 2. Технологический процесс  
производства деталей КДК**
- 3. Контроль качества в производстве  
КДК**

**Строительные конструкции делятся на несущие и ограждающие .**

**Использование древесины в несущих конструкциях дает наибольший эффект, так как в них удастся сочетать высокие прочностные свойства древесины, ее малую плотность, декоративность.**

- **Клееные деревянные конструкции позволяют получать легкие безопорные сооружения большого пролета (до 100 м).**

# Типы клееных балок:



- **1a - сплошного сечения,**
- **1b – тоже со склеиванием слоев по ширине,**
- **1c – из вертикально расположенных слоев ,**
- **1d - в виде пустотелой рамки,**
- **2a - гнутоклееная,**
- **2b – с вставкой на зубчатый шип.**

- При проектировании криволинейных балок нужно иметь в виду, что минимальный радиус изгиба составляет 6 м.
- Для экономии древесины в качестве углового соединения можно использовать вставку на прямых или зубчатых шипах (рис.2а.2b).

В качестве связующего применяют **карбамидные клеи** для балок, эксплуатируемых в защищенных условиях,

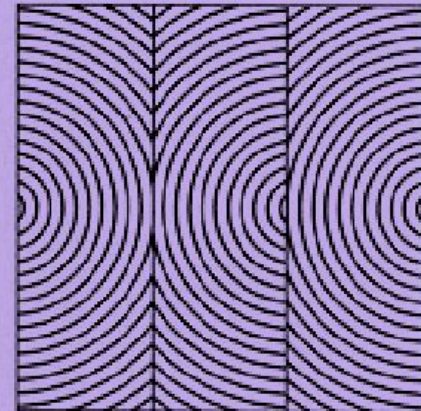
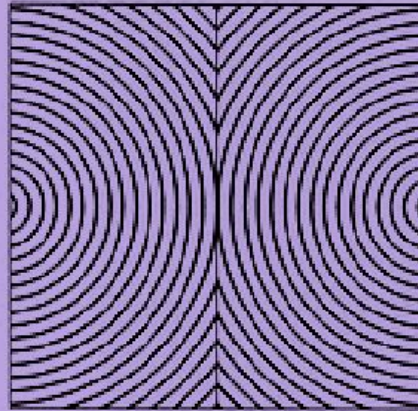
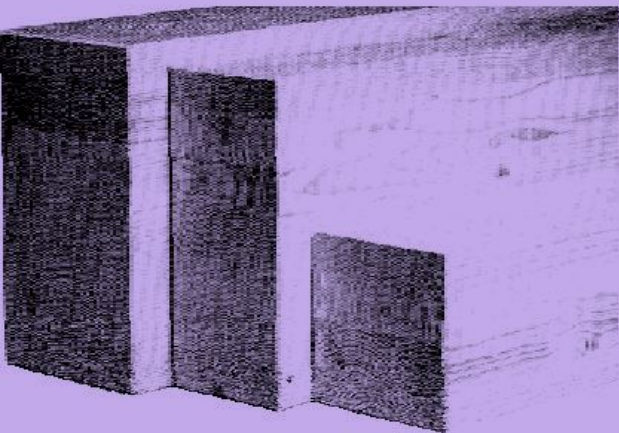
**резорциновый клей** – для балок, находящихся в условиях повышенной влажности или под действием атмосферных условий.

Расход клея составляет 250-400 г/м<sup>2</sup>.

Это в среднем 18,5 – 20 кг/м<sup>3</sup> готовой продукции

**Различают три типа клееных деревянных балок – многослойные, двухслойные и трехслойные .**

**Многослойные формируются из нескольких горизонтальных слоев, двух- и трехслойные - соответственно из двух или трех слоев, которые располагаются вертикально.**



**Двухслойные и трехслойные клееные балки склеиваются из слоев таким образом, чтобы в сооружении клеевой шов располагался вертикально.**

**Доски располагаются внутренней стороной (обращенной к сердцевине) наружу, так как в этом случае образование трещин менее вероятно, а сучки менее крупные, чем с наружной стороны доски.**



- **Двухслойные и трехслойные балки применяют в рамных конструкциях, решетчатых сооружениях, стропилах, опорах.**
- **Нашло применение армирование клееных деревянных деталей несущих конструкций путем вклеивания металла или стеклопластика.**
- **Вклеивают арматуру эпоксидным клеем в сжатые и растянутые зоны балок .**

- **Нормы проектирования деревянных конструкций изложены в СНиП II-25-80.**
- **По условиям эксплуатации различают категории конструкций:**
  - **А - внутри отапливаемых помещений,**
  - **Б - внутри неотапливаемых помещений,**
  - **В - на открытом воздухе ,**
  - **Г - в особых условиях, в том числе :**
    - **Г1 - соприкасающиеся с грунтом,**
    - **Г2 - постоянно увлажняемые,**
    - **Г3 - находящиеся в воде.**

**Несмотря на обилие строительных материалов, большинство из которых значительно прочнее и долговечнее древесины, клееные деревянные конструкции (КДК) нашли свое применение в строительной индустрии и пользуются неизменным спросом.**

**Этому способствуют следующие преимущества КДК перед другими конструкциями (в том числе металлическими и железобетонными):**

**высокая прочность при малом весе;**

- новые архитектурные возможности;**
- возможности получения больших пролетов;**
- возможность строительства на участках с малой механизацией;**
- высокая огнестойкость конструкций (для сплошных сечений характерно самозатухание огня по мере обгорания периферийных зон деталей и сохранение несущей способности конструкций);**
- отсутствие температурных деформаций.**

