

## ВЛИЯНИЕ ПОРОДЫ ДЕРЕВА НА СВОЙСТВА ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н.П. Мусько, Н.В. Коренева

*Методом взрывного автогидролиза проведена активация древесины лиственных и хвойных пород. Путем горячего прессования изготовлены плитные материалы из полученной пресс-массы. Изучено влияние породы дерева и условия изготовления плитных материалов на их физико-механические свойства.*

*Ключевые слова: взрывной автогидролиз, плитный материал, целлюлоза, лигнин, редуцирующие вещества.*

### ВВЕДЕНИЕ

Отходы переработки древесины лиственных и хвойных пород являются неликвидным продуктом. Учитывая все известные способы переработки коры, щепы, опилок и прочих остатков дерева, в России используется 50 % этого материала, а в некоторых регионах Сибири эксплуатация древесного сырья достигает только 35 %-ой отметки.

В данной работе предлагается решение этой проблемы путем использования отходов деревообработки как хвойных, так и лиственных пород дерева, для получения плитных материалов. Как альтернативный, существующим способам изготовления плитных материалов на основе синтетических связующих, предлагается метод взрывного автогидролиза. В основе метода лежит предварительная пропитка сырья водой с последующей обработкой перегретым водяным паром [1].

В используемом методе все составляющие, необходимые для изготовления плитных материалов, получают в результате баротермической обработки древесины из ее компонентов.

Главным фактором, который влияет на свойства плитных материалов, является состав пресс-массы после взрывного автогидролиза, напрямую зависящий от длительности баротермической обработки и ее температуры [2].

Несмотря на то, что древесина разных пород содержит одинаковые компоненты (целлюлозу, лигнин, легкогидролизуемые полисахариды), по количеству, химическому составу и морфологии волокон они сильно отличаются [3].

В работе [1] показано, что свойства плитных материалов на основе модифицированного методом взрывного автогидролиза растительного сырья, зависят от доступности

ароматической составляющей и содержания редуцирующих веществ. Значительное влияние может оказывать и морфология древесины. Свободный объем древесины, определяющийся наличием сосудов, каналов, трахеид, для разных пород существенно отличается, а соответственно и проникновение молекул воды внутрь древесины будет происходить по-разному [4].

В связи, с чем целью данной работы явилось изучение влияния породы дерева на свойства плитных материалов из баротермически обработанной древесины.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве исходного сырья для производства плитных материалов использовали неэкстрагированные отходы древесины лиственных, сосны, осины и березы. Содержащие основных компонентов исходного сырья приведены в таблице 1.

Баротермическая обработка отходов древесины проводилась при температуре 220 °С в течение 10 минут. Перед проведением взрывного гидролиза щепу обрабатывали водой. Во время предварительной пропитки происходит глубокое проникновение молекул воды внутрь древесины. Заполнение пор и сосудов водой делает прогрев более быстрым и равномерным из-за большей теплопроводности воды по сравнению с теплопроводностью воздуха. Пропитка древесины водой вызывает ее набухание, что ведет к изменению геометрических размеров древесных частиц, увеличению диаметра микропор и внутренней поверхности материала. Все это облегчает проникновение пара вглубь обрабатываемого сырья. При декомпрессии системы пар, находящийся внутри щепы, из-за разницы давлений разрывает ее изнутри, вызывая разделение на волокна и отдельные

мелкие фрагменты [2]. Для определения состава древесины после взрывного автогидролиза (далее будем называть ее пресс-масса) проводили ее водную экстракцию. Полученный водный фильтрат анализировали на содержание редуцирующих веществ. Дан-

ные по составу взорванной древесины представлены в таблице 2.

После взрывного автогидролиза лигно-углеводный материал превращается в продукт волокнистой формы темно-коричневого цвета.

Таблица 1 – Содержание основных компонентов исследуемых пород древесины

Порода дерева	Содержание, %		
	Целлюлозы	Лигнина	Легкогидролизуемых полисахаридов
Лиственница без экстрактивных веществ	46,6	30,5	22,9
Лиственница с экстрактивными веществами	48,8	30,0	21,2
Сосна	52,3	32,1	15,6
Осина	51,7	24,5	23,8
Береза	50,8	24,9	24,3

Таблица 2 – Состав пресс-массы

Порода древесины	Содержание, %			
	Целлюлозы	Лигнина	Легкогидролизуемых полисахаридов	Редуцирующих веществ
Лиственница без экстрактивных веществ	45,3	36,6	2,7	15,4
Лиственница с экстрактивными веществами	47,3	34,4	2,5	15,8
Сосна	64,4	18,4	3,4	13,8
Осина	62,3	14,9	4,5	18,3
Береза	65,2	14,7	4,6	15,5

Пресс-масса после высушивания до воздушно-сухого состояния применялась для изготовления плитных материалов методом горячего прессования. Свойства полученных плитных материалов приведены в таблице 3.

