

С помощью формулы (6) можно определить объем материала полый плиты

$$V_{\text{п}} = \frac{K}{M} V;$$

плотность материала полый плиты

$$\rho_{\text{м.п}} = \frac{G}{V_{\text{п}}}$$

где  $G$  — масса полый плиты.

Результаты экспериментов по определению плотности полых плит и плотности материала полых плит приведены в табл. 1.

Полученные зависимости могут быть использованы при конструировании полых плит с квадратным сотовым заполнением.

Л. А. Манкевич, Е. Ф. Рикунев, И. П. Яшина,  
В. П. Трухачев

### ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВАКУУМНОЙ ПРЕСС-ФОРМЫ, ТОЛЩИНЫ И РАЗНОТОЛЩИННОСТИ ШПОНА И ПАКЕТОВ НА КАЧЕСТВО ГНУТОКЛЕЕННЫХ БЛОКОВ

Вакуумная пресс-форма для прессования гнutoкleeных блоков из шпона состоит из пуансона и матрицы, на которой свободно лежит эластичная диафрагма. Рабочая поверхность пуансона имеет полость.

Склеивание пакетов, набранных из листов лушенного шпона, производится в герметической вакуум-камере, образованной полостью пуансона и эластичной диафрагмой, прижатой пуансоном к матрице по ее периметру. Глубина полости пуансона создается металлическим бортом и является постоянной. Высокое качество гнutoкleeных блоков из шпона, изготовленных в пресс-формах как жесткой, так и вакуумной, зависит от того, на сколько будет создан и поддерживаться в течение всего времени склеивания необходимый контакт между всеми точками склеиваемых поверхностей.

При склеивании криволинейных блоков из шпона в вакуумной пресс-форме с металлическим бортом (рис.1) одним из

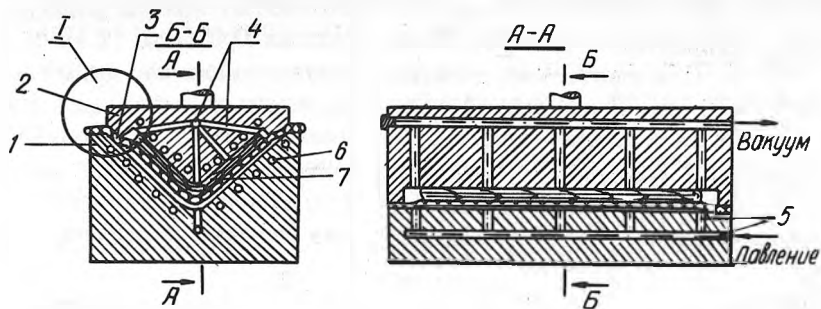


Рис. 1. Вакуумная пресс-форма с жестким бортом из металла: 1—матрица; 2—пуансон; 3—эластичная диафрагма; 4—система отверстий для удаления воздуха из вакуум-камеры; 5—система отверстий, сообщающихся с атмосферой; 6—гэны; 7—пакет.

основных условий их качественного изготовления является соответствие размеров толщины набранных плотных пакетов глубине полости пуансона, т.е. пакеты должны набираться так, чтобы они имели заданную постоянную толщину.

Для набора пакетов определенной заданной толщины необходимо при их формировании соблюдать требование: чтобы толщина шпона была величиной постоянной. Чтобы выполнить указанное требование в условиях прессования пакетов в вакуумно-пневматических пресс-формах с жестким металлическим бортом, необходимо калибровать пакеты по толщине, что практически осуществить почти невозможно.

Разнотолщинность пакетов оказывает существенное влияние на качество склеивания блоков в жесткой пресс-форме.

Неблагоприятное влияние разнотолщинности пакета на качество склеивания криволинейных блоков устраняется применением вакуумной пресс-формы с пружинящим эластичным бортом. При смыкании пресс-формы он будет сжиматься и устранять разнотолщинность. Высота борта, формирующая глубину вакуумной камеры склеивания, должна быть рассчитана на получение заданной толщины гнуктоклееного криволинейного блока. В этой камере должен разместиться пакет с расчетным отклонением от номинального размера по толщине. Оптимальная глубина камеры склеивания (высота эластичного борта) может быть определена следующим расчетом.

Согласно ГОСТ 99—65, допускаются отклонения от номинальных размеров по толщине лушенного шпона в следующих

пределах: при толщине  $S_{ш.н}$  до 0,95 мм допустимое расчетное отклонение  $\Delta = \pm 0,05$  мм и более 0,95 мм  $-\Delta = \pm 0,10$  мм. Следовательно, толщина плотных пакетов из шпона может быть как номинальной толщины, так и больше или меньше ее на величину допускаемых расчетных отклонений. Допускаемые (расчетные) отклонения плотных пакетов, состоящих из шпона определенной толщины, будут представлять алгебраическую сумму отклонений числа листов, входящих в пакет.