**На элементы деревянных строительных конструкций имеются отдельные технические условия (ТУ 13 - 247 - 75).**

***В зависимости от назначения различают три класса продукции:***

- 1. Элементы, для которых главными являются архитектурные качества. Отделка должна подчеркивать природную структуру древесины, поверхности должны быть загрунтованы под прозрачное покрытие.**
- 2. Элементы общестроительного назначения. Отделка может быть укрывистой.**
- 3. Элементы, для которых внешний вид не имеет значения. Строгание боковых поверхностей не требуется, внешнее покрытие играет только защитную роль.**

- **По температурно-влажностным условиям различают 3 группы элементов:**

**С** - эксплуатируемые внутри отапливаемых помещений (влажность воздуха не более 75%). Соответствует группам А1, А2, Б1 по СНиП II-25-80;

**В** - эксплуатируемые в открытых атмосферных условиях и неотапливаемых помещениях (А3, Б2, В);

**М** - эксплуатируемые в воде или в земле, а также подвергающиеся

**Для изготовления элементов КДК  
допускаются пиломатериалы только  
хвойных пород (сосна, ель, пихта) с  
прочностью чистой древесины не менее:**

**при изгибе - 65 МПа,**

**при сжатии - 35 МПа,**

**при растяжении - 85 МПа,**

**при скалывании - 6 МПа.**

- **В связи с опасностью больших внутренних напряжений при склеивании толстых досок принято ограничение по этому параметру - для элементов категории С толщина досок должна быть не более 50 мм, для других категорий - не более 40 мм.**



- ***По качеству* пиломатериалы для строительных конструкций разделяются на три категории, из которых**
- **первая предназначена для растянутой зоны изгибаемых элементов,**
- **вторая - для сжатой зоны и**
- **третья - для внутренних слоев.**

## **1. Подготовка пиломатериалов**

**Механическая обработка начинается с предварительной строжки досок (вскрытие пороков).**

**Строжка слоев облегчает последующий контроль качества древесины при торцовке и сращивании пиломатериалов.**

- **Сортировка досок должна проводиться по прочности досок.**
- **Сортировка по несущей способности позволяет существенно улучшить использование пиломатериалов, так как более жесткие слои можно расположить в нагруженных зонах изгибаемой балки и при равной прочности клееного элемента использовать меньшие поперечные сечения балок.**
- **Экономия материала при этом может составить от 20 до 25%.**
- **Установки для машинной сортировки пиломатериалов выпускают многие фирмы**

- **Затем доски поступают на торцовочные станки или на линию с автоматической торцовкой для вырезки дефектов, отмеченных оператором или машиной.**
- **В линиях Димтер 450 торцовочный станок самостоятельно, без маркировки, опиливает все концы досок, которые часто имеют дефекты в виде трещин.**

## **2. Сращивание пиломатериалов**

**Доски различной длины далее сращиваются на зубчатый шип в непрерывную ленту, которая раскраивается на слои нужной длины.**

**При вырезке дефектов типа сучков нужно иметь в виду, что зубчатое соединение не обеспечивает 100%-ную прочность доски в месте стыка.**

- **Снижение прочности зависит от степени ослабления поперечного сечения в местах кончиков шипов.**
- **Степень ослабления равна отношению затупления шипа к шагу соединения.**
- **Согласно ДИН 68140 для несущих конструкций следует применять соединения со степенью ослабления не более 0,18.**

- **Этой величине соответствует снижение прочности и модуля упругости при изгибе примерно на 20 - 25% от прочности чистой древесины.**
- **Поэтому при настройке сортировочной машины следует исходить из того, что отметки нужно делать только для сучков, которые снижают модуль упругости (а следовательно и прочность при изгибе) не менее, чем на 25%.**

- **Зарезку вертикальных шипов и склеивание следует выполнять в течение одного дня с тем, чтобы изменения влажности не вызвали дефектов склеивания.**
- **Нанесение клея должно быть двухсторонним.**



