

674
Д-99

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ БССР
БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени С. М. КИРОВА

На правах рукописи

З. И. ДЯЧУН

**ИССЛЕДОВАНИЕ
ГНУТОКЛЕЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ИЗ ШПОНА**

Специальность 05.421

**Машины, оборудование и технология лесопильных
и деревообрабатывающих производств**

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

МИНСК — 1971

674
4-99

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ БССР

БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени С. М. КИРОВА

На правах рукописи

З. И. ДЯЧУН

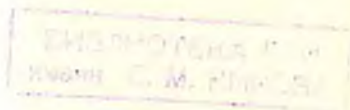


ИССЛЕДОВАНИЕ
ГНУТОКЛЕЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ИЗ ШПОНА

Специальность 05.421

Машины, оборудование и технология лесопильных
и деревообрабатывающих производств

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



МИНСК — 1971

2639 ар.

Работа выполнена в лаборатории кафедры технологии изделий из древесины Львовского лесотехнического института.
Научный руководитель — кандидат технических наук,
доцент *А. И. ЯНСОН*.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор *Н. А. МОРОЗОВ*,
кандидат технических наук, доцент *Л. А. МАНКЕВИЧ*

Ведущее предприятие — Львовское производственное объединение мебельной промышленности.

Автореферат разослан « » 1971 г.

Защита диссертации состоится « » 1971 г.
на заседании Совета Белорусского технологического института им. С. М. Кирова, г. Минск, ул. Свердлова, 13 а, ауд. 220.
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ваши отзывы по автореферату в двух экземплярах с заверенными подписями просим высылать в адрес Совета.

Ученый секретарь Совета
к. т. н., доцент

(*И. М. ПЛЕХОВ*).

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в СССР и за рубежом широкое распространение получило производство гнутоклееных элементов из шпона. Производством гнутоклееных элементов из шпона, предназначенных для изготовления мебели, в настоящее время занимается около 100 предприятий Минлесдревпрома СССР.

XXIV съезд КПСС поставил перед работниками лесной и деревообрабатывающей промышленности грандиозные задачи по комплексной переработке древесины. Широкое развитие производства гнутоклееной продукции из шпона является одним из мероприятий по осуществлению этих задач.

Расширение производства гнутоклееных элементов для мебели позволяет значительно сократить расход древесины твердолиственных пород.

Несмотря на широкое распространение гнутоклееной продукции из шпона, её изготовление сопровождается значительным количеством брака.

Причиной брака является несовершенство прессового оборудования и отсутствие научно обоснованных режимов изгиба и прессования пакета шпона в прессформах.

Контроль качества гнутоклееных элементов мебели решает проблему повышения ее надежности и прочности. Однако, до настоящего времени в СССР отсутствуют государственные стандарты и соответствующее оборудование для контроля качества этой продукции. Определение механических свойств гнутоклееных элементов рядом исследователей проводится по своим индивидуальным методикам и критериям оценки качества.

Темпы развития производства гнутоклееной мебели не могут базироваться только на использовании березового шпона,

который преимущественно используется для этих целей. Представляет интерес использования и древесины других мягколиственных пород — ольхи, осины, липы.

Исходя из вышеизложенного была определена цель исследований настоящей работы:

1. Теоретические и экспериментальные исследования по определению предельного и минимально-допустимого радиусов изгиба березового шпона в зависимости от его состояния и ряда технологических факторов с разработкой оборудования для выполнения этих исследований.

2. Исследование влияния на предельный и минимально-допустимый радиус изгиба клея, нанесенного на поверхность шпона.

3. Исследование процесса изгиба пакета шпона в жестких прессформах и разработка методики по определению минимально-допустимого радиуса его изгиба в зависимости от ряда технологических факторов.

4. Разработка универсальной схемы механических испытаний гнutoклевeных элементов мебели и прибора для выполнения этих испытаний.

5. Исследование влияния кривизны, породы шпона и вида применяемого клея на прочность гнutoклевeных элементов склеенных в жестких прессформах, а также разработка метода их упрочнения в местах закругления.

6. Разработка новых видов жестких прессформ для склеивания П- и Л-образных профилей гнutoклевeных блоков в одноплунжерных прессах серийного выпуска.

Диссертация состоит из шести глав, изложенных на 189 страницах машинописного текста, включая 39 таблиц. Работа иллюстрирована 64 рисунками. Список использованной литературы включает 115 работ отечественных и зарубежных авторов.

В первой главе приводится общая характеристика гнutoклевeных элементов из шпона и анализ факторов, влияющих на их механические свойства. Дан краткий обзор и анализ работ по механическим испытаниям и оценке качества гнutoклевeных элементов, по расчету их на прочность и механическим свойствам.

Во второй главе изложены общие методические положения исследований и дано описание разработанного и применяемого в работе экспериментального оборудования.

В третьей главе приведены результаты теоретических и

экспериментальных исследований предельного радиуса изгиба шпона.

В четвертой главе приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований минимально-допустимого радиуса изгиба шпона в зависимости от технологических режимов его гнутья. Разработана методика определения минимально-допустимого радиуса изгиба пакета шпона в жестких прессформах.

В пятой главе дан теоретический анализ прессования гнуклееных блоков из шпона в жестких прессформах и результаты механических испытаний гнуклееных элементов на прочность.

В шестой главе приведены новые конструкции жестких прессформ для склеивания гнуклееных блоков глубокого профиля.

В заключении работы даются общие выводы и рекомендации.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Исследование предельного радиуса изгиба шпона.

Предельным радиусом изгиба назван максимальный внутренний радиус изгиба шпона $R_{п}$, при котором появляются следы разрушения (трещины, отколы и т. п.).

Исследования проводились теоретическим и экспериментальным способом.

Для исследований принят березовый шпон толщиной 0,70; 0,95; 1,50 и 1,85 мм с влажностью от 5 до 15% с градацией через 2—3%. Для опытных образцов шпон изготовлялся в лабораторных условиях на станке «Ладхен-Рауте» Р-33. После лущения шпон подсушивался в терморadiационной сушилке и раскраивался на образцы размером 250×30 мм. До заданной влажности образцы доводились путем выдержки их в эксикаторах.

Для проведения экспериментальных исследований разработан и изготовлен «Прибор для определения предельного радиуса изгиба шпона» позволяющий проводить испытания при однократном нагружении образца и фиксировать радиус его изгиба в момент разрушения.

На рис. 1 данный прибор изображен с частичным разрезом по оси — спереди и сбоку. Он состоит из выполненных

по определенному профилю кулачков 14, посаженных на вал 21 с шестерней 1. К валу 8 ведущей шестерни 7 укрепляется рукоятка, вращением которой приводится в движение вал с кулачками. К крышке прибора 12 крепится кассета 16 с направляющими кулачков 9 и с направляющими штоков 17.