Тогда

$$S_{п.р} = n ( S_{ш.н} \pm \Delta_p ), \quad (1)$$

где  $S_{п.р}$  -- расчетная толщина плотного пакета с учетом допускаемых отклонений, мм;  $S_{ш.н}$  -- номинальная толщина шпона, мм;  $\pm \Delta_p$  -- допускаемые (расчетные) отклонения шпона от номинальных размеров по толщине, мм;  $n$  -- число слоев шпона в пакете.

Из наблюдений видно, что имеются более или менее значительные действительные отклонения по толщине размеров изготавливаемого шпона от расчетных. Это происходит из-за неточности процесса лущения, неравномерной усадки шпона при усушке и др. В этом случае действительная (средняя) толщина плотного пакета с учетом имеющихся отклонений будет

$$S_{п.д} = n ( S_{ш.н} \pm \Delta_d ), \quad (2)$$

где  $S_{ш.н}$  -- номинальная толщина шпона, мм;  $\Delta_d$  -- действительные (средние) отклонения шпона от номинальных размеров по толщине, мм;  $n$  -- число слоев шпона в пакете.

Для изготовления гнотоклееных блоков в жестких пресс-формах применяют шпон толщиной от 1,15 мм до 1,5 мм. При формировании пакетов применяют шпон одной и той же породы древесины и одинаковой толщины. Упрессовка составляет до 10%. Толщина готовых гнотоклееных блоков находится в пределах от 4 до 40 мм. Размеры по толщине изготавливаемых для мебельной промышленности гнотоклееных блоков составляют от 6 до 24 мм.

При изготовлении на Гомельском ДОКе Л-образной гнотоклееной детали ножки кресла в жесткой цельной пресс-форме

толщиной 24 мм (в чистоте, после шлифования) пакет набирается из 27 листов (толщина шпона принимается равной 1,15 мм). Упрессовка составляет в среднем 12%. Конструкция блока с параллельным расположением смежных листов шпона.

Для изготовления блока этой же толщины в вакуумной пресс-форме число листов шпона в пакете условно обозначим  $n$ ;  $n = 23$ ;  $S_{\text{ш.н}} = 1,15$  мм (толщина шпона в пакете одинаковая),

$$\Delta p = \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Тогда 
$$S_{\text{п.р}} = n ( S_{\text{ш.н}} \pm \Delta p ).$$

Подставляя числовые значения, получим наибольшую расчетную толщину пакета при плюсовом расчетном отклонении всех листов шпона в пакете (максимальном размере по толщине

$$S_{\text{п.р. макс}} = 23 ( 1,15 + 0,1 ) = 28,75 \text{ мм}$$

и минусовом расчетном отклонении всех листов шпона в пакете (минимальном размере по толщине пакета)

$$S_{\text{п.р. мин}} = 23 ( 1,15 - 0,1 ) = 24,10 \text{ мм.}$$

Если же половина листов шпона в набранном плотном пакете будет с плюсовым допуском свободного размера, а половина с минусовым, с приближением запишем

$$S_{\text{п.р. ном}} \approx n S_{\text{ш.н}} \quad (3)$$

Тогда 
$$S_{\text{п.р. ном}} \approx 23 \cdot 1,15 = 26,4 \text{ мм.}$$

Замечаем, что разность между расчетной максимальной и минимальной толщинами плотных пакетов больше необходимого припуска на шлифование готового блока

$$S_{\text{п.р. макс}} - S_{\text{п.р. миним}} > \delta_{\text{п.ш}} \quad (4)$$

Тогда 
$$S_{\text{п.р. макс}} - S_{\text{п.р. миним}} = 28,75 - 24,10 = 4,65 \text{ мм.}$$

По данным В.А.Куликова [1], доля влияния колебаний толщины клеевых слоев в общем поле рассеивания толщины склеиваемого пакета слоистой древесины может быть оценена в 1--2,5%.

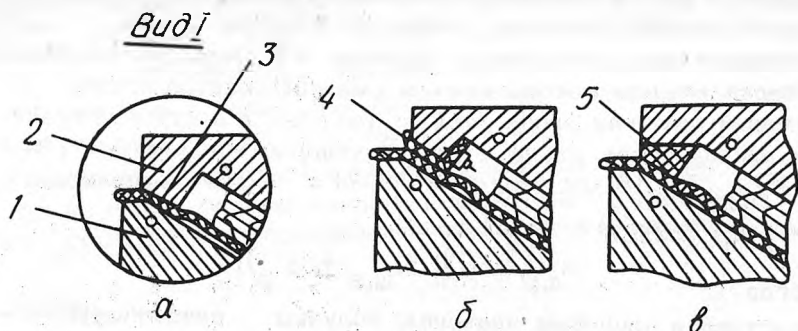


Рис. 2. Конструкция бортов вакуумных пресс-форм: а—жесткий из металла; 2—комбинированный из резины и металла; в—эластичный из резины; 1—матрица; 2—пуансон; 3—эластичная диафрагма; 4—эластичная часть борта; 5—эластичный борт.