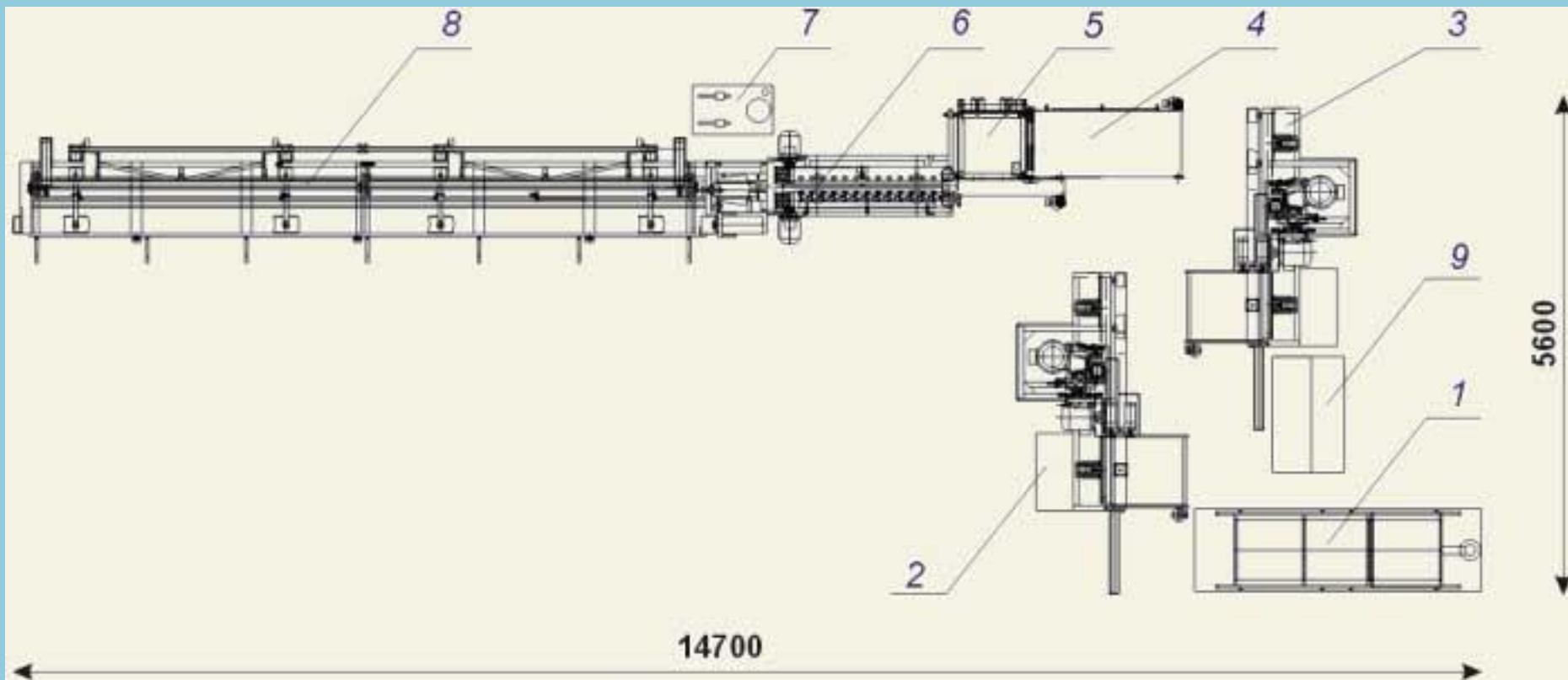
- **Срачивание осуществляется при продольном давлении, но в некоторых случаях требуется и поперечное давление для предотвращения отгибания крайних шипов.**
- **Полное давление следует прикладывать в течение не менее 2 с**

- **Давление должно составлять для хвойной древесины при длине шипов до 10 мм не менее 12 МПа , при длине 60 мм – 2 МПа.**
- **Для лиственной древесины давление увеличивают на 30%.**
- **Поперечное давление для хвойной и лиственной древесины может не превышать 2-3 МПа.**

- Для полного отверждения клея слои должны выдерживаться не менее 24 часов при температуре помещения не ниже  $18^{\circ}\text{C}$  (если не используется дополнительный подогрев во время прессования).
- При ТВЧ-нагреве мощность генератора должна быть не менее 3 кВт.
- В противном случае есть опасность повреждения соединений при перемещении слоев и их укладке в штабель



*Линия сращивания деталей на минишип (Грекон-Димтер)*



*Линия сращивания деталей на минишип (Грекон-Димтер)*

- ФИЛЬМЫ:
- <https://youtu.be/BGIMDHme3m8>
- <https://youtu.be/UyJ2xMOXH2Q>

- Следующей операцией технологического процесса является строгание двух пластей сращенных слоев (ламелей).
- Соответствующий станок может располагаться непосредственно за установкой сращивания, после площадки буферного запаса сращенных слоев, где заготовки выдерживаются 24 часа, или непосредственно перед клеенаносящим станком перед прессом, где прессуют балки.

- **Строжка непосредственно перед нанесением клея дает наиболее ровные и чистые поверхности.**
- **В строгальном станке главное внимание следует уделять качественной подготовке поверхностей под склеивание.**



### **3. Нанесение клея на пласти**

- **Нанесение клея чаще всего производится методом налива и клеенаноситель находится сразу за строгальным станком.**
- **При этом необходимы большие скорости подачи (до 150 м/мин), что обеспечивает нужный расход клея (250 – 400 г/м<sup>2</sup>) и малое открытое время выдержки**

- **Клеенаносящее устройство готовит клей смешиванием двух компонентов, после чего он подается в трубу с отверстиями.**
- **Клей наносится на верхнюю пластъ доски, которая сразу передается на участок сборки пакетов и прессования.**