Таким образом, при повороте вала 21 с кулачками 14 штоки 15, скользя по поверхности кулачков, образуют переменный радиус в зависимости от угла поворота вала с кулачками.

К валу 21 с наружной стороны корпуса прибора крепится стрелка 10, к корпусу же — шкала 11, на которой нанесены значения радиусов, соответствующие радиусу дуги образуемой головками 18 штоков 15. Испытуемый образец 5 с несущей (гибкой) лентой 2 прижимается к головкам крайних штоков прижимами 3, что способствует плотному его прилеганию к кривой поверхности, образуемой головками штоков. Прижимы 3 снабжены пружинами 6 и винтом 4, позволяющим регулировать усилие прижима образца. Прижим 3 крепится кронштейном 19 на поворотной оси 20, что позволяет ему отклоняться при испытаниях (показано стрелкой).

Методика определения предельного радиуса изгиба шпона на приборе заключается в следующем. Поворотом рукоятки приводятся в движение штоки, головки которых образуют кривую с постепенно уменьшающимся радиусом. При этом изгибается несущая лента с испытуемым образцом. В момент образования дефекта на выпуклой поверхности шпона фиксировался радиус по шкале прибора, который и принимался за предельный.

Постоянным фактором при испытаниях была порода шпона, и переменными факторами были — толщина, влажность и расположение на выпуклой поверхности правой или левой стороны шпона.

2. Исследование минимально-допустимого радиуса изгиба шпона.

Минимально-допустимым радиусом изгиба шпона назван максимальный внутренний радиус его изгиба $R_{\text{мд}}$, при котором не наблюдается следов разрушения древесины.

Исследования проводились теоретическим и экспериментальным способом.

Порода, толщина, влажность шпона и подготовка его к исследованиям аналогична п. I. Размеры образцов 160×30 мм.

Экспериментальные исследования проводились при простом и сложном гнутье шпона.

При простом гнутье пластинке придают криволинейную форму, причем поперечное сечение изгибаемой пластины остается практически неизменным. При сложном гнутье пластинке придается криволинейная форма при одновременном прессовании древесины, т. е. с уменьшением первоначального сечения.

Экспериментальные исследования выполнялись на разработанной нами «Установке для исследования процесса сложного гнутья шпона».

Принципиальная схема установки показана на рис. 2. Пуансон I снабжен нагревательным элементом 8. Верхняя часть пуансона имеет вырез под углом 90° , куда вставляется его сменная часть 7 с определенным радиусом закругления. Пуансон передвигается по направляющим 2 от гидроцилиндра II через шток 9. Температура сменной части пуансона замеряется термометром, вставляемым в отверстие 6. На жесткой раме укреплено 2 пары роликов 3, между которыми установлена гибкая лента 4, к свободным концам которой подвешиваются грузы P_n , создающие ее натяжение.

Работа установки заключается в следующем. Между рабочей поверхностью пуансона (его сменной частью) и гибкой лентой укладывается опытный образец, подлежащий сложному изгибу. Включается подъем пуансона и гибкая лента, натянутая грузом P_n , огибая нижнюю кромку верхней пары роликов, изгибает шпон по радиусу пуансона R_2 . За счет натяжения гибкой ленты в процессе подъема пуансона шпон подвергается сложному гнутью.

Сложное гнутье шпона на установке проводилось при различной его толщине, температуре пуансона ($t=20, 50, 75, 100$ и 150°C), влажности и удельном давлении прессования в месте изгиба ($P_{cp}=1 \div 60 \text{ кг/см}^2$ — первая фаза сжатия в радиальном направлении).

Проведение опыта заключалось в том, что при постоянстве R_2 и t для данной серии образцов одной толщины и влажности подбиралось такое P_{cp} , при котором происходит бездефектное сложное гнутье образца.

Для каждой серии опытных образцов постоянными величинами были толщина шпона, его влажность и температура пуансона, и переменными — удельное давление прессования и радиус пуансона.

3. Исследование влияния на радиус изгиба клея, нанесенного на поверхность шпона

Задачей настоящих исследований было выявить степень влияния на предельный и минимально-допустимый радиус изгиба клея, нанесенного на поверхность шпона.

Исследования проводились параллельно на «Приборе для определения предельного радиуса изгиба шпона» и «Установке для исследования процесса сложного гнутья шпона».

Клей на основе сломы М-70 на поверхность шпона наносился в количестве 120—130 г/м², при вязкости по ВЗ-4 — 180 сек.

Изготовление опытных образцов и подготовка к исследованиям и принятые режимы гнутья аналогичны описанным в пп. 1, 2.

4. Исследование механических свойств гнутоклееных элементов мебели

Механические свойства исследовались в зависимости от величины их кривизны, способа склеивания в жестких прессформах (с ограничителями и без них), породы древесины (береза, ольха, осина и липа) и вида применяемого клея (карбамидный, феноло-формальдегидный и поливинилацетатная эмульсия). Изучались также механические свойства гнутоклееных элементов упрочненных в местах закругления вставными плоскими шипами.

Показатели механических свойств определялись при статическом разгибе и загибе.

Склеивание гнутоклееных блоков производилось в гидропрессе П740-А с жесткими прессформами по типовым технологическим режимам. Испытания проводились на образцах шириной 20 мм.

Упрочнение гнутоклееных элементов в местах закругления производилось плоскими вставными шипами, установленными по ширине образца на карбамидном клее холодного отверждения. Испытывались образцы на растяжение как кривой брус.

Для проведения экспериментальных исследований по изучению механических свойств гнутоклееных элементов была разработана универсальная схема нагружения образцов и соответственно «Прибор для механических испытаний гнутоклееных элементов мебели».

Схема нагружения образца в указанном приборе показана на рис. 3. Гнукотклееный элемент 1 жестко зажимается губками 3, 4 так, что начало криволинейного участка элемента в точке c совпадает с началом губки 3. При закреплении элемента в губках последние раздвигаются симметрично оси to , что обеспечивает крепление элемента любой толщины так, что ось его прямолинейного участка всегда совпадет с осью to .

Нагружение элемента производится силовым пальцем 2, который вращается вокруг точки O .

Элемент закрепляется так, чтобы точка пересечения осей его прямолинейных участков совпадала с осью вращения силового узла — O , что позволяет определять нагружающий момент как произведение $P \cdot L$. При испытании образца на разгиб силовой палец располагается с внутренней стороны элемента и перемещается по стреле A , при испытаниях же на загиб — все наоборот. Аналогично можно испытывать прямолинейные элементы, так как силовой палец может перемещаться по стрелке A пересекая ось to .

