

плитных производств до 9 % за счет увеличения пресс-фактора. При этом (см. рис. 2), значительное повышение адгезионной прочности клеевого шва, наблюдаемое для лигнинового реагента (800–1050 кН) в интервале расходов от 1 до 2 %, по сравнению с достигаемыми величинами на КФС, отвержденной сульфатом аммония (порядка 650 кН), позволит, по нашему мнению, уменьшить расход смолы при сохранении требуемого уровня физико-механических показателей древесных плит и, следовательно, снизить выделение из них свободного формальдегида.

Результаты исследований находятся на стадии опытно-промышленной апробации в условиях работы цехов по производству древесноволокнистых плит сухого способа производства ОАО «Витебскдрев», древесностружечных плит – ОАО «Речицадрев».

Список литературы

1. Азаров В. И., Буров А. В., Оболенская А. В. Химия древесины и синтетических полимеров : учебник. 2-е изд., испр. СПб. : Лань, 2010. 624 с.
2. Balakshin M. Yu. and et. New Opportunities in the Valorization of Technical Lignins // CemSuSChem. Volume 14, Issue 4, February 18, 2021. pp. 1016–1036. URL: <https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cssc.202002553> (дата обращения: 26.02.2021).
3. Божелко И. К., Янушкевич А. А., Дубоделова Е. В. Технология деревообработки : учеб.-метод. пособие. Минск : БГТУ, 2019. 210 с.
4. Терентьева Э. П., Удовенко Н. К., Павлова Е. А. Химия древесины, целлюлозы и синтетических полимеров : учебное пособие / СПбГТУРП. СПб., 2015. Ч. 2. 83 с.

УДК 691.14

А. А. Лукаш,

докт. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», г. Брянск, РФ, mr.luckasch@yandex.ru

Н. П. Лукутцова,

докт. техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», г. Брянск, РФ, natluk58@mail.ru

К. П. Колотвин,

магистрант 1 года, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», г. Брянск, РФ, k.kolotvin33@mail.ru

К. В. Разрезов,

магистрант 1 года, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», г. Брянск, РФ, razrezowkirill@gmail.com

А. Феллух,

аспирант 1 года, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», г. Брянск, РФ, fellouhabdo@gmail.com

КОМПОЗИТ ИЗ ОТХОДОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВСИНЫ МЯГКИХ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

В статье установлено, что обширные запасы древесины мягких лиственных пород и низкая стоимость сырья обуславливают перспективность ее выращивания и применения в малоэтажном домостроении. Показано, что лучшим способом отходов от механической обработки является использование для производства композитов строительного назначения. Выявлены недостатки существующих технологических способов уменьшения отрицательного влияния содержащихся в древесине сахаридов на прочность древесно-цементных композиций. Предложено новое техническое решение по устранению негативного влияния экстрагируемых веществ на процесс твердения композитов из древесины мягких лиственных пород за счет применения карбамидоформальдегидного клея. В результате исследований установлено влияние расходов клея и дробленки, продолжительности выдержки после формования на прочность стружечно-клеявого композита. Решена оптимизационная задача при ограничениях с учетом технико-экономических факторов процесса, установлены рациональные условия получения стружечно-клеявого композита марки М10. Определены основные эксплуатационные показатели стружечно-клеявого композита прочность при сжатии, теплопроводность, коэффициент водопоглощения.

Ключевые слова: древесные композиты, структурообразование, сахариды, дробленка, расход клея, прочность при сжатии, коэффициент водопоглощения.

A. A. Lucas,

Doct. tech. Sciences, Associate Professor, Bryansk State University of Engineering and Technology, Bryansk, Russia, mr.luckasch@yandex.ru

N. P. Lukutsova,

Doct. tech. Sciences, Professor, Bryansk state engineering-technological University, Bryansk, Russia, natluk58@mail.ru

K. P. Kolotvin,

master's degree student 1 year, Bryansk state engineering-technological University, Bryansk, Russia,
k.kolotvin33@mail.ru

K. V. Razrezov,

master's degree student 1 year, Bryansk state engineering-technological University, Bryansk, Russia,
razrezowkirill@gmail.com

A. Fellah,

graduate student 1 year, Bryansk state engineering-technological University, Bryansk, Russia,
fellouhabdo@gmail.com

