

1,75 МПа (плотность плит 850 кг/м³); для материалов на основе древесной шишки – температура прессования – 230 °С, удельная продолжительность прессования – 3,0 мин/мм, давление прессования – 1,9 МПа (плотность плит 850 кг/м³). Полученные материалы обладали следующими отличительными свойствами: для материалов на основе коры хвойных: предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты – 0,9–1,1 МПа, предел прочности при изгибе – 12,2–15,6 МПа (в зависимости от плотности); для материалов на основе древесной шишки: предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты – 0,6–0,85 МПа, предел прочности при изгибе – 6,2–8,0 МПа (в зависимости от плотности). При проведении исследований полученных материалов на показатели водопоглощения и разбухания по толщине изготовленных образцов было отмечено, что образцы разработанного материала на основе коры хвойных практически не смачиваются водой и впитывают влагу очень медленно. Для достижения незначительных изменений данных параметров образцам материала требуется выдержка в воде в течение не менее 3 суток. Образцы материала, изготовленные на основе древесной шишки, имеют невысокие показатели разбухания за 24 ч – от 4,5 до 16,8 % в зависимости от плотности материала. Наименьшими показателями обладают образцы, изготовленные способом горячего прессования с использованием максимальных значений параметров режима прессования.

По результатам проведенных исследований необходимо отметить, что свойства листовых материалов на основе механоактивированных древесных частиц определяются способом их изготовления и режимными параметрами процесса прессования. Полученные материалы обладают достаточно высокими прочностными характеристиками, имеют низкие показатели водопоглощения и разбухания, полностью экологически безопасны и не содержат токсичных связующих веществ.

Список литературы

1. Цыбульский Л. М. Свойства древесных плит из отходов окорки сосновой древесины // МОД. 1971. № 3. С. 10.
2. Пинджоян М. Л. Королит – новый строительный материал // Лесная промышленность. 1969. № 10. С. 13–14.
3. Зыков Ф. И. Подготовка древесной коры к сжиганию. М. : 1971. 38 с.
4. Патент № 2343078 Российская Федерация, МПК51С2 В44С 5/04(2006.01), В44С 1/24 (2006.01). Способ получения декоративных изделий из отходов кедровых шишек: № 2006125261: заявл. 13.07.2006: опубл. 10.01.2009 / Степченко В. М. 5 с.
5. Перник А. Д. Проблемы кавитации. Л. : Судостроение, 1966. 440 с.
6. Казицин С. Н. Получение древесных плит без связующих веществ из механоактивированных древесных частиц : дис. ... канд. техн. наук. Екатеринбург : УГЛУ, 2018. 132 с.
7. Технология изготовления теплоизоляционных плит из коры местных пород деревьев // Комплексное использование отходов по материалам тематической выставки и конференции на ВДНХ СССР. М. : Гослесбумиздат, 1961. 70 с.

УДК 674.815

Ю. П. Данилов,

к. т. н., доцент кафедры ЛДП, ФГБОУ ВО «Костромской государственной университет», г. Кострома, РФ,
danilov2135@mail.ru

Е. С. Хохлова,

ст. преп. кафедры ЛДП, ФГБОУ ВО «Костромской государственной университет», г. Кострома, РФ,
hohlova_ec@mail.ru

А. А. Федотов,

к. т. н., доцент кафедры ЛДП, ФГБОУ ВО «Костромской государственной университет», г. Кострома, РФ,
aafedotoff@yandex.ru

И. В. Сусоева,

к. т. н., доцент кафедры ЛДП, ФГБОУ ВО «Костромской государственной университет», г. Кострома, РФ,
i.susoeva@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПО СЕЧЕНИЮ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ БРУСКОВ ЭКСТРУЗИОННОГО ПРЕССОВАНИЯ

В статье приводятся результаты исследования физико-механических свойств брусков экструзионного прессования, производимых на горизонтальных поршневых прессах.

Ключевые слова: *древесно-стружечная масса, экструзионное прессование, бруски экструзионного прессования, физико-механические свойства брусков экструзионного прессования.*

Yu. P. Danilov,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kostroma State University, Kostroma, Russian Federation, danilov2135@mail.ru

E. S. Khokhlova,

Art. Rev, Kostroma State University, Kostroma, Russian Federation, hokhlova_ec@mail.ru

A. A. Fedotov,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kostroma State University, Kostroma, Russian Federation, aafedotoff@yandex.ru

I. V. Susoeva,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kostroma State University, Kostroma, Russian Federation, i.susoeva@yandex.ru

RESEARCH OF THE DISTRIBUTION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES ALONG THE SECTION OF WOOD-CHIP BARS OF EXTRUSION COMPRESSION

The article presents the results of a study of the physical and mechanical properties of extrusion pressing bars produced on horizontal piston presses.