Оценочные показатели:

$M_p = P_p \cdot L$ — предельная несущая способность гнукотклееного элемента, $кГсм$;

$$\sigma_{н'усл.}^p, \sigma_{н'усл.}^3 = \frac{P_p}{F} \pm \frac{M \left(\frac{H}{2} - e \right)}{Fe \cdot R_2} \quad \text{соответственно условные}$$

пределы прочности при растяжении вдоль волокон при статическом разгибе и загибе, $кГ/см^2$.

$$\sigma_{p,усл.}^p = \frac{M}{W} \cdot K_r \quad \text{— условный предел прочности при растя-$$

жении поперек волокон при статическом разгибе, $кГ/см^2$ (формула В. Ф. Наумчука),

где:

P_p — усилие нагружения образца при котором происходит его разрушение, $кГ$;

L — плечо нагружения, $см$;

F — площадь поперечного сечения криволинейного участка образца, $см^2$;

e — эксцентриситет, $см$;

H — толщина криволинейного участка элемента, $см$;

R_2 — внутренний радиус изгиба элемента, $см$;

M — разрушающий момент, $кГ см$;

W — момент сопротивления, $см^3$;
 Kr — коэффициент определяемый по таблицам, зависящий от кривизны элемента и коэффициента анизотропии.

II. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДЕЛЬНОГО РАДИУСА ИЗГИБА ШПОНА

1. Установлено, что теоретический предельный радиус изгиба березовой пластины можно определить по формуле:

$$R_n^T = \delta \cdot C_1 \quad (1)$$

Значение коэффициента C_1 для различной влажности древесины березы дано в таблице I.

Таблица 1

Влажность W	%	5	7	10	12	15
Значение C_1		44,3	43,3	40,9	39,7	37,7

2. В результате анализа и обработки экспериментальных данных методом математической статистики, для исследуемых интервалов толщин и влажностей шпона, получены следующие эмпирические зависимости:

$$R_n^n = (33,157 - 0,830 \cdot W) \cdot \delta - (7,812 + 0,285 \cdot W) \quad (2)$$

$$R_n^A = (38,67 - 1,72 \cdot W) \cdot \delta^{1,856 - 0,045 \cdot W} \quad (3)$$

где:

R_n^n , R_n^A — соответственно предельный радиус изгиба при расположении на выпуклой поверхности правой и левой стороны шпона;

δ , W — соответственно толщина в мм и влажность шпона в процентах.

3. Сопоставление данных по предельному радиусу изгиба шпона, полученных теоретическим и экспериментальным способом показывает большие расхождения. Так, соотношение $m = R_n^T / R_n^n$ для толщин шпона 0,70; 0,95; 1,50 и 1,85 мм ($W = 10\%$) соответственно равно 4,25; 3,00; 2,30 и 2,14. Это можно объяснить спецификой технологии изготовления самого шпона. Характерно, что с увеличением толщины шпона значение m уменьшается, т. е. его механические свойства приближаются к свойствам массивной древесины.

4. Различные значения имеет предельный радиус изгиба шпона в зависимости от расположения на выпуклой поверхности его правой или левой стороны. Так, соотношение $m^1 = R_n^1/R_n^0$ при $W = 10\%$ для толщины шпона 0,70; 0,95; 1,50 и 1,85 соответственно равно 1,44; 1,48; 2,00 и 2,42. Значение m^1 возрастает с увеличением толщины шпона, что повидимому, связано с увеличением количества и глубины трещин на левой стороне толстого шпона.

III. ИССЛЕДОВАНИЕ МИНИМАЛЬНО-ДОПУСТИМОГО РАДИУСА ИЗГИБА ШПОНА

1. Анализ процесса изгиба пакета шпона в прессформе показывает, что усилие необходимое для изгиба пакета P_1 должно преодолеть сопротивление его изгибу P_c . Усилие сопротивления изгиба пакета P_c зависит от его толщины, расстояния между опорами, стрелы прогиба и других факторов.

Взаимодействие сил P_1 и P_c в процессе изгиба пакета вызывает упрессовку его верхних листов (по площади контактирования с пуансоном). Максимальной упрессовке в месте изгиба подвергается верхний лист, прилегающий к пуансону и по мере удаления листов от пуансона упрессовка их уменьшается.

Теоретический предельный радиус изгиба при сложном гнутье шпона можно определить:

$$R_n^{T,c} = \delta \cdot C_1(1 - \epsilon_T), \quad (4)$$

где:

ϵ_T — относительная упрессовка шпона по толщине в месте изгиба.

Минимально-допустимый же радиус определится:

$$R_{мд}^c > R_n^{T,c} = \delta \cdot C_1(1 - \epsilon_T) \quad (5)$$

Выражение 5 показывает, что на предельный и минимально-допустимый радиус изгиба шпона сильное влияние оказывает величина упрессовки в месте изгиба, а соответственно и удельное давление прессования.

С учетом вышеуказанного становится ясным важность исследований по сложному гнутью шпона.

2. Математическая обработка экспериментальных данных методом математической статистики для исследуемых толщин шпона, его влажности, температуры пуансона и удельного

давления прессования в месте изгиба позволила получить эмпирическую зависимость:

$$R_{\text{мд}}^c = \frac{47,609 \cdot \delta - 14,326 - (0,08478 \cdot \delta - 0,02935) \cdot t -}{(1 + P_{\text{ср}})^{0,143 + 0,0103 \cdot w + t(0,000048 \cdot w + 0,000041)} - [1,0513 \cdot \delta - 0,1527 + (0,002522 \cdot \delta - 0,000929) \cdot t] \cdot W}, \quad (6)$$

где: $R_{\text{мд}}^c$ — минимально-допустимый радиус изгиба шпона при сложном гнутье.

Интересно отметить, что при $P_{\text{ср}} = 0$ имеем случай простого гнутья, при этом знаменатель выражения 6 превращается в единицу. Таким образом, числитель формулы 6 представляет собой минимально-допустимый радиус изгиба шпона при простом гнутье — $R_{\text{мд}}^n$.

Громоздкость формулы 6 затрудняет ее практическое использование в производственных условиях, поэтому задача определения $R_{\text{мд}}^c$ решена графическим способом.

Выражение 6 можно записать:

$$R_{\text{мд}}^c = \frac{R_{\text{мд}}^n}{d} \quad (7)$$

где:

d — введенный в обозначение коэффициент, зависящий от режима сложного гнутья шпона.

Для определения $R_{\text{мд}}^n$ и d построены соответствующие номограммы рис. 4, 5.

Задаваясь режимами гнутья шпона, по номограммам легко определяется $R_{\text{мд}}^c$ или $R_{\text{мд}}^n$.

