

НАРКОМЛЕС СССР

Центральный научно-исследовательский институт
механической обработки древесины „ЦНИИМОД“

674

И. И. ЛЕОНТЬЕВ

Л-478

Г Н У Т Ь Е
С ОДНОВРЕМЕННЫМ ПРЕССОВАНИЕМ
ПОЛУОБОДЬЕВ И КОСЯКОВ КОЛЕС
ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД

ГОСЛЕСТЕХИЗДАТ

Москва © 1938

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

НАРКОМЛЕС СССР

Центральный научно-исследовательский институт
механической обработки древесины „ЦНИИМОД“

И. И. ЛЕОНТЬЕВ

Г Н У Т Ь Е
С ОДНОВРЕМЕННЫМ ПРЕССОВАНИЕМ
ПОЛУОБОДЬЕВ И КОСЯКОВ КОЛЕС
ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД



ГОСЛЕСТЕХИЗДАТ

Москва • 1938

В книге дано описание новых методов гнутья полуободьев и косяков колес хвойной древесины.

Книга содержит: разделку сырья на бруски, технические условия на них, описание гидротермической обработки брусков новых станков для гнутья хвойных полуободьев, способы сушки и обработки согнутых деталей и описание технологического процесса производства колес.



~~Государственная
НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
Н. К. Т.~~

1278

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
Технологический процесс гнутья древесины	7
Основные факторы, влияющие на качество гнутья	13
Особенности в строении древесины хвойных пород	14
Основные отличия гнутья с одновременным прессованием хвойных полуободьев и косяков от существующих способов гнутья брусков из твердолиственных пород древесины	17
Станки для гнутья хвойных полуободьев и косяков	23
Преимущества и недостатки вертикального и горизонтального гнутарных станков	33
Технологический процесс изготовления брусков для гнутья хвойных полуободьев и косяков	35
Распаривание брусков перед гнутьем	39
Работа на станке для гнутья с одновременным прессованием хвойных полуободьев и косяков	44
Виды и причины брака при гнутье полуободьев и косяков из сосны	51
Изготовление колес из соснового гнуто-прессованного полуобода и косяка	65
Организация цехов гнутья хвойных полуободьев и косяков	70
Перспективы расширения области применения гнуто-прессованной древесины	71

ГОС. ПУБЛИЧНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА СССР

7215 $\frac{1}{59}$ $\frac{1}{17070}$

Уполномоченный Главлита РСФСР—Б-41431

Отв. редактор А. Н. Хухрянский Техн. редактор С. И. Шмелькина
 Слано в набор 29/VIII 1938 г. Подписано к печати 22/IX 1938 г.
 Объем 4,5 печ. л. 4,9 авт. л. Формат бумаги 60×92 $\frac{1}{16}$ Индекс 0342
 Знаков в печ. л. 48144 Тираж 5000 Издат. № 51 Зак. тип. № 1431

Типография „Дер Эмес“, Москва, Покровка, 9

ПРЕДИСЛОВИЕ

Леса нашей страны занимают огромную площадь, составляющую 20% от всей лесной площади на земном шаре и 40% от всех лесов умеренного пояса. Мы являемся самой богатой лесом страной, и тем не менее в настоящее время ряд отраслей промышленности нередко испытывает острую нужду в древесине твердых лиственных пород.

Такое явление объясняется в основном двумя причинами: бурным ростом потребления древесины в нашей стране и однообразием древесных пород, составляющих наши леса.

Отдельные отрасли промышленности, как, например, машиностроение, вагоностроение, сельхозмашиностроение, требуют огромного количества древесины с высокими механическими свойствами, запасы же такой древесины в легко доступных для транспорта местах недостаточны. Мебельной и музыкальной промышленности, в связи с ростом благосостояния нашего народа, требуется в большом количестве древесина с красивым рисунком (текстурой), но такой древесины у нас тоже не особенно много.

Мы чрезвычайно богаты древесиной хвойных пород, но такая древесина и по своей текстуре монотонна и бесцветна и по своим физико-механическим свойствам значительно уступает древесине твердых пород.

Вопрос об улучшении текстуры и повышении физико-механических свойств древесины хвойных и мягких лиственных пород стал совершенно неотложным. Как показывают исследования и опыты лабораторий наших научно-исследовательских институтов и отдельных заводов, эта задача нам по силам и вполне разрешима.

Одним из путей, которым можно разрешить этот вопрос, является прессование. В результате уплотнения при прессовании физико-механические свойства древесины мягких пород резко повышаются. Гнутье с одновременным прессованием дает возможность гнуть древесину таких пород, которые раньше считались не пригодными для этой цели. Применяя прессование древесины на отдельных участках (так называемое «местное прессование»), можно получать бруски с переменными механическими свойствами древесины по их длине и сечению. Эти бруски представляют значительный интерес для конструкций, где вес играет такую же роль, как и механические свойства материала. Местное прессование, как показывают наши опыты, дает возможность улучшать текстуру древесины в довольно широких пределах.

Прессование — новый метод обработки древесины. У нас этим вопросом начали заниматься только с 1932 — 1933 гг. Несмотря на это, в отдельных отраслях промышленности (правда, еще немно-

гочисленных) этот метод обработки уже внедрен, что позволило заменить древесину остродефицитных пород древесиной распространенных пород.

Однако следует отметить, что те темпы, какими развивается этот вид обработки древесины, совершенно недостаточны. Объясняется это главным образом оторванностью исследовательских и опытных работ по прессованию древесины от изобретательских масс рабочих и конструкторов разных отраслей промышленности.

Такое положение не давало возможности, с одной стороны, привлечь наши громадные промышленные кадры к работам по прессованию древесины и тем самым использовать опыт коллективного творчества в разрешении отдельных вопросов, связанных с прессованием древесины, с другой — создавало благоприятные условия для развития сомнительных «теорий» по данному вопросу.

Широкая популяризация прессования древесины и вовлечение в это дело актива производителей безусловно ускорит развитие в стране этого нового, чрезвычайно важного в советских условиях метода обработки древесины.

Работа И. И. Леонтьева, освещающая гнутые с одновременным прессованием древесины для обода колес, при наличии отдельных спорных положений, несомненно будет способствовать распространению нового метода обработки древесины прессованием и, несмотря на отсутствие данных о физико-механических свойствах гнуто-прессованной древесины, о технологии прессования и свойствах прессованной древесины, явится полезным пособием для среднего и младшего технического персонала, а также и для рабочих-изобретателей.

П. Хухрянский

ВВЕДЕНИЕ

Гнутые деревянные детали очень широко распространены в гнутомебельном производстве, обозо- и автостроении, авиастроении, производстве спортивного инвентаря, вагоно- и судостроении и т. д.

Гнутые деревянные изделия прочнее и дешевле, чем такие же изделия, криволинейная форма которых получена путем выпилки, склейки и т. д.

Более высокая прочность гнутых изделий объясняется тем, что они имеют меньшее количество соединений (шиповых, шкантовых, на шурупах и др.), а также тем, что в них значительно меньше перерезанных волокон.

Гнутые колесные ободья имеют большое преимущество перед выпиленными и металлическими; оно заключается не только в большей прочности, но главным образом в повышенных эксплуатационных качествах. Гнутые ободья служат амортизаторами, смягчающими толчки; это улучшает условия перевозки и удлиняет срок службы повозок. Несмотря на ряд преимуществ гнутых деревянных деталей, для получения криволинейной формы многих изделий прибегают к выпилке, склейке или заменяют детали криволинейной формы прямолинейными, чтобы иметь возможность при получении замкнутых контуров применить шиповые соединения. Такое положение объясняется следующими причинами:

1) ограниченностью древесных пород, применяемых для гнутых деталей; для них используются твердолиственные породы: дуб, бук, ясень, клен, являющиеся дефицитными;

2) высокими требованиями к качеству древесины; об этом можно судить по полезному выходу, например по заготовкам для цельногнутого обода он составляет от объема бревен I сорта 8 — 10%, для гнутья косяков 16 — 20%, для деталей мебели 10 — 15%.

Эти обстоятельства, ограничивающие производство гнутых изделий, возникли потому, что технологический процесс гнутья древесины, перенесенный из кустарных и полукустарных предприятий, в условиях массового заводского производства не подвергался значительным изменениям и улучшениям.

Не было также достаточно глубокого научного изучения вопроса. Литература по гнутью как в СССР, так и за границей ограничивается преимущественно журнальными статьями или небольшими разделами в книгах по механической обработке древесины.

Отсутствие достаточно проверенных и обоснованных нормативов термической обработки древесины и гнутья создали положение, при котором показатели гнутья одной и той же детали на различных заводах резко отличны.

В ЦНИИМОД автором в течение 4 лет ведутся работы по гнутью как твердолиственных, так и хвойных пород с одновременным прессованием ее поперек волокон.

Постановка такой работы вызывалась необходимостью увеличить число древесных пород, поддающихся гнутью, и одновременно повысить крепость гнутых изделий путем прессования древесины в процессе изгиба.

По заданию правительства в 1936 г. ЦНИИМОД изготовил колеса с ободом из спрессованной сосны. Эти колеса были испытаны в опытных пробегах при различных дорожных условиях, а также при переменной температуре и влажности. Они испытывались на прочность при прохождении искусственных препятствий с тракторной тягой на различных скоростях. Наконец, первая партия колес, изготовленная в июле 1936 г., прошла испытания на длительность работы в обычных эксплуатационных условиях.

Во всех случаях колеса с сосновым гнуто-прессованным ободом дали вполне удовлетворительные результаты. Поломок обода не происходило. Как отметила комиссия, производившая испытания, колеса с сосновым гнуто-прессованным ободом имеют преимущества перед дубовыми, так как могут работать в условиях переменной влажности и температуры без переошиновки колес, а это имеет очень большое значение для удлинения срока эксплуатации.

Проведенной работой установлена полная возможность замены остродефицитных пород хвойными в ободьях колес без какого-либо снижения их качества.

Ежегодная потребность в кряжах дуба и ясеня только для обода сельскохозяйственного обоза исчисляется примерно в 250 тыс. м³. Отсюда ясно то большое значение, которое приобретает гнутье хвойной древесины; ее применение позволит освободить для нужд народного хозяйства большое количество ценной древесины. Следует при этом иметь в виду, что эта замена производится без уменьшения прочности гнутых изделий.

Ввиду того что наша работа должна служить пособием при освоении нового способа гнутья квалифицированными рабочими и техническим персоналом деревообрабатывающих предприятий и цехов, основное внимание в ней уделено технике гнутья, приемам работы на станках, механической и гидротермической обработке (распариванию) брусков перед гнутьем, видам и причинам брака при гнутье и методам его устранения, организации цехов по гнутью, изготовлению колес с хвойным ободом и другим практическим вопросам.

При сгибании деревянного бруска вокруг шаблона волокна, расположенные с вогнутой стороны, будут сжиматься, а с выпуклой — растягиваться. Сжатие волокон вызывает их усадку, а при растяжении происходит их удлинение. Максимальная усадка и удлинение волокон будут наблюдаться в частях, наиболее удаленных от нейтральной оси изгибаемого бруска. По мере приближения от периферии к нейтральной линии деформации сжатия и растяжения будут уменьшаться.

В результате изгиба вогнутая сторона бруска становится короче выпуклой стороны. Разница в их длине зависит от высоты изгибаемого бруска и радиуса загиба и приближенно определяется по формуле:

$$\frac{h}{r} = \frac{l_1 - l_2}{l},$$

где:

h — высота изгибаемого бруска;

r — радиус загиба;

l_1 — длина изогнутого бруска по выпуклой поверхности;

l_2 — " " " " по вогнутой " " ;

l — длина бруска до изгиба.

Произведенные испытания на временное сопротивление сжатию и растяжению древесины вдоль волокон с замерами деформации показали, что древесина даже после предварительной пропарки может удлиняться без разрушения волокон только до 2% от начальной длины; сжиматься же она может значительно больше — до 20 — 30% в зависимости от породы дерева.

Сопротивление древесины растяжению вдоль волокон значительно превосходит сопротивление сжатию, поэтому нейтральная линия в изгибаемом бруске не совпадает с геометрической осью, а смещена в сторону растянутой зоны.

По мере уменьшения радиуса загиба нейтральная линия в изгибаемом бруске будет все ближе к наружным волокнам выпуклой стороны, причем растягивающие усилия будут возрастать, а воспринимать их будет все уменьшающееся количество волокон. Наконец, наступает такой момент, когда удлинение волокон переходит указанный выше предел, и происходит их разрыв.

Для предупреждения разрыва волокон гнутье брусков, как правило, производится с тонкой металлической шиной, ограничивающей растяжение волокон при помощи специальных приспособлений.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ГНУТЬЯ ДРЕВЕСИНЫ

Технологический процесс гнутья древесины составляют следующие элементы:

- 1) механическая обработка брусков;
- 2) гидротермическая обработка брусков перед гнутьем (распаривание и в редких случаях проваривание в воде);
- 3) гнутье брусков на станках;
- 4) сушка согнутых брусков.

Механическая обработка брусков

Подготовка брусков состоит в том, что они приводятся в соответствие с техническими условиями. Пороки древесины (сучки, гниль) расположены обычно в центральной части бревна или доски,

поэтому раскрой заготовок для гнутья следует начинать с заболонной части древесины. Сердцевинная часть бревна обычно для гнутья не пригодна.

При раскросе досок на заготовки надо иметь в виду, что в твердолиственных породах расположение сучков последовательное, а не мутовчатое. Поэтому для получения большего выхода длинномерных заготовок следует сначала распускать доски вдоль по сердцевине, а затем каждую половину разрезать поперек, вырезав пороки.

При раскросе на бруски хвойные доски можно вначале распилить по длине, а затем разделять по ширине.

Полученные бруски следует высушивать до 25—30% влажности, т. е. до оптимальной для гнутья древесины; затем идет операция строгания брусков.

Бруски могут быть остроганы:

а) на фуговальном станке с двух сторон с последующим пропуском через рейсмусный станок двух других сторон;

б) на фуговальном станке с одной стороны с последующим пропуском с противоположной стороны через рейсмусный станок; строганные стороны бруска при гнутье должны быть обращены к форме и шине;

в) на фуговальном станке с одной стороны, обращенной при гнутье к форме.

Бруски можно гнуть и нестрогаными при условии точной распиловки или отески и достаточно освоенной техники гнутья.

Преимущество строганых брусков в том, что они не имеют неровностей на поверхности, глубоких рисок от неправильно разведенных зубьев пил или затесов топором, которые при плохой технике гнутья часто ведут к браку (складкообразование).

Далее, сечение строганых брусков после пропуска через фуговальный и рейсмусный станки делается постоянным и одинаковым для всех брусков, что имеет очень большое значение для заготовок, изгибаемых по несколько штук одновременно, как, например, ободья колес. Разная же высота этих деталей почти всегда приводит к браку при гнутье, так как более высокие бруски препятствуют прижатию к шаблону брусков недостаточной высоты.

Как показала наша работа по гнутью буковых мебельных деталей на Майкопском комбинате, при надлежащей термической подготовке древесины и правильной технике гнутья можно производить доброкачественное гнутье и нестроганных брусков.

Гнутье нестроганных брусков имеет свои положительные стороны:

а) уменьшается общий пропуск на механическую обработку деталей (на 5—6% от объема заготовки);

б) понижается стоимость обработки за счет строгания и связанных с ним транспортных расходов;

в) сушка нестроганных гнутых деталей происходит в более благоприятных условиях по сравнению со строгаными.

Отсюда надо сделать вывод, что следует улучшить технику гнутья и увеличить точность обработки брусков на пильных станках, что даст возможность гнуть нестроганные бруски.

Гидротермическая обработка древесины перед гнутьем

Одним из основных элементов процесса гнутья древесины является предварительная гидротермическая обработка. Для иллюстрации влияния различных режимов термической обработки древесины на брак при гнутье можно привести следующие примеры.

На Майкопском комбинате перед гнутьем мебельные детали проваривались в горячей воде в течение 5—6 час., а затем пропаривались в течение 40—60 мин. После соответствующих экспериментов, проведенных ЦНИИМОД, была исключена операция проварки и оставлена только пропарка в течение 40 мин.; после этого брак при гнутье сократился на 50%.

Задача гидротермической обработки древесины перед гнутьем заключается в размягчении, придании ей свойств пластичности. Процесс размягчения состоит в том, что теплота, проникая в древесину, нагревает находящуюся в клетках воду. Нагретая вода действует на лигнин, инкрустирующий оболочки клеток, древесины, и на пиктиновые вещества, связывающие клетки, размягчая их. Этот процесс является основным фактором, сообщаящим пластичность пропаренной или проваренной древесине.

Степень пластичности, приобретенная древесиной в процессе термической обработки, имеет очень большое значение при последующем гнутье. Сильно размягченная (перепаренная) древесина не только теряет часть своих физико-механических свойств и изменяет естественный цвет, перепарка является также причиной брака при гнутье (жмотины и продольный изгиб).

Недостаточно размягченная (недопаренная) древесина может также служить причиной брака при гнутье (разрывы волокон, сдвиги).

Одними из показателей правильности режима термической обработки древесины перед гнутьем являются скорость и величина восстановления первоначальной формы согнутого бруска после освобождения его от шины (ропуска) тотчас после изгиба при общей бездефектности гнутья, т. е. пластичность древесины к моменту гнутья должна быть такой, чтобы бруски могли сгибаться без дефектов, сохранив в согнутом состоянии максимум упругих свойств.

Гидротермическая обработка древесины перед гнутьем заключается в пропарке или проварке ее в горячей воде или в проварке с последующей пропаркой.

При выборе способа гидротермической обработки надо исходить из следующего.

Оболочка древесной клетки — вещество гигроскопическое и до состояния точки насыщения волокна (25—30% абс. влажности) жадно поглощает влагу. Газы проникают в древесину не путем осмоса, а путем диффузии, и, следовательно, они должны быть предварительно растворены в жидкости. Поэтому пар не может проникнуть в древесину, не будучи предварительно конденсирован.

Наши эксперименты показали следующее:

1) при проварке древесина быстрее насыщается влагой, чем при пропарке, так как в последнем случае пар должен быть предварительно сконденсирован, и только тогда в виде воды он может проникнуть в древесину;

2) при пропарке древесина прогревается значительно быстрее, чем при проварке;

3) нельзя достаточно прогреть древесину проваркой без значительного увлажнения провариваемой древесины.

Следует иметь в виду, что сушка согнутых брусков представляет сравнительно дорогую операцию, а каждый лишний процент влажности удлиняет срок сушки. Кроме того, оборудование и технологический процесс проварки сложнее и дороже, чем при пропарке. Наконец, пропаркой быстрее и лучше достигается необходимое размягчение древесины без значительного дополнительного ее увлажнения. Учитывая все это, следует признать, что пропарка — более совершенный способ термической обработки древесины, чем проварка.

Это положение подтверждается также исследованиями отечественных лабораторий и иностранных ученых.

Древесину брусков, имеющих начальную влажность выше 25—30%, следует только пропаривать, так как начальная влажность соответствует оптимальной для гнутья. Проваркой же будет значительно увеличена влажность брусков, что вредно скажется на гнутье и удлинит срок сушки согнутых изделий.

Древесину брусков с начальной влажностью ниже 25% можно и пропаривать и проваривать, причем пропарка все же предпочтительнее, так как при небольшой влажности древесные клетки жадно поглощают воду и при значительно меньшем сроке по сравнению с проваркой смогут дойти до состояния податливости, оптимальной для гнутья.

Гнутье брусков на станках

Большая часть гнутарных станков имеет специальное назначение, и рассмотреть их все здесь не представляется возможным. Для понимания процесса гнутья остановимся на двух основных типах гнутарных станков, схематически показанных на рис. 1.

В левой части рисунка изображена схема гнутарного станка, на котором гнутье производится от середины бруска. На рис. 2 показан общий вид такого станка. Подобного вида станки состоят из следующих основных частей, непосредственно участвующих в изгибе: шаблона, плотно насаженного на вал, который прочно укреплен к станине; двух подвижных изгибающих балок, соединенных стальной лентой (на балках закреплены торцевые упоры, перемещающиеся по ним в зависимости от длины изгибаемых брусков); нижнего винтового прижима, служащего для начального поперечного прижатия бруска к шаблону; верхних цепей, при помощи которых производится подъем изгибающих балок; нижних калиброванных цепей или пружин и других натяжных приспособ-

соблений, дающих возможность прижимать изгибаемый брусок к шаблону в процессе гнутья.

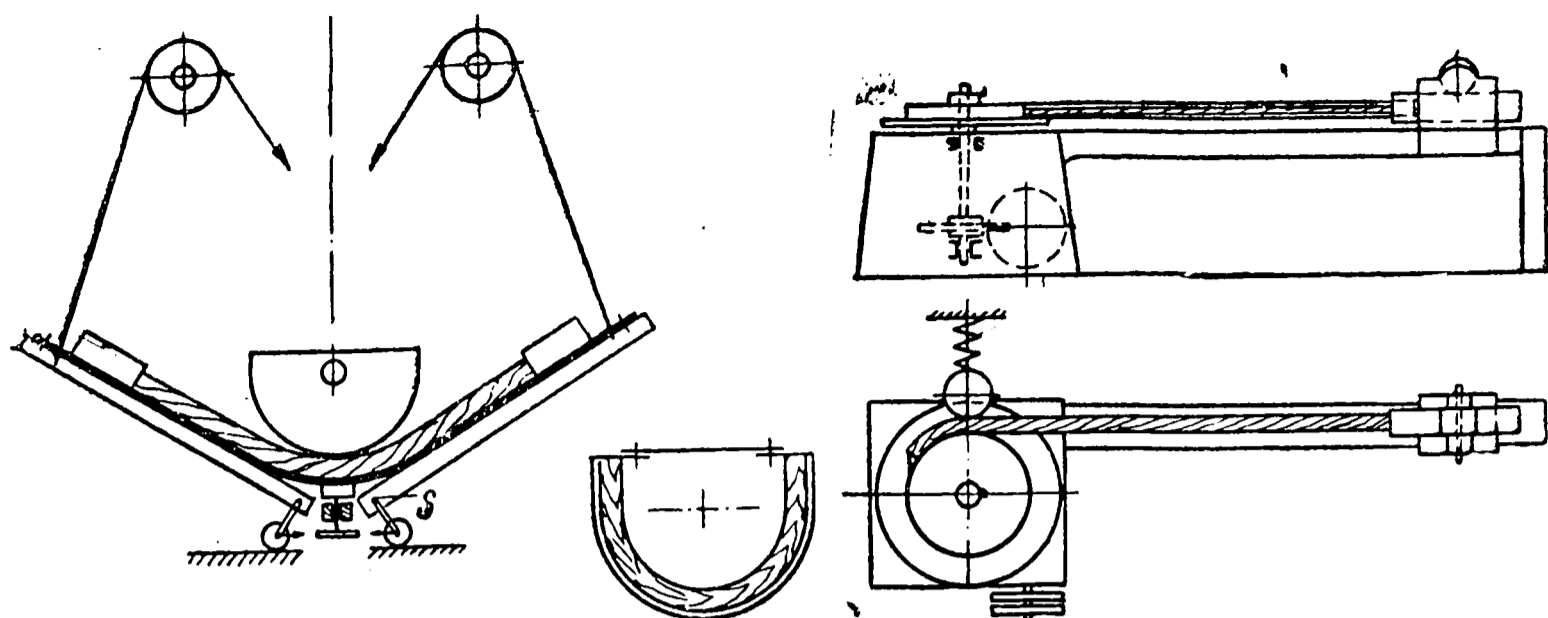


Рис. 1. Типичные схемы существующих гнутарных станков

Иногда верхние цепи заменяют шестерней, отчего конструкция получается менее громоздкой. Процесс гнутья на станке ведется

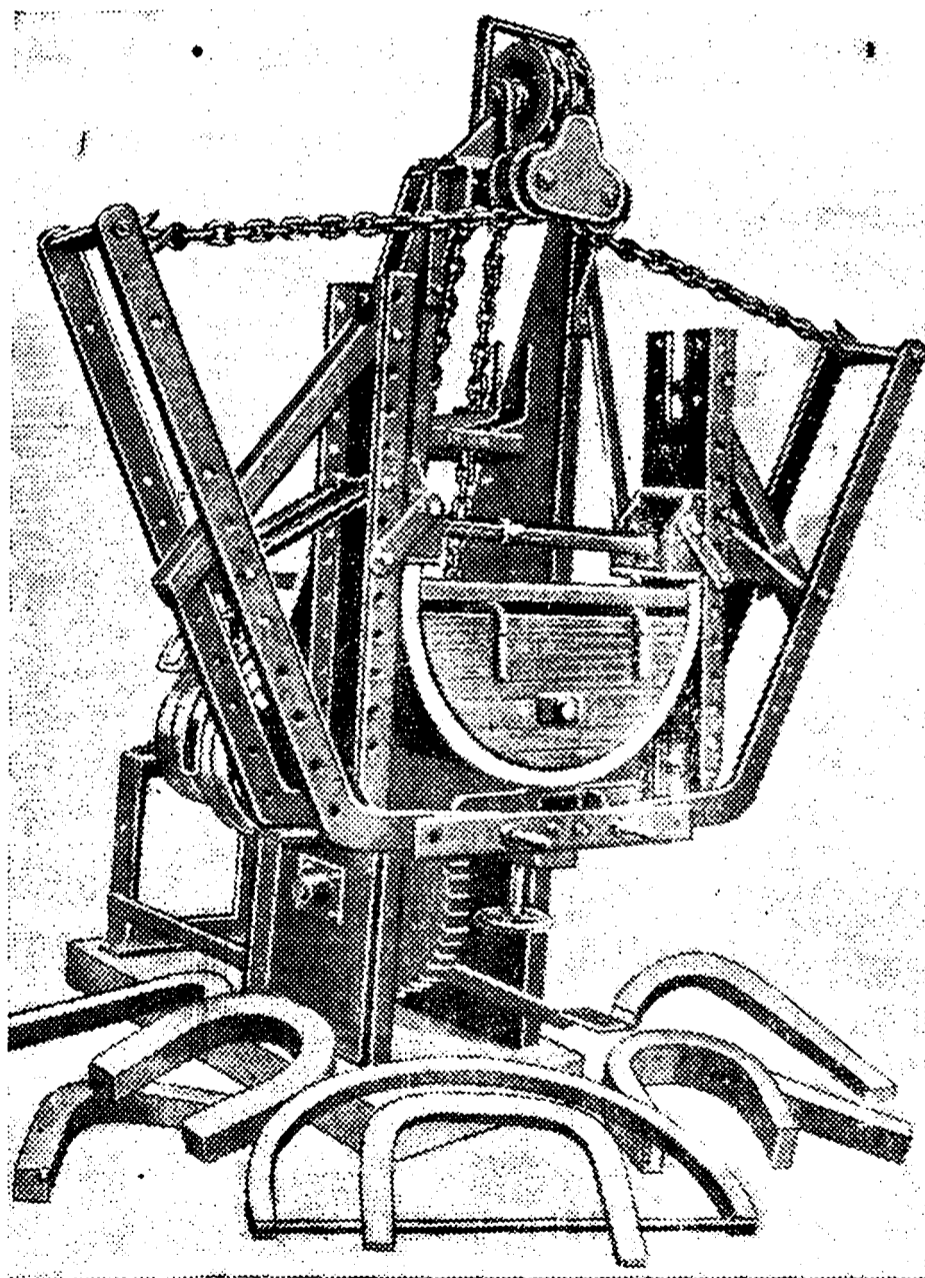


Рис. 2. Станок для гнутья деталей с незамкнутыми контурами

следующим образом: пропаренные бруски, уложенные в стальной шинé, кладут на ленту, соединяющую балки станка; эти балки в

начальный момент гнутья находятся в горизонтальном положении. С торцов бруски сжимают винтовыми упорами через деревянные прокладки. Бруски крепко прижимают к шаблону с помощью нижнего винтового прижима, и станок пускают в действие. Верхние цепи поднимают балки и изгибают бруски вокруг шаблона. Изогнутые бруски со стальной шиной снимают с фермы и направляют в сушку.