Keywords: *wood-chip mass, extrusion pressing, extrusion pressing bars, physical and mechanical properties of extrusion pressing bars.*

Утилизация отходов производства позволяет существенно повысить экономическую эффективность работы предприятия. Одним из возможных способов использования сыпучих отходов на малых и средних деревообрабатывающих предприятиях является производство брусков, полученных путем прессования древесной массы с использованием или без использования связующего.

Такие брусковые заготовки могут быть использованы для изготовления деталей обвязки и заполнения щитовых дверных полотен, дверных коробок, бобышек поддонов. В связи с малыми объемами отходов изготовление таких брусковых деталей может осуществляться на экструзионных прессах. Однако в настоящее время отсутствуют отработанные технологические режимы производства брусков экструзионного прессования (БЭП). В связи с этим преподавателями кафедры ЛДП КГУ были проведены работы по определению качества БЭП, производимых на одном из предприятий Костромы.

Бруски экструзионного прессования (БЭП) на этом предприятии изготавливаются на экструзионном горячем горизонтальном прессе поршневого типа. При движении поршня в одну сторону древесная масса проталкивается в три «ручья», при движении поршня в другую сторону – в другие три ручья. Все «ручья» снабжены электрическими нагревателями, обеспечивающими возможность регулирования температуры прессования. Производительность пресса регулируется количеством ходов поршня в минуту и длиной хода. В качестве сырья для производства брусков экструзионного прессования используется смесь сыпучих отходов столярного производства, состоящая из древесной стружки, древесных опилок и опилок от раскроя ДВП, а также дробленых отходов ДВП. Сечение получаемых брусков составляет (Т×Ш) 55×110 мм.

С целью снижения затрат на производство БЭП их прессование на предприятии производилось без применения связующего. Однако при этом величины показателей физико-механических свойств продукции были низкими и крайне нестабильными. С целью повышения качества БЭП нами было предложено вводить в древесную массу связующее – смолу КФС с отвердителем хлористым аммонием. Содержание смолы КФС во всех опытах составляло 10 % от массы стружки.

Экспериментальные запрессовки были проведены в производственных условиях одного из предприятий Костромы. Переменные производственные факторы и уровни их варьирования, которые задавались в ходе эксперимента, приведены в таблице.

У всех полученных в ходе проведения производственных испытаний образцов были определены следующие показатели: плотность, распределение плотности по сечению, прочность на статический изгиб, водопоглощение, разбухание, сопротивление выдергиванию шурупов из пласти и кромки.

Для определения величины показателей физико-механических свойств БЭП образцы были раскроены по схеме, представленной на рисунке.

Факторы процесса производства образцов

Номер образца	Температура нагревателя, °С	Давление манометрическое, МПа	Длительность такта прессования, с	Удельный вес отвердителя, %
24	150	5	10	0
25	150	5	10	0
26	150	3	10	1
27	170	3	5	0,7
28	150	5	5	0,5
29.1	150	4	12	0,35
29.2	150	4	12	0,35
30.1	150	4	5	0,35
30.2	150	4	5	0,35
31.1	150	4	10	0
31.2	150	4	10	0

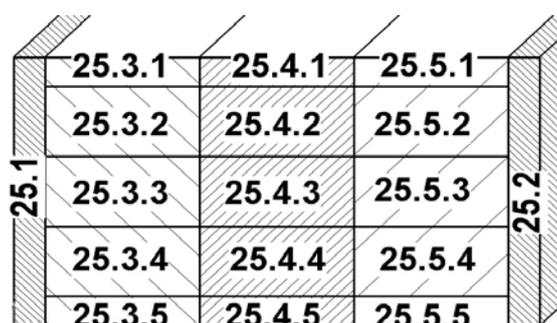


Рис. Схема раскроя образцов для определения распределения плотности по сечению БЭП (пример для образца №25)

Плотность БЭП. Плотность БЭП колеблется в широких пределах от 577 кг/м^3 до 1038 кг/м^3 . Анализ результатов испытаний позволяет сделать вывод об отсутствии зависимости плотности от величины технологических факторов (температуры, давления, длительности такта прессования, удельного веса отвердителя). Некоторые образцы изготавливались одновременно при одинаковых условиях, но в разных «ручьях» пресса. Однако величины плотности этих образцов различаются от 19,7 % до 41,6 %.

Распределения плотности материала по сечению БЭП. С целью определения распределения плотности деталей по сечению, полученные образцы раскраивались в соответствии со схемой, представленной на рисунке.

Проведенные замеры позволили выявить закономерности распределения плотности деталей по их сечению.

1. Плотность деталей уменьшается от поверхности к центру на 3–10 %. Такая закономерность объясняется большей упрессовкой наружных слоев деталей вследствие более длительного воздействия на них высокой температуры.

2. Плотность наружных слоев (верхнего и нижнего) обычно увеличивается от углов детали к их середине на 3–7 %. Однако эта закономерность не стабильна, в некоторых образцах наблюдается снижение плотности к середине наружных слоев, в других изменение плотности наружных слоев не имеет выраженной направленности.

