

Применение слоев-заполнителей при изготовлении фанеры из березы

Бегунков Олег Иванович

Тихоокеанский государственный университет

к.т.н., доцент, доцент кафедры технологии лесопользования и ландшафтного строительства

Бегункова Наталья Олеговна

Тихоокеанский государственный университет

к.т.н., доцент кафедры информатики

Аннотация

В статье рассмотрены свойства березовой фанеры, в которой плетень, изготовленный из полос кускового шпона, применяется в качестве отдельных слоев-заполнителей. Отражено влияние проклеивания полос шпона в плетне, их ширины и расположения самого плетня в сечении пакета на прочностные характеристики фанеры.

Ключевые слова: фанера из березы, прочность, плетень, отходы

Application of filler layers for the manufacture of birch plywood

Begunkov Oleg Ivanovich

Pacific National University

Candidate of technical sciences, associate professor, Associate Professor of the Department of Forestry and Landscape Construction Technology

Begunkova Natalia Olegovna

Pacific National University

Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science

Abstract

The article considered the properties of birch plywood, in which the wattle made of strips of lump veneer is used as separate fillers layers. The influence of gluing veneer strips in the wattle, their width and the location of the wattle itself in the section of the pile on the strength characteristics of the plywood is reflected.

Keywords: birch plywood, strength, wattle, waste

Интегральным выражением уровня рационального использования древесного сырья, основывающимся на результатах его целевой и комплексной утилизации, является полнота полезного использования ресурсов.

В работе [1] отмечается, что в балансе фанерного сырья неформатный шпон, отвечающий требованиям ГОСТ 99-96 [2], составляет 12 %. Как правило, это шпон высокого качества, утилизация которого в основном производстве ведет к существенной экономии сырьевых ресурсов, а разработка при этом новых видов фанерной продукции – к повышению эффективности изготовления фанеры.

В статье рассматривается влияние ширины полос шпона в плетне и расположение самого плетня в сечении пакета на механические свойства березовой фанеры. Для этого использовалась методика исследования, разработанная нами ранее [1]. Анализ полученных результатов показал, что проклеивание полос шпона в плетне оказывает существенное влияние на прочность фанеры. Поэтому в данной работе этот фактор не варьировался, но был расширен диапазон варьирования ширины полосы в плетне.

Методическая сетка экспериментов приведена в табл. 1. Для экспериментов использовался березовый шпон. Варианты расположения плетней в пакете показаны на рис. 1.

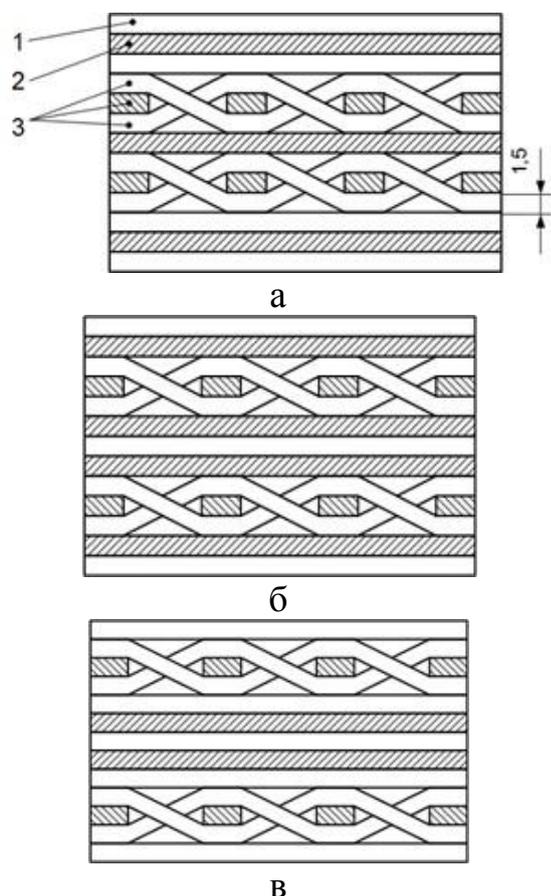


Рисунок 1 – Расположение плетней в сечении пакетов:

- а* – плетень находится в 4 и 6 слоях; *б* – плетень находится в 3 и 7 слоях;
в – плетень находится в 2 и 8 слоях; 1 – продольный лист шпона;
 2 – поперечный слой шпона; 3 – полосы шпона в плетне

Учитывая результаты экспериментов, проведенных ранее [1], в качестве математической модели приняли уравнение параболы вида:

$$y = b_0 + b_1 + b_2x^2,$$

где x – ширина полосы шпона в плетне.

