

674.05

K-95

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ БССР

БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени С. М. КИРОВА

На правах рукописи

А. А. КУЦАК

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА
ПРЕССОВАНИЯ ГНУТОКЛЕЕННЫХ
БЛОКОВ ИЗ ШПОНА В ВАКУУМНО-
ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРЕСС-ФОРМАХ
С ЭЛАСТИЧНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ДАВЛЕНИЯ**

(Специальность 05—421. „Машины, оборудование
и технология лесопильных и деревообраба-
тывающих производств“)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

МИНСК, 1970 ГОД

674.05

K-95

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ БССР

БЕЛОРУССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ С.М.КИРОВА

На правах рукописи

А.А.КУЦАК



ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ ГНУТОКЛЕЕННЫХ БЛОКОВ
ИЗ ШПОНА В ВАКУУМНО-ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРЕСС-ФОРМАХ С ЭЛА-
СТИЧНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ДАВЛЕНИЯ

(Специальность 05-421 - "Машины, оборудование и
технология лесопильных и деревообрабатывающих
производств")

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

М и н с к

1970

2262 ар

Работа выполнена в Белорусском технологическом институте имени С.М.Кирова.

Научный руководитель - кандидат технических наук, доцент
Л.А.Манкевич.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук В.А.Куликов,
кандидат технических наук Г.С.Маргинович.

Ведущее предприятие - Мостовский фанерно-деревообрабатывающий комбинат, г.Мосты.

Автореферат разослан " 30 " марта 1970 г.

Защита диссертации состоится " 13 " мая 1970 г.

на заседании Ученого 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 на автореферат в 2-х экземплярах с заверенными подписями просим прислать по адресу: г.Минск, ул.Свердлова, 13^а, БТИ им.С.М.Кирова, ученому секретарю Совета.

Ученый секретарь Совета,
к.т.н., доцент

М.М.Плахов

/М.М.Плахов/

ВВЕДЕНИЕ

XXIII съезд КПСС наметил грандиозную программу дальнейшего коммунистического строительства в нашей стране. Отмечая столетие со дня рождения создателя коммунистической партии и первого в мире Советского государства В.И.Ленина, трудящиеся нашей социалистической Родины успешно осуществляют намеченную партией и правительством программу.

Перед работниками лесной и деревообрабатывающей промышленности стоят задачи обеспечить широкое развитие комплексной переработки древесины и эффективно использовать отходы лесопиления и деревообработки. Одним из мероприятий по осуществлению этих задач является широкое внедрение в производство мебели гнutoклевeных деталей из шпона, обладающих известными преимуществами перед цельно-гнutoчными и цельно-выпильными.

Несмотря на большое распространение, которое получали гнutoклевeные детали за последние 20 лет, процесс гнutoтья шпона с одновременным склеиванием мало изучен, в результате чего выпуск данной продукции сопровождается значительным количеством брака. Брак происходит, главным образом, вследствие того, что жесткие пресс-формы, получившие в настоящее время наибольшее распространение при изготовлении гнutoклевeных блоков, по причине геометрической погрешности их поверхностей и разнотолщинности шпона не обеспечивают равномерное давление на пакет в процессе его прессования. Это может вызвать местное разрушение шпона в пакете и большую упрессовку на отдельных участках, на других же участках давление оказывается недостаточным для надежного склеивания.

Мероприятия по выравниванию давления прессования, заключающиеся в расчленении жестких пресс-форм на отдельные участки, использовании гибких обжимных шин и применении для передачи давления эластичных диафрагм, позволяют получить продукцию хорошего качества с относительно небольшими потерями на брак.

Исследования процесса производства гнutoкленных деталей из шпона были начаты в послевоенные годы в ЦНИИФе, а затем продолжались в ВПКТИМе, СПКБ Глазмбельпрома и других организациях. Этим вопросам посвящены работы Б.Н.Соколова, Н.А.Морозова, Э.И.Ушеренко, А.Г.Кобляковой, К.К.Арсеньева, Р.В.Ахведиани, М.Д.Сахарова, Г.С.Кончевского, М.А.Кувяцова, В.И.Германа и др.

В перечисленных работах рассматривается прессование гнutoкленных блоков, главным образом, в жестких пресс-формах, а также даются некоторые конструкции пресс-форм с эластичной передачей давления.

Многие исследователи использовали вакуум для формирования и склеивания изделий, так как с его помощью можно создать равномерное давление прессования и благоприятные условия склеивания. Хорошие результаты были получены при фанеровании криволинейных поверхностей, склеивании фанеры, формировании деталей из пластмасс, прессовании опилочных плит и т.п. Исследования по склеиванию олоистых материалов из шпона в вакуумных прессах проводятся в ЛТА имени С.М.Кирова под руководством В.А.Муликова.

Количественная оценка качества гнutoкленных деталей в настоящее время затруднена из-за отсутствия соответствующего ГОСТа.

Исследования по разработке методов механических испытаний гнutoкленных деталей проводятся в СПКБ Глазмбельпрома, этому же вопросу посвящены работы В.Ф.Науичука. Однако в настоящее время нет общепринятого метода аттестации гнutoкленной продукции.

В связи с вытекающими задачами наших исследований было:

1. Дать сравнительный анализ методов прессования гнutoкленных блоков из шпона и способов оценки их качества.
2. На основании полученных выводов разработать принципиальные схемы запрессовочного оборудования, обеспечивающего склеивание гнutoкленных блоков в вакууме при эластичной передаче давления, а также изготовление его опытных образцов.
3. Разработать методику количественной оценки качества гнutoк-

енных деталей.

4. Исследовать влияние некоторых технологических и конструктивных факторов на качественные показатели гнукотклеенных заготовок.

5. Полученные результаты проверить в производственных условиях.

Содержание работы изложено на 182 страницах машинописного текста. Текст иллюстрирован 75 рисунками и имеет 27 таблиц. Список использованной литературы включает 217 наименований работ советских и зарубежных авторов.

Работа состоит из введения и пяти глав:

В первой главе дается краткий обзор и анализ выполненных работ в области прессования гнукотклеенных блоков из шпона и механических испытаний гнукотклеенных образцов. Анализируются различные способы прессования гнукотклеенных блоков из шпона и методы расчета оптимальных давлений.