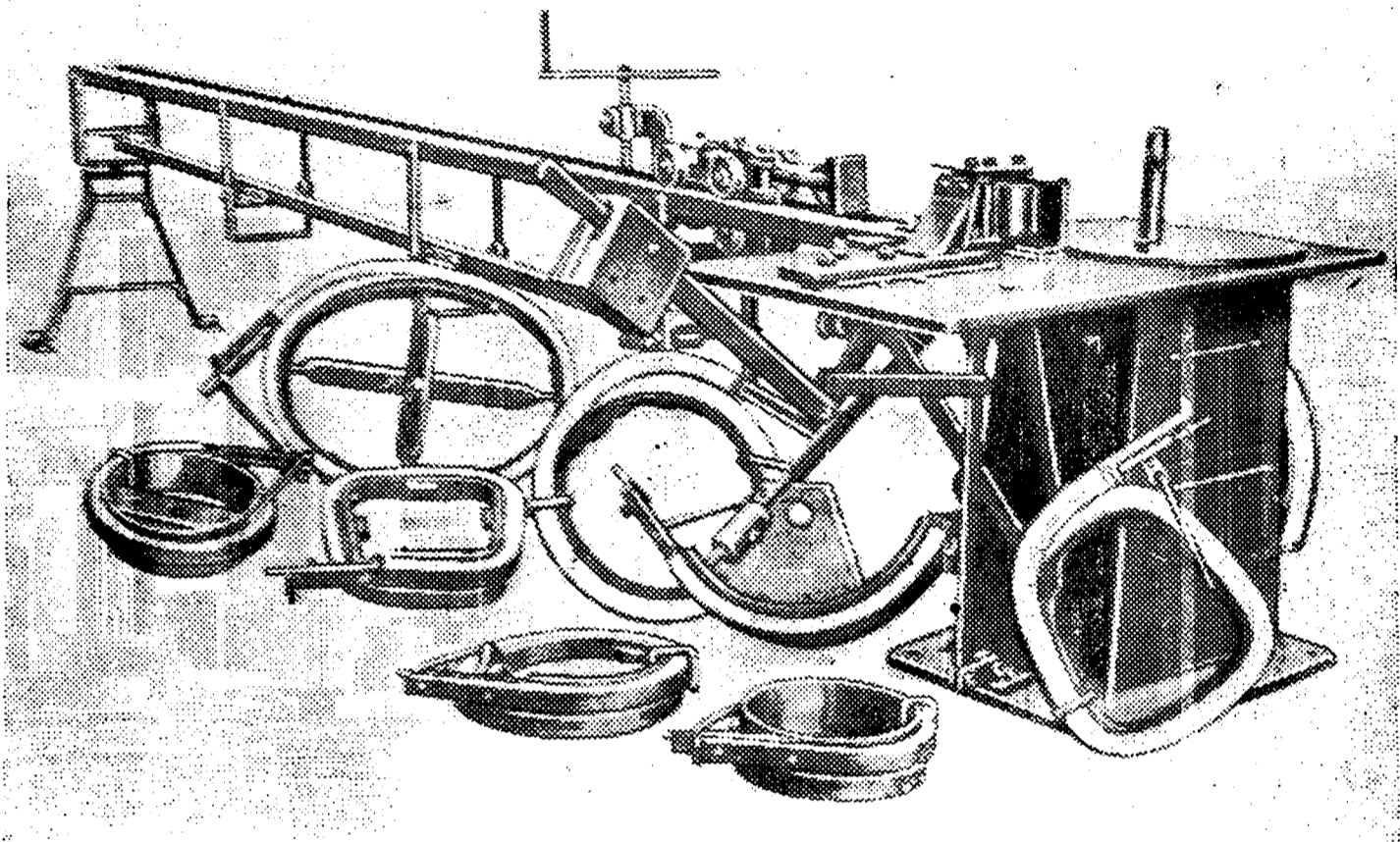


Рис. 3. Станок для гнутья царг венских стульев с клиновым механизмом в подвижном торцевом упоре

Гнутые косяки для колес, как правило, сушат без шин. В шинах производится только предварительная подсушка (так называемая «выдержка») в рабочем помещении в течение 2—3 суток.

Гнутарные станки второго типа, изображенные в правой части рис. 1, служат для гнутья царг стульев. На рис. 3 показаны станки для гнутья деталей с замкнутыми контурами. Эти станки состоят из станины с смонтированным в ней вертикальным валом, приводимым во вращение при помощи червячной передачи. На валу насажен металлический диск, на котором крепятся съемные шаблоны.

К станине одним концом прикреплены металлические направляющие. На направляющих установлен задний торцевой упор, связанный с шаблоном металлической лентой (шиной). Упор может свободно скользить по направляющим. Задний торцевой упор в этих станках имеет клиновое, гидравлическое или эксцентриковое приспособление, дающее возможность ослаблять натяжение шины или торцевое давление в процессе гнутья.

Чтобы древесину можно было прижимать к шаблону во время изгиба, сбоку станка устроен прижимной ролик. Благодаря вращению вала брусок огибается вокруг шаблона. Согнутый брусок закрепляется на шаблоне вместе с лентой и поступает в сушку.

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО ГНУТЬЯ

Прежде чем перейти к изложению порядка и результатов работы по гнутью хвойных пород, необходимо остановиться на положениях, которые во многих случаях служили исходным материалом при изыскании способов гнутья древесины хвойных пород.

Степень благоприятности условий для гнутья определяется:

- 1) отношением высоты бруска к радиусу загиба $\frac{h}{r}$,
- 2) длиной изгибаемой части бруска, т. е. изгибается ли брусок по всей длине, как например обод колеса, или часть бруска, как ножки венских стульев;
- 3) местом расположения изгиба по длине бруска в тех случаях, когда брусок изгибается не по всей длине;
- 4) формой поперечного сечения бруска.

Чем больше отношение $\frac{h}{r}$, тем труднее гнуть брусок, так как деформация сжатия и растяжения волокон будет больше, что вытекает из формулы:

$$\frac{h}{r} = \frac{l_1 - l_2}{l}$$

Чем меньше изгибаемая часть бруска, тем благоприятнее условия для гнутья, так как значительная часть дефектов гнутья появляется при догибе концов бруска (отщепы, сдвиги древесины и др.).

Изгиб в конце рейки, как например в передних ножках венского стула, более опасен, чем в другой части рейки, потому что участие шины в сопротивлении растягивающим усилиям в начальный момент сказывается незначительно, а это ведет к разрывам волокон и отщепам.

Форма сечения изгибаемой рейки имеет очень большое значение при гнутье. На рис. 4 изображены возможные прямоугольные се-

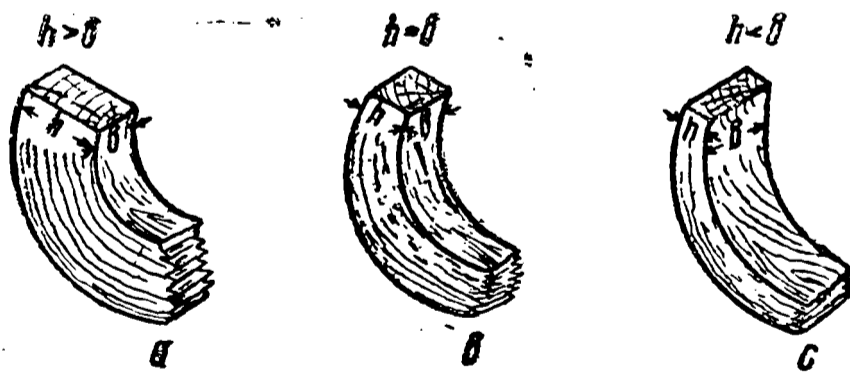


Рис. 4. Сечение изгибаемых брусков

чения брусков и направления гнутья. В лучших условиях для гнутья будет брусок с и в худших а.

На Майкопском комбинате был проведен следующий эксперимент: сечение рейки для царг венских стульев вместо 41 мм × 41 мм было сделано 41 мм × 38 мм, т. е. бруски обработаны аналогично изображенным на рис. 4, с. Брак по гнутью составил всего 2,3% вместо 7% при рейках, имеющих квадратное сечение.

Брусок с круглым сечением находится в лучших условиях по сравнению с бруском, имеющим прямоугольное сечение, в отношении условий гнутья за счет меньшего количества волокон, участвующих в сопротивлении сжимающим и растягивающим усилиям, но в менее благоприятных в отношении продольного изгиба от сжатия изгибаемого бруска.

Иллюстрацией выведенных положений может служить таблица деталей гнутого стула, в которой детали расположены по убывающей степени трудности изгиба (табл. 1).

Таблица 1

Детали	Отношение вы- соты бруска к радиусу загиба	Длина изгиба части бруска в % ко всей длине	Место расположения изгиба	Форма сечения бруска	Брак при гнутье в %
Царга	0,26	100	по всей длине бруска	квадрат	9
Кольцо	0,18	100	• " " "	круг	8
Ножки передние .	0,12	20	в конце бруска	круг	2,8
Ножки задние . .	0,03	60	в середине бруска	круг	2,5

ОСОБЕННОСТИ В СТРОЕНИИ ДРЕВЕСИНЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД

Различные породы древесины неодинаково ведут себя при гнутье. Такие породы, как дуб, бук, ясень, клен, давно известны, как хорошо поддающиеся гнутью. Хвойные породы до недавнего времени не применялись при гнутье в связи с тем, что эту древесину при существующих методах гнуть без дефектов не удавалось. Очевидно, что способность той или иной породы древесины изгибаться зависит главным образом от ее строения. На гнутье идет обычно ядровая часть древесины и частично заболонная. Древесина представляет соединение растительных клеток, образующих ткани. В одних породах выполнение различных функций строго разграничено между тканями, в других такого резкого разграничения не наблюдается.

Клетки древесины, соединяясь в ткани, по роду выполняемой ими работы разделяются на проводящие, опорные и питающие.

Проводящие клетки и сосуды представляют собой сросшиеся широкие проводящие клетки и служат для проведения воды. Сосуды бывают настолько крупные, что заметны иногда на торцевом срезе невооруженным глазом. По расположению сосудов в годичном слое листовые породы делятся на кольце-поровые и рассеянно-поровые. У первых сосуды находятся в весенней

части годовых слоев, у вторых ширина сосудов постепенно уменьшается к летней части.

Опорные, или механические, клетки представляют собой узкие, толстостенные, вытянутые клетки с заостренными концами и узкими пустыми полостями. Концы клеток плотно соединяются между собой и этим сообщают древесине способность сопротивляться растяжению, сжатию и изгибу. Они более или менее равномерно распределены по годовому кольцу. Все вытянутые клеточные волокна, т. е. проводящие и опорные, носят названия прозенхимных.

Питающие клетки содержат запас питательных веществ на зимнее время и регулируют питание других клеток в вегетацион-

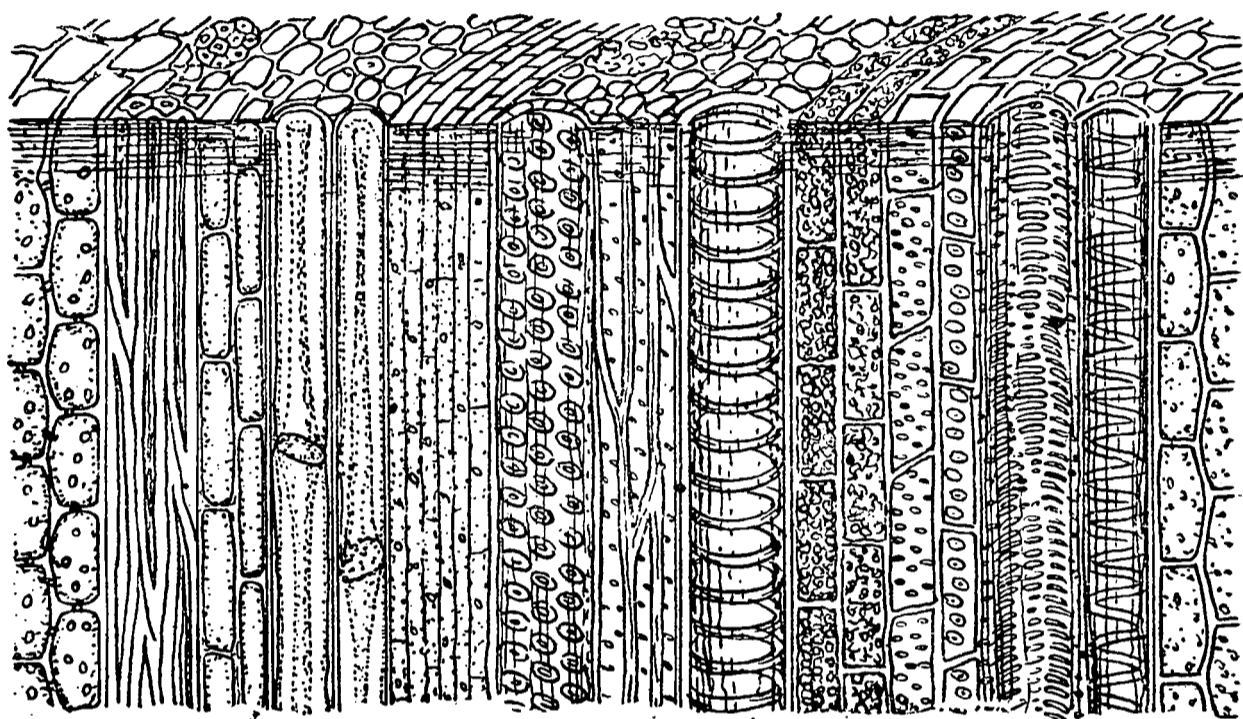


Рис. 5. Продольный разрез по сосудам лиственного дерева

ный период. В ядровой части древесины содержимое этих клеток высыхает или заменяется консервирующими веществами (смолы, дубильные вещества).

Питающие клетки обычно бывают короткие, в продольном сечении прямоугольные, и вытянутые. Эти слабые по механической прочности клетки находятся главным образом в сердцевинных лучах и называются паренхимными. Пока клетки тканей молоды, они плотно прилегают друг к другу. В более позднем возрасте их общие стенки иногда расщепляются, образуя небольшие полости. На рис. 5 в увеличенном виде изображен продольный разрез лиственного дерева.

Хвойные породы (рис. 6) имеют более простое строение, чем лиственные. Они не имеют ни сосудов, ни опорных клеток. Клетки летней части годового слоя толстостенные с узкими просветами; эти клетки выполняют функции опорных клеток, что с точки зрения механической прочности и поведения древесины при гнущей имеет очень большое значение.

В породах, поддающихся гнущей (дуб, ясень, бук, клен), опорные клетки, более или менее равномерно расположенные по годовому слою, и прочные сосуды в весенней части годового

слоя делают разницу в прочности весенней и осенней частей годовичного слоя сравнительно небольшой. Большое значение имеет процент летней древесины в годовичном слое, который в твердолиственных породах больше, чем в хвойных.

Опыты Баумана по исследованию твердости весенней и летней частей годовичного кольца методом вдавливания конуса показали, что разница в их твердости очень значительна. Эта твердость в весенней части равна 2,24 кг/мм², а в летней 15,2 кг/мм². Наши испытания на растяжение древесины также показали, что разница в сопротивлении механическим усилиям в весенней и летней частях годовичного кольца очень значительна, причем в хвойных породах эта разница больше, чем в лиственных. Отличительным признаком хвойных пород служит также наличие смоляных ходов, видных на поперечном срезе в виде пор. Смола находится во всех питательных клетках и даже выступает в межклеточные полости, раздвигая их и образуя трубки длиной от 5 до 70 мм. В этих трубках смола находится под некоторым давлением.

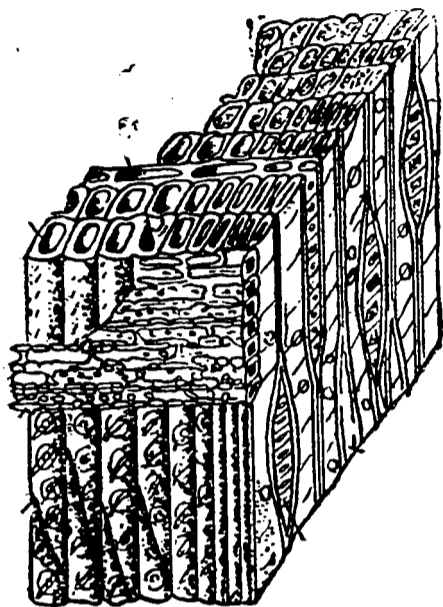


Рис. 6. Продольный разрез хвойного дерева

Смоляные ходы идут вертикально между тонкостенными и толстостенными проводящими клетками, а также горизонтально в сердцевинных лучах.

Материал изгибается тем лучше, чем равномернее его структура и его сопротивление различным видам нагрузки в любом направлении.

Сопротивление древесины нагрузкам в различных направлениях очень неравномерно, причем в хвойных породах оно более неравномерно, чем в твердолиственных. Характеристикой неравномерности может служить отношение временного сопротивления древесины сжатию поперек волокон (в радиальном направлении) к временному сопротивлению сжатию вдоль волокон. Это отношение является также показателем изгибаемости той или иной породы. В древесных породах, поддающихся гнутью, это отношение аналогично изображенным на рис. 4, с. Брак по гнутью составил составленной по данным Баумана.

Таблица 2

	Дуб	Вяз	Ясень	Бук	Лиственница	Сосна	Ель
Временн. сопротивление сжатию вдоль волокон в кг/см ²	447	445	376	392	468	619	281
Временн. сопротивление сжатию поперек волокон в кг/см ²	156	135	97	100	62	56	43
Отношение временного сопротивления сжатию поперек волокон к временному сопротивлению сжатию вдоль волокон	0,35	0,30	0,26	0,25	0,13	0,09	0,15

Анализ этих цифр привел к мысли об искусственном создании необходимого отношения временных сопротивлений в древесных породах, до сего времени не поддающихся гнутью, т. е. к прессованию древесины поперек волокон в процессе гнутья.

Особенности в строении хвойных пород древесины сказываются на процессе гнутья следующим образом:

1) слабая по механическим свойствам весенняя часть годовичного слоя очень мало сопротивляется основным усилиям, возникающим в древесине при гнутье, т. е. сжатию и растяжению вдоль волокон; это заставляет летние части принимать на себя все возникающие при гнутье усилия;

2) большой процент весенней части годовичного слоя, разъединяющей летние части, создает условия, благоприятствующие продольному изгибу волокон от сжатия летних частей и способствует уменьшению сопротивления растяжению вдоль волокон.

В результате при гнутье хвойных брусков обычным способом на их вогнутой поверхности получают складки и на выпуклой — разрывы.

Чтобы успешно гнуть хвойную древесину, необходимо ее уплотнить поперек волокон, что сделает ее более стойкой в весенних частях годовичных колец и сблизит расстояние между летними частями.

ОСНОВНЫЕ ОТЛИЧИЯ ГНУТЬЯ С ОДНОВРЕМЕННЫМ ПРЕССОВАНИЕМ ХВОЙНЫХ ПОЛУОБОДЬЕВ И КОСЯКОВ ОТ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ГНУТЬЯ БРУСКОВ ИЗ ТВЕРДОЛИСТВЕННЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ

Основой для создания нового способа гнутья хвойной древесиной послужили экспериментальные исследования.

Экспериментальная установка состояла из парового котла низкого давления для получения технологического пара, цилиндрической пропарочной камеры, в которой пропаривались бруски, и экспериментального гнута́рного станка (рис. 7).

Станок давал возможность изменять и замерять:

1) начальное торцевое давление перед началом изгиба, т. е. усилие, приложенное к торцу бруска и направленное по его оси;

2) торцевое давление в процессе изгиба;

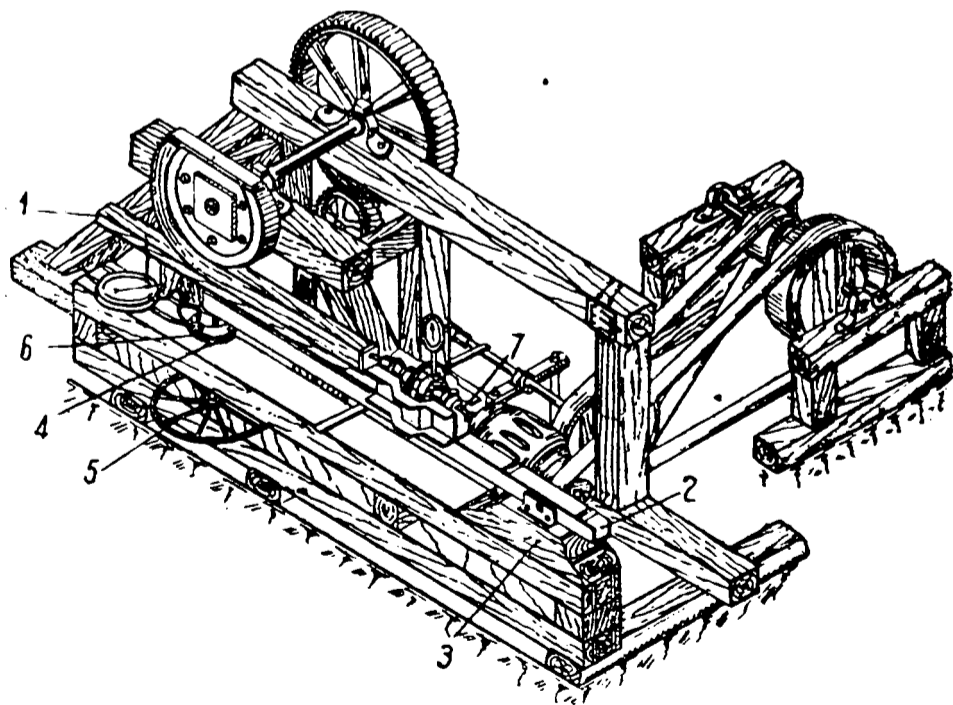


Рис. 7. Экспериментальный гнута́рный станок

- 3) величину и усилие прессования древесины в процессе гнутья;
- 4) скорости гнутья;
- 5) сечение изгибаемых брусков и радиусы изгиба.

Операция изгиба брусков на станке видна на рис. 7.

Брусок, подлежащий изгибу, укладывается на дубовую планку (1), соединенную со стальной полоской. Планка и полоска расположены на роликовом столе (2).

Задний конец роликового стола шарнирно соединен с прочной стойкой (3), а передний конец лежит на винтовой стойке (4), расположенной в одной вертикальной плоскости с осью шаблона.

Начальное прижатие бруска к форме производится при помощи винта (5).

Между головкой винта и подъемным концом роликового стола установлена наполненная глицерином мессдоза (6), соединенная с манометром, служащим для замеров величины бокового давления.

Начальное торцевое давление на брусок достигается с помощью винта заднего торцевого упора (7).

Задний торцевой упор представляет собою супорт, передвигающийся по роликовому столу вместе со свободным концом изгибаемого бруска. В упоре имеется винтовое устройство, с помощью которого брусок сжимается с торцов перед началом гнутья. Это устройство также позволяет регулировать величину торцевого давления в процессе гнутья.

Давление на торец бруска происходит через мессдозу.

Техника проведения экспериментов

Порядок испытаний был принят следующий.

Бруски выпиливались из бревен на рамах и круглопильных станках таким образом, чтобы направление волокон в брусках было параллельно одной из узких плоскостей бруска. При раскрое по длине выпиливались крупные дефекты древесины, не допускаемые существующими техническими условиями в заготовках для гнутья.

Влажность древесины в брусках доводилась до 30—35%, затем плоскости брусков обрабатывались с четырех сторон на рейсмусном и фуговальном станках. Бруски получались прямоугольного сечения 90 мм × 60 мм. По длине бруска наносились прямые параллельные линии под углом в 90° к граням. Затем бруски пропаривались или проваривались.

Проваренный брусок укладывался в шину, расположенную на роликовом столе станка. С помощью винта заднего торцевого упора бруску давалось начальное торцевое давление, а прижатием бруска роликовым столом к шаблону с помощью винтовой стойки достигалось боковое давление. Затем производился загиб.

В процессе изгиба отмечалось:

- а) смещение бруска по отношению к шаблону и шине;
- б) место по длине изгибаемого бруска, где происходит наиболее интенсивная деформация сжатия и растяжения;
- в) начальное торцевое давление и изменение его в процессе изгиба;
- г) начальное, прессующее древесину поперек волокон усилие и изменение его в процессе изгиба.