Таблица 1 – Методическая сетка экспериментов с использованием березового шпона

Задача исследования	Переменные факторы		Постоянные факторы		Выходной параметр	Количество опытов	Количество повторений опыта	Количество наблюдений на одно повторение опыта	Общее количество наблюдений
	Наименование	Значение	Наименование	Значение					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Установить влияние ширины полосы в плетне на механические показатели фанеры	Ширина полосы, мм	10 20 30 40 50 0	1. Толщина шпона, мм	1,5	1. Прочность скалывания по клеевому слою, МПа:				
			2. Влажность шпона, %	6±2	- вдоль волокон	6	3	6	108
			3. Шероховатость, мкм	< 200	- поперек волокон	6	3	6	108
			4. Расход клея, г/м ²	100-110	2. Прочность при изгибе, МПа				
			5. Продолжительность выдержки пакетов перед подпрессовкой, мин	10	- вдоль волокон	6	3	3	54
			6. Продолжительность подпрессовывания пакетов, мин	7	- поперек волокон	6	3	3	54
			7. Продолжительность склеивания, с	180	3. Плотность, кг/м ³	6	3	1	18
			8. Температура прессования, °С	115-120	4. Влажность, %	6	3	1	18
			9. Давление прессования, МПа	1,8-2					
			10. Продолжительность снятия давления, с	120					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. Установить влияние расположения плетня в сечении пакета на прочность при статическом изгибе	Расположение плетня в сечении пакета	0 4 и 6 3 и 7 2 и 8	1. Толщина шпона, мм	1,5	1. Прочность при изгибе, МПа				
			2. Влажность шпона, %	6±2	- вдоль волокон	1 3	2 3	3 3	6 27
			3. Шероховатость, мкм	< 200	- поперек волокон	1 3	2 3	3 3	6 27
			4. Расход клея, г/м ²	100-110					
			5. Продолжительность выдержки пакетов перед подпрессовкой, мин	10					
			6. Продолжительность подпрессовывания пакетов, мин	7	2. Влажность, %	1 3	2 3	1 2	2 18
			7. Продолжительность склеивания, с	180					
			8. Температура прессования, °С	115-120	3. Плотность, кг/м ³	1 3	2 3	1 2	2 18
			9. Давление прессования, МПа	1,8-2					
			10. Продолжительность снятия давления, с	120					

Примечание: «0» - обычная фанера с взаимно-перпендикулярным расположением волокон в смежных слоях шпона

Для математической обработки результатов экспериментов использовались методы вариационной статистики [5]. Все результаты приведены к одинаковой плотности и к влажности равной 12 %.

В табл. 2 приведены данные, полученные при реализации методики, отраженной в табл. 1. Полосы в плетне проклеены. Обработка данных с помощью метода наименьших квадратов позволила получить следующие уравнения:

для предела прочности при статическом изгибе вдоль волокон

$$y_1 = 71,706 - 3,159x + 0,744x^2;$$

для предела прочности при статическом изгибе поперек волокон

$$y_2 = 73,469 - 15,024x + 2,733x^2;$$

для предела прочности при скалывании вдоль волокон

$$y_3 = 2,4395 - 0,7436x + 0,1467x^2;$$

для предела прочности при скалывании поперек волокон

$$y_4 = 0,0544 + 0,8733x - 0,1181x^2.$$

Приведенные уравнения адекватно описывают объект исследования.

Таблица 2 – Результаты эксперимента по изучению влияния ширины полосы шпона в плетне на прочностные свойства фанеры

Показатель	Ширина полосы шпона, мм	Предел прочности вдоль волокон, МПа				Предел прочности поперек волокон, МПа			
		y_1	y_2	y_3	\bar{y}	y_1	y_2	y_3	\bar{y}
при статическом изгибе	10	84,31	74,31	73,85	77,49	50,26	59,88	57,37	55,84
	20	79,39	75,29	59,98	71,88	51,05	55,66	55,54	54,08
	30	88,07	68,62	50,81	69,16	53,84	57,64	78,54	63,34
	40	85,50	83,37	92,55	87,14	52,26	60,03	48,43	53,57
	50	60,57	70,26	98,36	76,39	57,14	77,14	62,11	65,46
	0	105,25	115,42	97,55	106,07	56,58	73,32	81,48	70,46
при скалывании	10	1,94	2,20	1,88	2,01	0,91	0,88	0,80	0,86
	20	1,81	0,96	0,74	1,17	1,09	1,15	1,39	1,21
	30	1,48	1,48	1,82	1,59	1,64	0,93	2,41	1,66
	40	2,46	1,58	2,19	2,08	1,03	2,65	1,47	1,72
	50	2,44	1,36	2,91	2,24	1,57	1,68	1,05	1,43
	0	1,82	2,67	3,23	2,57	2,35	2,45	2,30	2,37

Примечание: «0» - обычная фанера без плетня с взаимно-перпендикулярным расположением слоев шпона

Графическая иллюстрация полученных зависимостей представлена на рис. 2 – 5.