3. Произведен сравнительный анализ предельного и минимально-допустимого радиуса изгиба при простом гнутье в зависимости от толщины и влажности шпона при расположении на выпуклой поверхности его правой стороны.

Анализ эмпирических уравнений выражающих значения $R_{\text{мд}}^n$ и $R_{\text{п}}^n$ позволил определить взаимосвязь:

$$R_{\text{мд}}^n = \frac{R_{\text{п}}^n \cdot \delta}{0,536 \cdot \delta \cdot W^{0,159} - 0,206 + 0,038 \cdot W} \quad (8)$$

Для шпона толщиной от 1,0 мм до 1,85 мм при влажности 8—10% практически можно принять следующее соотношение:

$$R_{\text{мд}}^n \approx 1,55 \cdot R_{\text{п}}^n.$$

IV. ВЛИЯНИЕ НА РАДИУС ИЗГИБА КЛЕЯ, НАНЕСЕННОГО НА ПОВЕРХНОСТЬ ШПОНА

1. Полученные экспериментальным путем данные о влиянии на предельный и минимально-допустимый радиус клея, нанесенного на поверхность шпона, показали следующее.

а) Предельный радиус изгиба шпона после нанесения клея на его поверхность значительно уменьшается. При этом большее влияние на уменьшение этого радиуса оказывает нанесение клея на левую сторону шпона. При изменении влажности шпона от 5 до 12% коэффициент уменьшения меняется от 0,64 до 0,78.

б) Удельное давление прессования шпона при сложном гнутье оказывает одинаковое влияние на уменьшение минимально-допустимого радиуса изгиба шпона до и после нанесения клея на его выпуклую поверхность. Возрастание температуры пуансона от 20 до 150°C практически не влияет, при постоянстве других технологических режимов, на уменьшение минимально допустимого радиуса изгиба.

2. Значение коэффициента K_k , выражающего влияние на уменьшение предельного и минимально-допустимого радиуса изгиба шпона, после нанесения клея на его выпуклую поверхность, в среднем можно принять равным 0,75.

V. МИНИМАЛЬНО-ДОПУСТИМЫЙ РАДИУС ИЗГИБА ПАКЕТА ШПОНА

1. Минимально-допустимый радиус изгиба пакета будет гарантирован при условии, что наружный его радиус $R_1 \geq R_{мд}^n$ и внутренний $R_1 = R_{вн} \geq R_{мд}^c$ ($R_{вн}$ — радиус пуансона). Установлено также, что при соблюдении вышеуказанных неравенств будет гарантирован бездефектный изгиб внутренних листов пакета.

Технологический режим сложного гнутья верхнего листа пакета шпона (контактирующего с пуансоном) определен следующим образом.

При изгибе пакета удельное давление прессования верхнего листа шпона можно определить:

$$P_{ср}^n = \frac{P_1}{S} = \frac{P_1}{B \cdot R_{вн} \cdot 2\alpha} \quad (9)$$

где: $P_{ср}^n$ — среднее удельное давление прессования верх-

него листа пакета шпона. Следует отметить, $P_{ср}$ определяемое на «Установке для исследования процесса сложного гнутья шпона» (см. 1, 2) и входящее в выражение 6 определялось по аналогичной формуле;

P_1 — усилие необходимое для изгиба пакета, которое приложено к пуансону;

$S = B \cdot R_{пн} 2\alpha$ — площадь контактирования пуансона с верхним листом пакета шпона (B — ширина пуансона, 2α — угол контактирования верхнего листа шпона с пуансоном).

Установлено, что усилие изгиба пакета можно определять при $f = R_{пн}$ и формула имеет вид:

$$P_1 = \frac{k R_{пн} \cdot E_{усл} \cdot B \cdot \delta^3}{12l^3} \quad (10)$$

где: k — коэффициент ($k=48,7$ при изгибе сосредоточенной силой, $k=8$ при изгибе равномерно-распределенной силой);

$f = R_{пн}$ — стрела прогиба пакета;

$E_{усл}$ — условный модуль упругости пакета, формула Л. А. Манкевича и А. А. Куцака;

l — расстояние между опорами изгибаемого пакета.

Для нахождения угла контактирования пуансона (2α) с верхним листом пакета построена номограмма.

2. Методика определения минимально-допустимого радиуса изгиба пакета шпона сводится к следующему.

а) По номограмме рис. 4 определить $R_{мд}^n$ для наружного листа пакета.

б) Определить возможный минимальный радиус изгиба внутреннего листа пакета, который ограничен минимально-допустимым радиусом изгиба наружного листа.

$$R_{пн} = R_2 = R_{мд}^c = R_{мд}^n - N_{пк} \quad (N_{пк} \text{ — толщина пакета}).$$

в) Определяем усилие изгиба пакета P_1 по формуле 10.

г) Для внутреннего листа, при расчетном значении $R_{мд}^c$, из п. б. определяем режим сложного гнутья — $P_{ср}$.

Для этого необходимо:

— по формуле 7 определить значение d ;

— при известном d по номограмме рис. 5 определить $P_{ср}$.

д) Определить среднее удельное давление прессования внутреннего листа шпона при изгибе пакета — $P_{ср}^n$ по форму-

ле 9. В данной формуле угол 2α определяется по номограмме для расчетного $R_{мд}^c$ и известного l .

е) После произведенных расчетов гарантированный изгиб будет обеспечен если соблюдается условие:

$$P_{ср}^n \geq P_{ср}$$

Если данное условие не соблюдается, то необходимо увеличить $R_2 = R_{мд}^c$ или уменьшить l и заново произвести расчет.

При толщине пакета свыше 5 мм расчет режима сложного гнутья шпона необходимо вести при $t = 20^\circ\text{C}$ независимо от температуры пуансона, так как пакет в процессе изгиба в этом случае не прогреется.

3. При изгибе тонких пакетов шпона (например склеивание стенок гнutoкклееных ящичков) режим сложного гнутья шпона можно обеспечить специальными огибающими гибкими лентами. При этом можно достигнуть радиусов изгиба пакета — 5 ÷ 10 мм.

VI. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГНУТОККЛЕЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕБЕЛИ

1. Теоретические исследования процесса склеивания гнutoкклееных блоков в жестких прессформах показали, что в этом случае нельзя достигнуть равномерного распределения удельного давления прессования по всему сечению профиля, однако при определенных геометрических параметрах прессформы можно достигнуть равномерной упрессовки пакета. При этом должно соблюдаться условие:

$$H_{пк} = R_{м} - R_{пн} + \mathcal{U} \quad (11)$$

где: $H_{пк}$ — толщина пакета;

$R_{пн}$ — радиус пуансона;

\mathcal{U} — абсолютная величина упрессовки пакета, которую можно определить по соответствующим известным номограммам при заданном режиме склеивания;

$R_{м}$ — радиус матрицы.