Влияние поверхности шаблона на качество гнутья

Испытание проводилось с гладкими и рифлеными шаблонами; размеры насечек были следующие: высота зубца рифлей (h) 0,5 и 3 мм; расстояние между вершинами зубцов (шаг t) соответственно 1 и 5 мм.

Начальное торцевое давление 20 кг/см², боковое (прессующее) давление 25 кг на сантиметр ширины бруска.

Эксперименты показали следующее:

1) при гладком шаблоне гнуть хвойные породы очень трудно, даже при 30% прессования: получаются большие складки на вогнутой поверхности изгибаемого бруска;

2) при шаблоне с мелкой насечкой качество гнутья было несколько лучше, но все же неудовлетворительное, так как незначительная нарезка рифлей с шагом 1 мм и высотой 0,5 мм оказалась недостаточной.

Лучшее качество гнутья получалось при шаблоне, имеющем шаг насечки 5 мм и высоту 3 мм.

Влияние величины прессующего усилия на качество гнутья

Прессование поперек волокон в процессе гнутья хвойных брусков имеет чрезвычайно большое значение, так как оно предупреждает образование складок на вогнутой поверхности изгибаемого бруска.

Путем прессования в хвойной древесине достигается такое соотношение временного сопротивления при сжатии поперек волокон к временному сопротивлению сжатию вдоль волокон, какое имеется в естественном состоянии у дуба, бука, ясеня и других гнущихся пород.

Ввиду того что в хвойных породах указанные отношения различны, были проведены опыты на сосне, лиственнице, ели и для сравнения на березе. Были взяты прессующие усилия на 30, 60, 90 кг на сантиметр ширины изгибаемого бруска.

Так как процент прессования (т. е. уменьшение высоты бруска) является функцией прессующего усилия, здесь указываются для разных пород оптимальные величины прессования, при которых получается доброкачественное гнутье. Эти величины равны: для лиственничных брусков 25%, для сосновых и еловых 30—35%.

Скорости гнутья

Экспериментальное изучение скоростей гнутья проводилось на брусках сечением 90 мм × 60 мм с расчетом, что изогнутые с одновременным прессованием бруски будут иметь после изгиба сечение 60 мм × 60 мм при радиусе загиба 400 мм.

Были испытаны две скорости гнутья — 180 и 360° в минуту, причем последняя почти совпадает со скоростью, применяемой при гнутье на станках «Агра» полубодьев и косяков из твердых лиственных пород.

Качество гнутья сосны и ели при этих скоростях различалось незначительно. При гнутье лиственницы лучшие показатели получились при скорости в 180° в минуту.

Отсюда вытекает, что скорость гнутья хвойных брусков указанных сечений может быть принята в 360° в минуту, причем следует продолжать работу в направлении увеличения скоростей.

Влияние величины начального торцевого давления и способа регулировки его на качество гнутья

Величина торцевого давления находится в тесной связи с работой шины. Чем значительнее торцевое давление, тем большее участие принимает шина в сопротивлении растягивающим усилиям, которые возникают в растянутой зоне изгибаемого бруска, и тем меньше возможность разрывов волокон. С другой стороны, увеличение доли участия шины в сопротивлении растягивающим усилиям вызывает перемещение нейтральной оси ближе к выпуклой поверхности изгибаемого бруска, увеличивает деформацию сжатия, что способствует появлению складок при гнутье и продольному изгибу бруска от сжатия.

Чтобы правильно распределить общую деформацию древесины в изгибаемых брусках между сжатыми растянутыми волокнами, было использовано свойство древесины растягиваться без разрушения в пределах $1,5—2\%$ начальной длины. Для этого увеличивалась рабочая длина шины в процессе гнутья путем постепенного отхода торцевого упора.

Участие шины в сопротивлении растягивающим усилиям в изгибаемом бруске можно регулировать двояко:

- 1) путем сохранения постоянного осевого давления на торец бруска со стороны заднего торцевого упора;
- 2) путем равномерного растяжения волокон древесины с выпуклой стороны изгибаемого бруска.

При первом способе изгибаемому бруску давалось начальное торцевое давление, которое поддерживалось постоянным в процессе гнутья регулировкой отхода торцевого упора.

При втором способе участие шины регулировалось путем равномерного отхода торцевого упора независимо от осевого давления на торец бруска с тем, чтобы удлинение было всегда равно $1,5—2\%$.

Оба способа значительно улучшили качество гнутья. Все же надо отдать предпочтение второму способу, так как он дал лучшее качество гнутья.

При гнутье с постоянным торцевым давлением наблюдались случаи неравномерного удлинения волокон древесины, отчего происходили разрывы на выпуклой стороне изгибаемого бруска. Это объясняется неравномерным строением древесины и наличием в ней пороков; так, например, сучок или даже след от сучка на вогнутой стороне бруска, или местное уплотнение древесины увеличивает сопротивление бруска сжатию вдоль волокон, которое передается через шину торцевому упору. Стремясь сохранить постоянное торцевое давление, торцевой упор отходит. Этот отход

может быть больше допускаемой деформации растяжения древесины, что ведет к разрывам волокон. Способ постоянного отхода, полностью предохраняя изгибаемый брусок от разрывов волокон, не гарантирует от появления складок с вогнутой поверхности, так как торцевое давление может возрасти настолько, что преодолеет силу сцепления между шаблоном и бруском из-за недостаточной силы прижима бруска к шаблону. Для устранения этого последнего недостатка следует увеличивать прессование древесины поперек волокон в процессе гнутья.

Направление годовичных слоев в бруске

Годичные слои в бруске по отношению к оси гнутаго вала (рис. 8) могут быть расположены в трех направлениях: а) парал-

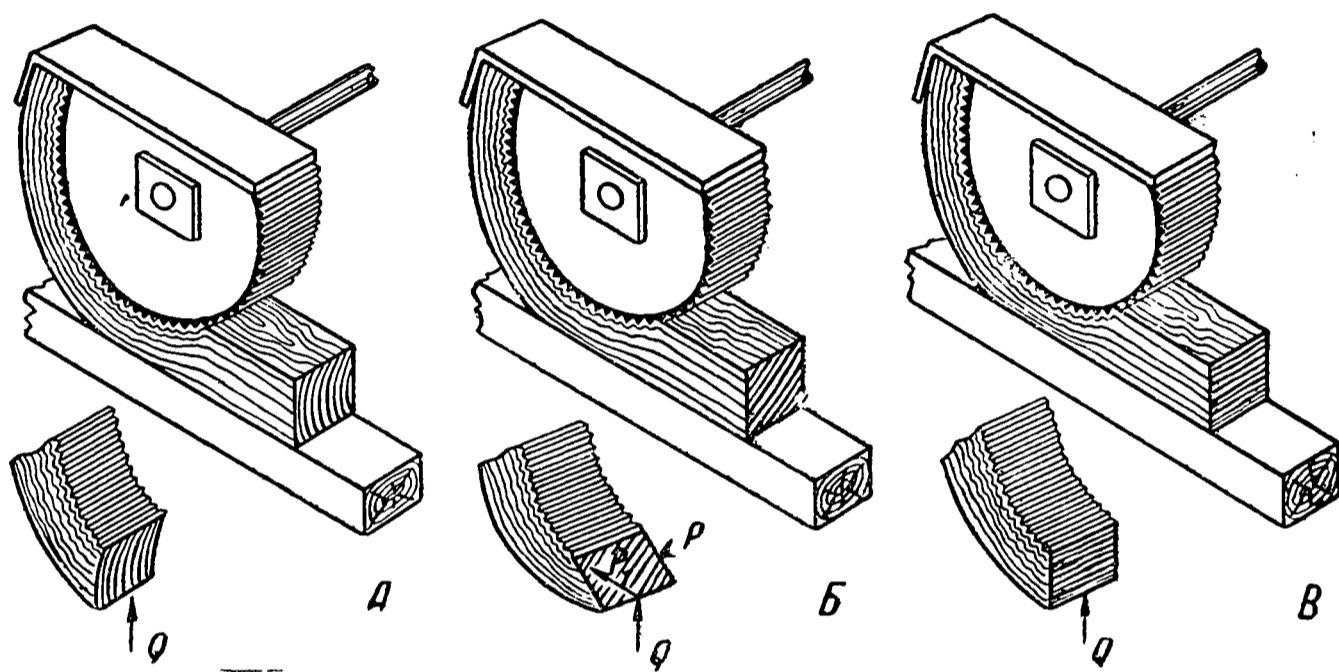


Рис. 8. Направление годовичных слоев в бруске при изгибе по отношению к оси гнутаго вала.

лельно оси, б) перпендикулярно оси и в) под некоторым углом к оси гнутаго вала.

Чтобы разобрать, какое значение имеет направление волокон, надо выяснить, что происходит с древесиной в процессе гнутья с прессованием.

Годичный слой древесины состоит из летней, более плотной, и весенней, менее плотной, части. При прессовании древесины хвойных пород в радиальном направлении усадка происходит главным образом за счет весенней, более слабой части.

При гнутье древесины возникают сдвигающие усилия, которые смещают волокна относительно друг друга. Этот сдвиг происходит по менее крепким тканям древесины, главным образом по границе летней и весенней части годовичного слоя, или по сердцевинным лучам.

Разберем каждый случай расположения годовичных колец в бруске.

а) Годичные кольца расположены перпендикулярно оси гнутаго вала (рис. 8, А).

При прессовании поперек волокон в этом случае получается боковое выпучивание древесины, так как равномерно уплотняется

как весенняя, так и летняя часть годовичного слоя. При этом летняя часть сильно сопротивляется сжатию, а так как годовичные слои расположены по дуге, то прессующее усилие будет стремиться выпучивать древесину, уменьшая радиус дуги.

Усадка древесины будет происходить главным образом за счет тонкостенных тканей сердцевинных лучей. Хвойные породы имеют узкие сердцевинные лучи, и усадка за их счет будет незначительная. Кроме выпучивания, при прессовании происходит отслоение по годовичным слоям (продольные трещины).

б) Волокна расположены под углом к оси гнутающего вала (рис. 8, Б).

При прессовании поперек волокон происходят сдвиги в поперечном направлении по годовичным слоям. Указанное явление происходит особенно часто при перепарке древесины. Как выше было указано, усадка древесины хвойных пород при прессовании идет главным образом за счет весенней части годовичного слоя. Из рис. 8, Б видно, что прессующую силу Q можно разложить на две силы: q , направленную перпендикулярно плоскости годовичных слоев, которая будет производить усадку древесины, и силу p , сдвигающую древесину по годовичным слоям, где сопротивление древесины незначительное.

в) Волокна расположены параллельно оси гнутающего вала (рис. 8, В).

Со стороны сжатия и растяжения вдоль волокон здесь условия несколько худшие, чем в первом случае, так как максимальное сжатие и растяжение испытывает один годовичный слой, т. е. действие силы не распределяется на все слои бруска, как в первом случае.

При дефектах в максимально растянутом волокне или при перерезании его при заготовке брусков может произойти отщеп по годовичному слою. Для прессования в процессе гнутья такое расположение волокон в бруске является оптимальным; здесь происходит усадка древесины за счет весенней части годовичного слоя; согнутый брусок во всех сечениях имеет прямоугольную форму.

Лучшее качество гнутья наблюдалось в брусках с расположением годовых слоев параллельно оси гнутающего вала.

Пропарка древесины перед гнутьем

Для определения оптимальных режимов пропарки применялись сроки в 15—30—60 мин. Достаточным сроком пропарки для доброкачественного гнутья оказалось 30 мин., но лучшие показатели получились при длительности в 60 мин.

Основные изменения в процессе гнутья хвойных пород по сравнению с существующим способом гнутья твердолиственных пород древесины заключаются в следующем:

1) шаблоны, вокруг которых производится изгиб, должны иметь насечку в виде зубьев с высотой 3 мм и шагом 5—6 мм;

2) при бездефектном гнутье полуободьев из хвойных пород скорость доводится до 6° в секунду вместо применяемой при гнутье дубовых полуободьев 8° в секунду;

3) одновременно с гнутьем должно производиться прессование древесины; при гнутье сосновые и еловые бруски прессуются поперек волокон на 30—35%, лиственничные на 25—30%;

4) торцевой упор в процессе гнутья должен отходить на 1,5—2% от начальной длины бруска, что позволяет волокнам, расположенным на выпуклой стороне изгибаемого бруска, растягиваться в пределах допускаемых деформаций;

5) гнутье должно производиться без рывков, которые вызывают перекосы изгибаемых брусков и значительно больше сказываются на качестве гнутья хвойных пород древесины, чем твердолиственных;

6) направление годичных слоев в изгибаемых хвойных брусках должно быть параллельно оси гнутающего вала; допускается отклонение от параллельности не больше 45° к плоскостям узких сторон бруска; соблюдение этого требования обеспечивает равномерное прессование древесины поперек волокон за счет более мягких весенних частей годичных слоев;

7) согнутые бруски следует снимать со станка вместе с рифленной формой, на которой гнутые заготовки выдерживаются до полного остывания.

СТАНКИ ДЛЯ ГНУТЬЯ ХВОЙНЫХ ПОЛУОБОДЬЕВ И КОСЯКОВ

Вертикальный станок «Агра»

Для гнутья хвойного полуобода был использован станок «Агра», служащий для гнутья полуободьев и косяков из твердолиственных пород. В станке были сделаны некоторые улучшения: для передних концов крыльев установлены направляющие, которые предохраняют внутренние концы крыльев от боковых перемещений; кроме того, были усилены отдельные детали станка.

Общий вид гнутающего станка с установленной металлической формой изображен на рис. 9 (стр. 24).

Гнутье на этом станке происходит следующим образом.

На форму накладывается рифленный шаблон и закрепляется с помощью двух барашков, расположенных на передней стороне формы.

Между торцевыми упорами укладываются подсобная шина и изгибаемый брусок, а между торцами брусков и загнутыми концами подсобной шины помещаются деревянные прокладки. Затем торцы брусков сжимаются с помощью винтов боковыми торцевыми упорами, и этим натягивается основная шина. Средняя часть бруска запрессовывается при помощи трещотки нижнего прижима. Этим подготовительные операции заканчиваются, и ремень переводится на рабочий шкив.

Основные изгибающие цепи наворачиваются на барабан, поднимают крылья и отгибают брусок вокруг шаблона. Концы крыльев, расположенные у нижнего прижима (передние концы), постепенно отходят от прижима по мере уменьшения рабочей длины основных цепей.

Отход передних концов крыльев регулируется от руки с помощью штурвала, связанного с червячной парой и двумя колесами, на которые надеваются калиброванные цепи. Цепи прикреплены к направляющим роликам, соединенным с передними концами крыльев станка.

Регулировка отхода передних концов крыльев представляет наиболее сложную и ответственную операцию при гнутье хвойных по-

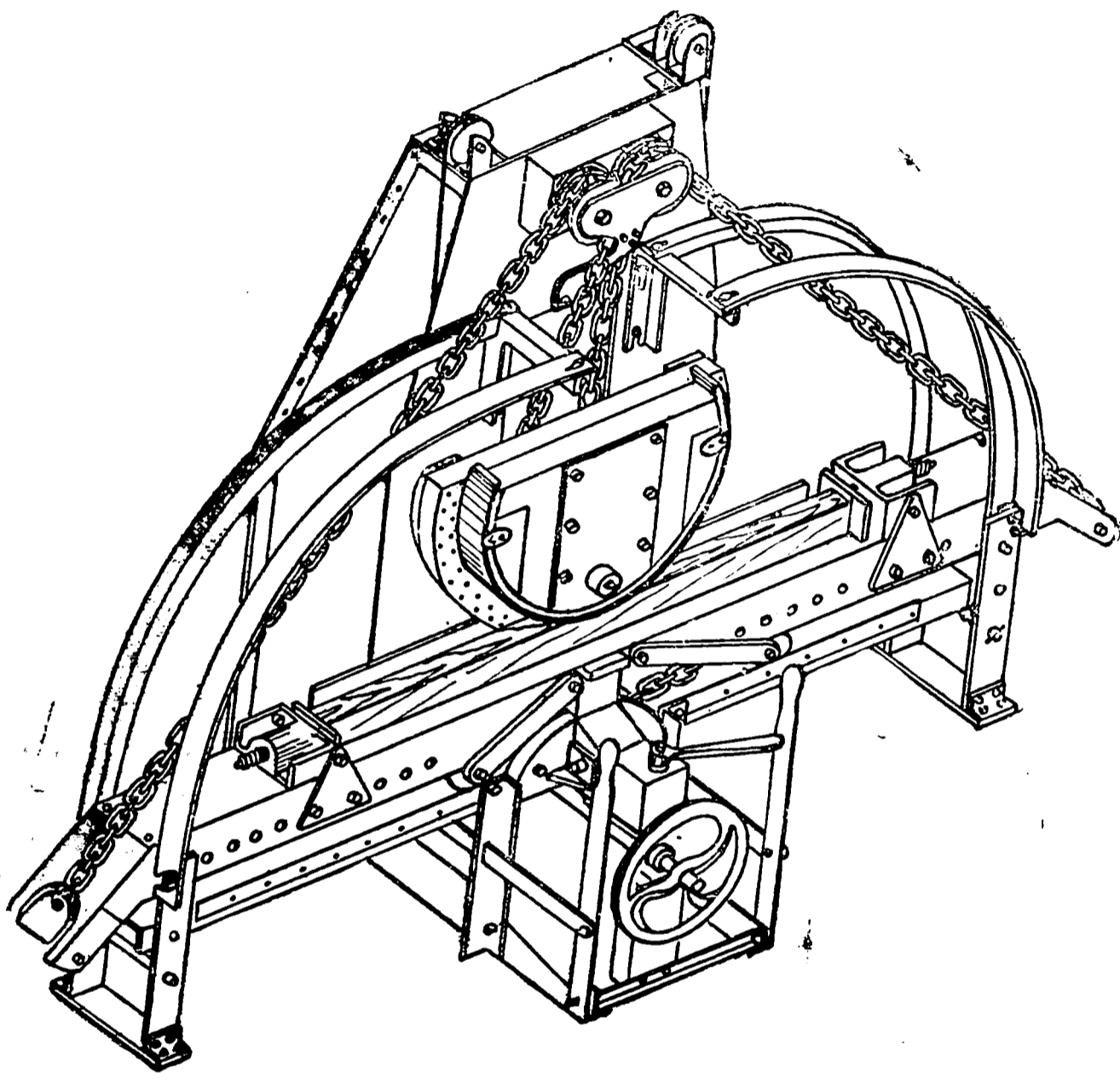


Рис. 9. Общий вид вертикального гнутарного станка для гнутья хвойных полуободьев

луободьев, так как при этом одновременно с гнутьем осуществляется прессование древесины поперек волокон.

После изгиба бруска загнутые концы подсобной шины скрепляются металлической стяжкой, и брусок вместе с рифленным шаблоном снимается со станка.

На рис. 10 изображен согнутый брусок перед съемом его со станка.

Опытный горизонтальный гнутарный станок

Станок для гнутья полуободьев и косяков из хвойных пород древесины, на котором изготовлялась опытная партия полуободьев, изображен на рис. 11 и 12 (стр. 26).

Станок состоит из следующих основных частей: станины, редуктора, диска, бокового прижимного ролика, заднего торцевого упора, направляющих для его каретки и основной шины.

Станина сварена из швеллерных балок (1). Редуктор (2) представляет собой червячную пару с передаточным числом 1 : 42, вмонтированную в станину. Для удобства монтажа и демонтажа редуктора швеллерные балки станины, с которыми скреплен редуктор, повернуты к станине на болтах. Коренным гнута́рным валом (3) служит вал редуктора, на котором насажена червячная шестерня.

Диск (4) станка плотно насажен на коренной вал при помощи шпонки. Диск привертывается болтами к планшайбе (5), также

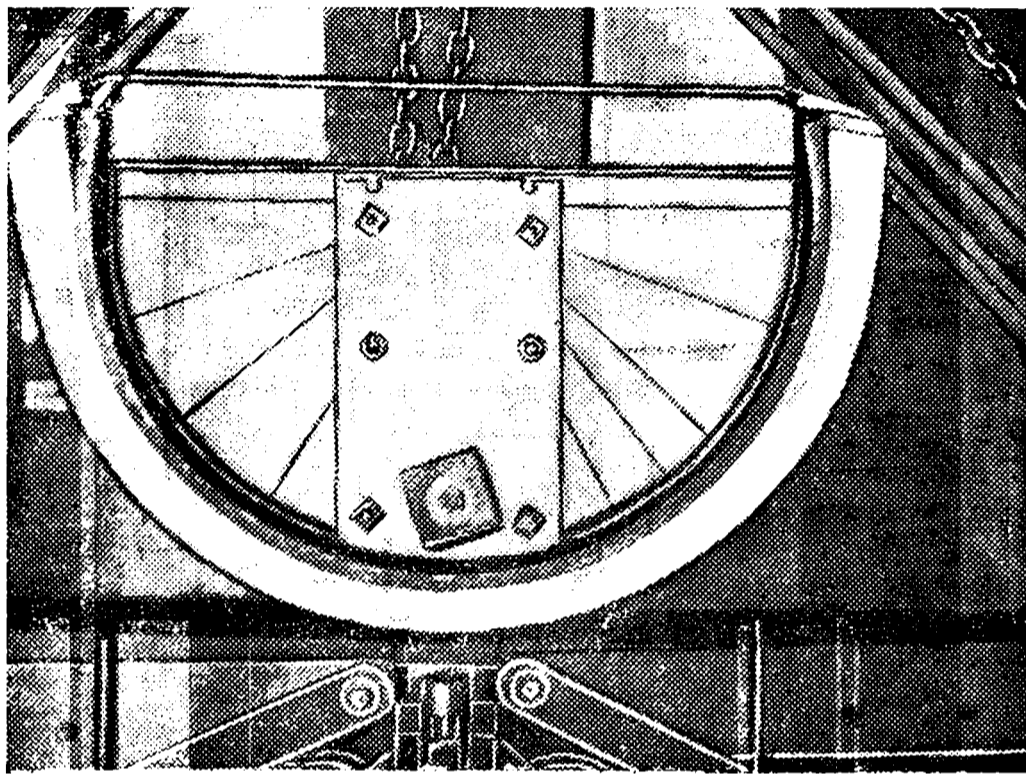


Рис. 10. Согнутый хвойный полуобод перед съемкой его со станка

прочной насаженной на вал. На диске с помощью болтов укрепляется форма (6), представляющая полуокружность, согнутую из углового железа, усиленного ребрами, и передний торцевой упор (7), на который упирается передний конец изгибаемого бруска. К форме при помощи зажимов (8) укрепляются сменные рифленые шаблоны (9).

Боковой прижимной ролик (10) служит для прессования бруска в процессе гнутья. Ролик смонтирован на салазках (11), представляющих собой кронштейн, который передвигается по направляющим (12). Направляющие прочно прикреплены к станине и усилены подкосом (13). Для величины прессования древесины по всей длине изгибаемого бруска прижимной ролик скреплен с коренным валом при помощи тяги (14) и хомута (15), что обеспечивает постоянное расстояние от оси гнута́рного вала до оси прижимного ролика.

Каретка заднего торцевого упора (16) движется по направляющим (17).

Основная постоянная шина (18) прикреплена своими концами к переднему торцевому упору и каретке подвижного торцевого упора.