Во второй главе излагаются теоретические суждения о процессе формирования гнукотклеенных блоков из шпона в вакууме при эластичной передаче давления прессования. Приводятся методы определения оптимальной величины давления прессования и количественной оценки качества гнукотклеенных заготовок, принципиальные схемы вакуумно-пневматического запрессовочного оборудования.

В третьей главе описаны экспериментальные установки и изложена методика проведения исследований в лабораторных условиях.

В четвертой главе даны результаты экспериментальных исследований в лабораторных условиях.

В пятой главе излагаются результаты проверки теоретических и экспериментальных данных в производственных условиях, доказывается экономическая целесообразность применения вакуумно-пневматического запрессовочного оборудования для изготовления гнукотклеенных блоков из шпона.

В заключении работы даны общие выводы и рекомендации, а также предлагаются документы о внедрении проведенных разработок в промышленность.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.

1. Расчет величины давления прессования гнutoклеенных блоков из шпона в вакууме при эластичной передаче давления.

Процесс изгиба с одновременным склеиванием пакетов шпона в вакууме при эластичной передаче давления прессования сопровождается сложным комплексом физико-механических и химических явлений, протекающих в зависимости от целого ряда факторов.

Одним из основных факторов, определяющих величину давления прессования, является способ передачи этого давления на пакет шпона.

В жестких пресс-формах, вследствие геометрической погрешности их рабочих поверхностей и разнотолщинности шпона, для достижения полного контакта между листами шпона по всей площади, необходимо производить значительную упрессовку пакета. Поэтому склеивание гнutoклеенных блоков в жестких пресс-формах происходит при высоком давлении - около 20 кг/см^2 , т.е. при таком же, как и при склеивании фанеры. При этом на изгиб пакета и склеивание шпона затрачивается 5-10% общего усилия, а 90-95% расходуется на упрессовку шпона и на преодоление силы трения между пакетом и пресс-формой.

Дная картина наблюдается при прессовании гнutoклеенных блоков в вакууме с эластичной передачей давления на пакет. В этом случае давление распределяется равномерно по всей поверхности формируемого блока и для создания необходимого контакта между склеиваемыми листами шпона требуется незначительная его величина. При этом воздух и газообразные продукты склеивания быстро и практически полностью удаляются из пакета. По данным В.А.Куликова склеивание фанеры в вакуумных прессах с эластичной передачей давления может производиться при величине его менее 1 кг/см^2 .

Для определения величины давления при прессовании гнutoклеенных блоков в вакуумно-пневматических пресс-формах с эластичной передачей давления нами получены следующие расчетные формулы:

при параллельном расположении волокон смежных листов шпона в пакете (изгиб происходит поперек волокон):

$$Q_{II} = \frac{2 (120000 + 2800n) nh^3}{3 R (L - \frac{\pi R \alpha}{180})^2}; \quad (1)$$

при перпендикулярном расположении волокон смежных листов шпона в пакете:

$$Q_I = \frac{2 (105000 - 2900n + 133n^2) nh^3}{3 R (L - \frac{\pi R \alpha}{180})^2}; \quad (2)$$

- где n - число слоев шпона в пакете;
 h - толщина шпона, см.;
 R - радиус изгиба оси симметрии пакета, см.;
 L - длина пакета шпона, см.;
 α - угол изгиба пакета, град.

При выводе формул (1) и (2) использованы результаты экспериментальных исследований по определению условных модулей упругости (E) пакетов из березового шпона с нанесенным клеем. В зависимости от конструкции пакета, условные модули упругости можно определять по эмпирическим формулам:

$$E_I = 105000 - 2900n + 133n^2; \quad (3)$$

$$E_{II} = 120000 + 2800n. \quad (4)$$

Формулы (1) и (2) справедливы при условии

$$L > \frac{\pi R \alpha}{180};$$

Увеличение числа слоев и толщины шпона, а также угла изгиба вызывают рост величины необходимого давления прессования, а с увеличением радиуса изгиба и длины пакета - уменьшение его. Практически требуемая величина оптимального давления прессования гнуклееных блоков из шпона в вакуумно-пневматических пресс-формах будет несколько ниже расчетной, т.к. вышеуказанные формулы не учитывают факторов времени действия давления и прогрева пакета.

По формулам (1) и (2) построена номограмма, представленная на рис.1. На номограмме показан пример, в котором по заданным параметрам: $M_n = 9$; $h = 1,15 \text{ мм.}$; $R = 30,5 \text{ мм.}$; $\alpha = 90^\circ$ и $L = 300 \text{ мм.}$ определена величина давления прессования, равная $Q = 0,6 \text{ кг/см}^2$.

Таким образом, зная конструкцию пакета и требуемый профиль гнуклеенного блока, можно по формулам (1) и (2) или по номограмме (Рис.1) с достаточной для практики точностью определить требуемую величину давления прессования в вакуумно-пневматической пресс-форме.

2. Принципиальные схемы вакуумно-пневматического запрессовочного оборудования для изготовления гнуклеенных блоков из шпона.

Нами предложено несколько схем вакуумно-пневматического запрессовочного оборудования для изготовления гнуклеенных блоков из шпона при небольшом давлении. Главной отличительной особенностью этого оборудования является то, что оно обеспечивает склеивание пакета шпона в герметической вакуумной камере, а давление прессования передается равномерно на всю поверхность пакета через эластичную диафрагму и создает атмосферным давлением или давлением сжатого воздуха.

Для изготовления эластичных диафрагм могут быть использованы силиконовые каучуки, фторокаучуки, а также различные марки термостойкой резины.

Одна из разработанных конструкций вакуумно-пневматических пресс-форм показана на рис.2. Запрессовка производится следующим образом. Вначале пакет 3 формируется как в жесткой пресс-форме, пока он не окажется в герметической камере А, образованной выемкой в пуансоне и диафрагмой матрицы. После смыкания пресс-формы включается вакуумный насос, который выкачивает воздух из камеры А. Под действием атмосферного давления или сжатого воздуха в камере В, образованной матрицей и диафрагмой, через систему отверстий 6 диафрагма 4 допрессовывает пакет 3, создавая равномерное давление по всей поверхности прессования.

