

## МЕСТНЫЙ ИЗГИБ ПАНЕЛЕЙ С БУМАЖНЫМ СОТОВЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

### LOCAL BENDING OF PANELS WITH PAPER CELLULAR FILLER

В настоящее время в Республике Беларусь особое внимание уделяется повышению эффективности производства и качества изделий, в том числе и мебели. Всемерная экономия древесных материалов остается актуальной задачей, в связи с ростом объема производства мебели и столярно-строительных изделий (ССИ) и повышением требований к их качеству.

На сегодня наиболее эффективными, экологически чистыми, относительно дешевыми и технологичными при изготовлении деталей мебели и ССИ являются облегченные щиты с бумажным сотовым наполнителем. Однако информация по свойствам этих материалов весьма ограничена или отсутствует полностью.

Одной из основных схем нагружения типовых конструктивных элементов, используемых в мебели, является объемный изгиб (местный прогиб плоскости от сосредоточенных нагрузок) панелей, опертых по контуру. Это преимущественно горизонтально и вертикально расположенные панели (с примерно равным отношением  $l : b$ ) (рисунок 1) [1, 2].

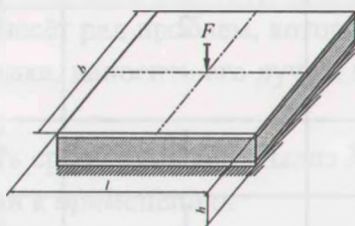
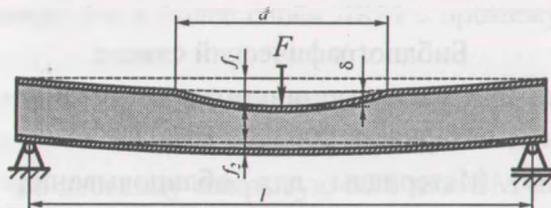


Рисунок 1 – Схема нагружения облегченного щита при объемном изгибе

Малая устойчивость наполнителя на сжатие и низкая жесткость обшивок на изгиб, обуславливают низкую прочность трехслойных щитов под воздействием контактных нагрузок. При выполнении экспериментальных работ использовалась схема нагружения сосредоточенным нормальным к плоскости щита усилием  $F$ . Щит свободно оперт по контуру. Схема деформирования показана на рисунке 2.



$f_1$  – перемещение точки приложения нагрузки  $F$ ;  $f_2$  – прогиб щита;  
 $\delta$  – прогиб обшивки;  $d$  – диаметр поврежденной зоны

Рисунок 2 – Схема деформирования щита от сосредоточенной нагрузки в разрезе

Как установлено ранее по расчетной модели и подтверждено экспериментально в случае изгиба облегченного щита по трехточечной схеме использование обшивок большой толщины при толщине самого щита не более 50 мм не целесообразно из-за

низкой относительной прочности трехслойной конструкции. В связи с этим экспериментальные исследования проводили для щитов с относительно тонкими обшивками малой жесткости из HDF и ДВП, толщина которых равна 3 мм.

В результате исследований выявлены два механизма разрушения щита: местное смятие заполнителя под точкой приложения нагрузки и разрушение материала обшивки. Такой характер поведения обусловлен низкими показателями жесткости материала обшивки на местный изгиб и сотового заполнителя. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Жесткостные и прочностные характеристики щитов

Размер ячейки, мм	Высота заполнителя $h_c$ , мм	Критический прогиб обшивки $\delta_{кр}$ , мм	Максимальный прогиб $\delta_{max}$ , мм	Плотность пакета $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Относительная жесткость панелей $D_x/b$ , Па·м <sup>3</sup>	Критич. усилие $F_{кр}$ , Н / диаметр поврежд. области $d_{кр}$ , мм	Максимальная нагрузка $F_{max}$ , Н / диаметр поврежде. области $d_{max}$ , мм
1	2	3	4	5	6	7	8
ДВП номинальной толщиной 3 мм							
15	15	–	–	253	730	–	–
	25	0,65	3,4	183	1745	120 / 25	550 / 100
	35	0,60	4,7	146	3200	115 / 30	520 / 120
25	15	–	–	245	705	–	–
	25	0,70	4,6	171	1705	110 / 30	510 / 110
	35	0,75	5,4	135	3120	97 / 35	475 / 130
35	15	–	–	239	690	–	–
	25	0,85	5,9	167	1675	70 / 50	420 / 160
	35	0,90	7,9	130	3070	67 / 55	480 / 180
ДВП мокрого способа формования номинальной толщиной 3,2 мм							
25	15	–	–	413	2185	–	–
	25	0,72	7	315	4550	180 / 30	650 / 150
	35	–	–	256	7850	–	–
Крашенная HDF номинальной толщиной 3 мм							
25	15	–	–	285	605	–	–
	25	–	–	200	1400	95 / 35	460 / 190
	35	–	–	160	2620	–	–