2. Исследования механических свойств гнutoкклееных элементов показали следующее.

а) Наличие или отсутствие ограничителей при склеивании гнutoкклееных блоков из шпона в жестких прессформах не оказывает заметного влияния на их прочность.

б) Условный предел прочности при статическом разгибе ($\sigma_{н. усл}^p$) гнутоклеевых элементов не зависит от их толщины, а зависит от соотношения $n = R_0/H$, которое характеризует их кривизну (R_0 — ось симметрии, H — толщина блока).

Прочность гнутоклеевых элементов склеенных из березового шпона толщиной 1,50 мм на карбомидном клее горячим способом характеризуется следующими эмпирическими уравнениями:

$$\sigma_{н. усл}^p = 1350 - \frac{2015}{n} + \frac{1205}{n^2} \quad (12)$$

$$\sigma_{п. усл}^p = 47,1 \cdot n_1^{0,56} \quad (13)$$

где: $n_1 = R_1/R_2$ — отношение наружного радиуса элемента к внутреннему.

Анализ результатов опытов показывает, что $\sigma_{н. усл}^p$ имеет различное значение при различной величине n . Результаты этих исследований дали дополнительные сведения изменения величины $\sigma_{н. усл}^p$, что не исследовалось в ранее выполненных работах, так как опыты проводились при соотношении $n > 1$.

Изменчивость $\sigma_{н. усл}^p$ в зависимости от n можно объяснить анизотропными свойствами исследуемого материала и определенным соотношением величины радиальных (поперек волокон) и нормальных (вдоль волокон) напряжений.

Анализ формул 12 и 13 показал, что на разрушение образцов большой кривизны оказывают преимущественное влияние радиальные напряжения (при большой кривизне эти напряжения достигают максимума 108—120 кг/см², что соответствует прочности растяжения древесины березы поперек волокон в радиальном направлении). При небольшой кривизне на разрушение образца преимущественное влияние оказывают нормальные напряжения, действующие вдоль волокон ($n = 1,6$ и выше). Максимальной прочностью обладают прямолинейные образцы — $\sigma_{н. усл}^p \approx 1300$ кг/см².

в) Наиболее высокой прочностью при статическом разгибе обладают гнутоклеевые элементы из березового шпона склеенные на карбомидном клее (М-70) горячим способом. При склеивании этих элементов на том же клее холодным способом их прочность снижается на 35%. Элементы склеенные на клее СП-2 и ПВА-эмульсии обладают меньшей прочностью.

г) Если прочность березовых элементов при статическом

разгибе принять за 100%, то в равных условиях снижение прочности для других пород древесины составляет: липа — 28%, ольха — 36,2%, осина — 39,0%.

д) Если прочность березовых элементов при статическом загибе принять за 100%, то в равных условиях снижение прочности для других пород древесины составляет: ольха — 8,5%, липа — 13,1% и осина — 18,7%.

3. Упрочнение гнутоклееных элементов вставными плоскими шипами в местах закругления является эффективным методом, который увеличивает их прочность при статическом разгибе почти в два раза.

ВИИ. РАЗРАБОТКА НОВЫХ ВИДОВ КОНСТРУКЦИЙ ПРЕССФОРМ ДЛЯ СКЛЕИВАНИЯ ГНУТОКЛЕЕННЫХ БЛОКОВ ГЛУБОКОГО ПРОФИЛЯ

В настоящее время для склеивания гнутоклееных блоков глубокого профиля используется многоплунжерное нестандартное прессовое оборудование.

Целью настоящих разработок было изыскание новых видов прессформ для изготовления гнутоклееных блоков мебели, обеспечивающих их качественное склеивание в одноплунжерных прессах серийного выпуска. Приводятся изобретения автора при решении этого вопроса.

ВИИИ. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработана конструкция «Прибора для определения предельного радиуса изгиба шпона», «Установки для исследования процесса сложного гнутья шпона» и «Прибора для механических испытаний гнутоклееных элементов мебели».

2. Получены эмпирические формулы для определения предельного радиуса изгиба березового шпона в зависимости от его толщины, влажности и расположения на выпуклой поверхности правой или левой его стороны.

3. Выведены эмпирические формулы для определения минимально-допустимого радиуса изгиба березового шпона при простом и сложном гнутье в зависимости от его толщины, влажности, температуры пуансона и удельного давления пресования в месте изгиба.

4. Установлена взаимосвязь между предельным и мини-



мально-допустимым радиусом изгиба березового шпона при различной его толщине и влажности.

5. Исследовано влияние на предельный и минимально-допустимый радиус клея, нанесенного на его поверхность.

6. Разработана методика определения минимально-допустимого радиуса изгиба пакета шпона в зависимости от геометрических параметров прессформ, конструкции пакета и режимов его изгиба. Разработан метод и технологические режимы гнутья пакета шпона с целью получения малых радиусов изгиба — $5 \div 10$ мм.

7. Установлено, что в границах $n = 0,82 \div 2,0$ гнуклеенные элементы обладают низкой прочностью (при статическом разгибе), что следует учитывать при разработке новых конструкций мебели.

Наличие или отсутствие ограничителей при склеивании гнуклеенных элементов из шпона в жестких прессформах не оказывает заметного влияния на изменение их прочности.

8. Исследованы механические свойства гнуклеенных элементов из древесины березы, ольхи, осины и липы при статическом разгибе и загибе.

Исследованы также механические свойства гнуклеенных элементов в зависимости от вида применяемого клея и породы древесины шпона.

9. Упрочнение гнуклеенных элементов мебели плоскими вставными шинами позволяет увеличить их прочность в месте закругления почти в два раза.

10. Разработаны новые виды жестких прессформ для склеивания гнуклеенных блоков глубокого профиля.

Экономическая эффективность от внедрения результатов исследований настоящей работы заключается в следующем. Обеспечивается возможность технически грамотно, без больших затрат инженерного труда, определять минимально-допускаемый радиус изгиба пакета в жестких прессформах (сокращение брака при склеивании). Уменьшаются габаритные размеры и улучшается использование емкостей гнуклеенных ящиков за счет уменьшения радиуса изгиба их стенок до $5 \div 10$ мм. Экономия от снижения стоимости оборудования для склеивания гнуклеенных блоков мебели глубокого профиля за счет использования предложенных прессформ. Разработан объективный способ определения качества (прочности) гнуклеенных деталей.

