

# КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

О.С. Беушева, Н.П. Мусько, Д.В. Ширяев, М.М. Чемерис

*Проведены исследования влияния параметров взрывного автогидролиза и условий прессования на физико-механические показатели композиционных материалов.*

*Ключевые слова: взрывной автогидролиз, композиционный материал, легкогидролизуемые материалы.*

## ВВЕДЕНИЕ

При получении пиломатериалов около 40% древесины попадает в отходы, которые либо сжигаются, либо уходят в отвал. Одним из направлений использования отходов древесины является производство композиционных плитных материалов – древесноволокнистых или древесностружечных плит.

Перспективным направлением является разработка методов изготовления экологически безопасных композиционных материалов. Одним из таких методов является изготовление композиционных плитных материалов на основе растительного сырья методом взрывного автогидролиза (ВАГ). Взрывной автогидролиз позволяет превратить древесные отходы в продукт волокнистой формы, пригодный для изготовления композиционных материалов без добавления синтетических связующих веществ [1]. Под действием высокой температуры и давления легкогидролизуемые полисахариды древесины лиственницы гидролизуются с образованием редуцирующих веществ (РВ) и часть лигнина так же гидролизуется с образованием веществ фенольного характера, что подтверждают УФ-спектроскопические исследования [2]. Таким образом, после взрывного автогидролиза лигноуглеводная масса содержит компоненты с большим числом реакционноспособных групп, которые могут взаимодействовать между собой аналогично реакциям фенола с формальдегидом при образовании фенолформальдегидных смол [3].

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Целью данной работы является изучение влияния параметров взрывного автогидролиза и условий прессования на физико-механические показатели композиционных материалов, изготовленных из модифицированных отходов древесины лиственницы.

В качестве исходного сырья для производства плит использовалась щепа древесины лиственницы Сибирской с размером час-

тиц 25\*15\*5 мм. Взорванную массу и готовые плитные материалы анализировали на содержание РВ по общепринятой методике [4]. Данные по количеству РВ, участвующих в образовании связующих веществ, представлены в таблице 1. Прочностные свойства определяли в соответствии с ГОСТ 10635-88.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Количество компонентов, вступающих в реакцию поликонденсации с образованием связующих веществ, а следовательно, и свойства композиционных материалов можно варьировать температурой и временем выдерживания древесины в реакторе, таблица 1. Физико-механические показатели композиционных плитных материалов, полученных из древесины лиственницы, взорванной в различных условиях, представлены в таблице 1.

Важными показателями физико-механических свойств композиционных материалов являются их прочностные свойства.

Прочностные характеристики плит, полученных из взорванной древесины лиственницы, имеют различную зависимость от параметров взрывного автогидролиза.

В связи с тем, что связующие вещества образуются из компонентов пресс-массы на стадии изготовления композиционного материала, можно предположить, что прочностные свойства напрямую зависят от количества образовавшихся сшивок. Чем больше редуцирующих веществ образуется в процессе взрывного автогидролиза, тем больше вероятность участия их в реакции конденсации, и, тем выше прочностные свойства композиционного материала.

При 180 °С количество редуцирующих веществ в пресс-массе после взрывного автогидролиза растет во всем временном интервале. Количество редуцирующих веществ, участвующих в реакции конденсации так же растет. Но в реакцию вступает максимум 5,1 % из имеющихся 15,3 % редуцирующих веществ (опыт 12, таблица 1). И, как следствие этого, древесные композиционные материа-

лы имеют невысокие значения прочности (опыты 9 – 12, таблица 1). Возможно, это связано с недостаточной степенью разволокнения щепы и малой доступностью фенолпропановой структуры лигнина, являющейся вторым участником реакции конденсации. В пользу этого факта говорит сравнение свойств композиционных материалов, изготовленных из пресс-масс, содержащих одинаковое количество редуцирующих веществ (таблица 1, опыты 2, 12, 13). Максимальной прочностью обладает образец, изготовленный из разволокненной древесной массы, полученной в условиях взрывного автогидролиза: температура - 220 °С, время выдерживания древесины в реакторе – 10 минут. Количество редуцирующих веществ, участвующих в реакции для этого образца так же максимальное. Исследования показывают, что композиты, изготовленные из пресс-массы, содержащей максимальное количество редуцирующих веществ, но неактивированный лигнин (таблица 1, опыт 13), а так же малодоступный лигнин в слаборазволокненной древесине (таблица 1 опыт 12) обладают низкой прочностью.

Анализ закономерностей изменения содержания редуцирующих веществ от времени взрывного автогидролиза при температурах

200 и 220 °С показывает, что данная зависимость проходит через максимум. Например, при 220 °С количество РВ возрастает при увеличении времени выдерживания в реакторе до 10 минут. Дальнейшее увеличение времени приводит к снижению количества редуцирующих веществ перешедших в раствор и, как следствие, к понижению прочностных характеристик композиционных материалов. Снижение содержания редуцирующих веществ может быть связано с протеканием конкурирующей реакции - конденсации редуцирующих веществ и лигнина уже на стадии взрывного автогидролиза.