3. Плотность деталей по ширине и толщине в большей части образцов уменьшается от периферии к центру. Однако в других образцах величина этого показателя увеличивается или плавно снижается от одной кромки к другой.

4. По результатам проведенных опытов выявить устойчивые закономерности изменения плотности деталей по их сечению не представляется возможным вследствие нестабильности других технологических факторов. К этим факторам относятся, прежде всего, равномерность подачи древесной массы, равномерность поддержания температуры и давления в процессе прессования.

Прочность БЭП на статический изгиб. С целью определения распределения прочности БЭП на статический изгиб полученные бруски раскраивались по ширине на три образца шириной 27 мм, толщиной равной толщине детали 55 мм и длиной 250 мм.

Из анализа результатов замеров можно сделать следующие выводы.

1. Прочность наружных слоев деталей обычно выше прочности внутренних слоев на 4–15 %.
2. Средняя по сечению прочность деталей на статический изгиб колеблется в пределах от 1,5 МПа до 5,2 МПа. Однако значения этого показателя крайне нестабильны. Прочность деталей, изготовленных одновременно из разных «ручьев» пресса, может отличаться в 1,5–2,5 раза.

Водопоглощение и разбухание БЭП. Из анализа результатов замеров можно сделать следующий вывод.

1. Водопоглощение и разбухание БЭП колеблется в пределах от 8,58 % до 40,68 %. То есть свойства образцов, полученных при одновременном прессовании деталей, но из разных «ручьев» могут отличаться в 1,5–4,7 раза.

Прочность на выдергивание шурупов. Для крепления фурнитуры на ООО «Дифорд» применяются крепеж типа «спакс». Поэтому испытания проводились для этого типа крепежа. Из анализа результатов замеров можно сделать следующий вывод.

1. С увеличением давления прессования прочность БЭП на выдергивание шурупов из пласти ожидаемо возрастает примерно с 85 Н/мм до 97 Н/мм, из кромки – с 92 Н/мм до 102 Н/мм. Однако следует отметить крайнюю нестабильность этого показателя. Прочность на выдергивание шурупов из одного образца может отличаться на 33 %. Прочность деталей на выдергивание шурупов, изготовленных по одним режимам одновременно, но из разных «ручьев» пресса, может отличаться в 1,2–2,4 раза.

Вывод. Величина всех физико-механических свойств деталей экструзионного прессования зависят от плотности материала. Однако результаты проведенных исследований свидетельствуют о неравномерности этого показателя, как по объему детали, так и для различных «ручьев» пресса. Причинами такого положения являются:

1. Находясь в загрузочной воронке, осмоленная древесно-стружечная масса прилипает к ее стенкам. Кроме того, частицы массы слипаются между собой и образуют свод над лопастями ворошителя. Поэтому количество массы, попадающей в загрузочное окно, а затем и под шток пресса, изменяется в широких пределах. Вследствие неравномерности количества осмоленной стружки, подаваемой в загрузочное окно пресса, меняется скорость подачи древесно-стружечной массы в нагреватель и длительность нагревания, а вследствие этого и свойства БЭП.

2. В осмоленной массе часто встречаются крупные лоскуты упаковочной пленки. Если в процессе прессования эти лоскуты оказываются в зоне контакта древесной массы и нагревателя, то они подгорают. В результате подгорания этих лоскутов пленки резко возрастает трение между поверхностями нагревателей и детали. Вследствие этого повышается плотность детали, увеличивается время нагревания, возрастает температура внутренних слоев, начинается термическая деструкция древесных частиц в наружных слоях деталей. При этом все физико-механические свойства БЭП, полученных в разных «ручьях» пресса, будут резко отличаться независимо от заданных уровней температуры, давления, скорости подачи, а также вида, наличия и удельного веса отвердителя.

УДК 674.815

Е. С. Хохлова,

старший преподаватель кафедры ЛДП, ФГБОУ ВО «Костромской государственной университет», г. Кострома, РФ,
hohlova_ec@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПО СЕЧЕНИЮ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА ЭКСТРУЗИОННОГО СПОСОБА ПРЕССОВАНИЯ

В статье рассмотрены факторы, оказывающих влияние на показатель плотности древесно-полимерных композитов. Произведен анализ распределения плотности по сечению композиционного материала экструзионного способа производства.

Ключевые слова: древесно-полимерный композит; экструзионное прессование; профиль плотности; технологические факторы.

E. S. Khokhlova,

Senior Lecturer, LDP Department, Kostroma State University, Kostroma, RF,
hohlova_ec@mail.ru

INVESTIGATION OF THE DENSITY DISTRIBUTION OVER THE CROSS SECTION OF A WOOD-POLYMER COMPOSITE BY THE EXTRUSION METHOD OF PRESSING