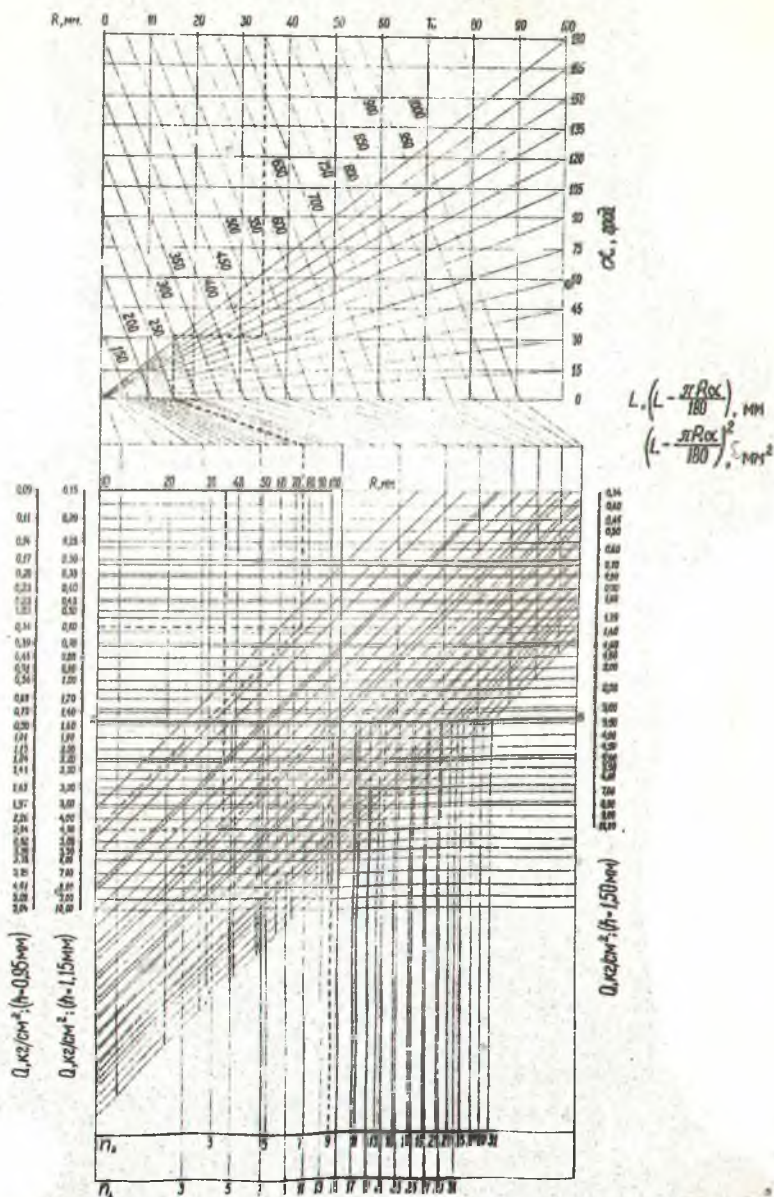


Рис.1. Номограмма для определения давления прессования в вакуумно - пневматических пресс - формах.

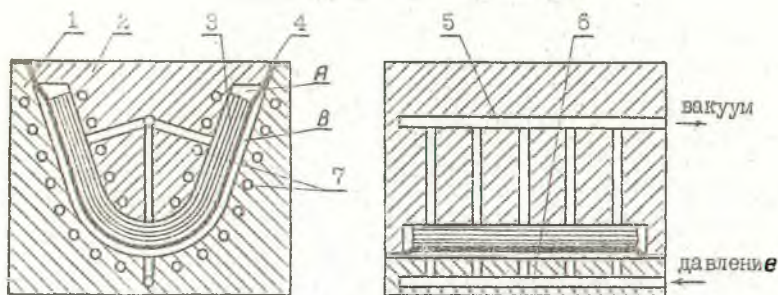


Рис. 3. Схема вакуумно-пневматической пресс-формы.

- 1 - матрица; 2 - пуансон; 3 - прессуемый пакет шпона;
4 - эластичная диафрагма; 5 - система создания вакуума;
6 - система подачи давления; 7 - электронагревательные
элементы.

Для обогрева матрица и пуансон снабжены электронагревательными элементами, которые создают заданный температурный режим прессования. После окончания процесса прессования, пуансон поднимается вверх и производится выгрузка склеенного блока из пресса. При прессовании блока газообразные продукты склеивания удаляются через вакуумный насос.

Пресс-форма позволит прессовать гнукотвердые блоки из шпона по различным технологическим режимам:

- а) прессование в вакууме под атмосферным давлением;
- б) прессование в вакууме под давлением сжатого воздуха;
- в) прессование без вакуума под давлением сжатого воздуха;
- г) прессование в жесткой цельной пресс-форме;
- д) прессование в жесткой цельной пресс-форме с эластичной прокладкой.

Разработанные схемы вакуумно-пневматического запрессовочного оборудования позволяют получать гнукотвердые блоки любой формы профиля.

3. Количественная оценка качества гнутоклееных ваготовок из шпона.

Исходя из того, что гнутоклеенные детали мебели будут иметь продолжительный срок службы лишь при условии их работы в пределах упругих деформаций, нами были выбраны критерии, которые могут дать механическую характеристику (качества) указанным деталям. Как показали проведение исследования, качество гнутоклеенных деталей можно охарактеризовать тремя основными факторами: жесткостью EJ_z , условным пределом прочности σ' и характером их разрушения при растяжении как кривого бруса. Разработанная схема механических испытаний гнутоклеенных деталей (Рис.3) позволяет испытывать по единой методике детали любых параметров (углов и радиусов изгиба, толщин и длин прямолинейных участков).

Известно, что энергия деформации при изгибе определяется уравнением

$$U = \int_0^s \frac{M^2 ds}{2EJ_z} \quad (5)$$

где U - энергия деформации;
 s - длина бруса (контур интегрирования);
 M - изгибающий момент;
 EJ_z - жесткость.