*Нанесение клея методом налива*

## **4. Прессы для получения крупногабаритных деталей**

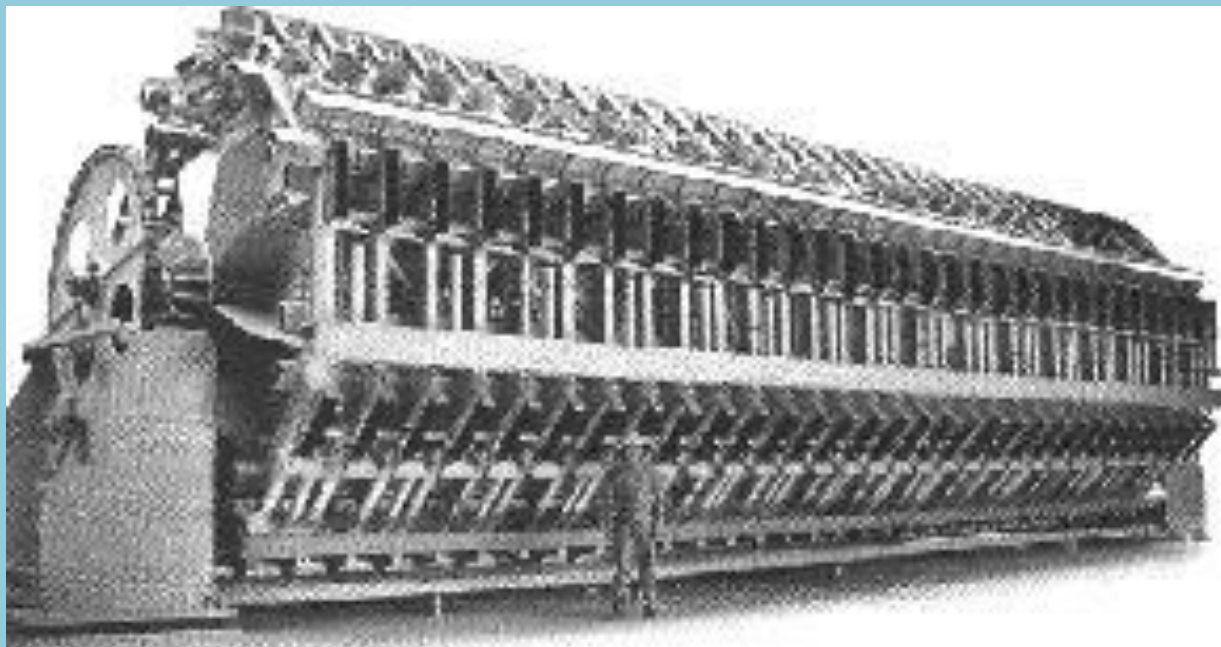
**В зависимости от конструкции различают следующие прессы для склеивания крупногабаритных деталей:**

- Горизонтальный гидравлический и/или механический пресс с переставляемыми блоками для криволинейных балок, в том числе с дополнительным боковым давлением (силовой пол)**
- Вертикальный гидравлико-механический пресс (с боковыми цилиндрами для выравнивания слоев)**
- Вертикальный гидравлический проходной пресс с ТВЧ-нагревом**

**Требуемое давление составляет 0,6 – 1,2 МПа, расстояние между зажимными элементами для прямых балок должно быть не менее 400 мм, для криволинейных балок - не менее 300 мм.**

- **Клеильная установка образует три участка - ротационный пресс, накопитель для непрерывного приёма ламелей и отводящий транспортер.**
- **Шестнадцать прижимных цилиндров с усилием прессования до 10 кН смонтированы на накопителе для ламелей.**

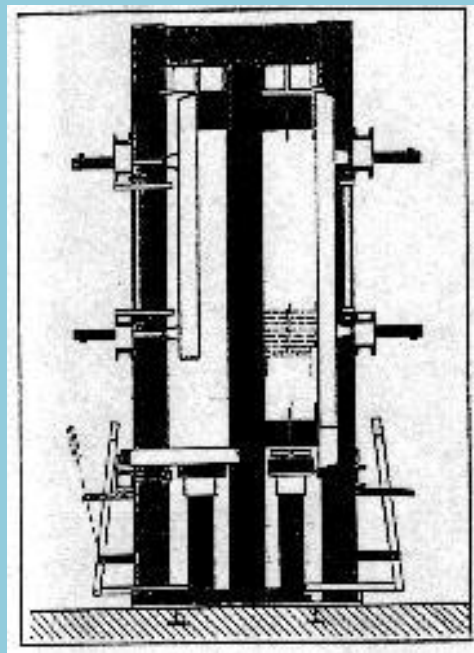
- **Опорные цулаги при разгрузке действуют как выталкиватели. Они могут занимать три положения.**
- **Их можно опустить на 260 - 300 мм, поставить в среднее положение (выдвинуть на 180 - 240 мм) или установить в крайнее верхнее положение (на 120 - 160 мм).**



*Ротационный пресс марки BHS  
фирмы Hess-Technologie*



- **Гидравлический вертикальный пресс ф. Minda Industrieanlage в стандартном исполнении состоит из двух прессующих камер , которые с помощью рольганга перемещаются к вертикально стоящему пакету слоев.**
- **Пресс имеет нижнее давление и используется для одинарного и двойного прессования.**



***Схема прессы Минда***

- При одинарном прессовании могут быть склеены пакеты шириной 160-320 мм, при двойном прессовании ширина пакетов составляет 2 x 80 ... 2 x 160 мм.
- Прессовые камеры могут регулироваться независимо друг от друга. Гидроагрегат имеет два насоса по 4 кВт с максимальным давлением 250 бар

- **Время закрытия пресса при полной загрузке и при давлении в гидросистеме 50 бар составляет 50 с, полное давление прессования в 190 бар достигается за 10 с.**
- **Выравнивающие элементы гарантируют, что при двойном прессовании каждый пакет будет нагружен равным давлением (выравнивающий ход составляет 17 мм)**

- **Размеры и производительность прессы зависят от размеров продукции и производственной программы предприятия.**
- **Поэтому прессы делаются модульной конструкции и для каждого предприятия могут быть изготовлены прессы соответственно особенностям клееной продукции**

# Проходные прессы

- Проходные прессы служат главным образом для производства продукции стандартных размеров.
- Для ускорения отверждения во время прессования (давление не менее 0,8 МПа ) клеевые швы прогреваются в поле ТВЧ с помощью вертикальных электродов, расположенных с обеих сторон склеиваемой балки

- **Необходимое давление создается двумя синхронно работающими цилиндрами. Слои выравниваются вертикальными подающими роликами.**
- **Размеры продукции составляют по ширине 80 – 200 мм, по высоте до 1500 мм.**