При гнутье на описываемом станке необходимы следующие приспособления и подсобный инструмент:

1) рифленные шаблоны, которые крепятся к форме диска;

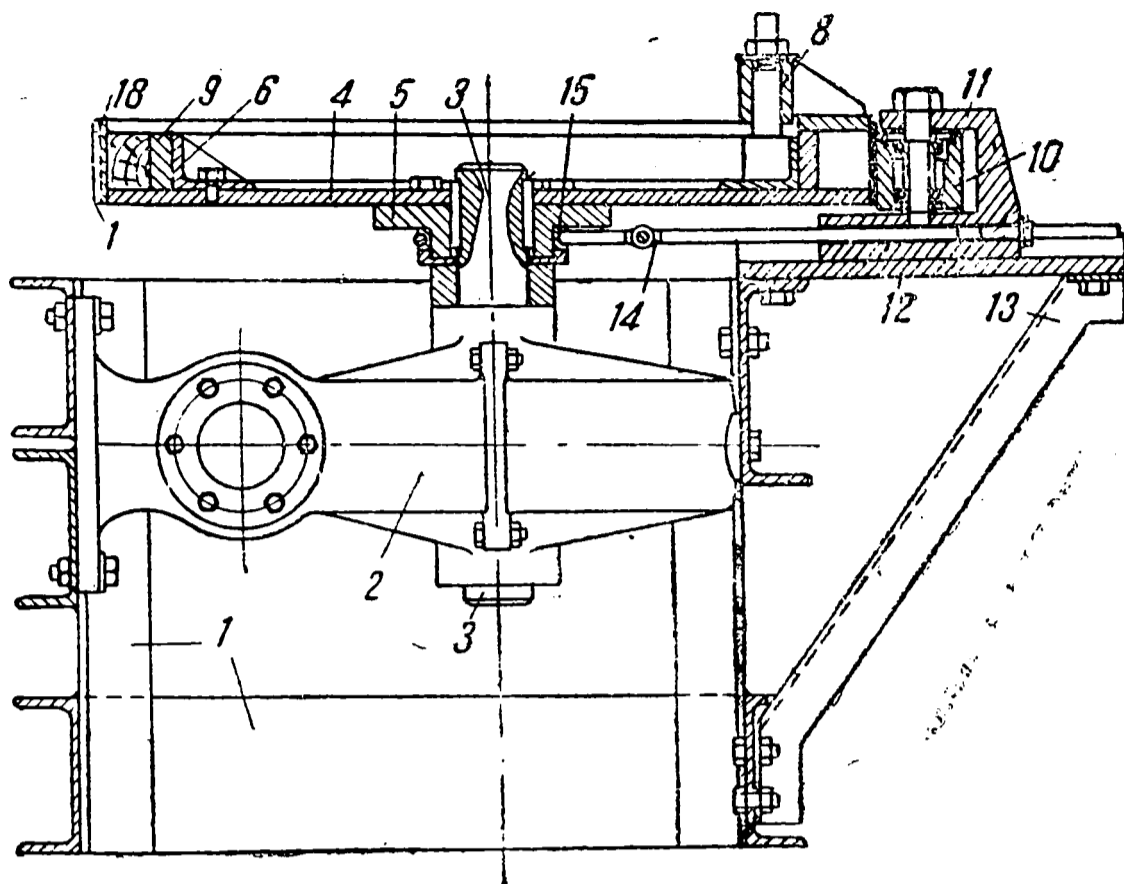


Рис. 11. Опытный горизонтальный гнута́рный станок (вид сверху)

2) подсобные шины, служащие для закрепления бруска в согнутом состоянии;

3) металлические прокладки с загнутыми концами, укладываемые между подвижным упором и торцом бруска;

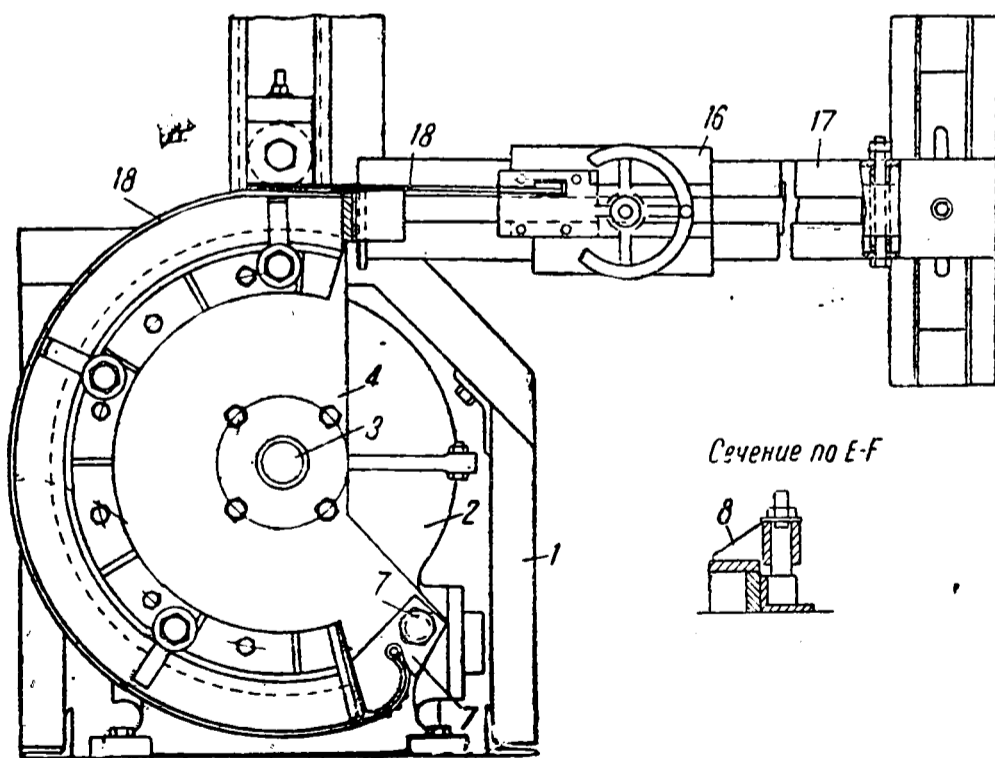


Рис. 12. Опытный горизонтальный гнута́рный станок (разрез)

4) схватки для скрепления загнутых концов подсобной шины после изгиба бруска;

5) молоток, топор и ломик.

Коренной вал служит для вращения диска с уложенным на нем изгибаемым брусом. Диск представляет собой сектор, несколько больший полукруга. Расстояние от центра диска до хорды, по которой обрезан диск, равно 100 мм.

Планшайба служит опорной поверхностью для диска и дополнительного крепления его на валу и ограничивает вертикальное перемещение вала, так как нижним бортиком опирается на простроганную поверхность крышки подшипника. На планшайбу свободно посажено кольцо с прикрепленной к нему тягой. Другой конец тяги прикреплен к каретке бокового прессующего ролика.

Диск должен быть установлен строго перпендикулярно к оси коренного вала, причем опорная поверхность, на которую ложится брус в процессе изгиба, должна быть проточенной и не иметь

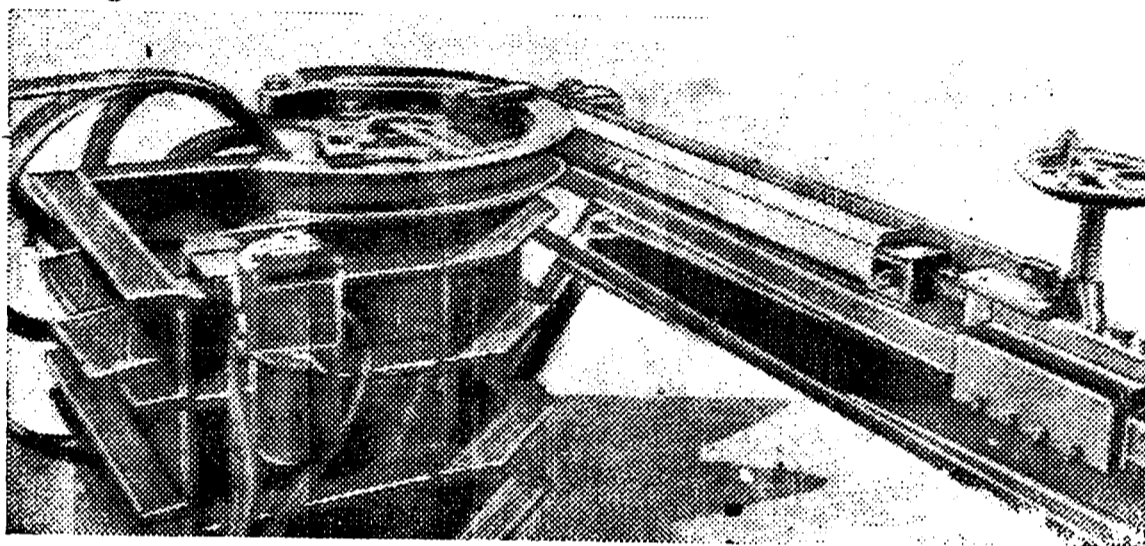


Рис. 13. Положение переднего торцевого упора на диске при гнутье полубодьев

виения в вертикальной плоскости. Достаточная толщина диска 15—20 мм. Ввиду того что ребро диска служит ограничителем величины прессования древесины, производимого прижимным роликом, диск должен быть проточен со стороны ребра.

На диске укрепляется форма, служащая опорой рифленому шаблону. Форма должна иметь радиус закругления, соответствующий радиусу закругления шаблона, с тем чтобы последний легко и достаточно плотно надевался на форму. Форму лучше всего делать из углового железа. Одна полка служит опорной поверхностью для шаблона, а другая прикрепляется к диску с помощью болтов. Опорная поверхность формы должна быть перпендикулярна проточенной плоскости диска. Расстояние от конца формы до переднего упора должно быть 40—45 мм.

Размер формы по длине дуги должен быть на 80 мм меньше размера шаблона. Таким образом, концы шаблона, наложенного на форму, будут выступать по отношению к краям формы на 20 мм у переднего торцевого упора и на 60 мм в другом конце.

Передний торцевой упор должен быть подвижный, т. е. поворачиваться вокруг оси. Упор прикрепляется к диску шарнира с помощью валика, ввернутого в диск. Место торцевого упора на диске определяется длиной изгибаемого бруска. При гнутье полубодьев он помещается на конце диска у среза (рис. 13). При

гнатье косяков положение торцевого упора определяется длиной косяка; оно видно из рис. 14. У переднего торцевого упора в рабочем положении станка плоскость, на которую упирается торец изгибаемого бруска, должна располагаться по радиусу шаблона. В упоре имеется прорезь для закрепления переднего конца основной шины; способ крепления шины к упору ясен из рис. 12.

Шарнирное соединение упора на диске делается для того, чтобы брусок можно было свободно укладывать в станок перед изгибом.

Прижимной ролик, производящий прессование древесины в процессе гнатье. Положение ролика должно определяться по двум частям станка: коренному валу и направ-



Рис. 14. Положение переднего торцевого упора на диске при гнатье косяков

ляющим каретки подвижного торцевого упора. Место пересечения средней линии направляющих с образующей окружности диска будет определять местоположение прижимного ролика.

Взаимное расположение прижимного ролика и направляющих подвижного торцевого упора имеет большое значение при гнатье, так как определяет степень участия прижимного ролика в изгибе.

При неправильном положении ролика он будет выгибать брусок в направлении, противоположном требуемому, или будет прессовать древесину уже после изгиба. В первом случае будет создаваться усилие, стремящееся вытолкнуть брусок из подвижного упора в направлении, противоположном шине. Во втором случае появится брак — складки, так как хвойная порода гнется при условии одновременного прессования. Лучшие условия гнатье будут в том случае, если прессование будет несколько опережать гнатье. В предлагаемой конструкции станка неточности во взаимном расположении прижимного ролика и направляющих подвижного упора компенсируются тем, что передний конец направляющих может свободно перемещаться в боковом направлении, а задний конец прикреплен шарнирно к опорной стойке.

Ось прижимного ролика должна быть параллельна оси коренного вала. Диаметр прижимного ролика играет роль при распреде-

лении величины прессования в подшинной и вогнутой частях изгибаемого бруска. Распределение величины прессования в поперечном сечении бруска подробно описано в разделе «Причины и виды брака при гнутье». Необходимо обратить внимание на точность подгонки ролика по гнезду, что предохраняет ролик от вертикального перемещения, а также на достаточную смазку.

В описываемой конструкции ролик вращается на шариковых подшипниках.

Направляющие прижимного ролика должны быть абсолютно устойчивы. Всякие отклонения направляющих, а с ними и прижимного ролика, в процессе прессования и гнутья совершенно недопустимы, так как этим нарушается правильность направления изгибаемого бруска.

Направляющие подвижного торцевого упора. Направляющие подвижного торцевого упора (рис. 12 и 13) состоят из двух балок. Верхняя балка служит направляющей для каретки торцевого упора. Нижняя балка одним концом шарнирно прикреплена к верхней балке, а второй конец ее с помощью винта подвешен к переднему концу верхней балки.

Нижняя балка служит опорной поверхностью для скользящего по ней клина торцевого упора, регулирующего величину растяжения древесины в процессе гнутья. При монтаже и подгонке частей направляющих следует обратить внимание на точность обработки трущихся деталей. Для правильной работы необходимо, чтобы каретка торцевого упора передвигалась по направляющим без большой слабину.

Выступ и прорезь в переднем конце направляющих должны быть хорошо подогнаны друг к другу, что предохранит от перекосов брусок вместе с упором и направляющими.

Подвижной упор является одной из главных частей гнутающего станка, так как выполняет три основные функции при гнутье:

1) служит опорной поверхностью для второго торца бруска, а также для закрепления основной и подсобной шины;

2) регулирует участие основной шины в сопротивлении растягивающим напряжениям, возникающим в изгибаемом бруске;

3) служит направляющим устройством, предохраняющим брусок от вертикальных перемещений.

При сборке подвижного торцевого упора следует:

а) обращать особое внимание на правильность подгонки клина к направляющим;

б) не допускать люфта между квадратом упорной поверхности упора и гнездом в теле каретки, которая служит направляющей этого квадрата;

в) не допускать люфта в горизонтальном и особенно в вертикальном направлении в местах соприкосновения каретки упора с направляющими.

Шины. Основная шина (рис. 12) воспринимает большую часть сжимающих усилий, производящих сжатие древесины с вогнутой стороны изгибаемого бруска, и тем самым частично разгружает волокна древесины, расположенные с выпуклой стороны, от растягивающих напряжений. Основная шина параллельно с боковым

прижимным роликом прессует древесину в процессе гнутья. Основным усилием, испытываемым шиной, будет растяжение, достигающее до 4 000 кг, и периодически повторяющиеся изгибы. Требования к габаритным размерам основной шины таковы: длина шины определяется длиной изгибаемого бруска; минимальная ширина шины должна быть равна ширине бруска плюс толщина диска и накладки шаблона, на которые шина опирается после допрессовки древесины, и некоторый допуск на коробление ее (30—40 мм).

При опытном гнутье достаточной шириной шины оказалось 100 мм. Более широкая шина будет выдерживать большие нагрузки и работать с меньшим напряжением. Толщина шины зависит от качества материала. Она должна быть сделана из хорошей, достаточно гибкой стали, чтобы шина после изгиба (при установке станка в исходное положение) полностью восстанавливала свою прямолинейную форму (без остаточных деформаций). Материалом может служить сталь № 5—7. Если шина изготовлена из хорошей гибкой стали, то достаточная ее толщина 1,5—2 мм. Шину толщиной свыше 3 мм применять не следует, так как грубая шина уменьшает прессование в подшинной части бруска. Следует отметить, что шина из хрупкого материала может обрываться в месте закрепления у переднего торцевого упора. Поэтому этот конец шины следует отжечь или делать из более мягкой стали.

Подсобные шины служат для закрепления согнутого бруска и испытывают значительно меньшие напряжения, чем основная. Длина шины между загнутыми концами определяется также длиной изгибаемого бруска и должна быть равна длине бруска с припуском на величину отхода в 1,5—2% от длины бруска и на толщину прокладки. Таким образом:

для бруска длиной 1 900 мм	требуется шина длиной 1 950 мм
„ „ „ 1 600 „	„ „ „ 1 650 „
„ „ „ 1 130 „	„ „ „ 1 150 „

Первый размер относится к брускам, предназначенным для гнутья полуобода заднего колеса, второй — для полуобода переднего колеса и последний — для косяков переднего колеса пароконного хода.

Ширина подсобной шины должна быть равна ширине основной шины. Толщина ее может быть 1—1,5 мм в зависимости от качества стали. К материалу подсобных шин предъявляются менее строгие требования. Эти шины могут быть изготовлены из стали № 4—5. Хвойные полуободья, скрепленные подсобными шинами, показаны на рис. 15.

Р и ф л е н ы е ш а б л о ы. Шаблоны служат опорной поверхностью, около которой производится загиб бруска. Шаблон представляет собой согнутую полосу железа, имеющую на одной из сторон приваренную накладку. В сечении шаблон имеет вид угольника. Кривизна изгибаемого бруска будет определяться кривизмой шаблона; поэтому радиус кривизны шаблона должен строго соответствовать радиусу полуободьев с допусками на обработку.

При внутреннем диаметре обода переднего колеса 776 мм наружный диаметр шаблона должен быть равен 766 мм; 10 мм (по 5 мм на сторону) прибавляется на обработку полуобода. Подсчитанный таким же образом диаметр шаблона для гнутья полуобода заднего колеса будет равен 946 мм.

Шаблоны изготавливаются из полосового железа толщиной 20—25 мм. На выпуклой стороне шаблоны имеют насечку в виде зубьев, служащих для увеличения трения между шаблоном и бруском, а также для создания условий, благоприятствующих сжатию древесины вдоль и поперек волокон в процессе гнутья.

Под усилием торцевого давления в изгибаемом бруске волокна древесины, примыкающие к шаблону, стремятся скользить по не-

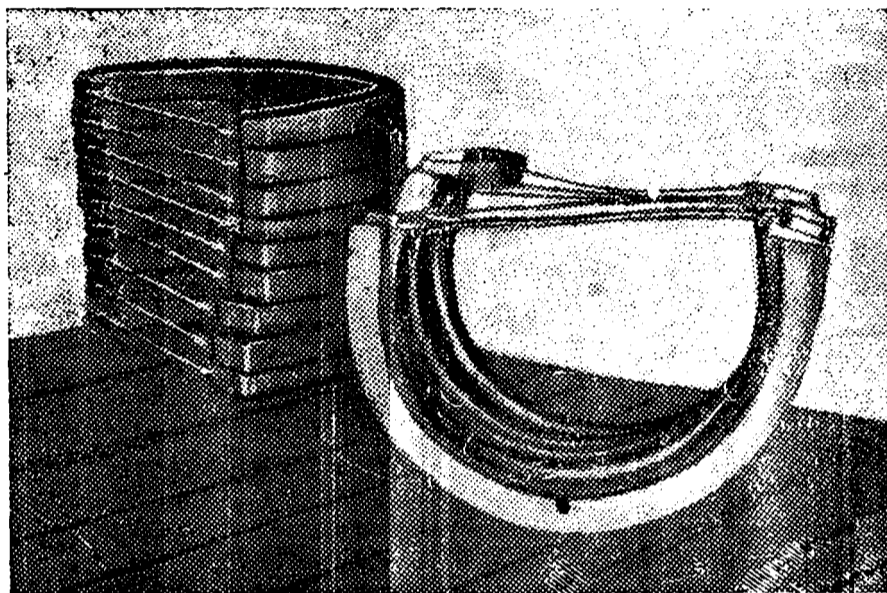


Рис. 15. Согнутые полуободья с рифлеными шаблонами и подсобными шинами

му, что всегда сопровождается складкообразованием в сжатой зоне бруска. Для предотвращения этого явления зубцам в поперечном сечении придают форму не равнобедренного, а прямоугольного треугольника. Нарезка зубьев на шаблоне делается с таким расчетом, чтобы наклон зубьев был направлен в сторону подвижного торцевого упора. Длина шаблона, измеренная по наружной дуге, должна быть меньше длины изгибаемого бруска для полуобода переднего и заднего колеса на 250 мм, для косяков—на 4 и 3 спицы, переднего и заднего колес—на 120 мм.

Накладка на шаблон может изготавливаться из 8—10-мм железа. Она крепится к шаблону электросваркой или на болтах. Накладку лучше всего делать съемной; в этом случае значительно облегчается вес шаблона с бруском и улучшаются условия нарезки шаблона. Общий вид рифленого шаблона для гнутья полуободьев и косяков с накладкой изображен на рис. 16 (стр. 32).

Прокладки и стяжки. Прокладка (рис. 17) представляет собой металлическую планку, загнутую с одного конца. Прокладка устанавливается между торцом изгибаемого бруска и подвижным торцевым упором. Ширина прокладок 70—75 мм, длина от загиба 100 мм и длина загнутой части 30 мм, толщина 7—10 мм.

Стяжки служат для скрепления загнутых концов подсобной шины после изгиба бруска. Стяжки можно делать в виде крючков

из 10—12-мм круглого железа с постоянным расстоянием между загибами. Однако в этом случае требуется большая точность в длине загнутых концов подсобных шин, в расстояниях от начала перегиба шины до отверстия для крючка, совершенно одинаковая величина загиба брусков и величина прессования.

Лучше всего делать стяжки, дающие возможность в некоторых пределах изменять расстояние между загнутыми концами крюков.

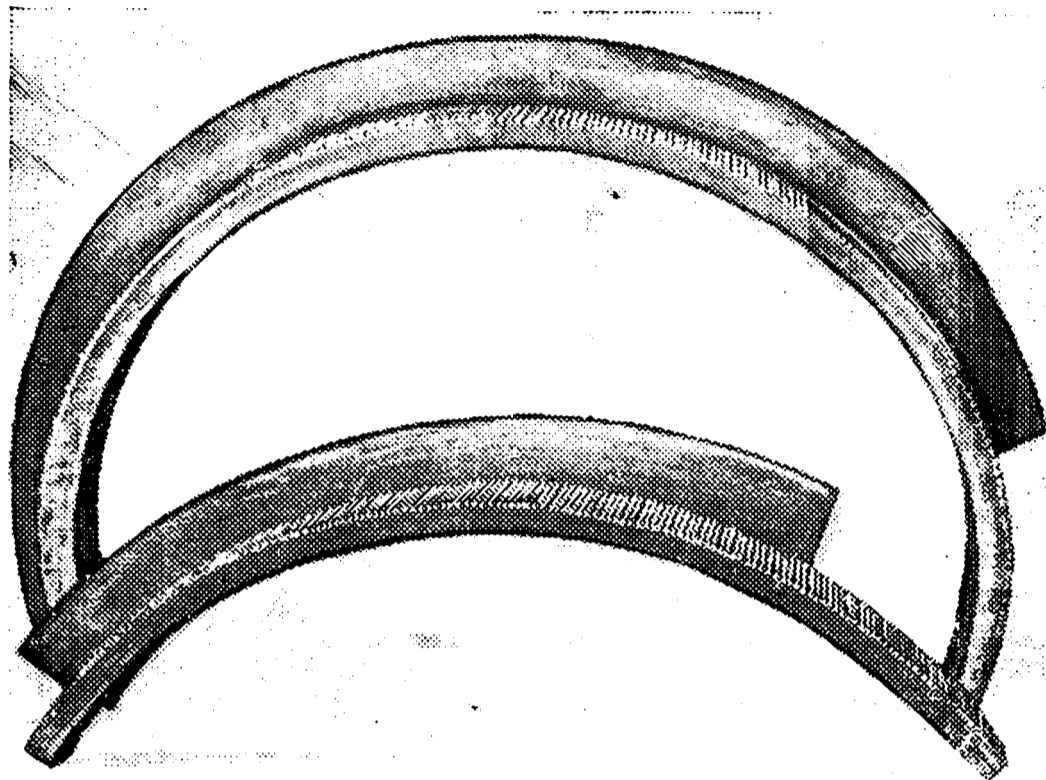


Рис. 16. Рифленые шаблоны для косяков и полубодьев

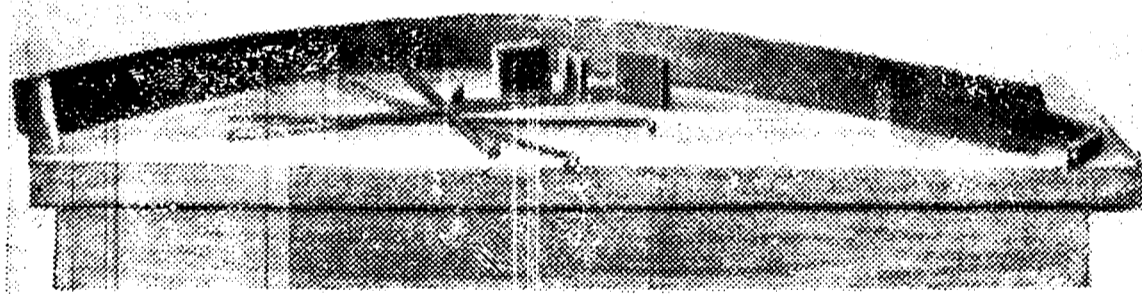


Рис. 17. Подсобные шины, стяжки и прокладки

Горизонтальный гнута́рный станок промышленного типа

Чертеж станка промышленного типа приведен на рис. 18. Этот станок принципиально ничем не отличается от описанного выше опытного станка. Новый станок имеет коробку скоростей, позволяющую давать станку разную скорость рабочего и холостого хода. Управление пуском и остановкой станка кнопочное; кроме того, имеется приспособление для автоматического выключения станка по окончании изгиба бруска. Все детали станка сделаны более мощными для того, чтобы можно было гнуть ободья больших сечений по сравнению с применяемыми в настоящее время в стандартных повозках.

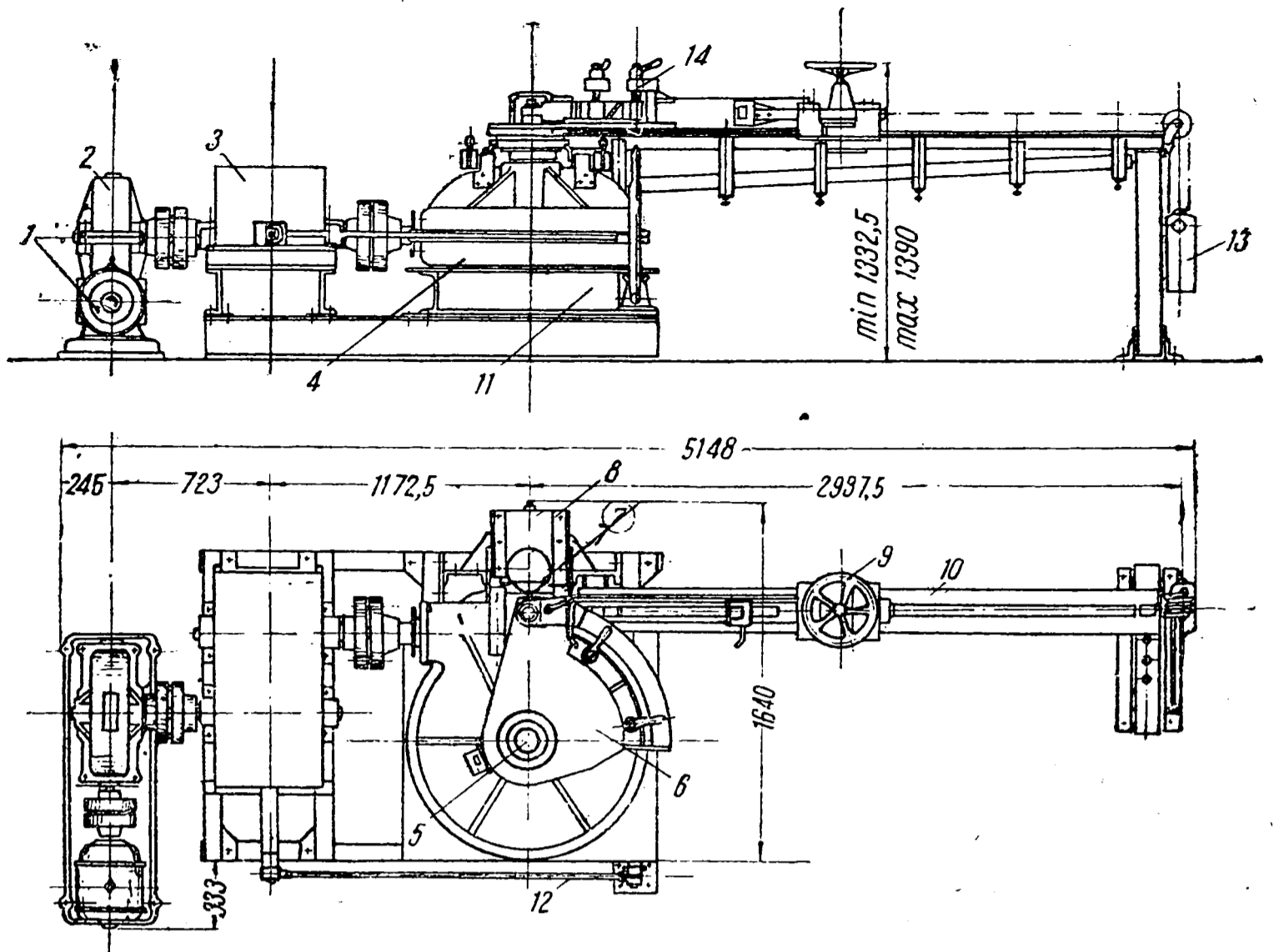


Рис. 18. Гнутарный станок промышленного типа для косяков и полуободьев:

1—мотор; 2—редуктор; 3—коробка скоростей; 4—редуктор станка; 5—вал станка; 6—диск; 7—прессующий ролик; 8—направляющая прессующего ролика; 9—каретка заднего торцевого упора; 10—направляющая; 11—станина; 12—тяга коробки скоростей; 13—противовес; 14—прижим шаблона

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ВЕРТИКАЛЬНОГО И ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ГНУТАРНЫХ СТАНКОВ

Принципиальное отличие указанных станков заключается в том, что на вертикальном станке брусок огибается вокруг неподвижного шаблона, причем изгиб бруска начинается в его средней части, а на горизонтальном станке вращающийся шаблон навертывает на себя брусок, и изгиб начинается с конца бруска. Вертикальный станок имеет большую производительность; теоретически для изгиба бруска одного и того же размера на нем затрачивается в два раза меньше времени, чем на горизонтальном. Кроме того, вертикальный станок требует меньших усилий, чем горизонтальный, так как на вертикальном станке изгиб производится через систему рычагов. Это дает возможность выиграть на силе за счет пути, проходимого точками приложения сил.