Основное содержание работы докладывалось на общениститутских научных конференциях ЛЛТИ в 1967, 1968, 1969 годах, научно-технической конференции молодых специалистов в УкрНИИМОДе, Киев, 1970 г., а также опубликовано в работах автора:

1. Метод определения прочности гнутоклееных элементов мебели, «Сборник трудов молодых специалистов», УкрНИИМОД, К., 1970.

2. Упрочнение гнутоклееных элементов мебели «Лесное хозяйство, лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность», № 3, К., 1970.

3. «Прессформа для изготовления гнутоклееных блоков», Авт. свидетельство № 273908 от 20. III. 1969., Бюллетень № 20, опубликовано 8. IX. 1970.

4. «Прессформа для изготовления коробчатых изделий». Авт. свидетельство № 258563 от 22. IV. 1968., Бюллетень № 1, опубликовано 17. IV. 1970 г.

5. Мебель новой конструкции. Механическая обработка древесины, ЦНИИЭИ-леспром, М., № 11, 1962 (в соавторстве).

6. Прибор для физико-механических испытаний гнутоклееных элементов мебели. РЕШЕНИЕ (проект) по заявке № 1371144/29-33 на выдачу авторского свидетельства от 9. IV. 1970 г.

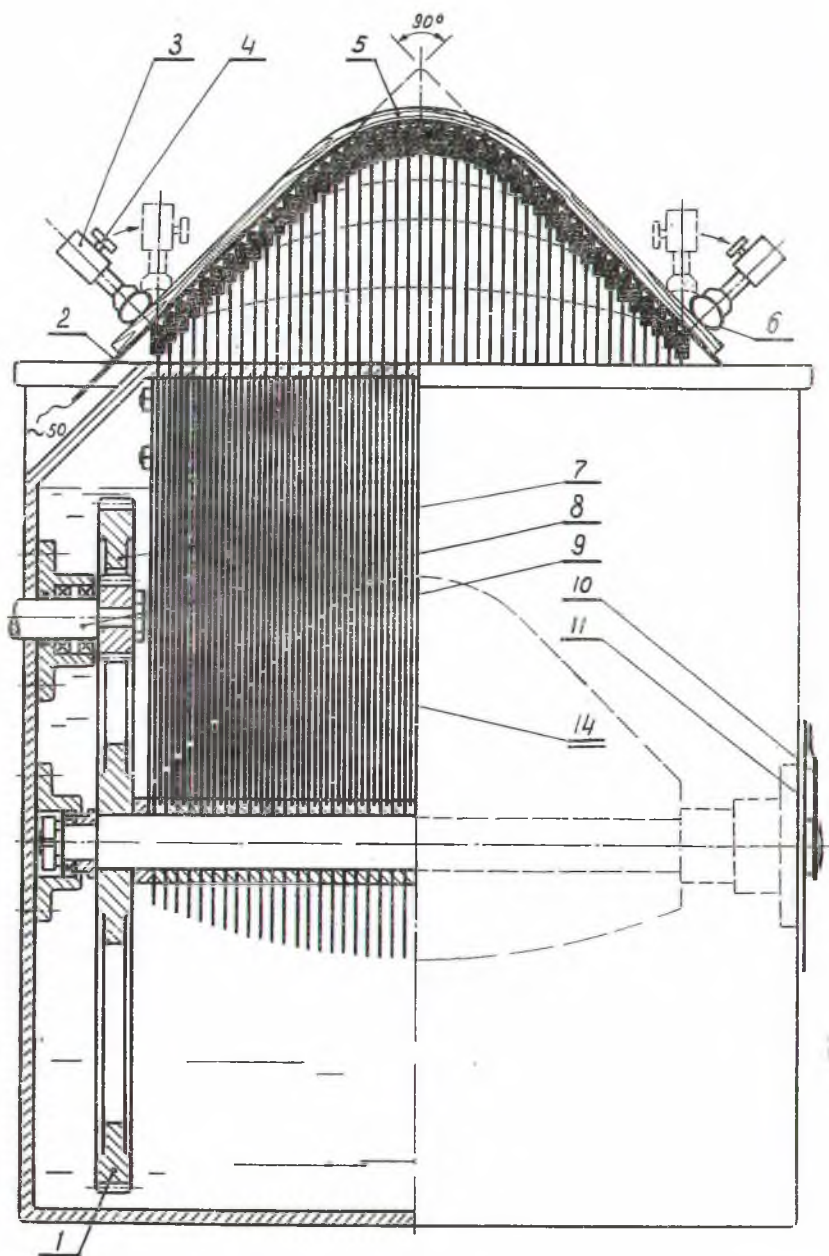
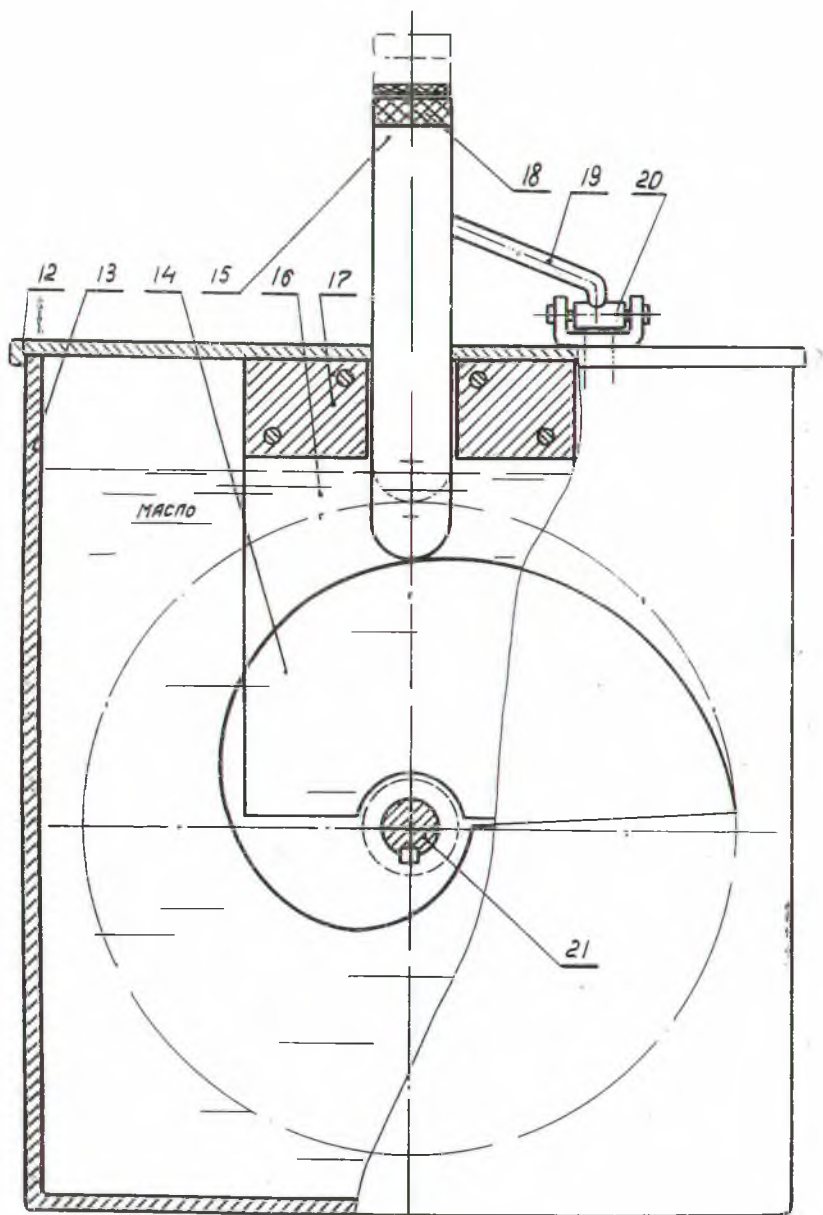