- **При скорости подачи 0,5 – 4,5 м/мин и мощности генератора 65 – 120 кВт (удельная мощность 2 – 5 ватт/мин. см<sup>2</sup>) производительность составляет 8,5 – 10,5 м<sup>3</sup>/ч (данные фирмы GreCon, 1995 г.).**



- **Для окончательного отверждения клеевых швов требуется 48 – 72 часа в условиях контролируемого климата**

# Послепрессовая обработка деталей

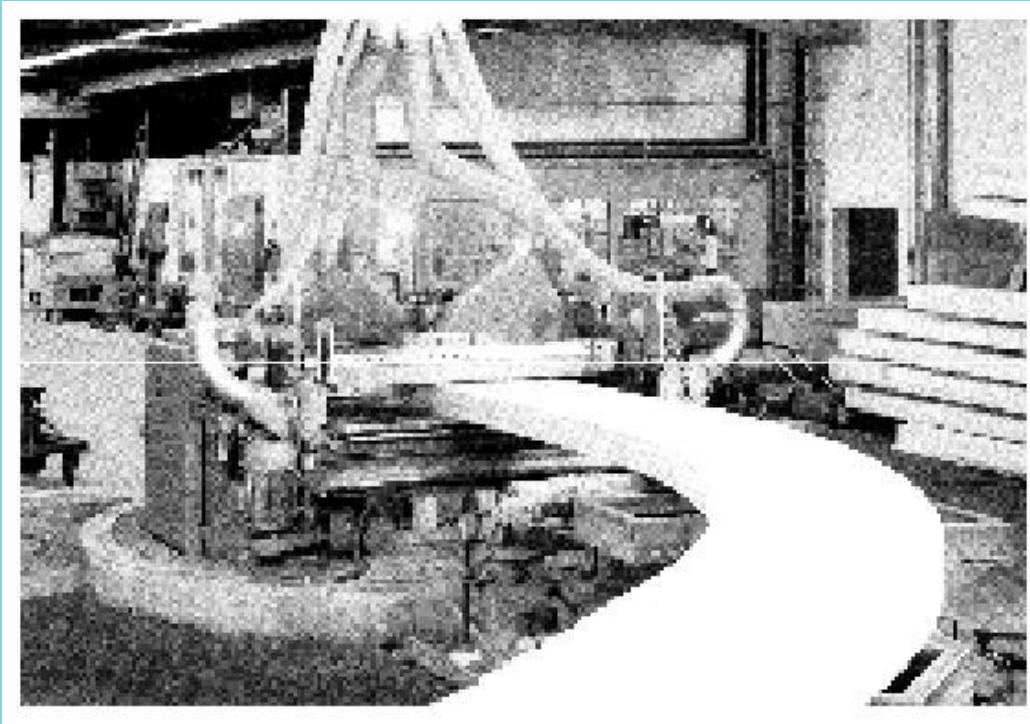
- После распрессовки и выдержки (48 – 72 часа ) для полного отверждения клея балки должны быть простроганы по пласти для удаления подтеков клея и получения ровной поверхности под отделку.

- **Для этой цели созданы специальные рейсмусовые станки с шириной строгания от 400 до 2600 мм.**
- **Особенно широкие станки имеют вверху и внизу по два ножевых вала , расположенных под углом и перекрывающих друг друга в середине ширины строгания.**

- **Каждый вал имеет свой привод, поэтому при строгании узких балок можно включать только половину привода резания.**
- **При обработке прямых балок впереди и позади станка достаточно иметь обыкновенные рольганги**

- **Для строгания криволинейных балок рейсмусовый станок устанавливают на поворотный круг, загрузку выполняют с помощью специальной тележки.**

# Рейсмусовый станок



- **Послепрессовая обработка не сводится только к строганию балок.**
- **Нужно опилить торцы балок с помощью торцовочного станка и придать балке необходимую форму.**
- **Работы могут выполняться в том же потоке, что и строгание балок**

- **Для этих целей имеется много специальных приспособлений для выполнения пропилов, запилов, сверлений и т.п.**
- **Иногда возникает необходимость раскроить длинную балку на более корот-кие (например, 12-метровую балку распилить на четыре 3-метровые).**



- **Для этого также существуют большие торцовочные станки.**
- **При больших размерах продукции целесообразно использовать ручные пилы, дрели и т.п.**

- **Заключительной операцией является упаковка продукции для защиты от высокой влаги воздуха и атмосферных осадков .**
- **Операция выполняется на упаковочных машинах, которые обволакивают балку термоусадочной пленкой.**



***Машина для упаковки деталей***

- **Это особенно касается балок стандартных размеров от 60 x 120 до 160 x 360 мм и длиной 12-18 м.**
- **Транспортировка изделий заказчику выполняется обычно на грузовиках, оснащенных специальными приспособлениями для перевозки крупногабаритных изделий.**

# ***Контроль качества в производстве КДК***

- **Детали строительных конструкций являются наиболее ответственными, так как их дефекты могут привести к очень неприятным последствиям типа обрушения конструкций.**

- **Поэтому контроль качества здесь регламентирован очень строго и осуществляется на всех трех стадиях - входной контроль древесины и клея, текущий контроль параметров изготовления и выходной контроль готовой продукции.**

- ***Контроль качества древесины*** касается определения ее влажности и напряжений в пиломатериалах после сушки, а также оценки прочности пиломатериалов неразрушающим способом.