Вместе с тем, в вертикальном станке менее точно направление брусков при изгибе и менее плавно гнутые. Недостаточно же точное направление бруска является причиной сдвигов по годичным слоям в изгибаемых брусках.

Недостатком вертикального станка является отсутствие автоматического регулирования величины прессования в процессе гнутья.

Величина прессования имеет очень большое значение при гнутье хвойных брусков, и регулирование ее от руки при помощи штурвала, как это делается в вертикальном станке, требует высокой квалификации и большого внимания рабочего.

При гнутье на вертикальном станке прессование начинается в середине бруска. Это не позволяет волокнам, расположенным в запрессованном участке, сжиматься в продольном направлении в такой же мере, как и на остальных участках изгибаемого бруска. Такое положение способствует возрастанию растягивающих усилий на выпуклой поверхности изгибаемого бруска в этом участке. Иногда при недостаточном начальном торцевом давлении или дефектах древесины это приводит к разрыву волокон.

По сравнению с горизонтальным вертикальный станок сложнее, требует значительно большей точности при изготовлении частей, более квалифицированного обслуживания и большего ремонта.

Сравнительные исследования гнутья с прессованием хвойных полуободьев показали, что на горизонтальном станке получается меньше брака, чем на вертикальном станке.

При гнутье на вертикальном гнута́рном станке основными видами брака были сдвиги древесины по годичным слоям и неравномерность поперечного прессования.

Сдвиги древесины по годичным слоям происходят главным образом из-за недостаточно надежного направления брусков при гнутье вокруг неподвижного шаблона. Даже незначительные перемещения изгибаемого бруска в плоскости, перпендикулярной изгибу, способствуют появлению сдвигов древесины.

Неравномерность величины поперечного прессования древесины по длине согнутого полуобода объясняется неточностью в длине цепей и недостаточным прессованием древесины на участках бруска длиной 150—200 мм в стороны от нижнего прижима. На этих же участках чаще, чем на других, образуются складки в сжатой зоне, которые при гнутье хвойных брусков появляются вследствие недостаточного прессования древесины.

На горизонтальном станке указанные виды брака при гнутье получались реже; складки в сжатой зоне появлялись при наличии в изгибаемых брусках сквозных сучков.

Несколько чаще происходили сдвиги древесины в конце изгиба. Размер сдвига по длине согнутого полуобода не превышал 300 мм, в то время как сдвиги при гнутье на вертикальном станке достигали четверти длины обода. Кроме того, на горизонтальном станке сдвиги могли появиться только у одного торца бруска, расположенного у подвижного торцевого упора, в то время как на вертикальном станке сдвиги древесины возможны у обоих торцов изгибаемого бруска. По этим соображениям мы остановились на горизонтальном станке, как наиболее эффективном при гнутье с одновременным прессованием хвойных брусков. Конструкция станка положена в основу при проектировании промышленного станка для гнутья хвойных полуободьев и косяков.

Экспериментальное гнутье на горизонтальном станке выявило ряд недостатков, которые необходимо было исправить при кон-

струировании станка промышленного образца. Эти недостатки заключаются в следующем.

1. Недостаточная прочность основной червячной передачи, не позволяющей изгибать полуободья и косяки больших сечений, чем принято в стандартных повозках, в то время как применение новых пород дает возможность изготавливать обод большей ширины, что значительно повысит проходимость повозки.

Усиление основных частей станка даст также возможность производить гнутье одновременно двух брусков, что значительно увеличит его производительность.

2. В опытном станке рабочий и холостой ход станка происходят с одной скоростью, что представляет существенный недостаток. Скорость рабочего хода определяется технологическими требованиями, а холостой ход может быть в несколько раз быстрее, что и выполнено в станке промышленного типа. Коробка скоростей запроектирована для различных скоростей рабочего и холостого хода.

3. В опытном станке не была предусмотрена его автоматическая остановка по окончании изгиба.

4. Станок не отвечал всем требованиям техники безопасности работы.

5. Детали станка не были рассчитаны по существующим ОСТ на металлические изделия, что затрудняло их массовый выпуск.

Перечисленные недостатки в большой степени устранены в конструкции промышленного типа станка, который выйдет уже серийным выпуском.

Максимальная производительность опытного станка 120—135 полуободьев в смену. Проектом промышленного станка предусматривается производительность 160—180 гибов в смену.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ БРУСКОВ ДЛЯ ГНУТЬЯ ХВОЙНЫХ ПОЛУОБОДЬЕВ И КОСЯКОВ

Технические условия на сосновые бруски для гнутья полуободьев и косяков колес пароконного хода

Бруски должны иметь следующие размеры: ширину 95 мм, высоту (толщину) 68 мм.

Размеры брусков по длине в чистоте, без припусков на оторцовку (в мм):

Для гнутья косяков:

на 3 спицы заднего колеса	1 040
„ 4 „ „ „	1 320
„ 4 „ переднего „	1 130

Для гнутья полуободьев:

переднего колеса	1 600
заднего „	1 900

Длина может быть большей, кратной указанным размерам. В брусках допускаются отклонения по длине ± 10 мм, по ширине и толщине ± 3 мм.

Древесина брусков должна быть здоровой, без признаков гнили.

В древесине допускаются волнистость, водослой и свилеватость без ограничения, завитки без ограничения на одной из узких пластей бруска, затесы глубиной до 10 мм, короед при глубине повреждения не более 3 мм, косослой при отклонении волокон не более 30 мм на 1 пог. м длины сортимента, открытая прорость на трех пластях глубиной до 10 мм.

Сучки здоровые, вполне сросшиеся и черные смолевые допускаются не более двух диаметром до 15 мм в брусках, идущих на гнутье косяков и полуободьев переднего колеса, и до 20 мм в брусках для косяков и полуободьев заднего колеса пароконного хода. В брусках, идущих на гнутье полуободьев, допускается не более 2 сучков, а в брусках, идущих на гнутье косяков, не более 1 сучка. Сучки с глубиной залегания до 7 мм не учитываются.

Трещины допускаются только несквозные, торцевые, длиной до 20 мм.

Цветные окраски допускаются в виде пятен и полос, если они не сопровождаются грибными повреждениями древесины.

Бруски распиливаются таким образом, чтобы годовичные кольца были параллельны узкой стороне бруска (радиальная распиловка). Угол наклона годовичных слоев плоской узкой стороны бруска не должен превышать 30°. Все пласти должны быть взаимно параллельны. Отклонения от взаимной параллельности допускаются не выше 3 мм.

Торцы брусков должны быть опилены перпендикулярно продольной оси бруска.

Раскрой бревен на лафеты и разделка их на бруски

Правильный раскрой хвойной древесины на лафеты и бруски с учетом расположения пороков определяет полезный выход древесины, годной для гнутья. При составлении постава на распиловку кряжей необходимо стремиться получить максимальное количество брусков с расположением годовичных слоев параллельно узкой грани брусков и с наименьшим количеством пороков.

Необходимое расположение годовичных слоев в брусках достигается применением радиальной или так называемой полурадимальной распиловки. Наименьшее количество пороков достигается разделкой преимущественно комлевых бревен, имеющих минимальное количество сучков, а также максимальным использованием ядровой и заболонной частей бревен; сердцевину при этом вырезают для других целей.

Бревна, поступающие в разделку на бруски, должны быть, как правило, комлевые — первого и второго сорта. Диаметр бревен от 29 см и выше. Кряжи могут разделяться на бруски на круглопильных станках и на лесопильных рамах. Возможна комбинированная разделка, при которой бревна сначала распиливаются на лесопильной раме на лафеты и горбыльные сектора, распускаемые на круглопильных станках. Роспуск лафетов и горбылей можно производить и на лесопильной раме.

Бревна можно разделять также на шпалорезных станках с большим диаметром пил (особенно для первых двух резов). Для последующей разделки пластин на сектора и бруски, а также ла-

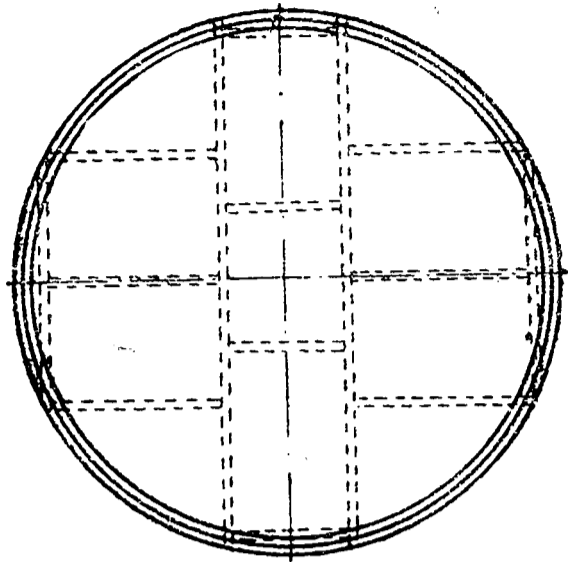


Рис. 19. Постав для рамной распиловки бревен на бруски, идущие на гнутые (выход брусков при диаметре бревен 29 см—51,7%, при 30 см—48,3%, при 31 см—45,1%)

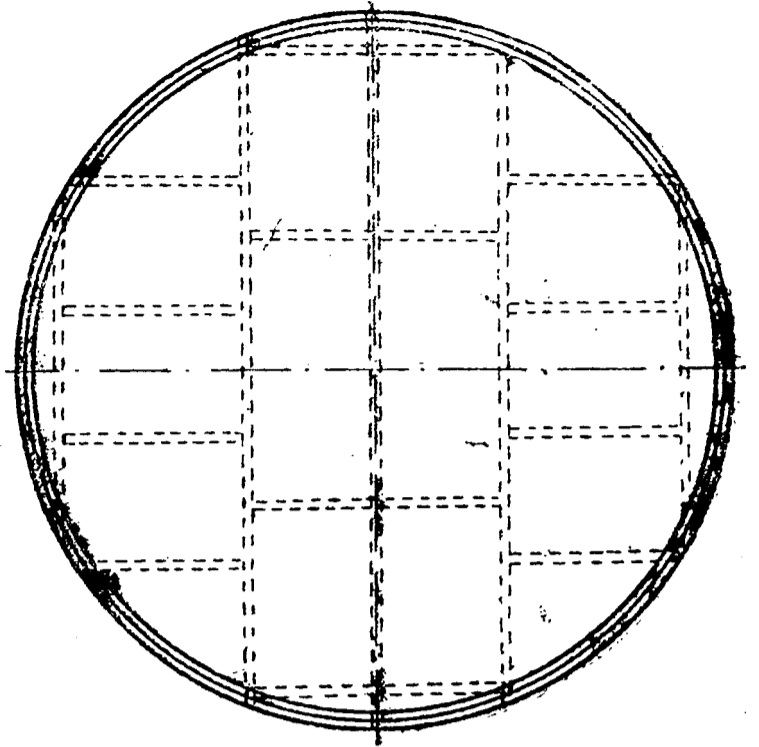


Рис. 20. Постав для рамной распиловки бревен на бруски, идущие на гнутые (выход брусков при диаметре бревна 38 см—50,7%, при диаметре 39 см—48,2%, при диаметре 40 см—46%)

фетов на бруски можно применять более мелкие круглопильные станки.

Разделка бревен на лесопильных рамах с последующей обработкой на круглопильных станках наиболее экономична с точки зрения производительности.

При составлении поставов надо стремиться к тому, чтобы по возможности больше использовать периферийную часть бруска. С точки зрения выхода и получения необходимого расположения волокон в брусках пригодны бревна диаметром от 29 см и выше в верхнем отрубе.

Примерные поставы на распиловку бревен диаметром с 29 до 40 см даны на рис. 19 и 20.

Следует отметить, что при комплексной распиловке, т. е. когда бруски для гнутых получаются параллельно с другими ассортиментами, поставы будут иные, причем общий выход пиломатериалов из бревна будет значительно выше,

чем при целевой распиловке, а выход брусков, годных для гнутых, снизится. При наличии соответствующего оборудования можно для получения брусков пользоваться методом, применяемым для вы-

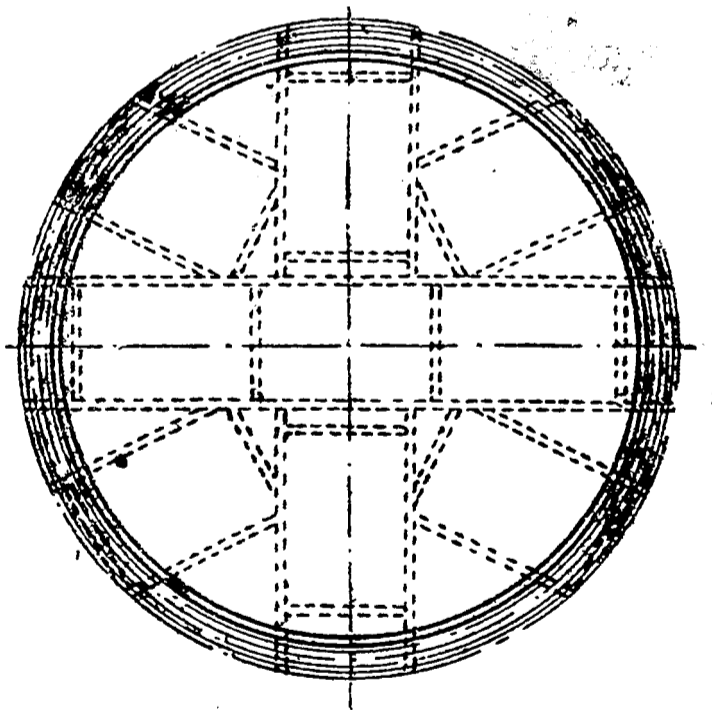


Рис. 21. Постав при разделке бревен на бруски путем радиальной распиловки (выход брусков при диаметре бревен 32 см—54,9%, при диаметре 33 см—52,5%)

пиловки авиабрусков. Примерный постав на распиловку этим способом показан на рис. 21 (стр. 37). Торцовку же может производить рабочий невысокой квалификации.

При разметке и раскросе брусков по длине следует учитывать, что бруски, идущие на гнутье полуободьев и косяков задних колес, могут иметь значительно больше пороков и что годовичные слои могут быть расположены под большим углом к плоскости узкой грани, чем бруски, идущие на гнутье передних полуободьев и косяков.

Это объясняется большим отношением высоты бруска к радиусу загиба в полуободе переднего колеса, что вызывает большие деформации при гнутье.

При раскросе по длине надо стремиться к тому, чтобы наибольшее количество пороков древесины отошло в бруски, идущие на гнутье полуободьев и косяков задних колес. В брусках, идущих на гнутье полуободьев и косяков передних колес, должно быть наименьшее количество дефектов.

В табл. 3 дан сравнительный выход сосновых брусков и для других изделий.

Таблица 3

Изделия и заготовки	% выхода из бревна	Сортность бревен, из которых заготавливаются заготовки
Хвойные бруски для гнутья полуободьев	25—30	Из бревна I—II сорта
Бруски дубовые для гнутья ободьев (дельногнутых)	8—10	Из бревна I сорта
Бруски дубовые для гнутья косяков	16—18	Из бревна I сорта
Пиломатериалы и заготовки для деталей сельскохозяйственных машин	6—10	Из бессортного сырья пиломатериалов получается 10—12%, выход деталей из пиломатериалов—50%
Клепка для деревянных труб	18—20	Из бревна I сорта

Из табл. 3 видно, что качество хвойной древесины в брусках, идущих на гнутье ободьев, не может препятствовать развитию применения гнuto-прессованных деталей. К тому же для улучшения процесса гнутья хвойной древесины, как и всякого нового процесса, имеется значительно больше возможностей, чем при гнутье твердолиственных пород, которые уже применяются столетиями.

Обработка брусков на строгальных станках

Перед строганием бруски должны быть подсушены до 25—30%; это необходимо по условиям гнутья и улучшает строгание.

При опытном гнутье были проверены два способа обработки брусков на строгальных станках: 1) строгание брусков с двух противоположных сторон, обращенных при гнутье к форме, и 2) строгание со всех четырех сторон.

На основании опытов мы рекомендуем до полного освоения нового способа гнутья применять строгание брусков с четырех сторон, причем на боковых поверхностях бруска допускается оставление непростроганных мест (пролыски) до $\frac{1}{5}$ площади каждой стороны. При ровных, гладких боковых сторонах, одинаковых по ширине, облегчается правильное направление бруска при гнутье, достигаемое прикреплением рифленых шаблонов к верхней плоскости диска. При двустороннем строгании, допускаемом при условии правильной и точной распиловки брусков на рамах и круглопильных станках, увеличивается полезный выход древесины за счет припуска на строгание, и бруски можно делать шириной 62 мм (вместо 68 мм).

При обработке брусков на строгальных станках необходима такая последовательность: на фуговочном станке первой следует строгать заболонную плоскость бруска, которая пропускается до достаточной чистоты—до исчезновения следов (рисок) от пил; противоположная сторона бруска—сердцевинная—строгается в размер высоты бруска на рейсмусном станке. При такой последовательности обработки меньшая стружка снимается с заболонной, лучшей части бруска и большая—со стороны сердцевины, имеющей большое количество дефектов древесины.

При отсутствии рейсмусного станка бруски можно строгать со всех сторон только на фуговочном станке, но так, чтобы сечение после строгания было одинаковым по всей длине бруска. При невыполнении этих условий прессование бруска будет неравномерным, что при резких колебаниях по высоте может привести к складкообразованию в сжатой зоне.

Точная обработка брусков на рамах и круглопильных станках позволяет строгать на четырехстороннем строгальном станке.

После строгания бруски тщательно оторцовываются, так как неодинаковые по длине бруски затрудняют процесс гнутья.

РАСПАРИВАНИЕ БРУСКОВ ПЕРЕД ГНУТЬЕМ

При гнутье хвойных брусков большое значение имеет предварительная гидротермическая обработка. Из двух существующих способов гидротермической обработки—проварки в горячей воде и пропарки насыщенным паром—мы остановились, на основании опытов, на последнем способе.

При проведении экспериментов и при опытном гнутье хвойного полуобода неправильный режим пропарки, главным образом недопарка, быстро сказывался при гнутье, вызывая дефекты.

Правильность ведения процесса пропарки зависит 1) от конструкции и емкости пропарочных камер, 2) от давления и температуры применяемого пара, 3) от способа укладки брусков в пропарочные камеры, 4) от продолжительности пропарки брусков.

Конструкция пропарочных камер

Пропарочные камеры бывают деревянные и металлические. Ввиду того что деревянные камеры, как правило, не могут иметь достаточной плотности в соединениях, необходимой для предупреждения утечки пара при соответствующем давлении, рассмотрим только металлические конструкции.

Пропарочные камеры имеют вид цилиндрических котлов (рис. 22) или же прямоугольных ящиков со стенками толщиной от 6 до 10 мм. Камера должна иметь входную трубу для впуска пара и выходную трубу для выпуска конденсата и пара перед извлечением брусков из камер.

Трубы для впуска и выпуска пара лучше помещать в заднем конце камеры, а вентили, которыми управляется впуск и выпуск, — у передней части камер со стороны крышек.

Если в камеру поступает насыщенный пар, ввод паровпускной трубы можно делать в задней крышке камеры, сверху. Если же по условиям теплосилового хозяйства пар поступает в камеру перегретым, то паровпускное отверстие должно быть расположено снизу камеры, для того чтобы пар, проходя через конденсат, скапливающийся на дне камеры, насыщался влагой.

Отверстие для спуска пара и конденсата делается в самом низком участке камеры. Чтобы обеспечить полный выпуск конденсата, камеры делаются с некоторым уклоном. Камера должна иметь манометр для контроля давления пара. Кроме того, желательно иметь штуцер, куда периодически вставляют термометр для контроля температуры пара.

Крышка представляет одну из ответственных частей пропарочной камеры, так как в большинстве случаев именно здесь происходит утечка пара. Крышки камер должны иметь приспособления для быстрого и надежного закрывания и закрепления их после извлечения очередного бруска. Когда крышка закрыта, пар не должен выходить из камеры. Для этого в местах соприкосновения крышки с камерой в них делаются выточки или углубления, заполняемые уплотняющим материалом — шнуровым асбестом или промасленным льняным или конопляным жгутом.

Чем меньше камера, тем лучше условия для пропарки.

Кроме того, при небольшом количестве загруженных в малую камеру брусков от извлечения первого бруска до извлечения последнего будет проходить очень мало времени, и поэтому все бруски будут пропариваться примерно одинаково. С этой точки зрения лучшим пропарочным устройством будет батарея небольших пропарочных барабанов емкостью до 10 брусков каждый (рис. 23). Такая батарея имеется на опытной гнударной установке ЦНИИМОД. Производительность такой установки — до 40 брусков

в час. Длина камер 2 и 2,5 м (полезного пространства), диаметр барабана 600—700 мм.

Для улучшения условий работы парильщиков и устранения излишнего расхода пара через теплоотдачу в окружающий воздух стенки камер следует изолировать небольшим слоем (5 мм) асбеста или замуровать котлы в кирпичную кладку.

Если в пропарочные камеры пар может поступать под большим давлением, опасным для работающих на установке и ненужным для пропарки брусков, то на паропроводе должен быть поставлен редукционный клапан; однако такой клапан подсушивает проходящий пар, что вредно влияет на пропариваемую древесину. Поэтому при установке редукционного клапана следует предусмотреть возможность увлажнения пара перед его поступлением в ка-

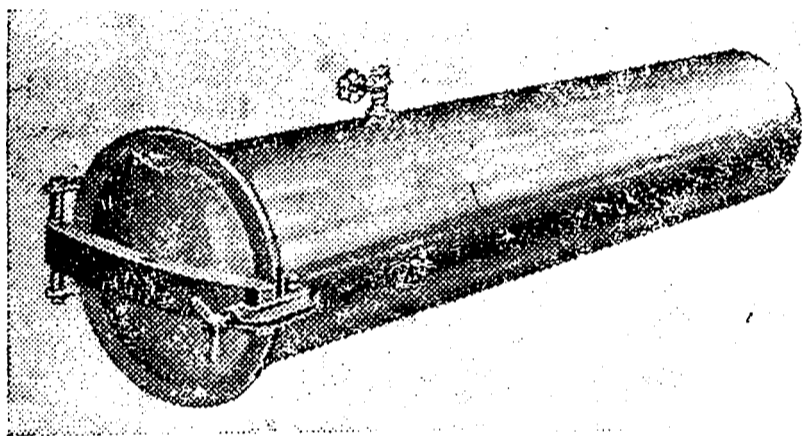


Рис. 22. Пропарочная камера

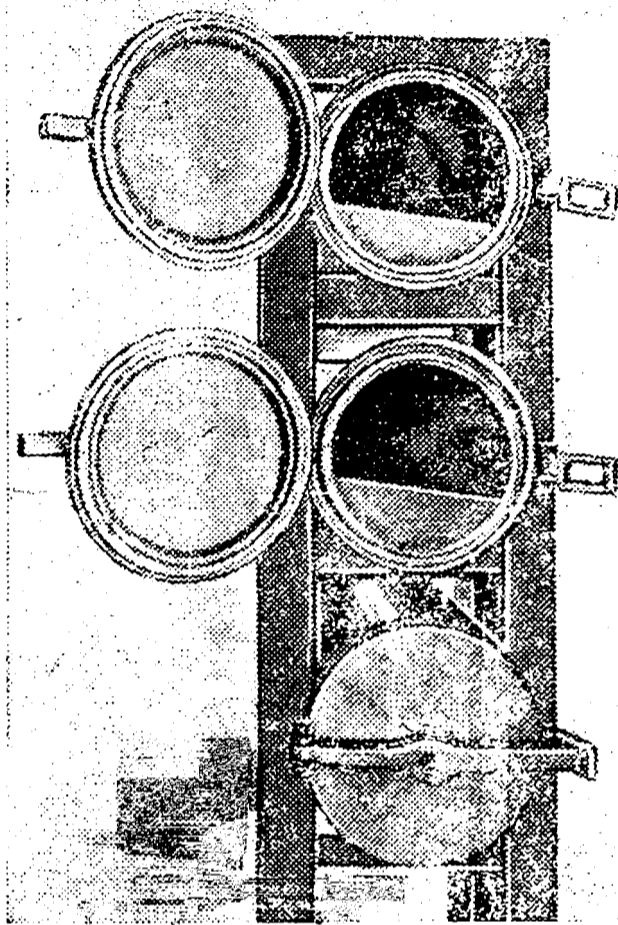


Рис. 23. Пропарочные камеры на экспериментальной базе ЦНИИМОД

меру. Для этого впускную трубу следует помещать внизу камеры, чтобы пар, проходя через конденсат, увлажнялся. Использование конденсата для питания котлов невозможно без соответствующей очистки, так как конденсат бывает засорен растворами смолы, дубильных веществ, а при пропарке лиственницы — раствором гумми. Конденсат почти никогда не бывает светлым, обычно он темнокоричневый. Конденсат можно использовать только для подогрева воды, питающей котлы. Чтобы конденсат не смешивался с водой, его пропускают по трубам, проходящим через баки с водой для питания котлов.