Если принять, что средняя оптимальная толщина клеевого слоя  $S_{\text{к.с.ср}} = 0,05 \div 0,1$  мм, а  $n$  — число слоев шпона в склеиваемом пакете, то суммарная средняя толщина клеевых слоев в пакете составит

$$S_{\text{к.п.ср}} = S_{\text{к.с.ср}} (n - 1). \quad (5)$$

Оптимальная толщина клеевой прослойки, при которой наблюдается, по данным Б.М.Буглая [2], наибольшая прочность склеивания, находится в пределах

$$S_{\text{к.с.ср}} = 0,05 \div 0,1 \text{ мм.}$$

Рассмотрим верхний предел

$$S_{\text{к.с.ср}} = 0,1 \text{ мм,}$$

тогда толщина клеевых слоев в пакете составит

$$S_{\text{к.п.ср}} = S_{\text{к.с.ср}} (n - 1) = 0,1 (23 - 1) = 2,2 \text{ мм.}$$

При безупрессовочном кондуктивном склеивании в вакуумной пресс-форме по сравнению с жесткой получим: 1) экономию 4-х листов шпона на один блок толщиной 24 мм; 2) вполне достаточный припуск на шлифование блока.

Как показывают многолетние наблюдения, на предприятиях Белоруссии действительные (средние) отклонения шпона от номинальных размеров по толщине равны минусовым расчетным допускам

$$\Delta_{д.ср} = \Delta_p \quad (6)$$

где  $\Delta_{д.ср} \cong 0,1$  мм для толщин 1,15 и 1,5 мм.

В данном случае с учетом найденной толщины клеевых слоев блок, склеенный в вакуумной пресс-форме, имеет толщину

$$S_{бл} = S_{п.р.мин} + S_{к.п.ср} = 24,10 + 2,2 \text{ мм} = 26,3 \text{ мм.} \quad (7)$$

Как видно, можно принять, что

$$S_{бл} \cong S_{п.р.ном} \quad (8)$$

Высота борта, формирующая глубину полости вакуумной пресс-формы, определяется, таким образом, действительной возможной толщиной прессуемого пакета.

Для получения полустиковой заготовки — гнукотклеенного блока толщиной 25 мм и с заданной номинальной толщиной в чистоте 24 мм (1 мм дается на шлифование по толщине) необходимо, чтобы высота борта соответствовала

$$S_{бл} = 26,4 \text{ мм.}$$

В Белорусском технологическом институте им. С.М.Кирова разработаны конструкции вакуумных пресс-форм: с комбинированным бортом из резины и металла и с эластичным бортом из резины (рис. 2,б и в).

Пресс-форма позволяет "снять" действительную разнотолщинность пакетов, устранить их калибрование при формировании. При смыкании вакуумной пресс-формы эластичная часть борта из резины работает на сжатие, а при размыкании вследствие упругого последействия восстанавливается его начальная величина и форма.

Работа сжатия эластичной части борта элементарной длины определяется согласно формуле

$$Q = - \int_0^H K Y d Y = - \frac{K H^2}{2}, \quad (9)$$

где  $K \cdot H$  — значение силы  $P$ , соответствующее величине сжатия  $H$  борта элементарной длины, кгс.

Обозначив  $K \cdot H = P_1$ , получим

$$Q = - \frac{P_1 \cdot H}{2} .$$

В общем виде сила сжатия эластичной части борта элементарной длины

$$P = K Y ,$$

где  $Y$  — перемещение точки приложения силы  $P$  по толщине борта, измеренное от положения этой точки до деформации его эластичной части элементарной длины;  $K$  — постоянный коэффициент, характеризующий жесткость резины.

Измеряя величину нагружения до возникновения необратимой (остаточной) деформации, можно определить  $K$  для данного материала и подобрать необходимую жесткость его.

Экспериментальные исследования были проведены на вакуумной пресс-форме с комбинированным бортом. Целью их было установить влияние указанной конструкции, толщины и разнотолщинности листов шпона и пакетов на качество гнuto-клееных блоков. Конструкция пакетов была с перекрестным расположением смежных листов шпона.