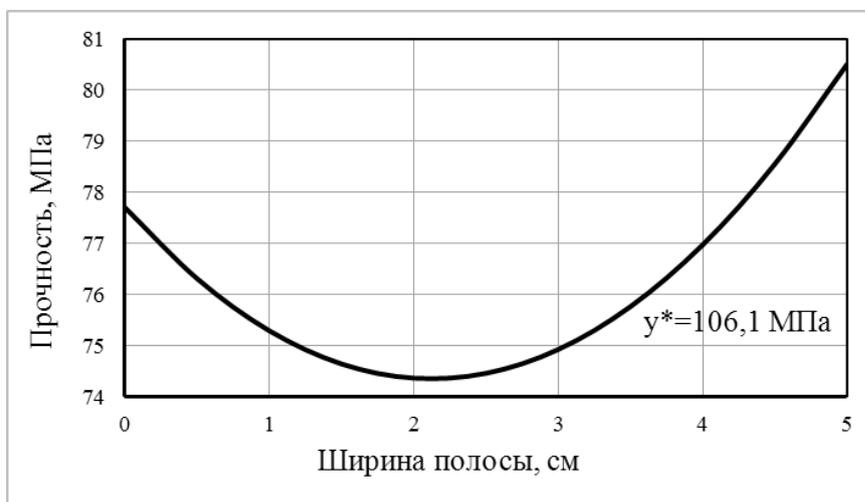


Рисунок 2 – Влияние ширины полосы шпона в плетне на прочность при статическом изгибе вдоль волокон

Результаты изучения влияния места расположения плетней на прочностные показатели фанеры приведены в табл. 3 (ширина полос в плетне принята равной 40 мм). Относительное изменение прочности фанеры в зависимости от места расположения плетня в ее сечении дано в табл. 4.

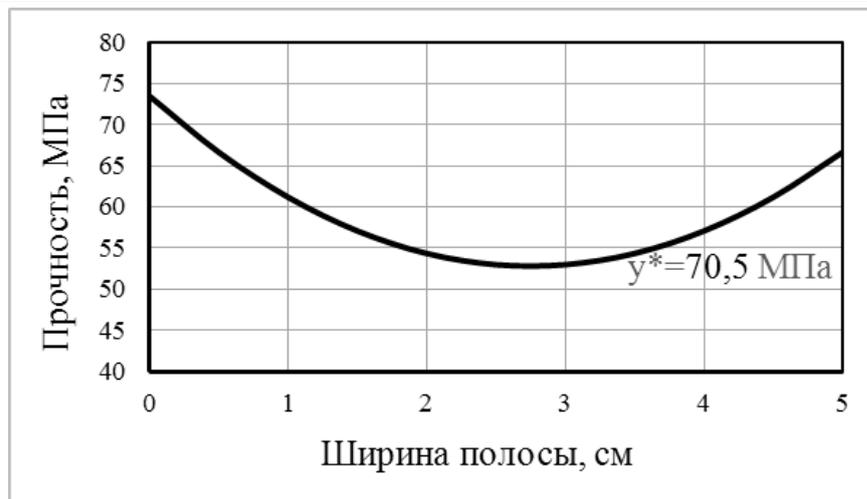


Рисунок 3 – Влияние ширины полосы шпона в плетне на прочность при статическом изгибе поперек волокон



Рисунок 4 – Влияние ширины полосы шпона в плетне на прочность при скалывании вдоль волокон