При выборе объема пропарочных камер следует исходить из того, чтобы время между изгибом первого и последнего брусков, извлекаемых из камеры, не превышало времени, установленного для пропарки этих брусков.

Если длительность пропарки принята в 60 мин., то камера должна быть такой емкости, чтобы на изгиб одной партии вмещающихся в эту камеру брусков затрачивалось не больше 60 мин. Из этого вытекает, что с увеличением количества гнута́рных станков или

с повышением производительности их камеры могут быть большей емкости.

Соответствие емкости камер и производительности гнутарных станков должно предусматриваться при проектировании гнутарных установок. Так, например, имея один станок для гнутья хвойных полуободьев и косяков конструкции ЦНИИМОД с возможной производительностью 15—20 брусков в час, следует установить две пропарочные камеры емкостью по 20—25 брусков. Наличие двух камер обеспечивает бесперебойную работу: при сроке пропарки брусков 60—80 мин., пока происходит гнутье брусков, пропаренных в одной камере, бруски во второй камере успевают пропариться. Необходимо только следить за тем, чтобы загрузка камер и пропарка в них производились сразу же после их освобождения.

Требования, предъявляемые к пару для распаривания древесины

Основное требование, предъявляемое к пару, — его насыщенность. Пропарки перегретым паром следует избегать, так как при этом происходит подсушивание древесины, главным образом наружных слоев брусков.

Сухая древесина менее теплопроводна, и в результате применения перегретого пара по периферии бруска образуется малотеплопроводная прослойка из более сухой древесины, препятствующей прохождению тепла в середину бруска.

Кроме того, перегретый пар обычно имеет более высокую температуру и труднее конденсируется, что ухудшает условия пропарки.

Давление пара в пропарочных камерах должно быть от 0,5 до 1 ат. Это давление необходимо для того, чтобы пар распределялся в камере равномерно и чтобы бруски, расположенные во всех частях камеры, пропаривались одинаково. Очень важно, чтобы в процессе пропарки не было перебоев в поступлении пара. Последовательное нагревание и остывание брусков в результате перебоев в поступлении пара чрезвычайно вредно сказывается на качестве гнутья. При поступлении пара в камеру через конденсат последний следует через некоторые промежутки выпускать с тем, чтобы нижние бруски не находились в воде.

Способ укладки брусков в пропарочные камеры

При укладке брусков в камеры необходимо следить за тем, чтобы поверхность их омывалась паром со всех сторон.

Бруски следует укладывать в шахматном порядке, т. е. первый ряд на прокладках и с зазорами, на 8—10 мм меньшими ширины бруска; второй ряд укладывается на первый с такими же зазорами между брусками, причем нижняя постель брусков лежит над зазорами нижнего ряда, опираясь на бруски нижнего ряда незначительной поверхностью в 4—5 мм с каждой стороны. При этом способе укладки происходит равномерная и полная пропарка брусков.

Для лучшего использования объема пропарочных камер при хорошем омывании паром брусков со всех сторон можно рекомендовать укладку брусков на тонких (10—12 мм) прокладках (рис. 24) с зазорами между брусками в 5—8 мм.

Продолжительность пропарки брусков

Продолжительность пропарки брусков при давлении насыщенного пара 0,5—1 ат будет зависеть от начальной влажности древесины. Выше указывалось, что с увеличением влажности теплопроводность древесины увеличивается, а отсюда и продолжительность пропарки, достаточная для гнутья, будет меньше. Далее отмечалось, что гнутье брусков, имеющих начальную влажность выше 30%, нерационально, так как повышенная влажность древесины вызывает определенные виды брака при гнутье. Поэтому здесь будет рассмотрена продолжительность пропарки брусков с начальной влажностью от 18 до 30%.

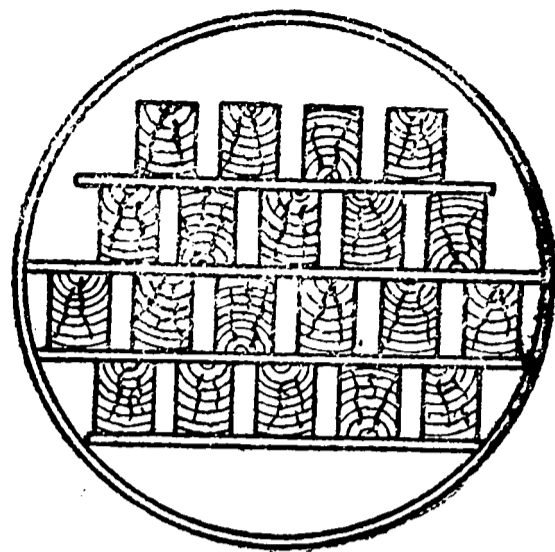


Рис. 24. Способ укладки брусков в пропарочные камеры

Для гнутья оптимальной начальной влажностью древесины является 25—28%. При этой влажности бруски должны пропариваться в течение 60—80 мин. С увеличением начальной влажности до 30% достаточно пропарки в течение 40—60 мин.

Бруски с меньшей начальной влажностью потребуют больших сроков пропарки: на каждый процент влажности ниже 25% продолжительность пропарки увеличивается примерно на 8—10 мин. Так, при начальной влажности брусков в 20% срок пропарки будет $80 + 40 = 120$ мин. Следует учитывать, что приводимые здесь сроки пропарки относятся к определенному сечению брусков (60 мм × 90 мм), изгибаемых на определенные радиусы (для полуободьев и косяков передних колес $r = 383$ мм и задних колес $r = 473$ мм).

Продолжительность пропарки брусков, изгибаемых при различном отношении высоты бруска к радиусу загиба, будет неодинакова. Так, срок пропарки брусков, предназначенных для гнутья полуободьев и косяков задних колес, может быть на 10—12% ниже срока пропарки брусков, предназначенных для гнутья полуободьев и косяков передних колес. Это объясняется большей деформацией древесины с увеличением отношения высоты изгибаемого бруска к радиусу загиба, а отсюда и необходимостью придать древесине большую пластичность путем более длительной пропарки. Исходя из приведенных положений и основываясь на экспериментах и опытном гнутье полуободьев, можно установить необходимые сроки пропарки сосновых брусков сечением 60 мм × 90 мм, предназначенных для гнутья полуободьев и косяков колес пароконного хода (табл. 4).

Начальная влажность брусков перед про- паркой в %	Продолжительность пропарки в минутах	
	брусков для гнутья полуободьев и кося- ков переднего ко- леса	брусков для гнутья полуободьев и кося- ков заднего колеса
20	120	110
22	100	90
25	80	70
28	60	50
30	50	40

При гнутье полуободьев для переднего колеса отношение вы-
соты бруска к радиусу загиба $\frac{h}{r} = 0,235$, для заднего колеса
 $\frac{h}{r} = 0,19$.

Отношение взято при начальной высоте бруска до его прессо-
вания.

Гидротермическая обработка ведется в такой последователь-
ности: перед тем как уложить бруски, камеру следует несколько
прогреть, чтобы в первый период пропарки не образовалось много
конденсата. После укладки брусков крышку камеры следует плот-
но закрыть, предварительно осмотрев правильность укладки уплот-
няющего материала (шнуровой асбест или конопляная плетенка).
Затем впускают пар, следя по манометру за тем, чтобы давление
не было ниже 0,5 ат. Расход пара на пропарку 20 брусков в ка-
мере, имеющей диаметр 650 мм и длину 2 000 мм при отсутствии
утечек пара через крышки и вентили, будет 10—12 кг, или на
одну пропарочную камеру — 10—12 кг в час.

РАБОТА НА СТАНКЕ ДЛЯ ГНУТЬЯ С ОДНОВРЕМЕННЫМ ПРЕССОВАНИЕМ ХВОЙНЫХ ПОЛУОБОДЬЕВ И КОСЯКОВ

Станок для гнутья с одновременным прессованием древесины
изображен на рис. 25. Его обслуживают двое рабочих: станоч-
ник и подсобный.

Прежде чем приступить к гнутью, необходимо:

- 1) осмотреть основные части станка;
- 2) проверить прочность закрепления диска к планшайбе корен-
ного вала;
- 3) затянуть гайки болтов, прижимающие форму и передний тор-
цевой упор к диску станка;

4) отрегулировать расстояние от бокового прижимного ролика до кромки диска таким образом, чтобы зазор между ними равнялся сумме толщин основной и подсобной шин плюс 1 — 2 мм; после изгиба 1—2 брусков следует проверить величину зазора между кромкой диска и образующей прижимного ролика, так как при слабине в соединениях тяги, связывающей коренной вал с прижимным роликом, этот зазор может увеличиться, что поведет к браку при гнутье из-за недопрессовки;

5) проверить величину отхода подвижного торцевого упора и отрегулировать его путем подъема или опускания балки, служащей опорной поверхностью клина, таким образом, чтобы величина отхода была 1,5 — 2% от длины изгибаемого бруска;

6) смазать все трущиеся части станка.

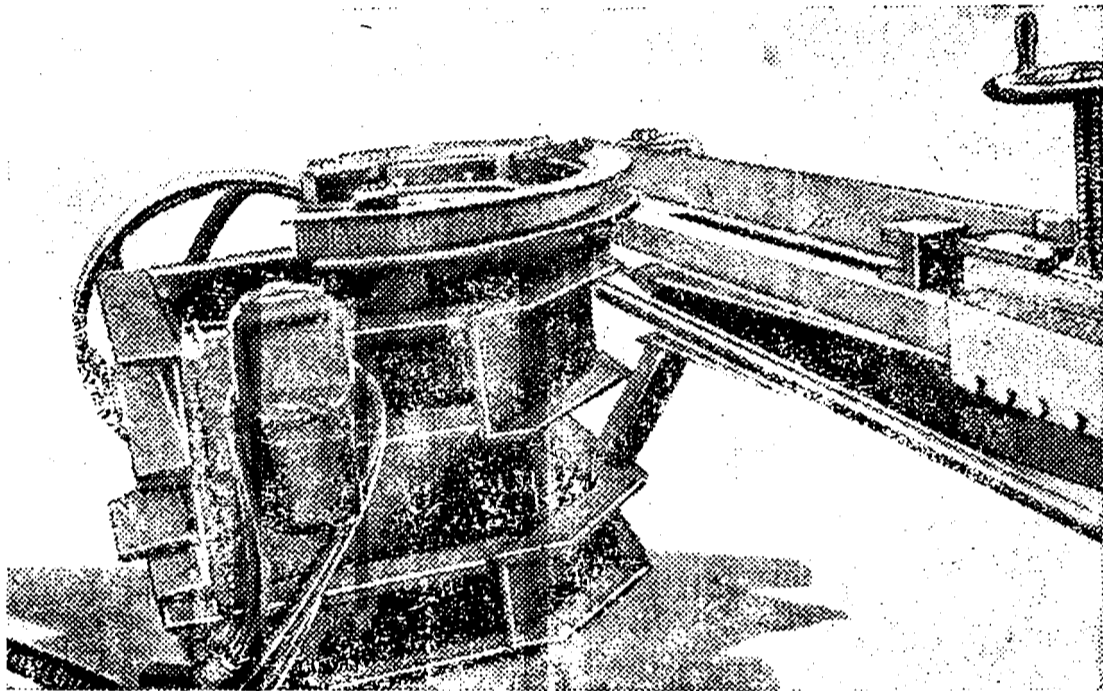


Рис. 25. Станок для гнутья хвойных полубобдьеv и косяков

Работы на гнутаpном станке ведутся в следующем порядке:

1) закрывают паровпускной вентиль, регулирующий впуск пара в пропарочную камеру;

2) спускают пар и конденсат из пропарочной камеры;

3) открывают дверцу камеры, вынимают пропаренный брусок, закрывают дверцу, закрывают вентиль, регулирующий выпуск пара и конденсата, и открывают на пол-оборота паровпускной вентиль;

4) закладывают подсобную шину в станок;

5) укладывают и закрепляют на форме диска рифленый шаблон;

6) укладывают пропаренный брусок в станок, поместив прокладку между подвижным торцевым упором и торцом бруска;

7) дают полное натяжение шине или начальное торцевое давление с помощью штурвала, насаженного на вал винта, который регулирует движение клина подвижного торцевого упора;

8) включают рубильник или переводят переводку на рабочий ход и наблюдают за изгибом;

9) останавливают станок после изгиба бруска;

10) подбирают и надевают стяжку на загнутые выступающие концы подсобной шины;

11) при свободной стяжке забивают клин между металлической прокладкой и загнутым концом подсобной шины у подвижного торцевого упора;

12) включают рубильник на обратный ход;

13) снимают со станка согнутый полуобод или косяк вместе с подсобной шиной и рифленным шаблоном и укладывают в стопу или тирок;

14) выбивают рифленный шаблон из полуобода или косяка через 2 часа после изгиба.

Работу следует организовать таким образом, чтобы на производительности станка сказывались только операции с 4 по 13 включительно. Остальные операции выполняются подсобным рабочим во время рабочего и холостого хода станка.

Возможная производительность станка примерно 130—140 полуободьев, или 15—17 станов колес в смену. Указанной производительности можно достигнуть после достаточного освоения нового вида гнутья древесины с одновременным прессованием ее поперек волокон.

Наиболее ответственными операциями при работе на станке, которые могут повлиять на качество гнутья, являются укладка и закрепление рифленного шаблона на форме и укладка бруска в шаблон.

Шаблон следует укладывать после того, как уложена подсобная шина. Укладка производится таким образом, чтобы один конец шаблона вплотную примыкал к переднему торцевому упору. Несоблюдение этого условия ведет к тому, что в процессе гнутья шаблон начинает скользить по форме вместе с изгибаемым бруском; в результате в сжатой зоне бруска появляются складки.

После укладки шаблона его следует прочно прикрепить к форме с помощью винтов. При недостаточно прочном закреплении шаблон может выжиматься изгибаемым бруском вверх, что приведет к неправильной форме сечения изгибаемого бруска (вместо прямоугольника получится параллелограм); кроме того, возможны сдвиги древесины поперек волокон, особенно при правильном расположении волокон в бруске по отношению к оси гнутаго вала.

Укладка бруска в станок и установление начального торцевого давления также имеют большое значение. Станочник должен хорошо знать расположение пороков в бруске, направление годичных слоев и наиболее безопасные зоны в бруске, где допустимы дефекты в древесине. Как правило, брусок должен укладываться в станок таким образом, чтобы заболонная часть находилась в растянутой зоне, т. е. в подшинной части. Вместе с тем пороки древесины в большинстве случаев располагаются ближе к сердцевине бревна. Пороки же древесины, особенно сучки, оказывают значительно меньшее влияние на качество гнутья, если они расположены в растянутой зоне изгибаемого бруска.

Поэтому при отсутствии сучков в изгибаемом бруске его следует укладывать заболонной частью к шине; если же имеются сучки, которые всегда расположены со стороны ядровой части бруска, последний следует укладывать ядровой частью к шине. При наличии в бруске крупных серниц или засмолок брусок сле-

дует располагать в станке таким образом, чтобы они оказались в растянутой зоне изгибаемого бруска.

Волокна, расположенные в ядровой части бруска, могут иметь несколько меньшую допускаемую деформацию растяжения, чем волокна, расположенные в заболонной части бруска. Поэтому при гнущем брусков заболонной стороной к шаблону («на заболонь») необходимо несколько уменьшать отход торцевого упора.

Ввиду того что регулировка величины отхода подвижного торцевого упора занимает несколько минут, бруски, которые должны изгибаться «на заболонь», следует предварительно отсортировать и гнуть отдельно, отрегулировав величину отхода подвижного упора на 1,2—1,5% от начальной длины бруска. Если же такие бруски случайно будут попадаться в общей доброкачественной партии, следует дать несколько большее начальное торцевое давление и, кроме того, в процессе гнутья первой трети бруска уменьшать величину отхода торцевого упора от руки при помощи штурвала.



Рис. 26. Сдвиги по годичным слоям из-за неправильной установки прокладок

При наличии сучков вблизи одного из торцов брусок следует располагать в станке таким образом, чтобы этот торец был у переднего упора.

При обратном расположении бруска, т. е. когда торец с сучками будет примыкать к подвижному торцевому упору, возможен излом бруска по сучку от увеличивающегося к концу бруска торцевого давления.

Для предохранения изгибаемых брусков от сдвигов по годичным слоям необходимо правильно установить металлическую прокладку между торцом бруска и подвижным торцевым упором. Загнутый конец прокладки должен быть перпендикулярен длинному концу ее и вплотную примыкать к бруску. Если не соблюсти этого условия, то при загибе в бруске происходит отщеп и сдвиг волокон (рис. 26).

Начальное натяжение шины или начальный торцевой прижим служит для того, чтобы основная шина уже в самом начале изгиба бруска участвовала в сопротивлении растягивающим усилиям, возникающим в изгибаемом бруске.

При недостаточном начальном натяжении шины в первый период изгиба растянутые волокна бруска будут воспринимать нагрузку без участия шины. В результате деформация растяжения волокон перейдет допустимый предел (1,5—2%), и произойдет разрыв (рис. 27, стр. 48).

О правильности установки начального торцевого давления можно судить по отсутствию зазора между передним торцевым упором и торцом бруска и по плотному примыканию шины к бруску.

При установке начального торцевого давления необходимо наблюдать за тем, чтобы шины — основная и подсобная — полностью закрывали подшинную часть бруска.

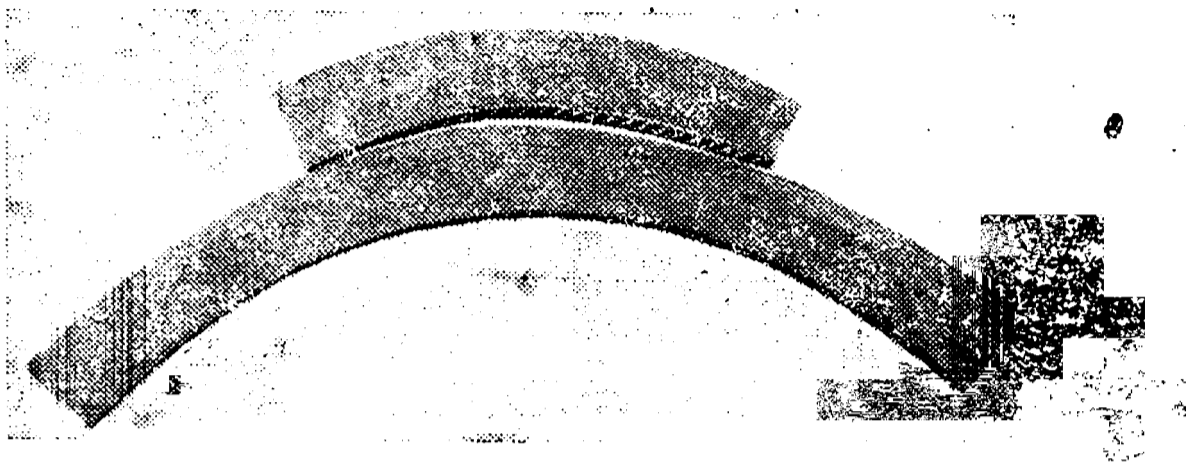


Рис. 27. Разрыв волокон из-за недостаточного натяжения шины

При неполном подпоре волокон изгибаемого бруска со стороны шин и выступающей части бруска может произойти отщеп волокон, который распространится на волокна, расположенные под шиной. В процессе сушки согнутого бруска отщепы увеличиваются настолько, что припуска по высоте уже недостаточно для полного устранения их при обработке полубодьев на деревообделочных станках. Косяк с отщепом из-за неполного подпора волокон изгибаемого бруска со стороны шины изображен на рис. 28.



Рис. 28. Отщепы волокон в согнутом косяке при недостаточной ширине шины

В процессе самого изгиба участие рабочего в большинстве случаев не требуется, и при устройстве автоматического выключателя мотора или перевода ремня на холостой шкив по окончании загиба бруска время на эту операцию могло бы быть использовано рабочим на другую работу.

При ручной остановке станка рабочий должен внимательно следить за догибом бруска. Ввиду того что задний конец бруска (у подвижного торцевого упора) при изгибе не попадает на рифленый шаблон, есть опасность перелома волокон бруска через конец рифленого шаблона, что почти всегда приводит к расколам у торца бруска. Останавливать станок следует в момент примыка-

ния древесины изгибаемого бруска к заднему концу рифленого шаблона.

Следующая операция — закладка стяжки, схватывающей загнутые концы подсобной шины. Схватку следует подбирать таких размеров, чтобы после снятия согнутого бруска со станка не происходило деформации из-за слабину в соединениях стяжки с шиной.

В только что согнутом бруске напряжения сжатия, растяжения и сдвига полностью не уравновешены; поэтому подсобная шина и рифленый шаблон должны закреплять состояние согнутого бруска. Подобрать длины подсобных шин в соответствии с длиной изгибаемых брусков с достаточной точностью удается не всегда. В этом случае для устранения слабину в соединениях стяжки с

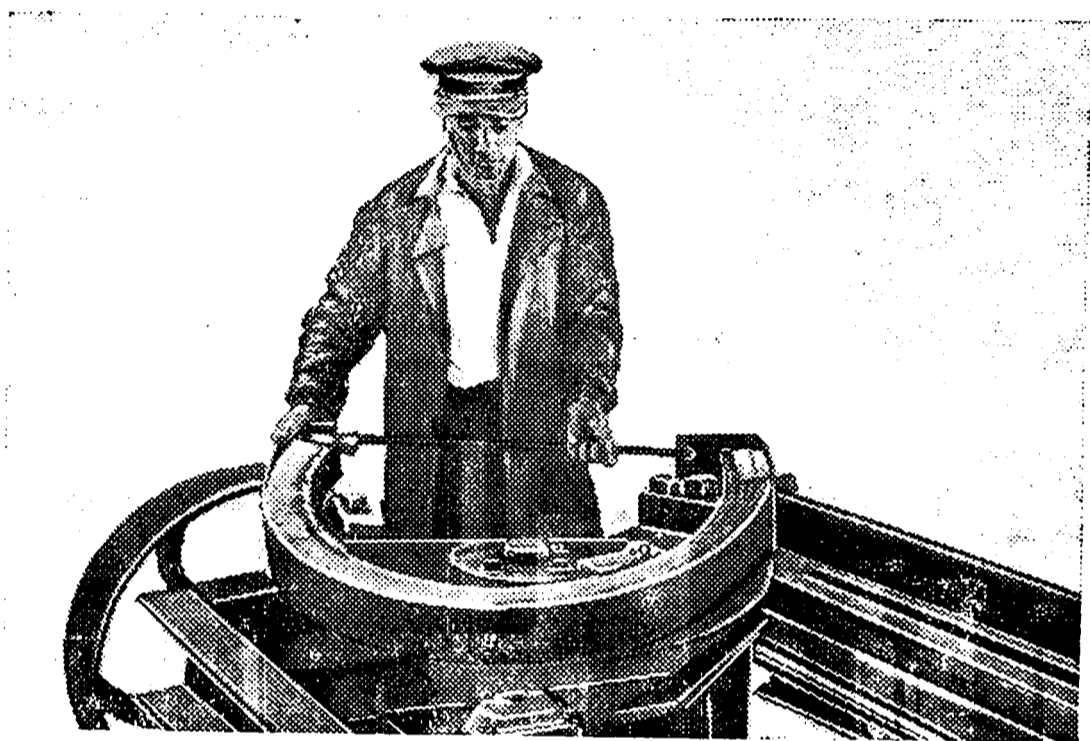


Рис. 29. Съемка согнутого полуобода со станка

шиной и шины с бруском между загнутым концом подсобной шины и закладкой у подвижного торцевого упора загоняют деревянный клин.

После установки стяжки станок возвращается в исходное положение.

Согнутый полуобод или косяк снимается вместе с шиной и шаблоном (рис. 29). Согнутые полуободья снимаются легко (без помощи ломика) только в том случае, когда рифленые шаблоны хорошо подогнаны по форме и разница в длине формы и рифленых шаблонов, измеренная по дугам окружностей, будет не больше 100 мм, т. е. длина дуги формы должна быть короче длины дуги шаблона на 80—100 мм.

Согнутый брусок освобождается от шаблона выталкиванием при помощи особого приспособления (рис. 30). После полного остывания полуободьев шаблон снимается без больших усилий.

Гнутье косяков по приемам работы не отличается от гнутье полуободьев. Условия работы даже несколько лучше, так как короткие бруски легче правильно подобрать по расположению годичных слоев. Кроме того, в этом случае удобнее вырезать дефекты

ВИДЫ И ПРИЧИНЫ БРАКА ПРИ ГНУТЬЕ ПОЛУОБОДЬЕВ И КОСЯКОВ ИЗ СОСНЫ

Основными видами брака при гнутье соснового полуобода и косяка являются:

- 1) складки в сжатой зоне изгибаемого бруска,
- 2) сдвиги древесины по годовым слоям,
- 3) разрывы волокон в растянутой зоне,
- 4) ромбовидность сечения в согнутом полуободе и косяке,
- 5) боковые выпучины в согнутом полуободе и косяке,
- 6) неравномерность величины прессования в отдельных участках по длине бруска.