Исследования выполнены с использованием в качестве связующего — клея на основе смолы М19-62, хлористого аммония вводили 1,5% от веса смолы, расход клея составлял 100 г/м<sup>2</sup>, вязкость клея 60—70 с по ВЗ-4, РН клея 6 по ЛПУ-01, время выдержки собранных пакетов перед загрузкой в пресс-форму 7 мин. Продолжительность прессования 40 с/мм толщины пакета. Клей наносился на листы шпона на лабораторных вальцах. Температура пресс-формы 120—130°С; вакуум 0,8—0,9 кгс/см<sup>2</sup>.

Для выявления влияния толщины пакета на качество склеивания опыты проводились с использованием березового шпона толщиной 0,95 мм, влажностью 10 ± 2% при следующих толщинах пакетов: 15,6; 16,6 и 17,5 мм.

Эксперименты для изучения влияния толщины шпона на качество склеивания проводились с использованием следующих толщин березового шпона: 0,95; 1,15; 1,50 мм. Средняя толщина пакетов в этом случае была 17,0—17,7 мм. Высота борта вакуумной камеры склеивания пресс-формы 18 мм, в том

числе 5 мм толщина эластичного слоя из термостойкой резины. В качестве диафрагмы использовалась вакуумная резина толщиной 3,0 мм.

Определение качества склеивания производилось испытанием образцов блоков из прямолинейных участков на предел прочности при скалывании по клеевому слою через 2 суток после изготовления.

Для каждой исследуемой толщины шпона из пакета было изготовлено по 15 блоков. Из каждого блока выпиливалось по два образца, по усредненным значениям предела прочности которых определялось качество склеивания блока.

Результаты исследований приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Предел прочности образцов блоков при скалывании по клеевому слою в зависимости от толщины пакета

Толщина пакета, мм	Предел прочности при скалывании по клеевому слою, кгс/см <sup>2</sup>	Статистические характеристики				
		$\bar{\sigma}$	m	P, %	V, %	n
15,6	22,5	2,93	0,76	3,36	13,00	15
16,6	24,4	2,54	0,66	2,58	10,40	15
17,5	25,6	3,00	0,78	3,03	11,74	15

Таблица 2. Предел прочности образцов из блоков при скалывании по клеевому слою в зависимости от толщины шпона

Толщина шпона, мм	Предел прочности при скалывании по клеевому слою, кгс/см <sup>2</sup>	Статистические характеристики				
		$\bar{\sigma}$	m	P, %	V, %	n
0,95	28,00	2,83	0,73	2,62	10,11	15
1,15	28,25	4,01	1,04	3,68	14,20	15
1,50	20,66	3,45	0,89	4,31	16,70	15



В результате выполненных исследований установлено (табл. 1) следующее.

В вакуумной пресс-форме с комбинированным бортом из резины и металла (б), высота которого 18 мм (в том числе толщина эластичной части 5 мм и толщина диафрагмы из вакуумной резины 3 мм), средняя толщина пакетов меньше на 2,4 мм высоты борта существенного влияния на предел прочности гнуклееного блока при скалывании по клеевому слою не оказывает.

С увеличением толщины пакета на 2 мм наблюдается незначительное (на 3 кгс/см<sup>2</sup>) увеличение предела прочности блока при скалывании по клеевому слою.

С увеличением толщины шпона в диапазоне от 1,15 до 1,5 мм наблюдается (табл. 2) небольшое (на 7,6 кгс/см<sup>2</sup>) снижение прочности склеивания блока. Это явление можно объяснить тем, что при одном и том же расходе клея на единицу площади в шпоне большей толщины вследствие повышенной проницаемости (наличие трещин на левой стороне) наблюдается значительное впитывание клея в древесину. В результате происходит некоторое "обеднение" клеевой прослойки и небольшое понижение прочности склеенных листов шпона.

Разнотолщинность шпона и пакетов на качество (прочность склеивания) гнуклееновых блоков, изготовленных в вакуумной пресс-форме с комбинированным бортом, существенного влияния не оказывает.

#### Л и т е р а т у р а

1. Куликов В. А. Проблема точности изготовления клееной слоистой древесины. Докт. дис. Л., 1967. 2. Буглай Б. М. Технология столярно-мебельного производства. М., 1967.

Л. А. Манкевич, И. П. Яшина, В. П. Трухачев

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ ГНУКЛЕЕНЫХ БЛОКОВ, ЗАПРЕСОВАННЫХ В ЖЕСТКИХ ПРЕСС-ФОРМАХ

В последние годы гнуклееные детали находят широкое применение в производстве мебели, особенно стульев. Для их изготовления наряду с другими конструкциями широко применяются жесткие пресс-формы.