COMPOSITE FROM WASTE OF MECHANICAL PROCESSING OF SOFT DECIDUOUS WOOD

The article shows that the vast reserves of soft deciduous wood and the low cost of raw materials determine the prospects of its cultivation and use in low-rise housing construction. It is shown that the best way of waste from mechanical processing is to use it for the production of composites for construction purposes. The disadvantages of existing technological methods for reducing the negative impact of saccharides contained in wood on the strength of wood-cement compositions are revealed. A new technical solution is proposed to eliminate the negative impact of extractable substances on the hardening process of composites made of soft hardwood wood by using urea-formaldehyde glue. The results of studies on the influence of the consumption of glue and crushing, the duration of exposure after molding on the strength of the chip-glue composite are presented. The optimization problem is solved under constraints, taking into account the technical and economic factors of the process, and the rational conditions for obtaining a chip-glue composite of the M10 brand are established. The main performance indicators of the chip-glue composite compressive strength, thermal conductivity, and water absorption coefficient are determined.

Keywords: wood composites, structure formation, saccharides, crushing, glue consumption, compressive strength, water absorption coefficient.

При механической переработке древесины образуются отходы в количестве от 40 до 60 % от объема перерабатываемого сырья. Наилучшим вариантом переработки отходов является производство композитов для домостроения. Вторичное использование отходов механической обработки позволяет также решить и экологические проблемы.

Чаще всего из мелких древесных частиц получают арболит. При его производстве необходимо учитывать химическое строение древесины. В состав клеточной стенки входят водорастворимые сахара, содержание которых составляет до 23 % в хвойной древесине и в лиственной древесине – до 38 %. Щелочная среда цементного теста способствует экстракции из древесины этих веществ. Установлен механизм структуро-образования древесных композитов в зависимости от вида вяжущего вещества, способа обработки древесного заполнителя и последовательности ввода компонентов. Спектрометром в березовой дробленке идентифицирована д-эритроза, относящаяся к экстрагируемым мономерным сахаридам [1, с. 38].

Предложено новое техническое решение по устранению негативного влияния экстрагируемых веществ на процесс твердения композитов из древесины мягких лиственных пород [2, с. 12]. Применение быстротвердеющего органического вяжущего – карбамидоформальдегидного клея ослабляет влияние сахаридов на процесс твердения.

Водостойкие карбамидоформальдегидные клеи имеют хорошую адгезию к древесине и низкую стоимость. Для ускорения процесса твердения связующего применяют слабые органические кислоты – щавелевую или лимонную кислоту в количестве 4–6 м. ч. на 100 м. ч. смолы.

Проведены исследования и установлено влияние расходов клея и дробленки, продолжительности выдержки после формования на прочность стружечно-клеявого композита. Уровни и интервалы варьирования переменных факторов представлены в таблице.

Т а б л и ц а

Уровни и интервалы варьирования переменных факторов

Факторы	Обозначения		Интервал варьирования	Уровни варьирования		
	натур. вид	кодир. вид		нижн. –	основ. 0	верхн. +
Расход древесины, кг/м ³	Д	X ₁	29	175	204	233
Расход клея, кг/м ³	К	X ₂	59	262	321	380
Продолжительность выдержки после формования, сут	Т	X ₃	3	3	6	9

Получены математические зависимости прочности стружечно-клеявого композита от расхода клея и дробленки, продолжительности выдержки после формования в натуральном виде:

$$U = -0,912 - 0,015D + 0,0118K + 0,079T + 0,000047 D^2 - 0,00001 K^2 - 0,004T^2,$$

$$175 \leq D \leq 233; 262 \leq K \leq 380; 3 \leq T \leq 6.$$

Влияние факторов режима на прочность композита показано на рисунке.

Установление рациональных условий получения стружечно-клеевого композита марки М10, сделано как решение оптимизационной задачи при ограничениях с учетом технико-экономических факторов процесса.