Перемещение точки приложения какой-либо силы P в направлении силы равняется

$$\delta = \frac{\partial U}{\partial P} \quad (6)$$

В результате совместного решения уравнений (5) и (6) получена расчетная формула для определения жесткости гнутоклеенных деталей:

$$EJ_z = \frac{2P}{\delta} \cdot K \quad (7)$$

где P - приложенная сила, кг;
 δ - перемещение точки приложения силы P в направлении силы, см;
 K - коэффициент формы блока, см³.

Коэффициент формы блока дугобразного профиля равен:

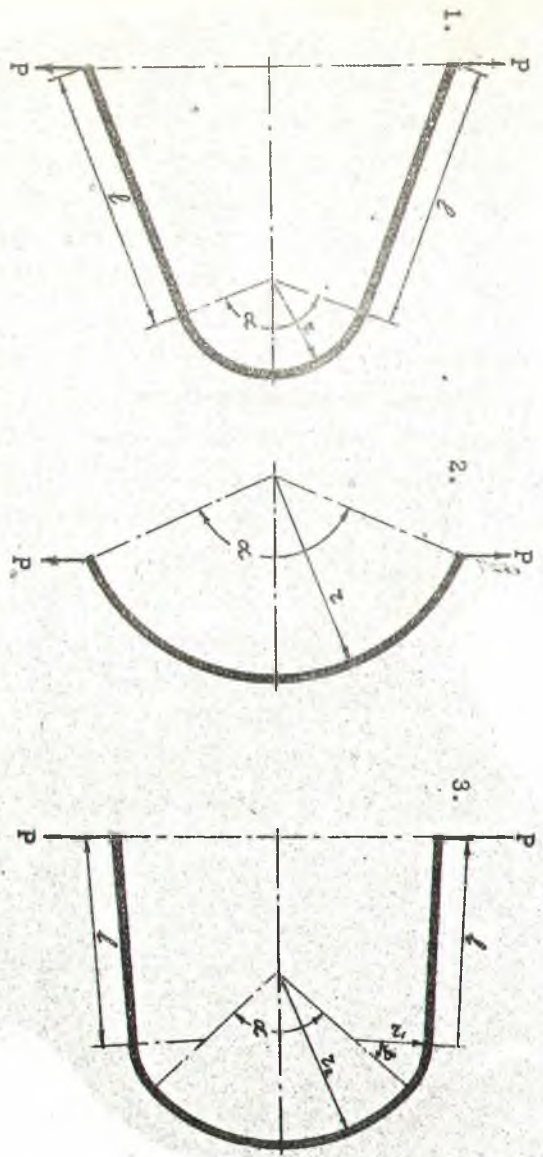


Рис. 3. Схема испытаний гнутоклеенных образцов.
 1 - образец уголкового профиля; 2 - образец дугообразного профиля;
 3 - образец U-образного профиля.

$$K_w = r^3 \left(\frac{\alpha}{4} + \frac{3}{4} \sin \alpha + \frac{\alpha}{2} \cos^2 \frac{\alpha}{2} \right) \quad (8)$$

Коэффициент формы блока уголкового профиля равен:

$$K_L = \frac{l^3}{3} \sin^2 \frac{\alpha}{2} + r \left[r^2 \left(\frac{\alpha}{4} - \frac{3}{4} \sin \alpha + \frac{\alpha}{2} \cos^2 \frac{\alpha}{2} \right) + rL \left(2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha}{2} \sin \alpha \right) + \frac{\alpha}{2} L^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right] \quad (9)$$

Коэффициент формы блока U-образного профиля (царга стула) равен:

$$K = \frac{l^3}{3} \sin^2 \delta + \beta L^2 r_1^2 \sin^2 \delta + 2Lr_1^2 (\sin \delta - \sin \frac{\alpha}{2}) \sin \delta - Lr_1^2 \beta \sin 2\delta + \frac{1}{2} r_1^3 \beta - \frac{1}{4} r_1^3 (\sin \alpha - \sin 2\delta) + 2r_1^3 (\sin \frac{\alpha}{2} - \sin \delta) \cos \delta + r_1^3 \beta \cos^2 \delta + \frac{\alpha}{2} L^2 r_2^2 \sin^2 \delta + 2Lr_2^2 \sin \frac{\alpha}{2} \sin \delta - \alpha Lr_2^2 \cos \frac{\alpha}{2} \sin \delta + \frac{\alpha}{4} r_2^3 - \frac{3}{4} r_2^3 \sin \alpha + \frac{\alpha}{2} r_2^3 \cos^2 \frac{\alpha}{2} + \alpha r_2^2 L \sin \delta r_1 (\cos \frac{\alpha}{2} - \cos \delta) + 2r_2^2 r_1 (\cos \frac{\alpha}{2} - \cos \delta) \sin \frac{\alpha}{2} - 2r_2^2 r_1 (\cos \frac{\alpha}{2} - \cos \delta) \cos \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha}{2} r_2^2 r_1^2 (\cos \frac{\alpha}{2} - \cos \delta)^2 \quad (10)$$

В формулах (8), (9) и (10) приняты следующие условные обозначения:

- l - длина прямолинейного участка образца, см;
- r, r_1, r_2 - радиусы кривизны средней оси образца, см;
- α, β - углы изгиба образца в радианах, $\delta = \frac{\alpha}{2} + \beta$

Формула (10) является общей для вышеуказанных форм профиля гнутоклеенных деталей. Так, подставив в неё значения $\beta = 0$ и $r_1 = r_2 = r$, получим формулу (9), а подставив значения $l = 0, \beta = 0$ и $r_1 = r_2 = r$, получим формулу (8).

При разрушении гнутоклеенных образцов условный предел их прочности может рассчитываться по нормальным, радиальным или касательным напряжениям, которые определяются по известным формулам сопротивления материалов.

Условный предел прочности, жесткость и характер разрушения гнутоклеенных деталей при их растяжении как кривого бруса были в нашей работе основными критериями количественной оценки качества образцов.

II. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

На лабораторных установках, схемы которых показаны на рис.2 и рис.4, были проведены экспериментальные исследования по определению влияния на качественные показатели гнutoклевeных образцов технологических (Рис.5) и конструктивных (Рис.6) факторов. Данные факторы являются одними из основных, определяющих качество гнutoклевeных деталей.