С увеличением температуры ВАГ до 200 °С прочность плитных композиционных материалов увеличивается с 12,2 МПа при 2 минутах гидротермической обработки древесины до 20,6 МПа при 20 минутной обработке. Дальнейшее увеличение продолжительности процесса обработки древесины в реакторе до 30 минут приводит к незначительному снижению прочности композиционных плитных материалов до 19,6 МПа.

На скорость реакции конденсации, а, следовательно, и на физико-механические показатели композиционных материалов будут оказывать влияние параметры прессования (температура и давление).

Таблица 1

Влияние параметров взрывного автогидролиза на количество образующихся редуцирующих веществ и физико-механические показатели композиционных материалов

№ опыта	Условия ВАГ		Прочностные показатели композиционных материалов		Количество РВ	
	Т, °С	т, мин.	прочность при изгибе, МПа	плотность, кг/м <sup>3</sup>	в пресс-массе после ВАГ, %	участвующих в образовании связующих веществ, %
1	220	2	21,2	1072	6,5	5,2
2	220	10	41,0	1247	15,4	8,0
3	220	20	23,6	1243	12,4	5,7
4	220	30	17,0	1198	9,6	3,5
5	200	2	12,2	953	5,2	0,8
6	200	10	13,8	1069	10,3	3,8
7	200	20	20,6	1139	12,1	6,7
8	200	30	19,6	1134	11,0	5,6
9	180	2	3,2	862	3,8	0,2
10	180	10	5,4	902	10,5	1,7
11	180	20	11,7	987	12,7	3,2
12	180	30	15,6	1132	15,3	5,2
13	Искусственно введены моносахариды 15,4 %		7,3	973	15,4	1,2
14	Исходная древесина		Не удалось спрессовать			

Условия прессования: давление прессования - 5,2 МПа, температура прессования – 140 °С.

## КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Таблица 2

Влияние параметров прессования на количество редуцирующих веществ, участвующих в образовании связующего агента, и на физико-механические показатели композиционных материалов

Параметры прессования		Количество РВ, участвующих в образовании связующих веществ, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при изгибе, МПа
Температура прессования, °С	120	6,4	1163	20,0
	130	6,7	1227	29,0
	140	8,0	1247	41,0
	150	9,9	1233	33,0
Давление прессования, МПа	1,2	3,6	1002	12,2
	2,6	4,2	1088	20,5
	3,9	6,5	1176	22,7
	5,2	8,0	1247	41,0
	6,5	8,6	1311	33,5

<sup>1</sup>Древесная масса после ВАГ содержит 15,4 % редуцирующих веществ;

<sup>2</sup>Условия прессования: давление 5,2 МПа, продолжительность 5 минут;

<sup>3</sup>Условия прессования: температура 140 °С, продолжительность 5 минут).

Из представленной таблицы видно, что прочность композиционных материалов возрастает с увеличением температуры прессования до 140 °С. Следует предположить, что увеличение прочности связано с протеканием реакции конденсации и образованием сшитых структур между компонентами пресс-массы, свидетельством чему является рост количества РВ, участвующих в реакции (таблица 2). При увеличении температуры прессования со 120 °С до 150 °С количество РВ, участвующих в образовании связующих веществ, растет с 6,4 % до 9,9 %. Повышение температуры до 150 °С, несмотря на рост количества РВ, участвующих в реакции конденсации приводит к снижению прочности композита. Это может быть связано с термической деструкцией древесного наполнителя, о чем свидетельствует потемнение композиционного плитного материала.

При росте температуры прессования возрастает плотность композита за счет увеличения количества сшитых структур и уменьшения свободного объема в волокнистой массе.

Увеличение давления прессования приводит к росту плотности композита, так как при этом достигается более плотная укладка древесных частиц, увеличивается площадь контакта между компонентами пресс-массы, и, как следствие этого возрастает скорость реакции образования связующих веществ, плотность и прочность композита.

Количество редуцирующих веществ, участвующих в образовании связующих веществ растет с 3,6 % до 8,0 % при повышении давления с 1,2 МПа до 5,2 МПа (таблица 2). Прочность возрастает с 12,2 до 41,0 МПа.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По прочностным свойствам композиционные материалы на основе древесины лиственницы подвергнутой ВАГ обладают преимуществом перед традиционными древесностружечными плитами. В зависимости от параметров взрывного автогидролиза и условий прессования можно получать древесные композиционные материалы с широким спектром физико-механических свойств. Высокие прочностные свойства композита и отсутствие в пресс-массах фенолоформальдегидных смол делают данный метод весьма привлекательным при изготовлении материалов строительного и конструкционного назначения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беушева О.С., Мусько Н.П., Чемерис М.М. // Материалы конференции «Химико-лесной комплекс – проблемы и решения» Красноярск. 2003 С. 27-30
2. Беушева О.С., Мусько Н.П., Чемерис М.М. // Ползуновский вестник. 2004. №4. С. 37-39
3. Щербаков А.С., Гамова И.А., Мельникова Л.В. Технология композиционных древесных материалов. - М.: «Экология», 1992. – 192с.
4. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. М.: Экология, 1991.- 320 с.