- **Для определения равномерности сушки в разные места по вертикали и горизонтали штабеля укладывают контрольные доски, вырезают из них секции контроля конечной влажности через каждые 0,7 м длины доски.**



- По изменению их влажности определяют равномерность сушки досок по объёму штабеля.
- Для определения перепада влажности по толщине материала из отобранной доски рядом с секцией влажности вырезают секцию послойной влажности толщиной около 2 см вдоль волокон древесины.

- **Концы образца отпиливают, а среднюю часть раскалывают продольно на три равные полоски, влажность которых определяют весовым способом.**
- **Разность во влажности боковых (взвешивают вместе) и средней полосок дает перепад влажности по толщине доски.**

- **Для определения остаточных напряжений в высушенном материале рядом с секцией послойной влажности выпиливают два торцевых среза размером вдоль волокон по 10 мм.**
- **Образцы выдерживают в комнатных условиях в течение суток, после чего из срезов выпиливают силовые секции**

- Если в процессе выпилки форма секции не изменяется, значит, влажность распределена равномерно.
- В противном случае зубцы изгибаются в сторону большей влажности.
- Изгиб зубцов наружу показывает на наличие растягивающих напряжений, а внутрь - сжимающих напряжений в поверхностных зонах доски.

- **Относительное отклонение зубцов секций в вершине от нормального положения не должно превышать 2% длины зубцов.**
- **При контроле прочности конструкционных деталей следует руководствоваться нормативными значениями прочности**

- **При контроле технологических свойств клея определяют условную вязкость клеев по ВЗ-4 (ГОСТ 9070 - 75) в диапазоне вязкости от 80 до 300 - 400 с, при большей вязкости допускается применение вискозиметра ВЗ-1.**

- **Жизнеспособность, то есть время сохранения рабочей вязкости клея, определяют при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  для 200 г свежеприготовленного клея.**
- **Условное время отверждения определяют путем измерения времени от момента опускания пробирки с клеем в кипящую воду до начала гелеобразования.**

- **Известен также способ определения времени холодного отверждения, при котором 10 - 20 г клея распределяют равномерно на целлофановой или полиэтиленовой пленке слоем 1-2 мм и выдерживают при температуре склеивания**

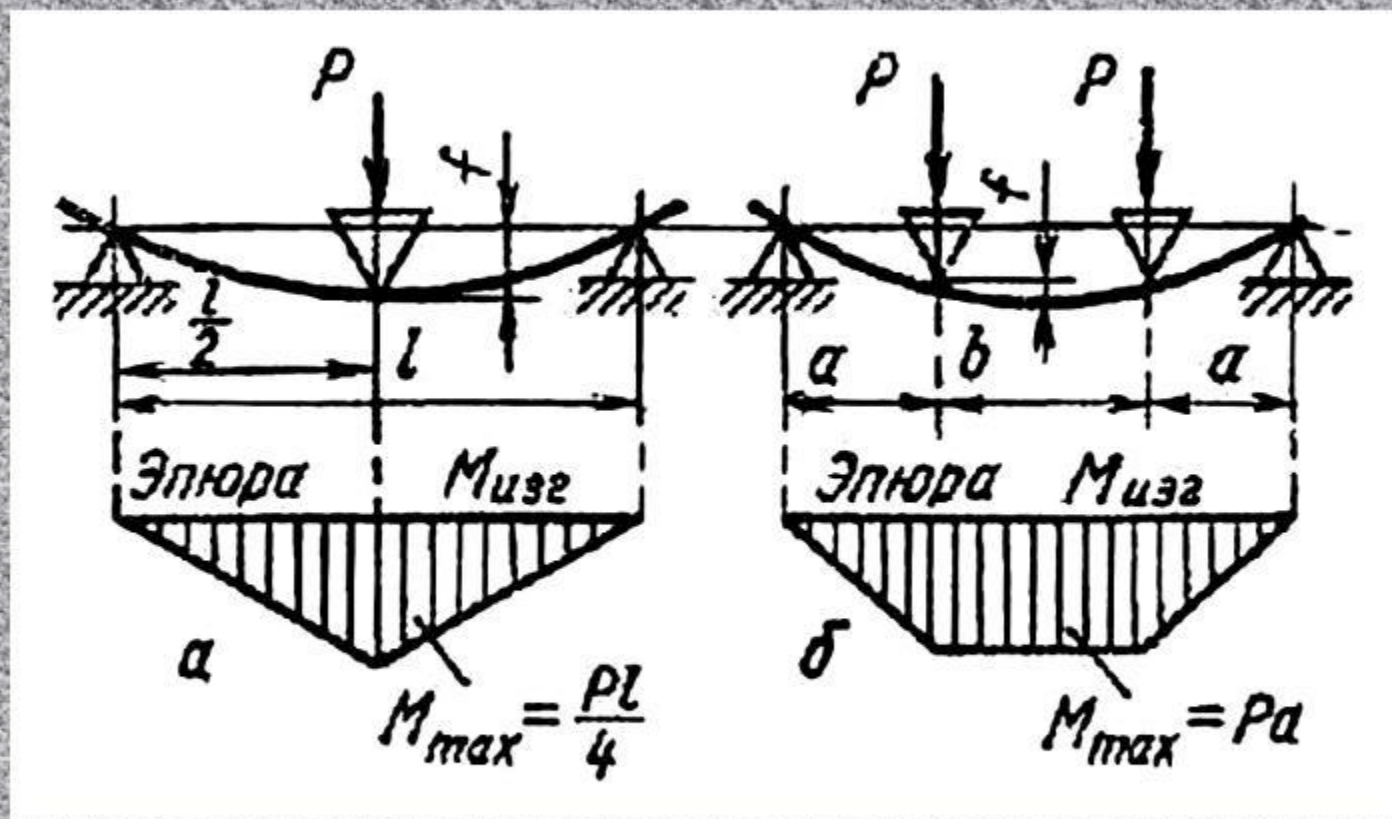


- **Временем отверждения считают время выдержки, после которого изгиб пленки на  $90^{\circ}$  приводит к хрупкому разрушению отливки.**
- **Клеящую способность проверяют в испытаниях на скалывание вдоль волокон по клеевому шву**