Рис. 1. Прибор для определения предельного



радиуса изгиба шпона.

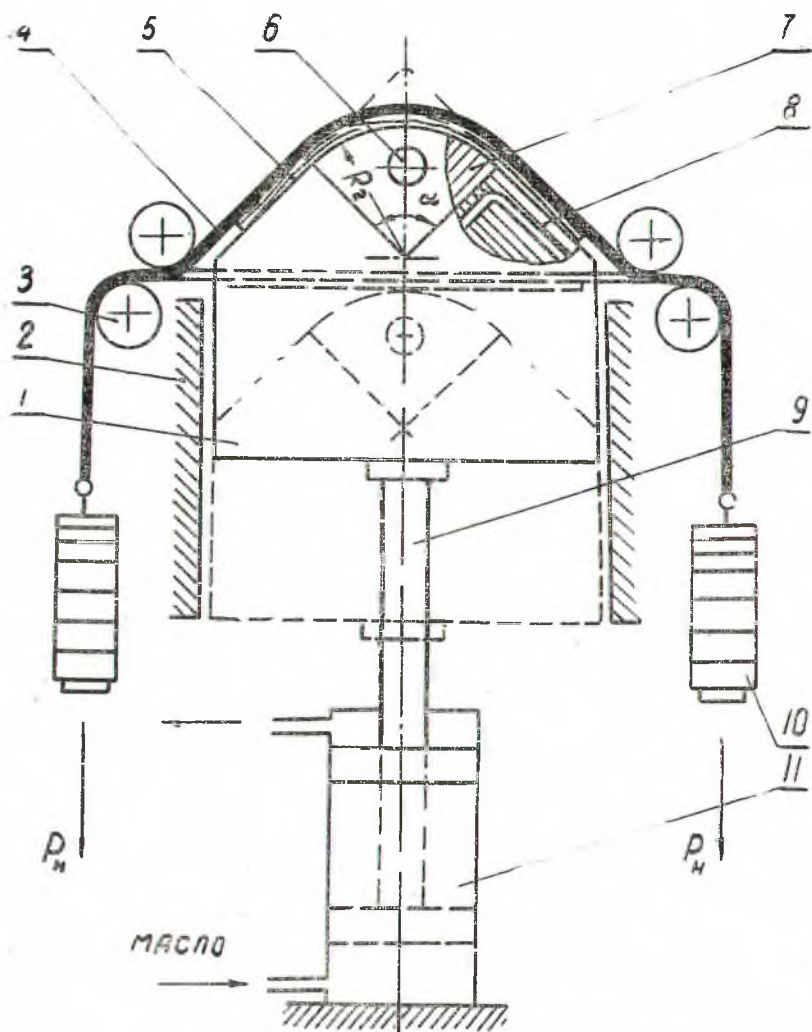


Рис. 2. Принципиальная схема «Установки для исследования сложного гнутья шпона».

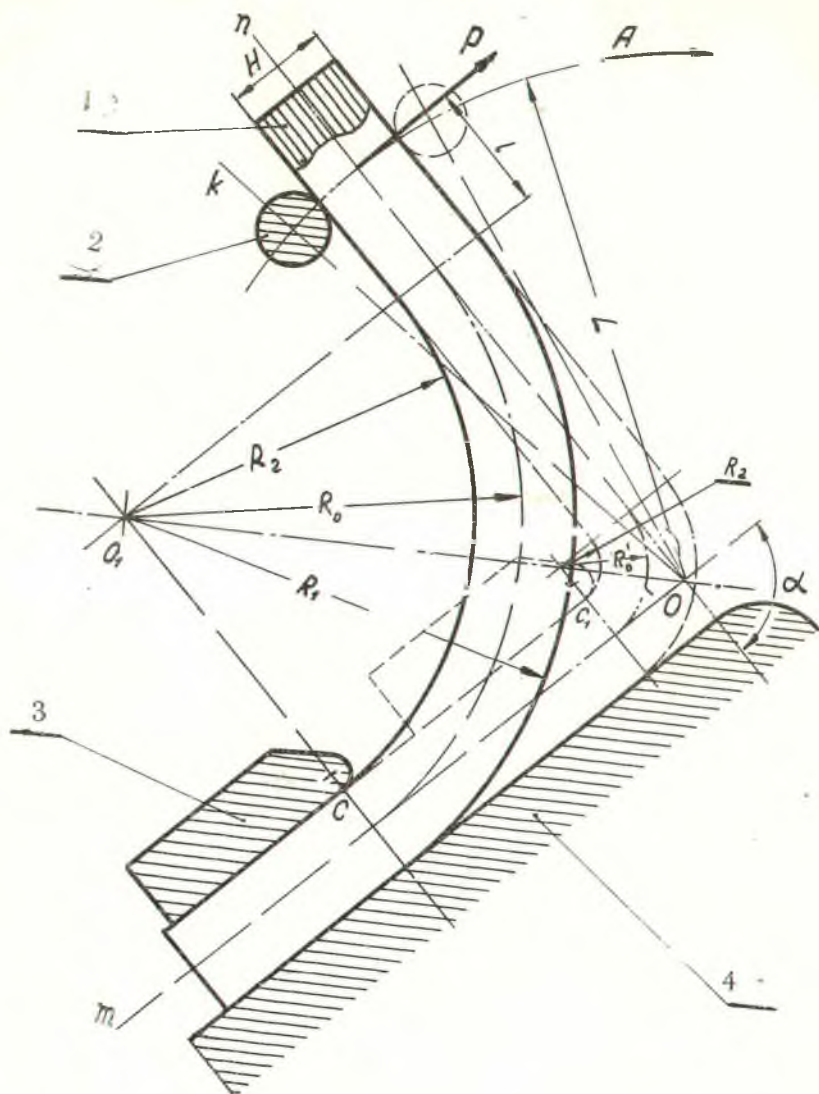


Рис. 3. Схема нагружения образца при испытаниях на «Приборе для механических испытаний гнотоклеевых элементов мебели».

