

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.В.Вихров, П.С.Бобарько. Теплоизоляционный материал на основе жидкого стекла и древесных опилок // Труды БГТУ, выпуск II: - Минск: БГТУ, 1994.

УДК 684.4

А.А.Баргашевич, профессор;

В.Д.Богуш, к.т.н.;

А.А.Куцак, доцент;

В.И.Пастушени, доцент

**УПЛОТНЕННЫЙ ШПОН В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ И ПАРКЕТА**

We have the real solution. We make promises thak stick. Please request our technical datasheets.

Древесные облицовочные материалы, используемые в производстве мебели, и облицовочные слои паркетных изделий, особенно из древесины мягколиственных и хвойных пород, при многих положительных свойствах обладают рядом недостатков - относительно низкой поверхностной твердостью, высокой впитываемостью при нанесении лакокрасочных материалов, невысокой стойкостью к истиранию и др. Проводились исследования по уплотнению строганого шпона методом холодной прокатки с целью изменения его свойств [1]. Показана целесообразность применения уплотненного шпона для облицовывания щитовых деталей мебели. Однако проведенные исследования были ограничены как способами уплотнения (только холодной прокаткой), так и изученностью свойств уплотненного шпона (шероховатостью поверхности, влагостойкостью и расходом лакокрасочных материалов при отделке). Такие важные показатели, как поверхностная твердость шпона, прочность его приклеивания к основе, истираемость, изменение гибкости, пористости, а также уплотнение шпона горячим способом не изучались.

Представляет практический интерес использование уплотненного шпона для облицовывания деталей с криволинейными поверхностями (а такие в производстве мебели находят все более широкое применение) и в элементах, работающих на истираемость (такowymi являются паркетные изделия). Наши исследования проводились с учетом возможных областей применения уплотненного шпона и различных методов уплотнения. В связи с большим объемом проведенных исследований и ограниченностью статьи излагаем кратко лишь те основные результаты, которые необходимы для практического использования. Все исследования проводились по стандартным методикам.

Продолжительность прогрева шпона при горячем прессовании. В связи с малой толщиной шпона продолжительность его прогрева достаточно точно определяется расчетным методом. Эти данные необходимы для определения продолжительности прессования шпона.

При горячем методе уплотнения любым из способов достаточно произвести нагрев шпона в середине его толщины до температуры 100°C. В этом случае пластичность древесины становится уже высокой.

Температура в середине толщины шпона решается из уравнения

$$\bar{\theta} = \frac{t_{\text{пр}} - t(x, \tau)}{t_{\text{пр}} - t_0}, \quad (1)$$

где  $\bar{\theta}$  - средняя безразмерная температура;  $t_{\text{пр}}$  - температура прессующих элементов, град;  $t_0$  - начальная температура шпона, град.

Безразмерная температура в общем виде определяется как

$$\bar{\theta} = f\left(\frac{X}{R}, F_0\right), \quad (2)$$

где  $X$  - расстояние от поверхности до рассматриваемой точки нагрева;  $R$  - половина толщины шпона;  $F_0$  - критерий Фурье.

При значениях  $F_0 > 0,1$  величина  $\bar{\theta}$  определяется графически по номограмме как функция  $F_0$ .

Примем температуру  $t_{\text{пр}}$ , при которой ведется уплотнение шпона величиной 160 и 200°C. Тогда при температуре прессующих элементов  $t_{\text{пр}} = 200^\circ\text{C}$  и  $t_0 = 20^\circ\text{C}$  будем иметь

$$\bar{\theta} = \frac{200 - 100}{200 - 20} = 0,56$$

По этой величине  $\bar{\theta}$  и безразмерной координате  $X/R = 0,5$  находим по номограмме [2] критерий Фурье:  $F_0 = 0,2$ . Из значения критерия  $F_0$  (формула 3) определяем искомое время нагрева середины шпона до температуры 100°C:

$$F_0 = \frac{a\tau}{R^2}, \quad \text{откуда } \tau = \frac{R_0 R^2}{a}, \quad (3; 4)$$

где  $a$  - коэффициент температуропроводности шпона, м<sup>2</sup>/с;  $\tau$  - искомое время прогрева, с.