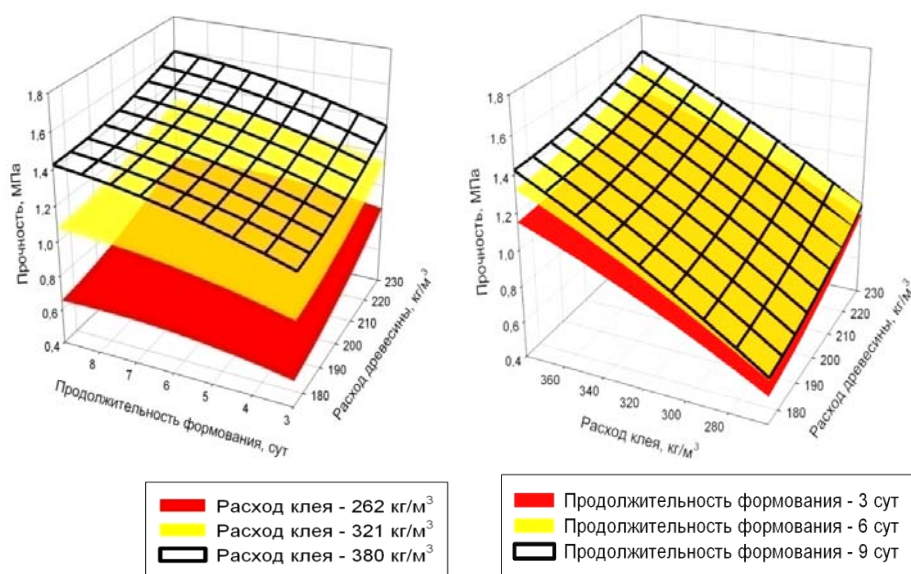


Рис. Зависимость прочности стружечно-клеевого композита при сжатии:
а – от продолжительности формования и расхода древесины мягких лиственных пород;
б – от расхода клея и древесины

На основе исследования влияния расхода древесины, клея и продолжительности выдержки после формования на прочность клееного арболита получены уравнения, которые адекватно описывают процесс. Фактор выдержки после формования T фиксируется на основном уровне, т. к. при увеличении времени выдержки после формования с 6 до 9 суток прочность клееного арболита возрастает всего на 3 %. Расход клея исследуемом диапазоне должен быть минимальным, т. к. стоимость клея значительно превосходит стоимость мелких древесных отходов. Поэтому второй фактор – расход клея фиксируется на нижнем уровне. В качестве ограничения целевой функции принимаем значение прочности арболита при сжатии (Y) для марки М10 составляет 1 МПа. Рациональными условиями получения клееного арболита клееного арболита Марки М10 являются: расход древесины – 190–195 кг/м³, расход карбамидоформальдегидного клея – 262–270 кг/м³, время выдержки после формования – 6 сут. Положительным фактором является также значительное снижение времени выдержки в форме до достижения расплубочной прочности (0,5 ча). При использовании низковязких карбамидоформальдегидных клеев с вязкостью менее 90 с по ВЗ-4 нет необходимости применения дополнительного количества воды. В результате этого влажность клееного арболита после склеивания составляет от 15 до 20 %, что практически соответствует эксплуатационной влажности.

Определены основные эксплуатационные показатели стружечно-клеевого композита: клееного арболита: плотность – 500 кг/м³, прочности при сжатии – 1 МПа коэффициент теплопроводности – 0,095 Вт/(м·К), водопоглощение – 45 %.

Таким образом, установлено следующее.

1. Предложено техническое решение по устранению негативного влияния экстрагируемых веществ на процесс твердения композитов из древесины мягких лиственных пород применением быстротвердеющего органического вяжущего – карбамидоформальдегидного клея.

2. Определены основные эксплуатационные показатели стружечно-клеевого композита: клееного арболита: плотность – 500 кг/м³, прочности при сжатии – 1 МПа коэффициент теплопроводности – 0,095 Вт/(м·К), водопоглощение – 45 %.

Список литературы

1. Лукаш А. А., Лукутцова Н. П. Повышение экологической безопасности композиционных строительных материалов из древесины // Вестник Белгород. госуд. технол. ун-та им. В. Г. Шухова, 2016. № 8. С. 37–41.
2. Пат. 2642757. Российская Федерация, МПК С04В26/00, С04В18/26. Теплоизоляционный клеевой арболит / А. А. Лукаш ; заявитель и патентообладатель ФГБОУВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет». № 2016131324; заявл. 28.7.2016; Опубл. 25.1.2018, Бюл. № 3.