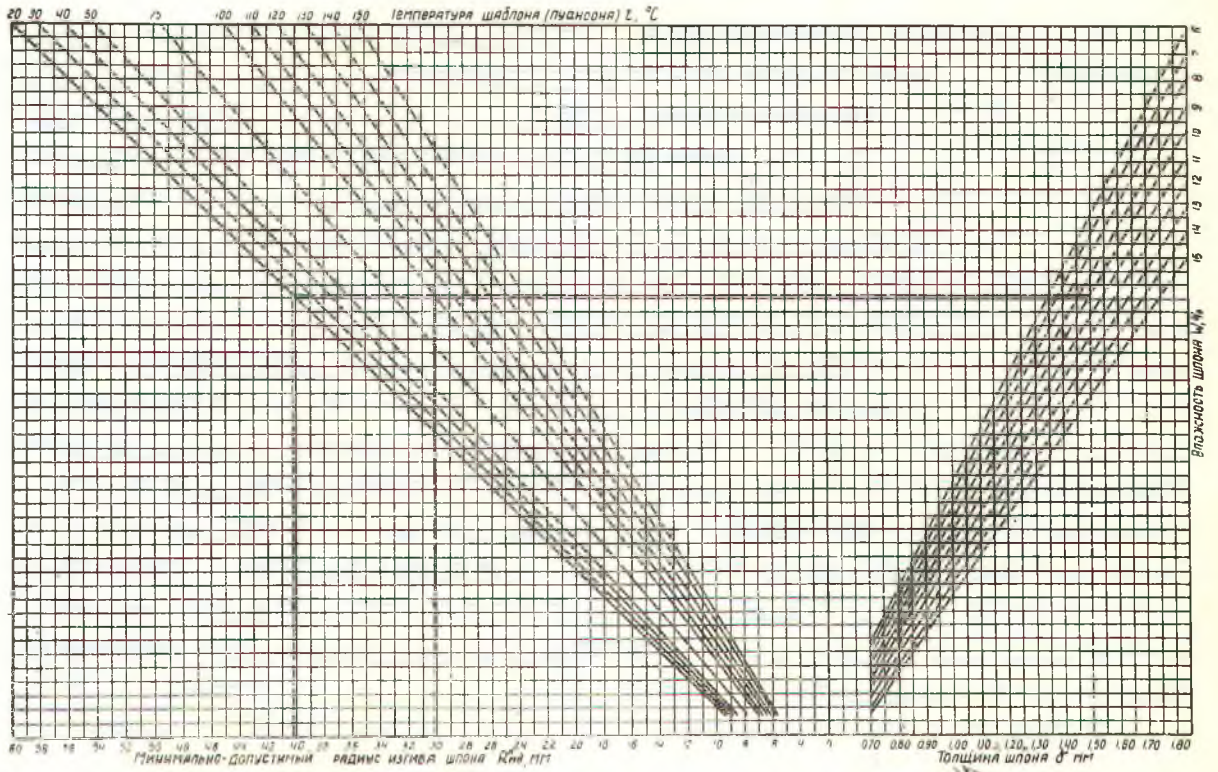


Рис. 4. Номограмма для определения минимально-допустимого радиуса изгиба шпона при простом гнутье.

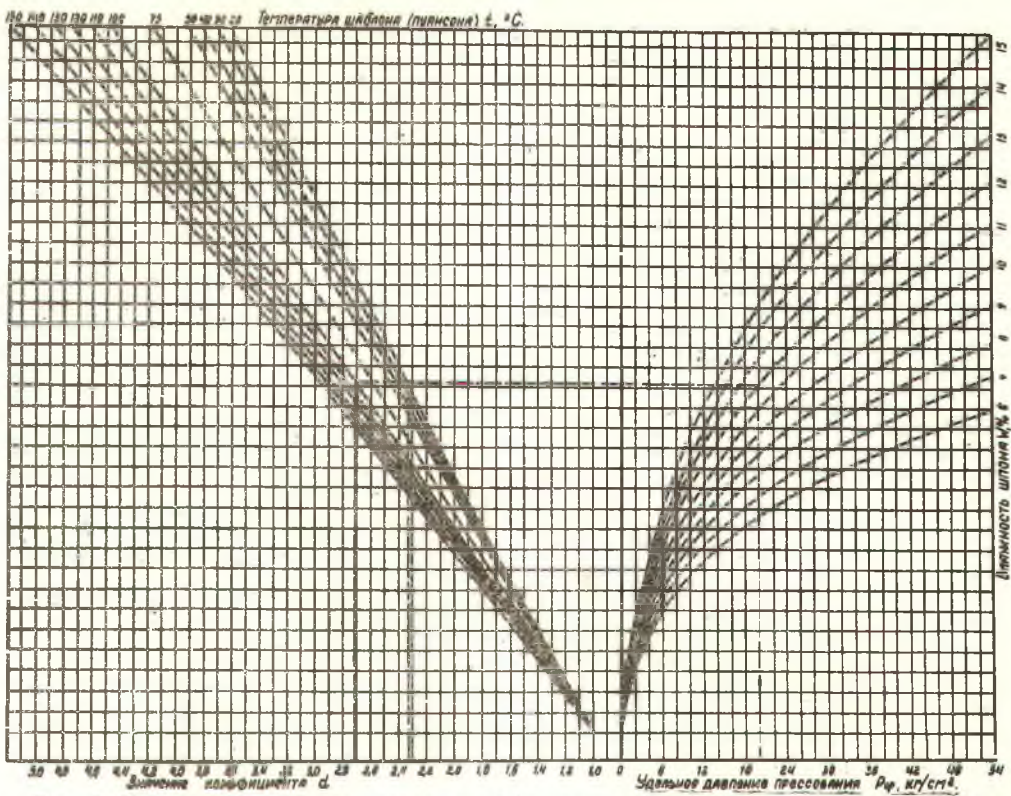


Рис. 5. Номограмма для определения коэффициента d в зависимости от удельного давления прессования шпона в месте изгиба, влажности и температуры шаблона который его изгибает.

БГ 10510. Зак. 1086. Тираж 120. Подписано к печати 30-VI-71 г. Формат
бумаги $60 \times 84^{1/16}$. Печ. листов $1^{3/4}$. Бесплатно.

Учебно-производственные мастерские Львовского полиграфтехникума.
г. Львов, Советская, 12.