- **В ходе *выходного* контроля** выполняют контроль качества клеевых соединений и всей клееной детали.
- **Прочность склеивания на гладкую фугу** проще всего оценивать методом послойного скалывания , а прочность зубчатых клеевых соединений - в испытаниях на изгиб и растяжение .

- В процессе изготовления рекомендуется испытывать крупные образцы, вырезанные из сращенных на зубчатый шип заготовок.
- Контрольные образцы должны иметь форму прямоугольной призмы с сечением равным сечению слоя и длиной 450 мм при толщине 20 - 30 мм и 750 мм при толщине более 30 мм.
- Схема испытания - 4 - точечная

# Схемы испытания на изгиб



а – трехточечный    б - четырехточечный

- ***Водостойкость соединений*** определяют по ГОСТ 17005-82.
- **Метод основан на оценке относительной прочности клеевых соединений при скалывании их вдоль волокон по ГОСТ 15613.1 - 84.**

- **Испытывают образцы пяти видов: контрольные, мокрые и высушенные после вымачивания, а также мокрые и высушенные после кипячения.**
- **Для испытаний должно быть изготовлено по 10 образцов, выдерживаемых в воде и подвергаемых кипячению.**

- **Образцы помещают в сосуд с водопроводной водой и погружают таким образом, чтобы они были покрыты водой на 2-3 см.**
- **Выдержка продолжается 48 часов при температуре  $20 \pm 2$  °С.**

- **Затем образцы протирают фильтровальной бумагой и испытывают на скалывание.**
- **Если средняя прочность клеевых соединений образцов окажется меньше 3,2 МПа, то соединения относят к низкой группе водостойкости и не подвергают кипячению.**



- **Если больше 3,2 Мпа, то проводят кипячение образцов в течение 3 часов, их охлаждение в течение 30 мин в холодной воде и испытание на скалывание вдоль волокон.**
- **Группы водостойкости и соответствующие нормативы даны в таблице.**

## Группы водостойкости клеевых соединений древесины

Группа водостойкости клеевых соединений	Средняя прочность, МПа, не менее, при температуре воды	
	20 °С	100 °С
Низкая	До 3,2	-
Средняя А	3,2 и более	До 2
Средняя Б	3,2 и более	От 2 до 3,2
Повышенная	3,2 и более	3,2 и более

- **Помимо этих испытаний, при разработке новых клеев и в ряде других случаев может возникнуть необходимость проверить стойкость клеевых соединений к циклическим температурно -влажностным воздействиям**

- **Согласно ГОСТ 17580-82 образцы выпиливают из элементов конструкций или изготавливают специально в зависимости от цели испытания.**
- **Всего требуется 10 контрольных и 10 образцов для циклических испытаний.**

- **Один цикл включает в себя вымачивание образцов в воде с температурой  $+20^{\circ}\text{C}$  в течение 20 ч, замораживание в течение 6 ч при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$ , оттаивание в течение 16 ч при температуре воздуха  $+20^{\circ}\text{C}$ , сушку в сушильной камере в течение 6 ч при температуре 55 -  $65^{\circ}\text{C}$  и влажности воздуха 60-75 %.**
- **Всего выполняют 40 циклов.**

- **Испытания проводят на скалывание вдоль волокон с определением относительной прочности испытанных образцов .**
- **Различают три группы стойкости - малая (относительная прочность до 30 %), средняя (до 60 %) и повышенная стойкость (более 60%).**

- **При оценке результатов обращают внимание на характер разрушения клеевых соединений.**
- **При скалывании по древесине и низкой прочности соединений рекомендуется провести испытания на более прочной древесине.**

# ***Теплостойкость и морозостойкость***

- ***Теплостойкость и морозостойкость*** клеевых соединений определяют по ГОСТ 18446-73.
- **Общее количество испытываемых образцов** складывается из трех серий по 8 образцов в каждой.



- **Первая серия состоит из контрольных образцов (влажность 8-12 %), подлежащих испытанию на скалывание по истечении трех суток после склеивания.**
- **Вторая и третья серии состоят из образцов, подлежащих испытаниям на теплостойкость или морозостойкость**

- **Образцы одной из них испытывают на скалывание при заданной температуре, а другой - после выдерживания их в течение двух недель в нормальных условиях**

- **Теплостойкость проверяют выдерживанием образцов в термокамере в течение двух недель при температуре  $60 \pm 3$  °С,**
- **а морозостойкость - путем выдержки в морозильной камере в течение двух недель при температуре  $-30$  °С сухих образцов или с влажностью более 30 % (выбираются в зависимости от условий эксплуатации продукции).**

- **После температурного воздействия половину образцов испытывают при температуре испытания, а половину - после двухнедельной выдержки в нормальных условиях.**
- **По относительной прочности соединений оценивают их группу тепло - или морозостойкости**