Коэффициент температуропроводности равен

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}, \quad (5)$$

где  $\lambda$  - коэффициент теплопроводности шпона, Вт/м;  $c$  - удельная теплоемкость древесины, кДж/кг·град;  $\rho$  - плотность древесины, кг/м<sup>3</sup>.

Плотность древесины равна: дуба -  $780 \text{ кг/м}^3$ ; березы -  $640 \text{ кг/м}^3$ ; сосны -  $505 \text{ кг/м}^3$ .

Удельная теплоемкость древесины при  $100^\circ\text{C}$  и влажности 8% равна  $C = 2,2 \text{ кдж/кг}\cdot\text{град}$ .

Коэффициент теплопроводности при  $100^\circ\text{C}$  и влажности 8% равен: для дуба  $\lambda = 0,25$ , для березы  $\lambda = 0,20$  и для сосны  $\lambda = 0,16 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$ .

Тогда для дуба  $a = 1,40 \times 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ ;

для березы  $a = 1,42 \times 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ ;

для сосны  $a = 1,44 \times 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ .

Время прогрева середины шпона до температуры  $100^\circ\text{C}$  будет равно:

из древесины дуба  $\tau = 5,72; 3,22; 0,37; 0,23$  и  $0,13 \text{ с}$  при толщине шпона, соответственно,  $4,0; 3,0; 1,0; 0,8$  и  $0,6 \text{ мм}$ ;

из древесины березы  $\tau = 5,63; 3,17; 0,36; 0,23$  и  $0,13 \text{ с}$  (соответственно при тех же толщинах, что и для древесины дуба);

из древесины сосны  $\tau = 5,56; 3,12; 0,35; 0,22$  и  $0,12 \text{ с}$ .

Повторив все расчеты для температуры прессующих элементов  $160^\circ\text{C}$ , получим следующие результаты.

Время прогрева середины шпона до температуры  $100^\circ\text{C}$  составит:

из древесины дуба при толщине шпона  $4,0; 3,0; 1,0; 0,8$  и  $0,6 \text{ мм}$  соответственно  $\tau = 8,56; 4,83; 0,56; 0,35$  и  $0,20 \text{ с}$ ;

из древесины березы при тех же толщинах шпона -  $\tau = 8,45; 4,76; 0,55; 0,34$  и  $0,19 \text{ с}$ ;

из древесины сосны -  $\tau = 8,33; 4,68; 0,53; 0,33$  и  $0,18 \text{ с}$ .

Исходя из продолжительности прогрева шпона, можно устанавливать продолжительность прессования шпона методом плоского прессования или скорость его прокатки в вальцевом прокатном станке.

*Уплотнение строганого шпона.* Горячее уплотнение шпона влажностью 8% методом плоского прессования велось при температуре плит пресса  $160^\circ\text{C}$ . Скорость смыкания плит пресса (марки ПСУ-50) и подъема давления составляла 3-5 с, скорость снятия давления -  $0,2-0,3 \text{ с}$ . Величину упрековки определяли в процентах по формуле

$$\varepsilon = 100 \frac{S_{\text{н}} - S_{\text{к}}}{S_{\text{н}}}, \quad (6)$$

где  $S_{\text{н}}$  - начальная толщина шпона;  $S_{\text{к}}$  - толщина шпона через 5 суток после прессования.

Результаты исследований по изучению уплотнения строганого шпона приведены в табл. 1.

Табл. 1. Степень уплотнения шпона при горячем и холодном прессовании

Порода древесины строганого шпона	Давление прессования, МПа	Степень уплотнения шпона, % при прессовании	
		горячем	холодном
Дуб	10	22	9
	20	29	15
	30	37	20
	40	43	24
Береза	10	22	11
	20	30	20
	30	39	26
	40	45	32
Ольха	10	24	13
	20	33	23
	30	44	30
	40	52	37
Сосна	10	22	14
	20	36	24
	30	48	31
	40	53	39

*Изменение остаточной деформации.* При хранении уплотненного шпона в равновесных условиях (отапливаемое помещение) остаточная деформация изменяется на 2-3%, при этом в основном в течение первых двух суток.