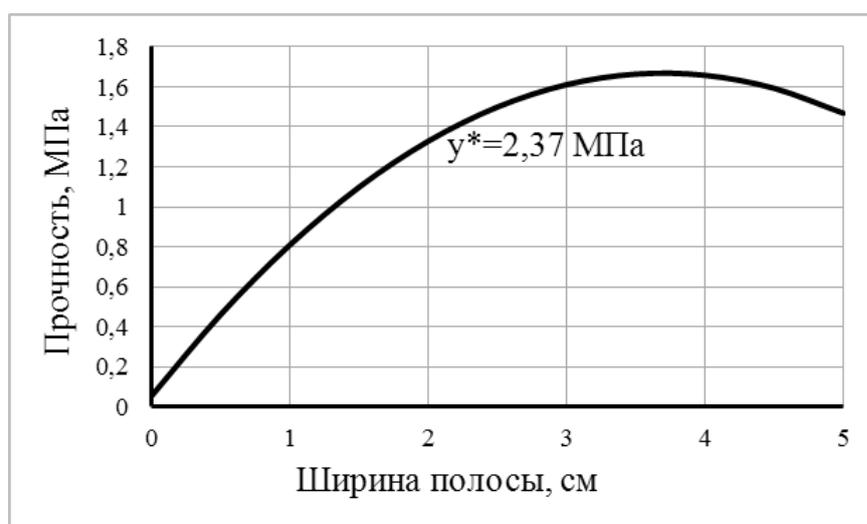


Рисунок 5 – Влияние ширины полосы шпона в плетне на прочность при скалывании поперек волокон

Влияние расположения плетня в сечении пакета на прочность материала дано на рис. 2.

Таблица 3 – Результаты эксперимента по изучению влияния места расположения плетня на прочность фанеры при изгибе вдоль волокон

Вид испытания	Место расположения плетня в сечении материала, слой	Значение выходного параметра в параллельном опыте			Среднее значение выходного параметра \bar{y}
		y_1	y_2	y_3	
Предел прочности при статическом изгибе вдоль волокон, МПа	4 и 6	59,0	66,4	61,8	62,4
	3 и 7	65,0	60,1	62,7	62,6
	2 и 8	59,1	60,2	64,5	61,2
	0*	95,3	84,4	-	89,8
Предел прочности при статическом изгибе поперек волокон, МПа	4 и 6	43,5	52,7	42,9	46,4
	3 и 7	53,4	43,7	45,4	47,5
	2 и 8	54,5	52,6	49,5	52,2
	0*	68,0	68,9	-	68,4

Примечание: * - фанера обычная с взаимно-перпендикулярным расположением слоев шпона в пакете

Таблица 4 – Относительное изменение прочности фанеры в зависимости от места расположения плетня в ее сечении

Вид испытания	Уменьшение прочности относительно обычной фанеры в слоях сечения, %			
	4 и 6	3 и 7	2 и 8	0
Предел прочности при статическом изгибе вдоль волокон, МПа	30,5	30,3	31,8	100
Предел прочности при статическом изгибе поперек волокон, МПа	31,9	30,2	22,9	100

Анализ полученных данных показывает, что использование плетня в структуре пакета снижает прочность материала на изгиб в среднем приблизительно на 30,0 % как вдоль, так и поперек волокон (табл. 2).

Тем не менее, экспериментальные данные свидетельствуют, что получен новый материал с достаточно высокими свойствами. Согласно данным ЦНИИФ [3] березовая фанера марки ФК имеет среднее значение для этого вида испытаний на уровне 60 МПа.

По полученным результатам можно сделать следующие выводы:

- прочность фанеры на скалывание вдоль волокон увеличивается с ростом ширины полос в плетне;
- прочность фанеры на скалывание поперек волокон достигает максимума при изменении ширины полос шпона в плетне в диапазоне 30...40 мм;
- использование плетня в структуре пакета снижает прочность материала на изгиб в среднем приблизительно на 30,0 % вдоль и на 20 % поперек волокон.

Исследования показали, что положение плетня внутри пакета (при принятых условиях эксперимента) практически не влияет на прочность материала при изгибе. Но в то же время, меняя расположение плетня в структуре пакета фанеры и количество продольных и поперечных слоев относительно его оси симметрии, можно управлять ее свойствами.

Используя отходы шпона, образующиеся при лущении шпона, можно получить новый материал с достаточно высокими свойствами, а также улучшить использование сырьевых ресурсов.

Библиографический список

1. Бегунков О. И., Бегункова Н. О., Стёпина Д. С. Пути рационального использования отходов древесины в фанерном производстве // Ученые заметки ТОГУ. 2017. Т. 8. № 2. С. 238–220. URL: http://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles-2017/TGU_8_144.pdf (дата обращения: 25.05.2018).
2. ГОСТ 99-96. Шпон лущеный. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1989. 12 с.
3. Справочник по производству фанеры / А. А. Веселов [и др.]. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 432 с.
4. Справочник фанерщика / А. В. Волков [и др.]. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. 486 с.
5. Пижурин А. А., Пижурин А. А. Основы научных исследований в деревообработке: учебник для вузов. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. 305 с.