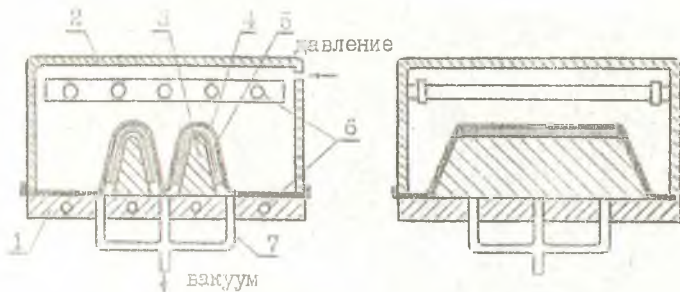
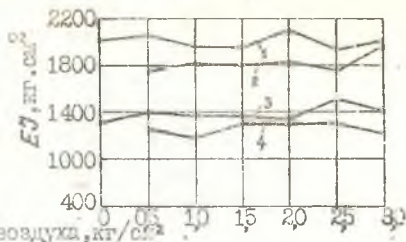
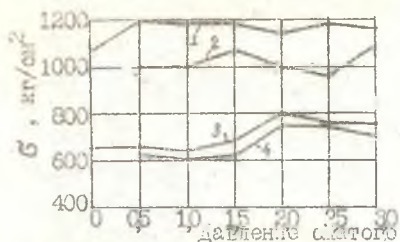


Рис.4. Схема вакуумного пресса.

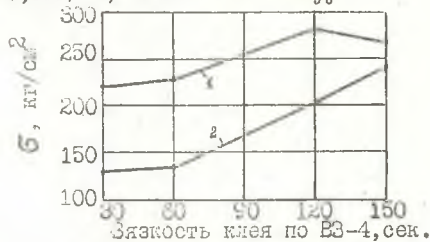
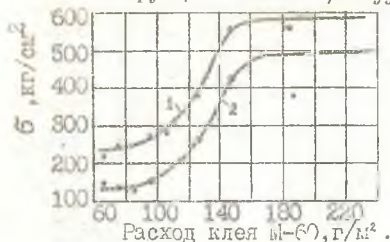
1 - плита; 2 - колпак; 3 - пресс-формы; 4 - эластичная диафрагма; 5 - прессуемый пакет шпона; 6 - электронагревательные элементы; 7 - система создания вакуума.

Для определения расчетной величины давления прессования гнutoклевeных блоков были установлены экспериментально условные модули упругости пакетов из березового шпона в зависимости от конструкции и ширины пакета, толщины шпона и расстояния между опорами.

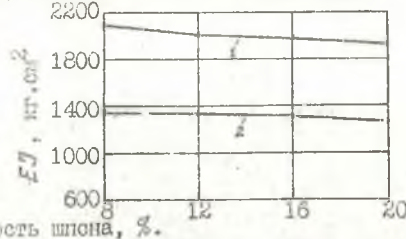
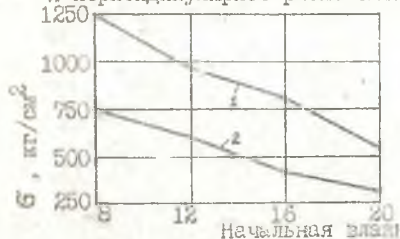
Учитывая, что при прессовании гнutoклевeных блоков из шпона возникают силы трения, влияющие на общее усилие прессования, были определены коэффициенты трения, возникающего между пакетом и пресс-формой, а также между листами шпона в пакете в зависимости от нормального давления, направления соприкасающихся волокон шпона в пакете и вязкости клея на основе смолы М-19-62.



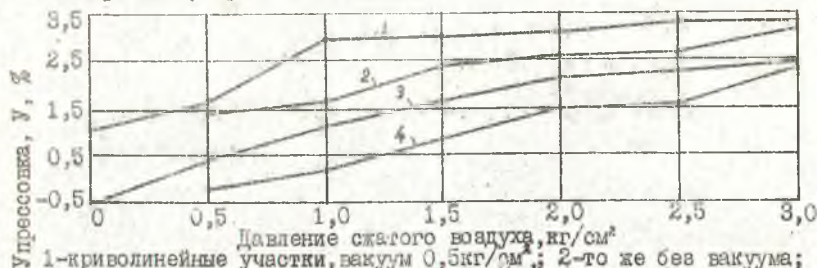
1- конструкция пакета-1, вакуум 0,5кг/см²; 2-то же без вакуума;
3- конструкция пакета-2, вакуум 0,5кг/см²; 4-то же без вакуума.



1- параллельное расположение волокон смежных листов шпона в пакете;
2- перпендикулярное расположение волокон смежных листов шпона.

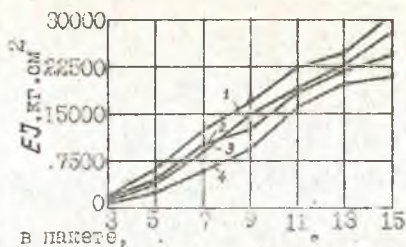
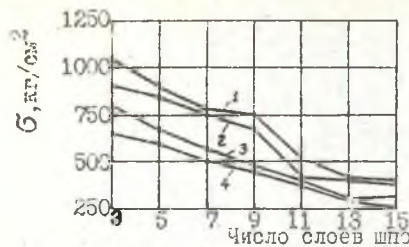


1- параллельное расположение волокон смежных листов шпона в пакете;
2- перпендикулярное расположение волокон смежных листов шпона.

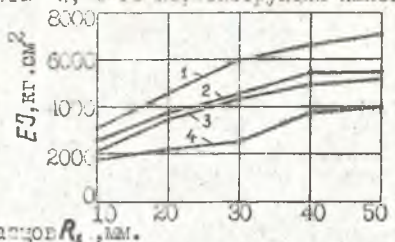
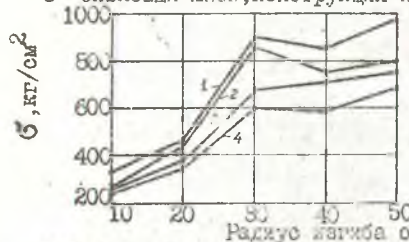


1- криволинейные участки, вакуум 0,5кг/см²; 2-то же без вакуума;
3- прямолинейные участки, вакуум 0,5кг/см²; 4-то же без вакуума.