При выдержке в воде в течение суток уплотненный шпон практически полностью восстанавливает первоначальную толщину. То же самое происходит при выдержке его в среде насыщенного воздуха с медным купоросом в течение 50 суток.

Прочность склеивания лицевого слоя из уплотненного шпона с основой приведена в табл.2.

Плотность, пористость и твердость неуплотненного и уплотненного шпона приведены в табл.3.

Пористость определяли по формуле

$$\Pi = \left( 1 - \frac{\rho_0}{\rho_{д.в.}} \right) \cdot 100\%, \quad (7)$$

где  $\rho_0$  - плотность шпона, кг/м;  $\rho_{д.в.}$  - плотность древесного вещества, равная 1530 кг/м.

Табл. 2. Прочность склеивания шпона с основой

Порода или вид основы	Лицевой слой			Показатели прочности	
	порода древесины	степень уп- лотнения, %	толщина, мм	на скальва- ние, МПа	на неравно- мерный от- рыв, кН/м
Древесно- стружечная плита	дуб	0	3,8	6,03*/2,0	-
		40	2,5	6,22/2,0	-
	ольха	0	1,86	-	8,8/3,4
		47	1,1	-	5,8/2,8
сосна	0	1,96	-	5,75/3,8	
Ольха	дуб	0	3,8	11,2/2,0	-
		40	2,5	12,0/2,0	-
	береза	0	1,5	-	7,8/3,4
		21	1,01	-	6,5/2,8

\* В числителе - опытные данные, в знаменателе - нормативные прочности.

Табл. 3. Плотность, пористость и твердость шпона

Порода древе- сины шпона	Степень уп- лотнения, %	Плотность, кг/м	Пористость, %	Твердость, Н/мм
Дуб	0	703	54,1	52,5
	29	990	35,3	119,0
	34	1105	27,3	128,0
	41	1197	21,8	190,0
Береза	0	615	59,8	39,0
	32	904	41,1	94,0
Ольха	0	525	65,7	29,3
	49	1003	34,4	120,0
Сосна	0	515	66,3	21,6
	23	710	59,6	52,0
	47	983	35,7	111,0

Истирание поверхности шпона определяли путем шлифования образцов на испытательной машине при числе оборотов шлифовального диска  $40 \text{ мин}^{-1}$  и количестве оборотов  $n = 240$ . Истираемость определяли по формуле

$$t = S(m_1 - m_2) / m_1, \quad (8)$$

где  $S$  - высота образца до испытания, мм;  $m_1$ ,  $m_2$  - масса образца до и после испытания, г.

Данные испытаний приведены в табл.4.

Табл. 4. Истирание шпона

Порода древесины шпона	Степень уплотнения, %	Истирание, мм
Дуб	0	0,16
	40,0	0,08
Береза	0	0,26
	21,3	0,14
Ольха	0	0,27
	51,0	0,11
Сосна	0	0,32
	32,0	0,18

Уплотненный строганный шпон может успешно использоваться для облицовывания деталей с криволинейными поверхностями, например, брусковых заготовок, филенок рамочных дверей и др. Облицовывание может производиться методом каширования. Для этого важно знать, какой минимальный радиус кривизны может допускаться в криволинейных заготовках.

Минимальный радиус изгиба шпона определяли при его влажности  $8 \pm 1\%$ . Шпон последовательно изгибался вокруг стержней разных диаметров, начиная с большего (направление волокон шпона совпадало с продольной осью стержня). Опыт продолжался до тех пор, пока шпон при изгибании не разрушался, т.е. не давал трещины. За предельный радиус изгиба принимался тот меньший, при котором шпон изгибался без разрушения. Результаты опытов приведены в табл.5.