Складки в сжатой зоне изгибаемых брусков

Складки, или жмотины, получаются в местах непосредственного прилегания изгибаемого бруска к шаблону. Возможны внутренние

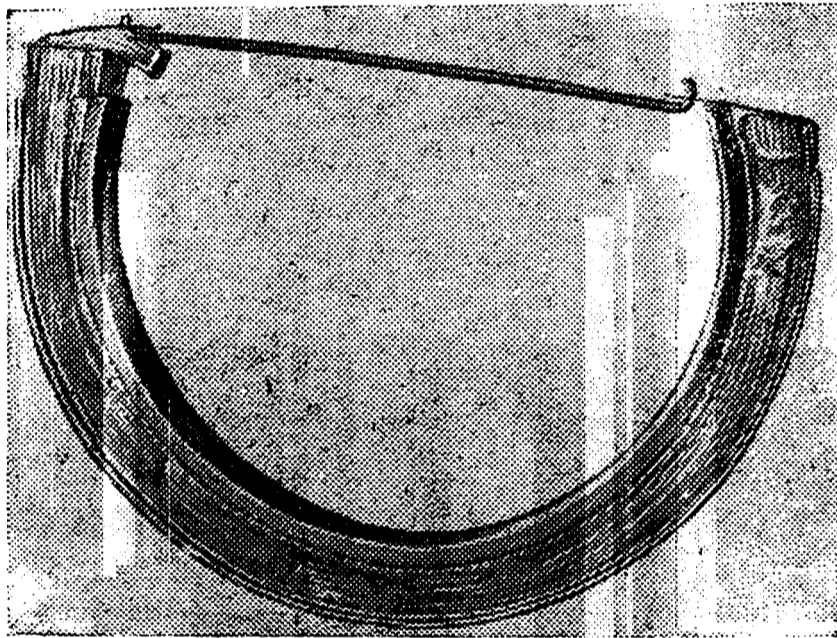


Рис. 32. Отслоение в бруске волокон, примыкающих при гнутье к шаблону

складки, которые появляются в тех случаях, когда слой древесины, примыкающей к шаблону, не получил искривлений, вызываемых появлением складки, но нижележащие волокна образовали более или менее глубокую складку (рис. 32).

Внутренние складки обычно сопровождаются сдвигом волокон древесины, и поэтому этот вид брака наиболее опасен.

Рассмотрим причины, вызывающие появление складок при гнутье.

Наличие сучков в сжатой зоне изгибаемых брусков. В процессе изгиба древесина с вогнутой стороны сжимается, и чем бездефектнее и прямолинейнее будут волокна в сжатой зоне, тем равномернее будет величина сжатия в отдельных участках по длине согнутого полуобода или косяка. Так как сучок обладает большей крепостью, чем окружающая его древесина, и так как около сучка волокна искривлены, то перед сучком в процессе гнутья происходит более интенсивное сжатие и искрив-

ление волокон, переходящее в более или менее глубокую складку. При недостаточной связи сучка с окружающей древесиной, если не применять приспособлений, ограничивающих расширение древесины в направлении, перпендикулярном направлению прессования, будет происходить выпучивание древесины.

Сучки, выходящие на боковую поверхность изгибаемого бруска, в результате прессования выскакивают из древесины.

Обычно сучки располагаются в брусках со стороны сердцевины. Поэтому такие бруски надо укладывать в станок таким образом, чтобы сторона, имеющая сучки, была обращена в сторону шины, тогда сучки будут расположены в растянутой зоне, где их влияние меньше сказывается на качестве гнутья.

Сквозные сучки допускать в брусках не следует.

Недостаточная величина прессования древесины в процессе гнутья. Недостаточное прессование в большинстве случаев вызывает появление складок.

Древесина хвойных пород может гнуться только при том условии, когда путем прессования увеличивается временное сопротивление ее сжатию поперек волокон. Прессованием мы достигаем в древесине хвойных пород таких соотношений временных сопротивлений сжатию поперек и вдоль волокон, какие имеются в естественном состоянии у гнущихся пород (дуб, бук, ясень и др.). Это соотношение и является показателем способности той или иной породы изгибаться.

Если производить изгиб хвойных брусков без одновременного прессования, то на вогнутой поверхности согнутого бруска появятся правильно чередующиеся крупные складки.

По мере увеличения прессования в процессе гнутья складки пропадают, т. е. чем больше будет величина прессования древесины в процессе гнутья, тем меньше будет возможность появления складок. Однако существует некоторый предел прессования, дальше которого идти не следует по следующим причинам.

Бруски до определенного предела прессуются в процессе гнутья без больших нарушений упругих свойств. Показателем такого положения служит восстановление первоначальных размеров поперечного сечения бруска при освобождении его от формы и шины тотчас после гнутья.

Свойство гнутых изделий сохранять упругость имеет очень большое значение при эксплуатации их, особенно в ободьях колес.

При большей величине прессования древесины поперек волокон происходит следующее явление: под усилием торцевого давления волокна в сжатой зоне бруска перед шаблоном подвергаются продольному изгибу от сжатия, которое сопровождается отслоением части древесины бруска, примыкающей к шаблону (рис. 33).

Естественным пределом величины прессования при гнутье является наличие свободной влаги в брусках. Наличие влаги в брусках сказывается особенно вредно при гнутье лиственницы. Как известно, вода почти не сжимается, но при прессовании, сжимая в древесине сосуды, содержащие воду, мы заставляем последнюю выходить наружу.

Наиболее свободно влага выходит по сосудам через торцы бруска, однако в условиях гнутья такой выход затруднен, так как торцы бывают закрыты прокладками; поэтому влага начинает проходить через боковые поверхности бруска, что часто сопровождается разрушениями древесины.

При гнутье лиственницы положение усугубляется тем, что во время пропарки имеющееся в брусках гумы растворяется в воде, и при прессовании выгоняется уже не вода, а более или менее густой раствор.

В этом случае всегда происходят внутренние разрушения древесины, которые при наружном осмотре полуобода и косяка можно определить по местным выпучиваниям на боковых поверхностях

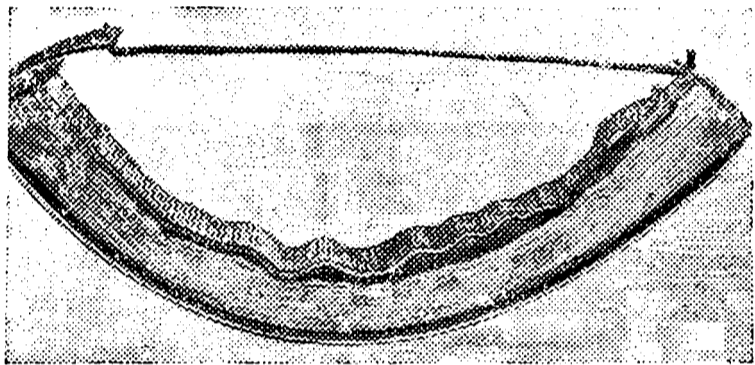


Рис. 33. Отслоение части древесины бруска, примыкающей к шаблону

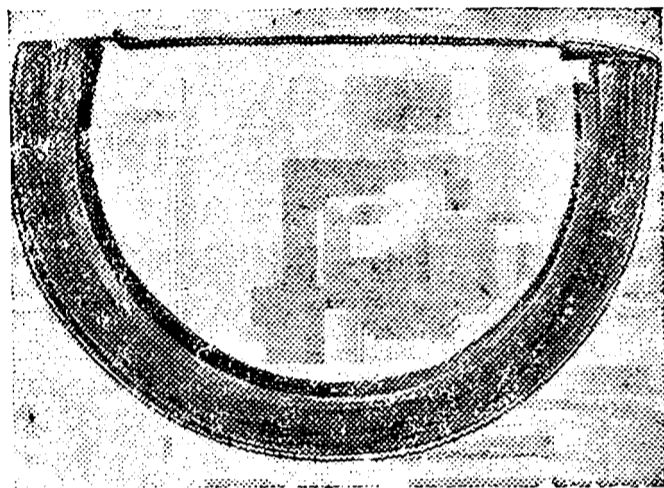


Рис. 34. Выпучивание волокон, вызванное большой влажностью в изогнутом бруске

согнутой детали (рис. 34). Наличие влажности в брусках выше 30% при гнутье с одновременным прессованием будет вызывать брак, а поэтому бруски должны быть предварительно подсушены.

Бруски могут хорошо изгибаться и при более низкой начальной влажности (18—20%), но в этом случае пропарка вместо 60—80 мин. должна длиться 100—120 мин.

Недопарка древесины и высокое торцевое давление в процессе гнутья. Эти два вида брака рассматриваются вместе, так как торцевое давление вызывается недостаточным или неправильным распариванием древесины перед гнутьем.

Пропарка придает древесине податливость как вдоль, так и поперек волокон. При недопарке податливость древесины вдоль волокон уменьшается, и это сказывается на увеличении торцевого давления.

При более высоком торцевом давлении силы трения между шаблоном и изгибаемым бруском оказываются недостаточными. Происходит перемещение бруска по шаблону, что всегда вызывает складкообразование. В этом случае следует увеличивать прессующие усилия, что повысит силу трения между шаблоном и бруском и в то же время уменьшит высоту согнутого бруска. Правильным решением в этом случае будет выдерживание установленного режима распаривания древесины перед гнутьем.

Следует также указать, что при гнутье складки появляются иногда и в брусках, достаточно пропаренных. Это явление объясняется остыванием брусков в промежуток времени между извлечением бруска из камеры и изгибом его. Складки обычно появляются при гнутье в холодном помещении и в зимнее время. Такие складки чаще всего бывают внутренними и сопровождаются сдвигом волокон. Для предупреждения этого вида брака гнутье следует проводить в теплом здании; промежуток времени между извлечением бруска из камеры и гнутьем должен быть не больше 20 сек.

Недостаточная сила трения* между шаблоном и бруском. Образование складок начинается обычно в местах перехода бруска из прямолинейной формы в криволинейную, т. е. совпадает с началом перегиба бруска. Образованию складок противодействует уплотнение древесины путем прессования, а также наличие рифления на шаблоне, около которого производится загиб. Максимальное сжатие испытывают волокна бруска, прилегающие при гнутье к шаблону.

У сжатых волокон под усилием, возникающим в процессе гнутья от торцевого давления, наблюдается стремление преодолеть силу трения, имеющуюся между шаблоном и бруском, и скользить под шаблон, обгоняя его движение. Это скольжение всегда сопровождается складкообразованием на согнутой поверхности изгибаемого бруска. Основным условием доброкачественного гнутья без складок является положение, при котором взаимного перемещения между шаблоном и бруском в загнутых частях бруска не происходит.

Все деформации в бруске, вызываемые изгибом, т. е. сжатие волокон с вогнутой поверхности и растяжение на выпуклой, происходят главным образом на небольшом по длине участке изгибаемого бруска и совпадают с моментом перехода его из прямолинейной формы в криволинейную. Поэтому большое значение при гнутье имеют силы трения, возникающие между шаблоном и изгибаемым бруском. Для увеличения этой силы трения на шаблоне сделана насечка (зубцы); зубцы должны иметь наклон в сторону заднего торцевого упора, или в направлении, обратном вращению шаблона. Поставленные таким образом зубцы удерживают волокна древесины от скольжения по шаблону в процессе изгиба.

Сила трения между шаблоном и бруском зависит также и от величины бокового прессующего усилия, прижимающего изгибаемый брусок к шаблону.

Величина этого усилия при постоянном режиме распаривания и постоянной начальной влажности брусков будет зависеть от разницы между высотой согнутого и спрессованного бруска и начальной его высотой. Чем больше будет процент прессования при гнутье, тем большее усилие надо будет приложить для этой цели и тем больше будет сила трения между изгибаемым бруском и шаблоном.

Устойчивость основных деталей станка и точность направления изгибаемого бруска при гнутье. Брусок должен изгибаться плавно, без рывков и выгибов. Несоблюдение этих требований вызывает брак: складки и сдвиги

древесины. Основные требования, предъявляемые к точности сборки и установки деталей станка, описаны выше.

Высота рифленой части шаблона, ограниченная накладкой, должна быть только на 1—2 мм больше ширины изгибаемого бруска, с тем чтобы при прессовании древесина могла заполнять этот зазор. При большем зазоре накладка перестает выполнять свою основную задачу — предохранять брусок от вертикальных перемещений, что обычно ведет к браку при гнутье.

Диск по отношению к заднему торцевому упору следует устанавливать таким образом, чтобы выступающий конец заднего торцевого упора, на который укладывается один конец бруска, был на 1—2 мм ниже верхней плоскости диска.

Покоробленные стальные ленты (шины), в особенности основная, остающаяся на полуободке или косяке после изгиба, могут служить причиной брака при гнутье. В этом случае лента не может плотно и равномерно охватывать изгибаемый брусок по высоте, и отдельные участки бруска будут менее сильно прижаты к шаблону. Кроме того, покоробленные ленты будут способствовать перемещению бруска в процессе изгиба в вертикальной плоскости.

Сдвиги древесины по годичным слоям в изгибаемых брусках

Сдвиги, или сколы, волокон по годичным кольцам, наравне с складкообразованием, являются наиболее распространенным видом

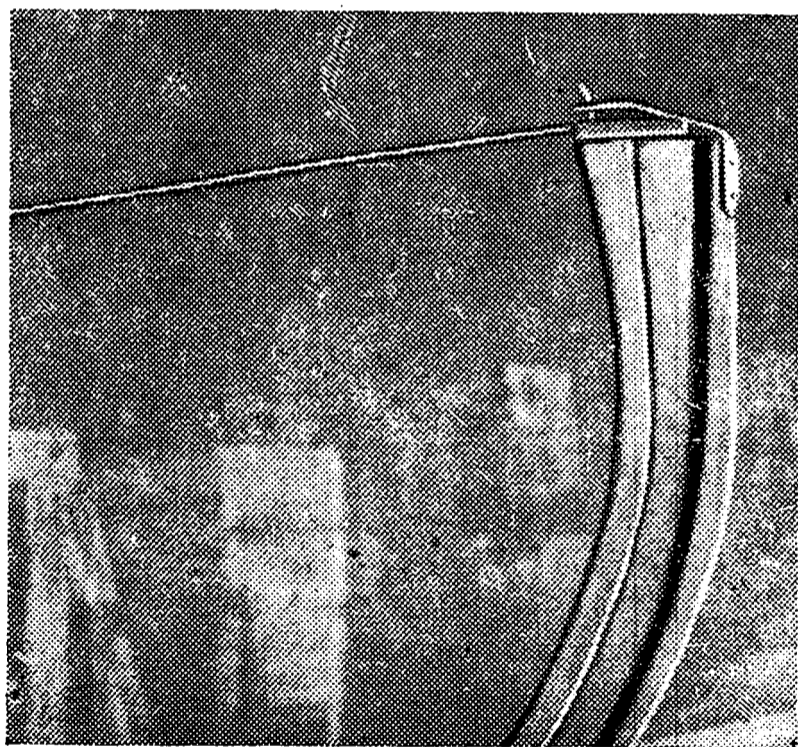


Рис. 35. Сдвиги или сколы по годичным слоям в изогнутом бруске

брака при гнутье. Группа волокон в процессе гнутья отслаивается от бруска, и это отслоение распространяется на весь отрезок свободной (не загнутой) части бруска (рис. 35).

Сдвиги чаще всего наблюдаются в конце изгиба, на расстоянии 200—300 мм от конца бруска, примыкающего к заднему торцевому упору.

Рассмотрим причины сдвигов волокон.

Неправильная форма прокладок между торцом бруска и задним торцевым упором. По размерам прокладка должна быть несколько больше поперечного сечения бруска с тем, чтобы при гнутье торец бруска был полностью закрыт. Прокладка должна быть металлической, толщиной не менее 8 мм. Конец прокладки, примыкающий во время укладки бруска в станок к шине, должен иметь загиб длиной 25—30 мм, для того чтобы предохранить изгибаемый брусок от сколов.

При укладке брусок должен плотно прижиматься к загнутой стороне прокладки, так как зазор между бруском и загибом прокладки чаще всего служит причиной сдвигов. Недостаточная по высоте прокладка служит причиной сдвига волокон.

Перегиб бруска в конце изгиба. В изгибаемых брусках по длине дается некоторый допуск на обработку (от 50 до 100 мм), а длина рифленой формы по кривой на 25—30 мм меньше длины бруска. Таким образом, конец изгибаемого бруска не попадает на шаблон, и при изгибе этой части бруска происходит некоторый перелом древесины, ведущий к сдвигам не только в конце бруска, но распространяющийся на некоторую длину в уже загнутой части. Поэтому следует очень внимательно следить за догибом конца бруска и останавливать станок в тот момент, когда конец рифленого шаблона подойдет к бруску.

Недостаточная натяжка подсобной шины после изгиба. После изгиба внутренние напряжения в древесине остаются до остывания бруска. Остаются также напряжения, стремящиеся сдвинуть волокна по отношению друг к другу. Деформациям древесины в согнутом бруске противодействуют подсобная шина и рифленый шаблон, который выбивается после окончательного остывания бруска. Шина же снимается только после просушки согнутых изделий.

При недостаточной натяжке подсобной шины после ослабления торцевого упора загнутый брусок начнет деформироваться, устраняя слабины в шине. Это явление может сопровождаться разрывами волокон в растянутой зоне согнутого бруска и сдвигом волокон в сжатой зоне у торца. Чтобы избежать появления этих дефектов, необходимо очень точно подбирать длину подсобных шин. Она должна быть равна длине изгибаемых брусков плюс величина растяжения наружной стороны изгибаемого бруска (равная величине отхода торцевого упора на всей длине изгибаемого бруска) и плюс толщина прокладки. Если изгибается брусок (на косяк) длиной 1 м, а прокладка толщиной 8 мм, то длина подсобной шины должна быть $1\ 000 + 8 + \frac{1000 \times 1,5}{100} = 1\ 023$ мм, считая от загибов.

Последнее слагаемое — величина отхода заднего торцевого упора — составляет 1,5% от начальной длины бруска.

После того как брусок согнут и стяжкой охвачены концы подсобной шины, следует, не ослабляя торцевого давления заднего упора, забить деревянный клин между металлической прокладкой и загнутым концом шины. Таким образом устраняется слабина и

в шине и в соединениях стяжки с шиной. Только после этого можно отпустить торцевой прижим, установить станок в исходное положение и снимать согнутый брусок со станка.

При наличии зазора между загнутым концом подсобной шины и торцом бруска у переднего торцевого упора следует также заполнить этот зазор путем забивки клина. Как правило, указанного зазора у переднего торцевого упора быть не должно, и наличие его указывает на недостаточный начальный торцевой прижим, даваемый с помощью винта и клина заднего торцевого упора.

Неплавный отход подвижного торцевого упора в процессе гнутья. Это явление происходит при заедании клина, регулирующего величину отхода торцевого упора. В этом случае отход упора происходит рывками, вызывающими сдвиги древесины.

Пороки древесины. Из пороков древесины, вызывающих сдвиги волокон в процессе гнутья, главное место занимают трещины, полученные в результате неправильной сушки брусков или образовавшиеся в процессе роста в деревьях (морозобоины, ветреница, отлуп, прорость и др.).

Сопротивление древесины изгибаемого бруска сдвигу уменьшается в зависимости от глубины трещины, причем образовавшийся сдвиг на любом участке по длине изгибаемого бруска обычно продолжается до торца бруска, примыкающего к подвижному торцевому упору. Глубокий засмолок и крень на брусках могут служить причиной сдвига волокон при гнутье.

Бруски с кренью имеют неравномерную плотность древесины. Сильно просмоленная древесина с мелкими годичными слоями менее устойчива против сдвигов, чем крупнослойная мало просмоленная древесина. В отношении возможности появления сдвигов при гнутье особенно опасны бруски, у которых имеется несколько сильно просмоленных годичных слоев, заметных на радиальной поверхности брусков по более темной окраске.

При пропарке смола размягчается, отчего связь по просмоленным волокнам уменьшается. Сдвиги по волокнам при гнутье с одновременным прессованием в большинстве случаев происходят на участках бруска, расположенных ближе к шаблону, и, как редкое явление, на участках у шины.

Сдвиги при гнутье с одновременным прессованием в участках, удаленных от нейтральной линии, можно объяснить тем, что волокна древесины, расположенные ближе к шаблону, подвергаются большим деформациям и от продольного сжатия со стороны торцевого упора и от поперечного сжатия от бокового прессующего ролика. Все это ослабляет связь между волокнами на этом участке бруска значительно больше, чем у нейтральной линии.

Чтобы избежать появления сдвигов при гнутье брусков, имеющих перечисленные дефекты, следует бруски укладывать в станок таким образом, чтобы трещины, засмолки, крень и другие дефекты были расположены ближе к шине, чем к шаблону. Кроме того, трещины на сторонах брусков, обращенных при гнутье к шаблону и шине, менее опасны, чем на боковых поверхностях. Это обстоятельство должно учитываться при укладке брусков в су-

шильных камерах, в штабелях (при применении воздушной сушки) и при разделке брусков. Высокая начальная влажность (выше 30%) может вызывать сдвиги по годичным слоям.

Перечисленные дефекты в сборке и отдельных частях гнутающего станка, вызывающие неровный ход бруска при гнутье, служат также причиной сдвигов по годичным слоям.

Разрывы волокон в растянутой зоне изгибаемого бруска

Этот вид дефекта при гнутье древесины хвойных пород на гнутающем станке встречается сравнительно редко.

Разрывы волокон более опасны, чем складки и сдвиги, так как даже небольшие разрывы, получившиеся при гнутье и которые при обработке полубодьев и косяков могли бы отойти, при сушке увеличиваются и могут дойти до размеров, переводящих согнутые изделия в полный производственный брак. Разрывы волокон при гнутье происходят по различным причинам, из которых основные приводим ниже.

Недостаточное участие основной шины в сопротивлении растягивающим усилиям, которые воспринимаются волокнами, расположенными с наружной выпуклой стороны изгибаемого бруска. Доля участия шины в сопротивлении растягивающим усилиям определяется начальным торцевым давлением на торец бруска в процессе его изгиба.

Недостаточное начальное натяжение шины может вызвать разрывы волокон у переднего конца изгибаемого бруска, т. е. в начальный период гнутья. Недостаточное торцевое давление в процессе изгиба вызывает разрывы по всей длине бруска.

Исследования показали, что древесина может удлиняться без разрушения в пределах 1,5—2% от начальной длины, поэтому задача регулировки подвижного торцевого упора заключается в том, чтобы основная шина не позволяла наружным волокнам в изгибаемом бруске растягиваться выше приведенного предела.

Величину начального торцевого давления в производственных условиях можно определять по степени натяжения основной шины и по усилию на ручке червячного винта, с помощью которого дается начальное торцевое давление. Первый из этих показателей более достоверен. Перед началом изгиба, в результате начального натяжения шины, брусок должен обоими торцами плотно упираться в передний и подвижной торцевые упоры.

Основная шина вытягивается, причем показателем достаточного натяжения ее является исчезновение неровностей и искривлений, имеющих в ней, когда она не натянута.

Правильность величины отхода подвижного торцевого упора определяется тремя способами.

1. На направляющих подвижного упора отмечают мелом или карандашом метровое расстояние. Затем любую точку каретки торцевого упора устанавливают на одной из рисок, плотно прижимают квадрат упора к регулируемому клину, и в этом положении наносят риску на квадрате в месте выхода из направляющих. После этого каретку передвигают к следующей риске в направляю-

щих, и после прижима квадрата к регулируемому клину на квадрате наносят новую риску, также в месте выхода его из направляющих. Расстояние между получившимися рисками будет величиной отхода подвижного упора в процессе гнутья на 1 м длины изгибаемого бруска. Если это расстояние будет больше 1,5—2 см, всегда возможно ожидать разрывов волокон в растянутой зоне изгибаемого бруска.

В этом случае следует уменьшить расстояние между балками, которые служат направляющими каретки и клина торцевого упора; это уменьшение производится при помощи винтов, соединяющих направляющие.

2. На боковой поверхности бруска перед его изгибом наносят ряд прямых параллельных линий перпендикулярно продольной оси бруска на расстоянии 100 мм одна от другой. После изгиба бруска разрывы волокон, часто незаметные на-глаз, видны по разрывам нанесенных линий. При замерах расстояние между линиями в местах разрыва обычно бывает больше 102 мм, что указывает на неправильную регулировку величины отхода подвижного торцевого упора.

3. Наконец, последний способ, недостаточно точный, заключается в том, что в процессе гнутья подвертывают винт, с помощью которого дается начальное натяжение шины, и по сопротивлению вращению судят о правильности регулировки величины отхода торцевого упора. Определять точность установки последним способом можно только при некотором навыке. Кроме того, необходимо знать, какому режиму гидротермической обработки подвергалась древесина брусков перед гнутьем. При гнутье недопаренной древесины сопротивление на ручке винта при одной и той же величине отхода подвижного упора будет значительно больше, чем при гнутье перепаренной. При мелкослойной древесине изгибаемых брусков сопротивление на винте также будет больше, чем при крупнослойной.

При установлении в процессе гнутья величины отхода торцевого упора, регулирующего величину участия шины в сопротивлении растягивающим усилиям, следует пользоваться первым способом. Правильность же установки следует проверять по второму способу.

Недостаточное уплотнение волокон изгибаемого бруска в подшинной части в результате прессования со стороны бокового ролика. Испытания на растяжение весенних и летних частей годичного кольца показали, что сопротивление весенней части примерно в 2,5 раза меньше летней.

Для увеличения сопротивления древесины хвойных брусков растяжению необходимо, во-первых, спрессовать весеннюю часть годичных слоев и этим увеличить их сопротивление, а во-вторых, сблизить расстояние между летними частями годичных слоев. Так как сопротивление растягивающим усилиям оказывают волокна, расположенные в подшинной части изгибаемого бруска, необходимо достаточное прессование в этих частях бруска.

Величина прессования в годичных слоях по сечению изгибаемого бруска неодинакова и зависит главным образом от соотношения диаметров шаблона и бокового прессующего ролика; некоторое влияние оказывает толщина основной и подсобной шин. Чем больше отношение $\frac{D}{d}$ (где D — диаметр шаблона, около которого производится изгиб, d — диаметр бокового прессующего ролика), тем больше будет величина прессования волокон в подшинной части изгибаемого бруска за счет прессования волокон, расположенных у шаблона.

Указанные выводы относятся к тому случаю, когда прижимной ролик непосредственно примыкает к основной шине.

С увеличением толщины шин (основной и подсобной) величина прессования волокон в подшинной части брусков уменьшается.