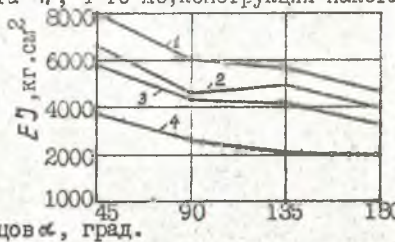
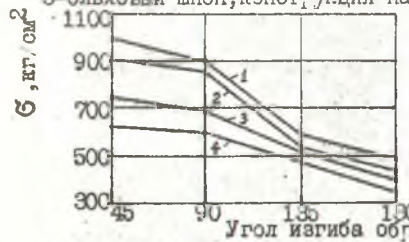
Рис. 5. Влияние некоторых технологических факторов на качественные показатели гнуптоклееных образцов.



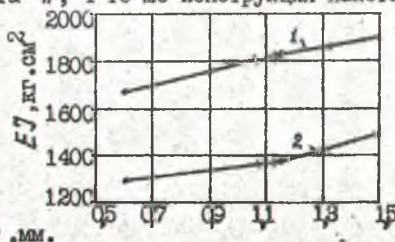
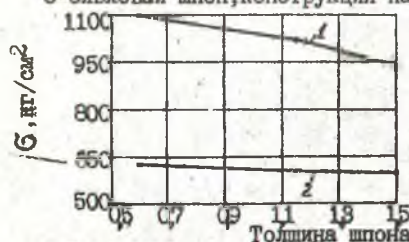
1- березовый шпон, конструкция пакета- II; 2- то же, конструкция пакета- I.
3- ольховый шпон, конструкция пакета- II; 4- то же, конструкция пакета- I.



1- березовый шпон, конструкция пакета- II; 2- то же, конструкция пакета- I.
3- ольховый шпон, конструкция пакета- II; 4- то же, конструкция пакета- I.



1- березовый шпон, конструкция пакета- II; 2- то же, конструкция пакета- I.
3- ольховый шпон, конструкция пакета- II; 4- то же, конструкция пакета- I.



1- березовый шпон, конструкция пакета- II; 2- то же, конструкция пакета- I.

Рис. 6. Влияние некоторых конструктивных факторов на качественные показатели гнутоклееных образцов.

При проведении опытов руководствовались следующими общими положениями. Были использованы исходные материалы, применяемые при производстве гнутоклееных деталей. Пределы, в которых производились исследования переменных факторов, обуславливались ГОСТами, техническими условиями или опытом промышленных предприятий. Количество опытов устанавливалось на основании литературных данных или путем проведения поисковых опытов с учетом того, чтобы их количество обеспечивало величину показателя точности P , не превышающую 5 %.

В лабораторных условиях был использован березовый и ольховый шпон. Опыты с осиновым шпоном были проведены в производственных условиях.

Результаты экспериментальных исследований подтвердили полученные теоретические расчетные формулы для определения давления при прессовании гнутоклееных блоков из шпона в вакууме и эластичной передаче давления. В этом случае увеличение давления от 0,5 до 3 кг/см² не оказывает существенного влияния на прочность и жесткость гнутоклееных деталей, а увеличивает только несколько их упрессовку. Упрессовка при давлении около 1 кг/см² составляет примерно 1 %, что почти в 10 раз меньше, чем упрессовка при прессовании гнутоклееных блоков в жестких пресс-формах.

Установлен рост прочности гнутоклееных деталей (σ) при увеличении расхода карбамидного клея (C) до 160 г/м². Полученная зависимость может быть описана кубическими уравнениями:

для деталей из березового шпона с перпендикулярным расположением волокон смежных листов:

$$\sigma = 0,0006 C^3 - 0,118 C^2 + 7,4 C - 6; \quad (11)$$
$$65 \leq C \leq 160;$$

для деталей из березового шпона с параллельным расположением волокон смежных листов:

$$\sigma = 0,000957 C^3 - 0,249 C^2 + 23,11 C - 528; \quad (12)$$
$$65 \leq C \leq 160.$$

При дальнейшем увеличении расхода клея до 250 г/м² прочность гнуто-

клееных образцов оставалась постоянной.

Оптимальным расходом клея следует считать $100 + 110 \text{ г/м}^2$, т.к. при данном расходе клея разрушение образцов происходит по древесине.

Вязкость карбамидного клея в пределах от 30 до 150 сек. оказала незначительное влияние на прочность гнutoкклееных деталей. Вязкость клея при вакуумном прессовании можно рекомендовать 60 сек. по ВЗ-4.

Проведенные запрессовки гнutoкклееных блоков из шпона, имеющего различную начальную влажность, показали, что с увеличением начальной влажности шпона интенсивно падает прочность гнutoкклееных блоков. При изготовлении гнutoкклееных блоков вакуумным методом можно применять шпон, имеющий начальную влажность $8 + 1\%$.

Большое влияние на качественные характеристики гнutoкклееных деталей, полученных в вакуумных прессах, оказывает их конструкция: толщина деталей и шпона, порода шпона и взаимное расположение волокон его смежных листов в пакете, радиус и угол изгиба. Условный предел прочности гнutoкклееных деталей увеличивается с уменьшением их толщины, угла изгиба и с увеличением радиуса изгиба. Жесткость гнutoкклееных деталей увеличивается с уменьшением угла изгиба и с увеличением их толщины и радиуса изгиба. Толщина шпона в пределе $0,6 + 1,5 \text{ мм}$ оказывает незначительное влияние на их качественные характеристики и поэтому должна браться максимальной, в зависимости от радиуса и угла изгиба.

С целью сравнительной оценки качественных характеристик гнutoкклееных образцов, полученных в вакуумно-пневматической и жесткой цельной пресс-формах уголкового профиля, были проведены серии запрессовок: 10 в вакуумно-пневматической и 10 в жесткой. Обе пресс-формы рассчитаны на прессование блоков уголкового профиля с радиусом изгиба вогнутой стороны блока 30 мм и углом изгиба 90° . Исходные материалы для прессования и конструктивные параметры блоков в обоих случаях были одинаковыми.