## Группы теплостойкости и морозостойкости клеевых соединений древесины

Показатель	Группа	Относительная прочность, %	
		При заданной температуре	В нормальных условиях
Теплостойкость	Нормальная	Не менее 75	Не менее 90
	Пониженная	До 75	Менее 90
Морозостойкость	Нормальная	Не менее 100	Не менее 100
	Пониженная	Менее 100	Менее 100

- **ГОСТ 19100-73 регламентирует испытания клеевых соединений на *атмосфе-ростойкость*.**
- **Образцы склеивают специально в количестве не менее 8 штук на каждый вид испытания и выдерживают не менее 14 суток**

- **Испытания проводят в различных климатических зонах - сухой, нормальной и влажной.**
- **В журнале испытаний ежемесячно отмечают температуру воздуха (среднюю, минимальную и максимальную),**
- **количество часов с температурой воздуха в интервалах от +30 до - 30 °С с шагом 15°С, количество осадков в мм,**
- **количество солнечных часов, количество дней с осадками (дождь, снег),**
- **количество часов с относительной влажностью воздуха от 100 до 90 %, от 90 до 70 % и ниже 70 %,**
- **а также максимальную скорость и преобладающее направление ветра**

- **Образцы помещают на испытательных площадках лицевой стороной на юг с углом наклона к горизонту равным географической ширине места испытания на высоте 0,5 - 0,8 м.**
- **Стенд должен систематически очищаться от снега, расстояние между образцами - не менее 10 мм.**



- **Образцы снимают для испытаний после каждого времени года при экспозиции образцов на срок до 3 лет, два раза в год - при сроке испытаний до 5 лет и один раз в год - при сроке испытания свыше 5 лет**

- **В течение первого года экспозиции съём образцов должен производиться через 1, 3, 6, 9 и 12 месяцев после начала испытания.**
- **Контрольные образцы испытывают одно-временно с началом испытаний и хранят их в отапливаемом помещении .**

- **Образцы со стенда испытывают после их кондиционирования в лабораторных условиях в течение не менее двух недель .**
- **В качестве критерия атмосферостойкости принимают следующие показатели:**
- **изменение механической прочности образцов,**
- **изменение внешнего вида образцов (растрескивание, коробление,**
- **изменение цвета),**
- **изменение линейных размеров образцов в момент съёма со стенда**

- Наряду с испытаниями клеевых соединений имеется необходимость испытания клееных конструкций или их элементов с тем, чтобы выявить существенные дефекты и принять меры к их устранению

- **В каждом конкретном случае выбирают такую схему, которая позволяет приблизиться к напряженно - деформированному состоянию в момент эксплуатации конструкции.**
- **Данные рекомендации могут содержаться в технических условиях или рабочих чертежах деталей и конструкций**

- **В соответствии с ГОСТ 20850-84 нагрузку прикладывают ступенями по 10% контрольной нагрузки с длительностью нагружения 1 - 3 мин и временем выдержки на каждой ступени 5-10 мин.**
- **Максимальную (контрольную) нагрузку определяют из условия, что в наиболее напряженном сечении возникают напряжения равные удвоенному расчетному сопротивлению.**

- **ЦНИИМОДом разработан также метод испытания клеевых соединений на расслаивание (ГОСТ 27812 - 88).**
- **Метод основан на определении суммарной длины расслоившихся участков клеевых швов на торцовых поверхностях образца после искусственного создания в образце напряжений разбухания и усушки**

- **Образец выпиливают в виде прямоугольной пластины длиной вдоль волокон  $75 \pm 3$  мм на расстоянии не менее 50 мм от торца и высотой не менее 150 мм.**
- **Из каждого элемента должно быть изготовлено не менее двух образцов, по одному с каждого торца, возможно деление образца по высоте сечения на части, в кото-рых должно быть не менее трех клеевых швов.**



- **При отработке технологии или проверке новых клеев применяют специальное склеивание заготовки из 4 слоев, которую затем распиливают на 5 образцов (не менее чем через 3 суток после склеивания).**

- **Образцы помещают в автоклав с водой температурой  $10 - 25^{\circ}\text{C}$  , где выдерживают в течение 1 ч под вакуумом  $0,08 \pm 0,01$  МПа, а затем под давлением  $0,5 \pm 0,03$  МПа в течение 3 часов, после чего помещают в сушильную установку.**

- **Образцы высушивают при температуре  $60 \pm 5$  °С и скорости движения воздуха  $2,5 \pm 0,5$  м/с до начальной массы (разница не более 5 %).**
- **После окончания сушки с помощью щупов толщиной от 0,08 до 0,1 мм определяют наличие расслоений в клеевых швах на обоих торцах и фиксируют шов с максимальным расслоением.**

- **Не учитывают расслоения длиной менее 2,5 мм и участки в зоне сучков, а также разрушения по древесине вблизи клеевых швов.**

- Показатель общего расслоения определяют по формуле

$$P_o = (2l_o / Bn) 100 ,$$

- где  $l_o$  - суммарная длина расслоившихся участков клеевых швов на обеих торцовых поверхностях образца, мм;
- $B$  - ширина образца, мм;
- $n$  - количество клеевых швов в образце

- Показатель максимального расслоения отдельного клеевого шва  $P$  определяют по формуле

$$P = (l/2B) 100,$$

где  $l$  - суммарная длина расслоившихся участков клеевого шва на обеих торцовых поверхностях образца, мм.

**За результат испытаний принимают  
наибольший показатель общего  
расслоения клеевых швов из числа всех  
испытанных образцов и показатель  
максимального расслоения отдельного  
клеявого шва**