Как видно из представленных данных, в условиях баротермической обработки процесс гидролитической деструкции развивается во всех исследуемых образцах. Об этом свидетельствует резкое снижение содержания легкогидролизуемых полисахаридов и появление в пресс-массе редуцирующих веществ.

Известно, что одним из факторов, влияющих на свойства плитных материалов на основе модифицированного методом взрывного автогидролиза растительного сырья, является содержание редуцирующих веществ. Поэтому, следовало предположить, что плитный материал, изготовленный из модифицированной древесины осины будет обладать лучшими прочностными свойствами, так как количество редуцирующих веществ в

пресс-массе после взрывного автогидролиза больше, чем в остальных породах и составляет 18,3 % (таблица 2). Однако изучение свойств плитных материалов показало, что прочность плит, полученных на основе древесины осины, значительно ниже прочности плит, полученных на основе древесины других пород (таблица 3).

Если основным фактором, влияющим на свойства плитных материалов является образование сшитых структур между компонентами пресс-массы [5, 6], то свойства плитных материалов на основе древесины осины не должны существенно отличаться от свойств плитных материалов на основе древесины других пород, так как количество редуцирующих веществ, участвующих в образовании сшивок близки по значению для всех пород (таблица 3). Для определения количества редуцирующих веществ, участвующих в химической реакции превращения, готовые плитные материалы измельчали до порошкообразного со-

## ВЛИЯНИЕ ПОРОДЫ ДЕРЕВА НА СВОЙСТВА ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

стояния, после чего проводили водную экстракцию исследуемых образцов. Полученный

водный фильтрат анализировали на остаточное содержание редуцирующих веществ [7].

Таблица 3 – Свойства плитных материалов на основе пресс-масс из взорванной древесины

Порода древесины	Количество редуцирующих веществ, участвующих в образовании связующих веществ, %	Прочность при изгибе, МПа	Плотность плитных материалов, кг/м <sup>3</sup>	Плотность исходной древесины, кг/м <sup>3</sup> [9]
Лиственница	8,4	32,3	1339	630
Сосна	10,4	29,7	1379	470
Осина	10,7	17,1	1051	430
Береза	11,2	31,0	1400	640

\* Условия прессования: давление 5,2 МПа, температура 140 °С.

Следует предположить, что наряду с протекающими химическими превращениями на свойства плитных материалов будут влиять другие факторы. Например, одной из причин различающейся прочности может быть более низкая плотность древесины осины по сравнению с другими породами, что в свою очередь связано с ее анатомическим строением. В древесине лиственницы механическая ткань состоит из толстостенных трахеид, занимающих 95 % ткани [8]. Этим можно объяснить наибольшую исходную плотность у лиственницы 650 кг/м<sup>3</sup> и соответственно высокие плотность и прочностные показатели плит. Береза относится к твердым породам и имеет исходную плотность 600 кг/м<sup>3</sup>, и плитные материалы на ее основе практически не уступают по прочности плитным материалам на ос-

нове лиственницы. В древесине осины механическую прочность выполняют волокна либриформа и тонкостенные трахеиды с большим диаметром пор [9]. Известно, что увеличение свободного объема приводит к уменьшению плотности материала. Осина по своей природе одна из самых мягких пород. Ее плотность составляет 430 кг/м<sup>3</sup>. Возможно, что именно этот фактор и отразился на плотности плитных материалов. Так как плотность и прочность связаны прямопропорциональной зависимостью, то и прочность плит на основе древесины осины низкая 17,0 МПа. Для подтверждения своих предположений были получены плитные материалы с большей плотностью. Для чего проводилось прессование пресс-массы, полученной из древесины осины, при более высоких давлениях (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние давления прессования на физико-механические показатели плит, на основе взорванной древесины осины

Давление прессования, МПа	Прочность, МПа	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Количество редуцирующих веществ, участвующих в образовании связующих веществ, %
5,2	17,0	1051	10,7
6,5	33,9	1423	14,6
7,8	34,6	1444	14,8

Анализ таблицы 4 показал, что при увеличении давления прессования прочность плит резко возрастает с 17,0 до 34,6 МПа. Вероятно, при увеличении давления увеличивается количество сшитых структур, что можно подтвердить увеличением количества редуцирующих веществ, участвующих в образовании этих структур.