Результаты механических испытаний образцов, полученных различными способами прессования, приведены в таблице. На каждый фактор было испн-

гано 20 образцов.

Таблица.

Количественная оценка качества гнотоклееных образцов из березового шпона, полученных в жесткой и вакуумно-пневматической пресс-формах. ($h = 0,95\text{мм}$; $n_1 = 11$; $\alpha = 90^\circ$; $R_1 = 30\text{мм}$).

Качественные показатели	Пресс-форма	Давление прессования, кг/см ²	Величина показателя
Условный предел прочности при разгибе, кг/см ²	вакуумно-пневматическая	0,8	728
	жесткая	20	691
Жесткость при разгибе, кг.см ²	вакуумно-пневматическая	0,8	1856
	жесткая	20	1701
Предел прочности при скалывании по клеевому шву на прямолинейных участках, кг/см ²	вакуумно-пневматическая	0,8	40
	жесткая	20	49
Предел прочности при скалывании п. клеевому шву на криволинейных участках, кг/см ²	вакуумно-пневматическая	0,8	37,5
	жесткая	20	42,5
Характер разрушения образцов	вакуумно-пневматическая	0,8	древесина-клей
	жесткая	20	древесина-клей

Из таблицы видно, что условный предел прочности при разгибе и жесткость гнотоклееных образцов, полученных в жесткой и эластичной пресс-формах, примерно одинаковы. Предел прочности при скалывании по клеевому шву гнотоклееных образцов, полученных в эластичной пресс-форме, несколько ниже, чем полученных в жесткой, и составляет в среднем 40кг/см^2 на прямолинейных участках и $37,5\text{ кг/см}^2$ - на криволинейных.

По данным СЛБ Главмобельпрома допустимый предел прочности гнотоклееных деталей при испытании на скалывание по клеевому шву составляет

2262 ар.

20 + 28 кг/см² на криволинейных участках и 20 кг/см² - на прямолинейных. По ГОСТ 3916-65 допускаемый предел прочности березовой фанеры марки ФК при испытании на скалывание по клеевому шву составляет 12 кг/см².

Таким образом, механические показатели гнutoкленных деталей, полученных в вакуумно-пневматических пресс-формах, выше допускаемых и примерно соответствуют показателям гнutoкленных деталей, полученных в жестких пресс-формах.

III. ПРОВЕРКА РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ.

1. Изготовление промышленных деталей в вакууме при эластичной передаче давления.

Разработанное вакуумно-пневматическое запрессовочное оборудование и технологические режимы прессования гнutoкленных блоков из шпона прошли промышленную проверку на Борисовском фанспичкомбинате. На указанном предприятии прессование гнutoкленных блоков производилось в жестких цельных пресс-формах с паровым обогревом при давлении 25-30 кг/см². Качество продукции при этом достигалось не всегда хорошее и потери от брака составляли около 10 %.

Вакуумным методом при давлении прессования 0,8 кг/см² были изготовлены партии спинок стула и подлокотников диван-кровать. Потери по причине брака в данном случае не наблюдались. Прочность полученных деталей была примерно равна прочности таких же деталей (хорошего качества), полученных в жестких пресс-формах. Однако при этом для спинки стула пакет набирался из 7-ми листов шпона вместо 9-ти такой же толщины, а для подлокотника - из 8-ми листов вместо 11-ти.

Ожидаемая условно-годовая экономия в результате применения вакуумного запрессовочного оборудования по цене гнutoкленных деталей Борисовского фанспичкомбината составляет ориентировочно 10000 руб.

Приведенные расчеты экономической эффективности вакуумного метода прессования, которые подтвердились при промышленном апробировании вакуумного оборудования на Борисовском фанспичкомбинате, а также опыт Речицкого фанерно-мебельного комбината по выпуску гнуклееных ручек выдвижных ящиков на вакуумном прессе "Interwood" (давление прессования $0,6 \text{ кг/см}^2$) показывают возможность снижения себестоимости гнуклееных блоков ориентировочно на 20 %. Это достигается, главным образом, за счет высокого качества продукции и экономии сырья.

По нашим рекомендациям на трех предприятиях Белоруссии в настоящее время производится внедрение вакуумно-пневматического запрессовочного оборудования.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований прессования гнуклееных блоков из шпона на вакуумно-пневматическом запрессовочном оборудовании, а также результаты его промышленного апробирования позволяют рекомендовать это оборудование для изготовления гнуклееных деталей.

2. Количественная оценка качества гнуклееных заготовок, выпускаемых предприятиями Белоруссии.

По разработанной методике количественной оценки качества гнуклееных заготовок была испытана продукция, выпускаемая Мостовским фандоком и Гомельским фанспичкомбинатом. При прессовании гнуклееных блоков строго контролировались и выдерживались технологические режимы, которые соответствовали режимам, применяемым на предприятиях Минлесдревпрома БССР. Для механических испытаний по визуальной оценке отбирались заготовки хорошего качества по 4 образца из 3-х блоков, имеющих одинаковые параметры. Испытывались по 12 образцов для каждого профиля гнуклееных заготовок через 24 часа после их прессования. Проведенные испытания показали, что по предложенной методике может быть дана количественная оценка качества гнуклееным заготовкам любого профиля.

Испытания промышленных заготовок подтвердили зависимости качественных характеристик гнутоклееных образцов от их конструктивных факторов, полученные в лабораторных условиях.

3. Исследование возможности применения осинового шпона в производстве гнутоклееных деталей.

Для производства гнутоклееных деталей преимущественно используется березовый и ольховый шпон. Древесина осины на предприятиях Белоруссии применяется, главным образом, в спичечном производстве.