В качестве показателей прочности щита при локальном сжатии целесообразно использовать величину разрушающей нагрузки. Критерием разрушения от смятия является равенство местного прогиба обшивки и допустимых деформаций на сжатие для материала:

$$\delta \leq \delta_{кр}. \quad (1)$$

В рамках эксперимента местный прогиб определяли через вертикальное перемещение точки приложения нагрузки  $F - f_1$  и прогиб щита  $f_2$  по формуле:

$$\delta = f_1 - f_2. \quad (2)$$

При достижении прогибом  $\delta$  критической величины фиксировали значение нагрузки  $F_{кр}$  и диаметр поврежденной зоны  $d_{кр}$ , при котором сотовый заполнитель терял ус-

тойчивость. Так как в данном случае после снятия нагрузки обшивка возвращалась в первоначальное положение за счет упругих свойств, на внешнем виде щита данный способ разрушения не сказывался, наблюдалось изменение твердости щита в месте приложения нагрузки на площади диаметром  $d_{кр}$ .

При дальнейшем увеличении нагрузки сопротивление возрастало вплоть до момента разрушения обшивки. Фиксировали характер разрушения, величину максимального усилия  $F_{max}$  и диаметр поврежденной области  $d_{max}$ . После снятия нагрузки обшивка не возвращалась в исходное состояние, на поверхности щита наблюдалась вмятина диаметром  $d_{max}$ . В точке приложения нагрузка происходит разрыв обшивки от растягивающих напряжений.

Установлено, что для щитов с габаритными размерами, превышающими значение  $d_{max}$  в 2,5–3 раза, уменьшение удельных характеристик прочности и жесткости при изгибе практически не наблюдается (уменьшение жесткости менее 10% от исходного).

Полученные данные дают возможность проектировщику оптимизировать конструкцию изделий по предельным нагрузкам с целью перераспределения сосредоточенных нагрузок, и усиления локальных зон, за счет введения дополнительных вставок жесткости на поверхности диаметром не менее  $d_{max}$ .

#### Библиографический список

1. Ставров В. П. Механика композиционных материалов: Учеб. Пособ. Для студентов машиностроительных специальностей. – Минск: БГТУ, 1996. – 164 с.
2. Рудицын М. Н., Артёмов П. Я., Любошиц М. И. Справочное пособие по сопротивлению материалов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск: Вышэйшая школа, 1970. – 630 с.

**Полухин А.В.** (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) [xspoluhinx@mail.ru](mailto:xspoluhinx@mail.ru)

## ОБОСНОВАНИЕ ТИПОВ БЕРЕЗНЯКОВ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ *INTRODUCTION DIFFERENT TYPES OF BIRCH WOODS FOR EFFECTIVE WOOD HARVESTING*

В настоящее время около 40 % всей лесопокрытой площади Свердловской области занимают березовые леса (их площадь составляет 4,5 млн. га.) [1]. За последние десятилетия они получили значительное распространение. В 1927 г. березовые леса составляли 0,44 млн. га., а в 1981 г. занимали площадь 0,96 млн. га. [2]. Распространение березняков, главным образом, вызвано сменой хвойных пород лиственными. Вследствие этого, значительная часть березняков являются производными.

Насаждения, заменившие хвойные леса в результате сплошных рубок либо пожара, а так же впервые появившиеся на заброшенных полях, образуют первично-производные березняки. Они, в свою очередь, в результате существенных изменений в почвенном покрове могут образовать вторично-производные березняки. Под действием внешних факторов вторично-производные березняки могут существовать длительное время и изменить первоначальный тип леса. Условно-коренные березняки раз-