У древесины сосны исходная плотность примерно равна плотности древесины осины, но плитные материалы на основе древесины сосны и осины по прочностным показателям

сильно отличаются друг от друга (таблица 3). После проведения взрывного автогидролиза визуально можно оценить, что насыпная плотность пресс-массы, полученной из древесины осины больше по сравнению с пресс-массой, полученной из древесины сосны. Поэтому для получения плитных материалов, на основе древесины осины с прочностью как у плит на основе древесины сосны нужно приложить более высокое давление (таблица 4).

Увеличение давления прессования при изготовлении плитных материалов на основе

древесины сосны не отразилось на их физико-механических свойствах. При увеличении давления прессования до 6,5 МПа прочность, плотность и количество редуцирующих веществ остались неизменными: 29,7 МПа; 1379 кг/м<sup>3</sup> и 10,4 %, соответственно.

Одним из показателей, характеризующих физико-механические свойства плитных материалов являются их гидрофобные свойства. Результаты изучения гидрофобных свойств представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Гидрофобные свойства плитных материалов на основе пресс-масс из взорванной древесины

Порода древесины	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Разбухание, %	Водопоглощение, %
Лиственница	1339	4	5
Сосна	1379	5	6
Осина	1051	18	21
Береза	1400	5	7

Как видно из таблицы, плитные материалы на основе древесины осины имеют самую высокую степень разбухания и водопоглощения, что связано с их более низкой плотностью.

Изготовление плитных материалов – это многофакторный процесс. При прочих равных условиях, какой-то фактор является доминирующим в формировании комплекса свойств получаемых плитных материалов.

Исследования показали, что физико-механические свойства плитных материалов, будут определять не только условия взрывного автогидролиза и условия изготовления, но и анатомическое строение породы дерева из которого они изготовлены.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беушева, О. С. Ресурсосберегающая технология переработки отходов древесины лиственницы: дис. ... канд. техн. наук / Беушева Ольга Сергеевна. – Барнаул, 2006. – 129 с.
2. Беушева, О. С. Изучение влияния температуры обработки и влажности древесины лиственницы на состав продуктов взрывного автогидролиза / О. С. Беушева, Н. П. Мусько, М. М. Чемерис // Ползуновский вестник. – 2004. – № 4.
3. Fengel, D. Wood: chemistry, ultrastructure, reactions / D. Fengel, G. Wegener. – Walter de Gruyter, Berlin, 1989. – 613 p.
4. Никитин, Н. И. Химия древесины и целлюлозы / Н. И. Никитин. – М-Л.: АН СССР, 1962 – 711 с.

5. Ширяев, Д. В. Изучение продуктов баротермической обработки древесины осины методом <sup>13</sup>C спектроскопии / Д. В. Ширяев, Н. П. Мусько, О. С. Беушева, О. А. Кульдешова // Ползуновский вестник. – 2013. – № 1. – С. 224–228.

6. Ширяев, Д. В. ЯМР спектроскопическое изучение процесса прессования модифицированной древесины осины / Д. В. Ширяев, Н. П. Мусько, М. М. Чемерис, О. А. Кульдешова // Ползуновский вестник. – 2013. – № 1. – С. 206–208.

7. Мусько, Н. П. Химический анализ древесины: методические указания по химии древесины / Н. П. Мусько, М. М. Чемерис. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2004. – 36 с.

8. Пен, Р. З. Технология древесной массы / Р. З. Пен. – Мин-во общего и профессионального образования РФ, Красноярская государственная технологическая академия, 1997.

9. Роговин, З. А. Химия целлюлозы / З. А. Роговин. – М.: Химия, 1972. – 520 с.

**Мусько Нина Павловна**, к.х.н., доцент кафедры «Химическая технология» Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, e-mail: vadandral@mail.ru.

**Коренева Наталья Владимировна**, к.х.н., ст. преподаватель кафедры «Химическая технология» Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, e-mail: vadandral@mail.ru.