С целью сравнения качества гнутоклееных заготовок из осинового и ольхового шпона были сделаны запрессовки деталей кресла, изготавливаемых Гомельским фанспичкомбинатом. По прочности гнутоклееные заготовки из осинового шпона в среднем на 12 % и по жесткости на 14 % оказались ниже аналогичных заготовок, изготовленных из ольхового шпона. Как видно, разница невелика, качество склеивания в обоих случаях было удовлетворительное.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать наряду с березовым и ольховым шпоном в производстве гнутоклееных деталей использовать и осинный, что будет способствовать расширению сырьевой базы для выпуска данной продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Одним из основных факторов, определяющих качество гнутоклееных деталей из шпона является равномерность распределения давления по площади прессуемых блоков. Это условие хорошо достигается в пресс-формах с эластичной передачей давления, а в жестких пресс-формах, которые являются в настоящее время наиболее распространенными, равномерность давления имеет значительные отклонения, что приводит к появлению брака.

2. Склеивание гнуклееных блоков из шпона в вакуумных пресс-формах с эластичной передачей давления прессования имеет ряд преимуществ по сравнению со склеиванием в жестких пресс-формах. Оно характеризуется высоким качеством, равномерностью толщины и стабильностью формы получаемого слоистого материала при значительно меньшем давлении (примерно в 20 раз) и упрессовке пакетов (примерно в 10 раз).

3. Изготовление гнуклееных блоков может осуществляться на разработанном вакуумно-пневматическом запрессовочном оборудовании, схема пресс-формы одного из вариантов которого показана на рис.2.

4. Давление прессования гнуклееных блоков в вакуумно-пневматических пресс-формах с достаточной для практики точностью можно определять по номограмме (Рис.1). Однако давление прессования, в соответствии с необходимым качеством склеивания, следует принимать не ниже $0,5 \text{ кг/см}^2$.

5. Анализ формул (1) и (2) и их опытная проверка показали, что для большинства видов гнуклееных блоков, выпускаемых промышленностью, при изготовлении их в вакуумно-пневматических пресс-формах, достаточно давление прессования, создаваемое вакуумом, т.е. менее 1 кг/см^2 .

6. Прочность склеивания гнуклееных заготовок в вакуумных пресс-формах удовлетворяет требованиям существующих нормативов.

7. При количественной оценке качества гнуклееных заготовок или деталей их следует испытывать на растяжение как кривой брус. Определяемые при этом условный предел прочности по известным формулам сопротивления материалов, жесткость по формуле (7) и характер разрушения образцов дадут объективную характеристику качества продукции.

8. Гнуклеенные блоки из шпона могут изготавливаться в вакуумно-пневматических пресс-формах по следующему технологическому режиму:

- 1) давление прессования определяется по номограмме (Рис.1);
- 2) расход карбамидного клея - $100 + 110 \text{ г/м}^2$ при его вязкости 60 сек. по ВЗ-4; при необходимости повысить прочность гнуклеенных деталей расход клея можно увеличить до 160 г/м^2 ;

3) влажность шпона перед нанесением клея - $8 + 12\%$;

4) время прессования такое же, как и при прессовании фанеры.

9. Установлено влияние на качественные показатели гнutoкленных заготовок их конструктивных и технологических факторов.

10. Определены коэффициенты трения, возникающего при формировании гнutoкленного блока. Коэффициент трения между пресс-формой и пакетом равен в среднем 0,194, а между листами шпона в пакете - 0,31 - вдоль волокон и 0,26 - поперек волокон.

11. Способность пакетов шпона с нанесенным клеем упруго деформироваться при изгибе можно характеризовать условным модулем упругости, который определяется по формулам (3) и (4).

12. При изготовлении гнutoкленных деталей может использоваться на внутренние слои также и осиноый шпон. Это позволит расширить сырьевую базу и использовать отходы осинового шпона на фанеро-сочетанных комбинациях.

13. Наряду с использованием жестких пресс-форм для изготовления гнutoкленных блоков из шпона можно применять вакуумно-пневматические пресс-формы, что позволяет повысить качество продукции, снизить её себестоимость и улучшить санитарно-гигиенические условия труда.

Основные материалы по теме диссертации опубликованы в следующих работах:

†1. Манкевич Л.А., Куцак А.А. Влияние некоторых факторов на качество гнutoкленных деталей из шпона. Журнал "Деревообрабатывающая промышленность", № 8, 1968.

†2. Манкевич Л.А., Куцак А.А., Аверина Г.А. Количественная оценка качества гнutoкленных деталей. Журнал "Деревообрабатывающая промышленность", № 3, 1968.

†3. Манкевич Л.А., Куцак А.А., Аверина Г.А. Коэффициенты трения, воз-

никакшего при прессовании гнуктоклееных мебельных блоков из шпона. Реферативный сборник "Мебель", № 12, 1968.

4. Манкевич Л.А., Куцак А.А., Аверина Г.А. Из осинового шпона. Журн. "Промышленность Белоруссии", № 2, 1969.

5. Манкевич Л.А., Куцак А.А., Аверина Г.А. К вопросу о количественной оценке качества гнуктоклееных деталей. Сборник "Механическая технология древесины". Издательство "Высшая школа", Минск, 1968.

6. Манкевич Л.А., Куцак А.А., Аверина Г.А., Фитвиненко П.А. - Исследование процесса гнутья с одновременным склеиванием мебельных деталей (блоков) из шпона. Сборник "Совершенствование техники и технологии производства". Минск, 1967.

7. Манкевич Л.А., Рякунов Е.Ф., Куцак А.А., Яшина И.П., Аверина Г.А. Исследование упругих свойств пакетов шпона. Материалы научно-технической конференции по итогам научных работ 1968 года. Минск, 1969.

8. Манкевич Л.А., Куцак А.А., Донченко Л.Ф. Прессование гнуктоклееных блоков из шпона в вакуумно-пневматических пресс-формах с эластичной передачей давления. "Новое в фанерной промышленности и производстве древесностружечных плит", ЛДНП, Л., 1970.

Основные положения диссертации доложены автором и обсуждены на следующих научных конференциях и производственных совещаниях:

1. Межреспубликанский семинар "Производство гнуктоклееных из шпона деталей и применение их в мебельной промышленности", Клишинев, 1967.

2. Научно-технические конференции по итогам научных работ БТИ имени С.М.Кирова, Минск, 1967, 1968, 1969, 1970 гг.

АТ 08156, зак. 400, тир. 150 экз. Подписано к печати 16.3.70г.

БТИ им. С. М. Кирова, г. Минск, Свердлова, 13.