На опытном станке гнутье производилось с прижимными роликами диаметром 60 и 100 мм при толщине основной шины 2—2,5 мм и подсобных 1,5—2 мм.

При гнутье диаметр шаблонов соответствовал диаметрам передних и задних колес стандартной пароконной повозки (ПХ-1). Наиболее удовлетворительное гнутье получалось при прижимном ролике диаметром 100 мм, толщине основной шины 2 мм и подсобной 1,5 мм.

В целях лучшего направления бруска при гнутье и более длительной работы основной шины в первой конструкции гнутарного станка между прижимным роликом и основной шиной устанавливалась металлическая планка, через которую и производилось прессование. Эксперименты показали, что в этом случае разрывы волокон при гнутье появлялись чаще, чем при непосредственном примыкании прижимного ролика к основной шине. Поэтому в новом станке мы остановились на последнем варианте.

Недостаточная пропарка древесины перед гнутьем или применение при пропарке перегретого пара. Выше указывалось, что недопаренная древесина сжимается при значительно большем усилии, направленном вдоль волокон. Усилия, сжимающие древесину в изгибаемом бруске, складываются из давления торцевого упора и внутренних напряжений в бруске, вызывающих растяжение волокон на выпуклой поверхности изгибаемого бруска. Поэтому более высокое сопротивление древесины сжатию вдоль волокон в бруске вызывает большие напряжения в растянутой зоне.

То же происходит при гнутье брусков, имеющих низкую начальную влажность (ниже 18—20%) или пропаренных перегретым паром. В первом случае с уменьшением влажности сопротивление всем видам механических нагрузок повышается, а во втором — перегретый пар подсушивает наружные волокна в изгибаемом бруске, что препятствует прохождению тепла во внутренние слои, так как с понижением влажности теплопроводность древесины уменьшается. Следствием этого являются разрывы древесины при гнутье, вызванные остыванием бруска в случае длительного про-

межутка времени между извлечением бруска из камеры и гнутьем его.

Пороки древесины (косослой, сильное перерезание волокон при разделке брусков и сучки). Уже указывалось, что пороки древесины меньше сказываются в том случае, если они расположены в бруске ближе к шине (в подшинной части). Это относится главным образом к сучкам и трещинам. Сучки располагаются в сердцевинной части бруска, и поэтому при наличии их приходится производить изгиб на заболонную часть. При этом получается так называемый выворотный полуобод и косяк.

При испытаниях было установлено, что величина возможного растяжения древесины, находящейся ближе к сердцевине, меньше, чем у древесины, расположенной ближе к заболони. При гнутье косослойных брусков и с сильно перерезанными волокнами возможная деформация удлинения также будет меньше. Поэтому при гнутье брусков, имеющих сучки, косослой и другие пороки, попадающие в подшинную часть, следует увеличивать участие шины в сопротивлении растягивающим усилиям путем уменьшения отхода подвижного торцевого упора. Ввиду того что частые перестановки регулирующего приспособления затруднительны, дефектные бруски следует изгибать отдельно, настроив соответствующим образом величину отхода торцевого упора, или уменьшать от руки величину отхода, на ходу подвертывая винт, которым дается начальное натяжение шины. При гнутье дефектных брусков шине следует давать несколько большее начальное натяжение, а длительность пропарки увеличить на 20—30% по сравнению с пропаркой брусков с доброкачественной древесиной.

Недостаточность по высоте подсобной шины. Шины — основная и подсобная — должны полностью облегать изгибаемый брусок по всей ширине. Кроме того, в них должен быть еще запас по ширине, для того чтобы при гнутье верхний и нижний края шин опирались на кромки диска и накладки рифленого шаблона для предохранения от дополнительного допрессования бруска натянутой основной шиной. Так как подсобные шины в процессе эксплуатации и при частом пребывании в высокой температуре при сушке коробятся, им следует давать припуск по ширине не менее 30—40 мм. При ширине изгибаемого бруска 60 мм ширина шины должна быть не менее 100 мм. Неполный охват изгибаемого бруска из-за недостаточности подсобной шины по высоте приводит к мелким отщепам в выступающих над шиной частях бруска, которые в процессе сушки могут перейти в более крупные разрывы.

Ромбовидное сечение согнутых полуободьев и косяков

Значение этого дефекта гнутья зависит от величины отклонения сечения от прямоугольного. Допускаемые отклонения от прямоугольного сечения не должны превышать допусков на обработку, т. е. не должны быть более 3—4 мм. В полученное ромбовидное сечение изогнутого полуобода 60 мм×60 мм должен вписаться квадрат 50 мм×50 мм. Несоблюдение этого условия поведет к

недострожкам при обработке полуободьев и косяков на деревообделочных станках.

Годичные слои в изгибаемом бруске отклоняются от направления, параллельного оси гнутающего вала, больше чем на $40\text{--}45^\circ$. При прессовании таких брусков усилие прессования можно разложить на две силы: одна будет производить усадку древесины, а другая сдвигать древесину по годичным слоям перпендикулярно продольной оси бруска и придавать сечению ромбовидную форму. Для предотвращения этого явления рифленая форма имеет соответствующую накладку, предохраняющую древесину от перемещения в вертикальной плоскости в процессе гнутья.

Возникающие вертикальные усилия в древесине изгибаемых брусков настолько велики, что недостаточно прочно приваренная к шаблону накладка отрывается.

Расстояние от накладки рифленого шаблона до диска станка не соответствует ширине изгибаемого бруска. В этом случае брусок, входя в гнездо, оставляет большой зазор между накладкой шаблона и диском. При гнутье этот зазор дает бруску возможность принять ромбовидное сечение. Это явление может произойти также из-за недостаточно прочного закрепления шаблона на диске. Вертикальные усилия в бруске поднимают шаблон вверх, увеличивая расстояние между накладкой шаблона и верхней плоскостью диска.

Выдержка изогнутого бруска в шаблоне недостаточна. После изгиба бруска и снятия его со станка вместе с шиной и рифленой формой необходимо выдержать брусок в течение 2 час. на шаблоне до полного остывания. Если согнутые бруски с наклонным расположением годичных слоев рано освобождаются от шаблонов, оставшиеся неуравновешенные внутренние напряжения могут исказить брусок, изменив радиус загиба и сечение.

Особенно большие искажения произойдут при недостаточно прочной и упругой подсобной шине.

Боковые выпучивания древесины в изгибаемых брусках

Выпучивания древесины на боковых поверхностях изгибаемого бруска имеют вид, изображенный на рис. 34.

Выпучивание древесины происходит главным образом от трех следующих причин.

Высокая начальная влажность изгибаемых брусков. В результате прессования свободная влага выдавливается из древесины, причем в сосновых брусках влага выходит наружу значительно легче, чем в лиственных. Так как более или менее свободный естественный выход влаги через торцы в условиях гнутья невозможен, то влага стремится выйти наружу через боковые поверхности под большим давлением.

При принятой скорости гнутья вода не успевает выйти из бруска без разрушения древесины, скапливается на отдельных участках и, так как она не сжимается, то разрывает и поднимает ткани древесины, образуя на боковых поверхностях бруска выпучины.

На образование выпучин оказывает большое влияние радиус загиба при одном и том же сечении бруска. При одной и той же начальной влажности выпучивание в меньшей мере наблюдается при гнутье полуободьев для задних колес, имеющих внутренний диаметр 946 мм, чем при гнутье полуободьев передних колес с внутренним диаметром 766 мм. Очевидно, что вредное влияние влаги возрастает с увеличением деформации сжатия вдоль волокон, ослабляющей связь между ними.

Высокая начальная влажность сказывается при гнутье на увеличении всех видов брака, поэтому нельзя допускать в производство брусков, имеющих начальную влажность выше 30%. Равномерное распределение влажности по сечению и по длине брусков улучшает гнутье. Такое распределение влажности достигается правильной сушкой брусков или выдержкой брусков в постоянных атмосферных условиях для уравнивания градиента.

Направление годичных слоев в изгибаемом бруске перпендикулярно оси гнутаго вала. Усадка бруска при прессовании в радиальном направлении происходит за счет более слабых весенних частей годичного слоя, а при прессовании в тангентальном направлении — за счет тонкостенных сердцевинных лучей. Выпучивание древесины здесь происходит вследствие того, что годичные слои расположены дугообразно. Такое расположение слоев способствует искривлению их в сторону дуги под влиянием прессующего усилия.

Сучки, расположенные в сжатой зоне изгибаемых брусков. Мы уже указывали, что такое расположение сучков при изгибе вызывает складки на вогнутой поверхности, причем они могут также быть причиной местного бокового выпучивания древесины.

Неравномерность величины прессования в процессе гнутья на различных участках по длине бруска

При общей бездефектности изогнутого бруска этот недостаток не может служить причиной браковки гнутого полуобода и косяка. Он только несколько утяжеляет процесс механической обработки брусков.

При установке на диске формы, на которой концентрично диску гнутаго станка крепятся съемные шаблоны, полуобод и косяк в конце, примыкающем к подвижному упору, будут получаться с несколько меньшей величиной прессования, чем в переднем конце и середине бруска. Это происходит вследствие того, что в указанных частях бруска, кроме прессования боковым роликом, древесина подвергается еще дополнительному прессованию со стороны основной шины. Конец бруска у подвижного торцевого упора также не может быть полностью запрессован, поэтому при обработке полуободьев и косяков из сосны следует недопрессованные концы опиливать на ленточной пиле.

В равномерном прессовании большую роль играет величина выдвинутого диска, служащего ограничителем дополнительной допресс-

совки бруска со стороны шины. Расстояние от закрепленного шаблона до кромки диска должно быть равно высоте полуобода после гнутья и прессования, т. е. 60 мм.

Сушка гнуто-прессованных хвойных полуободьев и косяков

Работа по изысканию оптимальных режимов сушки гнуто-прессованного обода еще не закончена. Ниже приводим режимы сушки для сосновых и лиственничных полуободьев, давшие лучшие качественные показатели (табл. 5).

Таблица 5

Влажность материала в %	Температура по сухому термометру	Температура по мокрому термометру	Относительная влажность воздуха
-------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------

Сосновый полуобод

30	71	63	70
25	77	62	50
13	82	57	30

Лиственничный полуобод

30	70	68	91
25	70	65	78
20	70	61	63
15	70	57	52

Для сушки указанным режимом соснового полуобода от 30 до 11% требуется 8 суток, для сушки лиственничного полуобода от 30 до 12% — 17—18 суток.

При сушке полуободьев наблюдается уменьшение радиуса загиба, приданного им при гнутье. Чтобы избежать этого явления, перед сушкой между концами полуободьев и косяков ставятся деревянные прокладки.

После сушки полуободья и косяки следует освобождать от шин не сразу, а через некоторое время, необходимое для остывания (4 — 5 час.).

Согнутые хвойные бруски укладываются на вагонетки так же как и твердолиственные.

Обработка соснового обода и изготовление колес

Колеса из соснового гнuto-прессованного полуобода и косяка изготовлялись деревообделочным комбинатом завода Ростсельмаш им. Сталина в г. Ростове-на-Дону.

Обработка соснового полуобода производилась на оборудовании и по технологическому процессу, принятому при изготовлении колес из дубового цельногнутого обода, с некоторыми изменениями.

Хвойный полуобод имеет недопрессованный участок с одного конца длиной 75 — 80 мм (в пределах допуска), что затрудняет обработку матки и подшинной части на вертикальном фрезерном станке. Поэтому недопрессованные концы опиливаются на ленточной пиле на требуемый размер. Одновременно с концами на ленточной пиле должны опиливаться отщепы, которые затрудняют подачу полуобода в фрезерный станок.

При обработке полуобода на вертикальном фрезерном станке с существующей нарезкой рифлей подающих роликов часто наблюдались случаи остановки полуобода в станке вследствие засмаливания серой подающего приводного верхнего ролика. В момент остановки подачи на подшинной части полуобода получались впадины глубиной до 7 — 8 мм, вызывающие брак.

Для устранения влияния серы, выступившей из древесины в процессе прессования и сушки, на подачу полуобода в вертикальный фрезерный станок следует предварительно острогать на горизонтальном фрезерном станке полуобод, сняв с его щек стружку толщиной 1,5 — 2 мм и удалив таким образом неровности и складки, получившиеся во время прессования и гнутья. Кроме того, подающий ролик вертикального фрезерного станка с шагом зубцов 4,5 мм и высотой 4 мм необходимо заменить роликом с шагом зубьев 10 мм и высотой 8 мм.

Если неровности по щекам полуобода расположены несимметрично, то при строгании на вертикальном фрезерном станке полуобод перекашивается, отчего щеки получаются неперпендикулярными подшинной части. Такие полуободья при сборке колес отбраковываются.

Неодинаковая высота сечения полуобода (от 58 до 70 мм) при строгании его за один проход на размер 50 мм по высоте тоже вызывает остановки в подаче и нечистую обработку. На вертикальном фрезерном станке также следует применять предварительное строгание полуободьев до высоты 54 — 55 мм, а затем до окончательного размера 50 мм.

Так как у соснового гнuto-прессованного полуобода неравномерная высота сечения встречается довольно часто, то предварительное строгание обязательно, тем более что она не изменяет технологического процесса обработки колес.

Следует отметить, что дубовый цельногнутый обод, имеющий значительные допуски на обработку, тоже предварительно строгается на горизонтальном и вертикальном фрезерных станках.

Чтобы получить доброкачественную обработку соснового полуобода, следует его рассортировать по дефектам, имеющимся на подшинной и внутренней частях. После этого полуобод следует

пропустить через вертикальный фрезерный станок, настроив его для снятия стружки большего сечения с дефектной стороны.

Обработка полуободьев на фрезерном станке производится в такой последовательности: 1) предварительное строгание щек на горизонтальном фрезерном станке до толщины 56—57 мм, 2) предварительное строгание на вертикальном фрезерном станке матки и подшинной части до высоты 54—55 мм, 3) окончательное строгание на горизонтальном фрезерном станке.

Отверстия для шипов спиц сверлятся на горизонтальном одношпиндельном станке, а для заклепок — на вертикальном двухшпиндельном станке.

Наводка колес производилась на обычном наводном станке. Перед наводкой размачивать полуобод в горячей воде не следует, так как сосновый полуобод от увлажнения несколько разгибается. При наводке соснового обода, имеющего нормальный радиус загиба, изломов не происходит; даже полуободья, имеющие разгиб до 70 мм по диаметру, на наводном станке догибаются без изломов. Косяки на 3 спицы требуют более или менее строго выдержанного радиуса загиба по нормальному размеру обода колеса, так как вследствие малой длины косяков при догибе возможны изломы, угловатость в стыках или западание концов косяков.

Строгание косяков, потерявших правильную форму, на фрезерном станке при помощи копиров, как это делается при обработке выпиленных косяков, уменьшает влияние разгиба. Полуобод, имеющий разгиб от 70 мм и выше по диаметру колеса, при догибе на наводном станке дает изломы и плохо держится на шипах спиц.

На разгиб оказывает влияние способ упаковки, транспортировки и хранения полуобода.

Полуобод, транспортировавшийся в упаковке, предохраняющей от разгиба, и в крытых вагонах, за время перевозки разгиба не получал.

Полуобод, доставлявшийся в открытых вагонах и без упаковки, по пути следования увлажнялся до 18—20% и получал разгиб до 200—300 мм по диаметру.

Ошиновка колес производится на ошиновочном станке. Эта операция ничем не отличается от ошиновки колес с дубовым ободом.

Положительные результаты дал следующий способ обработки: сосновые полуободья досушивались до 18—20% влажности и затем проходили строгание, наводку и ошиновку. После этого колеса в собранном виде поступали в сушилку, где обод досушивался до 10—12% влажности, и поступал на повторную окончательную ошиновку. Сушка производилась в течение 6 суток при температуре по сухому термометру 42—45° Ц и по мокрому 30—32°.

При хранении соснового гнуто-прессованного полуобода на солнце пеке заколы и отщепы по косослою переходят за пределы допусков на обработку, появляется коробление в разных плоскостях и изменяется радиус загиба, выпрямляются концы полуобода и увеличивается загиб в средней его части.

При строгании на фрезерных станках коробление полуобода не устраняется. При наводке колес из таких полуободьев и косяков

происходят изломы полуободьев, концы западают к центру и на стороны, что затрудняет ошиновку, косяки раскалываются при выпрямлении во время ошиновки, между шиной и ободом в стыках косяков образуется просвет.

При повторных допрессовках шины для устранения этого просвета крайние спицы вдавливаются в обод на глубину до 2—5 мм.

Технически обоснованных норм выработки при изготовлении колес из соснового гнуто-прессованного полуобода и косяка за время изготовления небольших экспериментальных партий колес еще не установлено.

Полученная при обработке экспериментальной партии производительность по отдельным операциям технологического процесса приведена в табл. 6.

Таблица 6

Операции	Оборудование	Производительность при выработке соснового полуобода и косяка в шт.
Опиловка концов	Ленточная пила	1 300
Предварительное строгание на горизонтальном фрезере	Горизонтальный фрезерный станок	1 000
Предварительное строгание на вертикальном фрезере	Вертикальный фрезерный станок	1 000
Окончательное строгание на вертикальном фрезерном станке	Вертикальный фрезерный станок	1 100
Окончательное строгание на горизонтальном фрезерном станке	Горизонтальный фрезерный станок	1 100
Сверление отверстий для шипов	Горизонтальный сверлильный станок	750
Сверление отверстий для заклепок	Вертикальный двухш. индексный сверлильный станок	750
Наводка колес	Наводной станок	50
Зачистка обода	Вручную	100
Ошиновка	Гидравлический пресс	60
Сверление ступки	Горизонтальный сверлильный станок	365

Операции	Оборудование	Производительность при выработке соснового полуобода и косяка в шт.
Запрессовка колец	Горизонтальный пресс	420
Запрессовка втулок	" "	420
Сверление шин	Вертикальный сверлильный станок	280
Затяжка болтов	Вручную	100
Зачистка	"	420
Забивка заклепок	"	200
Развальцовка заклепок	Клепальный станок	310
Олифовка (окунанием)	Конвейер с пневматическим подъемом и опусканием колес	400
Окраска		
Зачистка	Вручную	90
Шпаклевка	"	45
Грунтовка	"	50
Окраска	"	50
Маркировка	"	570

При освоении технологического процесса производительность должна увеличиться.

Обработка спиц и ступиц ведется так же, как и для колес с цельногнутом ободом и из выпильных косяков из дуба.

Остальные операции по изготовлению колес с сосновым ободом (сверление отверстий в ступицах и шине, запрессовка колец и втулок, развальцовка заклепок) не вносили изменений в технологический процесс, принятый при изготовлении колес из дубового обода.

На складах полуобод следует хранить в местах, защищенных от воздействия атмосферных осадков и солнечных лучей, особенно в летний период. Ввиду того что сосновый полуобод при транспортировке принимает состояние равновесной влажности около 17 — 20%, целесообразно производить гнутье соснового полуобода и косяков непосредственно на заводах, изготавливающих колеса, по прямому потоку — гнутье — сушка — обработка полуобода.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЦЕХОВ ГНУТЬЯ ХВОИНЫХ ПОЛУОБОДЬЕВ И КОСЯКОВ

Цехи гнутья хвойных полуободьев легко организовать на существующих обозных предприятиях. При наличии деревообделочного цеха, в котором можно раскраивать и строгать бруски, а также сушильного хозяйства для организации цехов гнутья хвойных полуободьев и косяков в основном потребуются:

1) постройка нового или использование существующего здания цеха;

2) установка гнутарных станков и пропарочных камер.

При расчете производственных площадей следует исходить из потребности на каждый агрегат 30—40 м². В агрегат входит гнутарный станок и необходимое количество пропарочных камер.

Станки должны устанавливаться на прочном бетонном или каменном фундаменте, а пропарочные камеры—на деревянных рамах. В целях экономии пара камеры могут быть замурованы в кирпичную кладку. В качестве пропарочных камер могут быть использованы старые котлы соответствующих размеров, так как давление пара в пропарочных камерах очень невысокое. При использовании старых котлов следует переделать

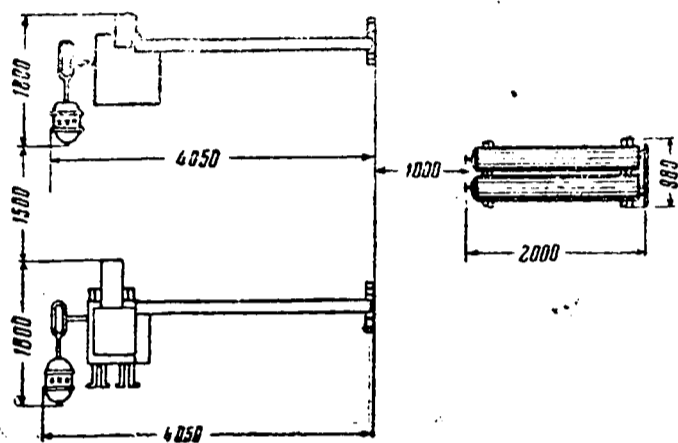


Рис. 36. Схема расстановки оборудования в гнутарном цехе

крышки или люки по одному из вариантов крышек, описанных в разделе «Конструкция пропарочных камер».

Пропарочные камеры соединяются трубопроводом с паровым котлом, причем на пути следует поставить редукционный клапан, понижающий давление пара, с тем чтобы давление в пропарочных камерах не превышало 1 ат. Пар и конденсат из камер должен отводиться в закрытый колодец. При установке конденсационных горшков следует чаще проверять их работу, так как загрязненный конденсат часто засоряет горшки. Над пропарочными камерами должно быть вытяжное устройство, препятствующее пару поступать в производственное помещение. Вытяжное устройство представляет колпак, сделанный из дерева или листового железа. Колпак устанавливается над камерами и соединяется с вытяжной трубой.

Бруски и гнутые изделия можно транспортировать любым принятым на заводе способом.

Станок обслуживается двумя рабочими. На обязанности одного из них — подсобного — лежит: 1) подвозка брусков из машинного цеха, 2) загрузка пропарочных камер, 3) освобождение брусков от шаблонов, 4) отвозка согнутых брусков к сушильным камерам, 5) подноска подсобных шин, стяжек и прокладок, освобождающихся после сушки, и другие, более мелкие работы.

Схема расстановки оборудования в гнутарном цехе приведена на рис. 36.

Расход времени на гнутье по операциям

Отдельные операции требуют следующего расхода времени:

- 1) укладка подсобной шины в станок — 3 сек.,
- 2) извлечение бруска из камеры и укладка в станок — 10 сек.,
- 3) укладка прокладки между торцевым упором и торцом бруска — 3 сек.,
- 4) начальное натяжение шины — 5 сек.,
- 5) включение станка на рабочий ход и загиб на 240° — 45 сек.,
- 6) закладка стяжки и забивка клина между прокладкой подвижного торцевого упора и загнутым концом шины — 10 сек.,
- 7) приведение станка в исходное положение — 45 сек.,
- 8) снятие согнутого бруска вместе с формой со станка — 10 сек.,
- 9) закладка новой формы в станок и ее закрепление — 6 сек.

Таким образом, на изгиб одного бруска должно пойти 137 сек. т. е. в смену можно согнуть 184 бруска. При коэффициенте использования рабочего времени 0,75 производительность составит 135 полуободьев в смену. При гнутье косяков количество гибов будет примерно на 30% выше (т. е. 170).

Расчет подсобного оборудования при гнутье полуобода

При двухчасовой выдержке в шаблоне и коэффициенте его использования $7 : 2 = 3,5$ и при производительности станка в 135 полуободьев в смену потребуется $135 : 3,5 = 38$ шаблонов. При гнутье косяков число требуемых шаблонов составит $170 : 3,5 = 50$.

Для гнутья полуобода при двухсменной работе и продолжительности сушки 5 суток потребуется $135 \times 2 \times 5 = 1\,350$ шин и для косяков $170 \times 2 \times 5 = 1\,700$ шин.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГНУТО-ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Испытания показали, что гнуто-прессованные изделия из хвойной древесины не уступают гнутым изделиям из древесины твердолиственных пород.

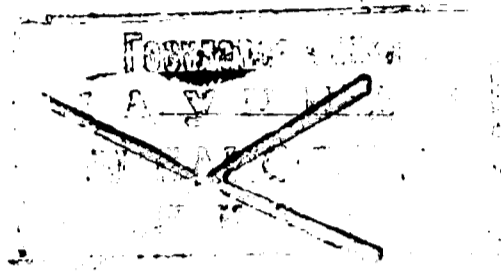
Изделиям из хвойной древесины практически можно придать почти любую форму и сечение при условии, что гнутье происходит в одной плоскости.

Следующим этапом работы в области гнутья хвойных деталей должно быть конструирование, изготовление и испытание станков для гнутья с одновременным прессованием гнутых деталей. К таким областям относятся вагоностроение (внутреннее оборудование вагонов, вагонные потолочные и дверные дуги), автоостроение (потолочные и надколесные дуги в автобусах), обозостроение (ободья для колес), шорное производство (клещи хомутов), мебельная промышленность (гнутая мебель). Гнуто-прессованные пихтовые и еловые детали, обладающие большой прочностью при незначительном весе, должны найти широкое применение в самолетостроении.

Дальнейшая задача — пересмотр конструкции деревянных изделий и деталей, чтобы выяснить возможность применения гнуто-прессованных деталей взамен выпильных и клеенных, замены рамочных конструкций гнутыми.

Далее нужна глубокая разработка вопросов лицевой отделки гнуто-прессованных хвойных деталей мебели и сушки их.

Наконец, необходима всесторонняя и глубокая разработка теории гнутья, которая должна подвести под все проведенные работы твердую теоретическую базу и дать возможность широкого развития гнутья хвойных пород.



Цена 1 руб. 75 коп.

А
17070



С Т Р Е Б О В А Н И Я М И

на издания Гослестехиздата обращаться во все книжные магазины и отделения Когиза.

При отсутствии литературы на местах заказы направлять в ближайшее от места нахождения заказчика отделение издательства:

Москва, Центр, Рыбный пер., 3, Гослестехиздат.

Ленинград, Чернышев пер., 3, корп. 4, Гослестехиздат.