Табл. 5. Изгибаемость шпона

Порода древесины шпона	Толщина шпона, мм		Степень уплотнения, %	Минимальный радиус изгиба шпона, мм	
	до уплотнения	после уплотнения		неуплотненного	уплотненного
Дуб	0,83	0,50	40	12,0	5,0
Береза	0,73	0,42	42	10,0	4,5
Ольха	0,71	0,39	45	10,0	4,0
Сосна	0,75	0,41	45	11,0	4,5

Шероховатость поверхности уплотненного и неуплотненного шпона приведена в табл.6. Ее определяли прибором ТСП-4. Уплотненные образцы шпона после наклеивания на основу подвергались также однократному шлифованию на станке шлифовальной шкуркой N 10.

Табл. 6. Шероховатость поверхности шпона

Порода древесины шпона	Степень уплотнения шпона, %	Параметр шероховатости $R_m$ , мкм		
		до уплотнения	после уплотнения	после уплотнения
Дуб	0	148	-	-
	40	-	53	17
Береза	0	131	-	-
	21,3	-	51	15
Ольха	0	101	-	-
	11,0	-	42	16
Сосна	0	112	-	-
	32,0	-	46	23

Толщина лакокрасочных покрытий при отделке поверхностей деталей, облицованных уплотненным и неуплотненным шпоном, показана в табл.7. Образцы, облицованные неуплотненным шпоном, предварительно шлифовались шлифшкурками N 20, 12 и 8, а уплотненным - шлифшкуркой N 10. Формирование лакокрасочного покрытия производилось только лаком НЦ-218 на лаконоливной машине: на образцах с уплотненным шпоном за два прохода, с неуплотненным - за три. Результаты этих опытов приведены в табл.7.

Табл. 7. Толщина лакокрасочных покрытий

Порода древесины шпона	Степень уплотнения шпона, %	Общий расход лака, г/м <sup>2</sup>	Толщина лакового покрытия, мкм
Дуб	0	285	49
	40	190	51
Береза	0	285	55
	21,3	190	46
Ольха	0	285	51
	51,0	190	52

Приведенные результаты исследований дают основание сделать следующие выводы и предложения.

1. Уплотнение строганого и лущеного шпона значительно повышает их плотность, поверхностную твердость, истираемость и гибкость, уменьшает пористость и шероховатость поверхности. Такое изменение свойств шпона дает возможность уменьшить число проходов при шлифовании от трех до одного и на единицу число нанесений лака при отделке поверхностей, т.е. сократить расход лака примерно на 30-35%.

2. Уплотненный шпон целесообразно использовать для облицовывания деталей мебели, в том числе с криволинейными поверхностями малого радиуса, а также в изделиях с высокой стойкостью к истиранию, т.е. для лицевых слоев слоистых паркетных изделий (они при этом должны иметь защитный лакокрасочный слой и не подвергаться длительному воздействию воды, что практически вполне реально).

3. Уплотнение шпона можно производить прокаткой или плоским прессованием как горячим, так и холодным способами. Целесообразная степень прокатки шпона в пределах 30-40%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кириллов А.Н., Глотов А.И. Уплотнение строганого шпона // Деревообр. пром-сть. - 1985. - N 5. - С.9-10.
2. Серговский П.С., Расев А.И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. - М.: Лесная пром-сть, 1987.

УДК 678.06-405:666.189

Б.Р.Ладик, ст.преподаватель;  
В.М.Сацура, доцент;  
И.Т.Ермак, доцент

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ ОГРАЖДЕНИЙ

The possibility of expended polyurethane, as sound absorbing material, exploitation has been investigated. The results, corroborated the prospect of its employment, have been obtained.

Строительные материалы и конструкции имеют сравнительно невысокий коэффициент звукопоглощения, не превышающий 0.02-0.04 на средних и высоких частотах спектра шума.

Уменьшение шума, воздействующего на работающих, достигается применением специальных материалов с коэффициентом звукопоглощения 0.4-0.9. Исследованиями установлено, что наиболее высокая звукопоглощающая способность наблюдается у материалов, имеющих на поверхности большое количество пор. Высокое звукопоглощение таких материалов обеспечивается переходом механической энергии звуковых волн в тепловую энергию из-за вязкого трения. Одним из таких пористых материалов является жесткий пенополиуретан (ППУ). Разработанные сотрудниками БГТУ рецептурные составы позволяют получать жесткие полиуретаны с различной пористой структурой.