

ПОРИСТЫЕ ПЛИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ МОДИФИЦИРОВАННЫХ МЕТОДОМ ВЗРЫВНОГО АВТОГИДРОЛИЗА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Н.П. Мусько, Д.В. Ширяев, Е.С. Шахмаев

Представлены результаты изготовления пористых плитных материалов на основе модифицированных методом взрывного автогидролиза коры сосны и соломы пшеницы. Изучены закономерности изменения свойств плитных материалов от условий их изготовления и от состава пресс-массы.

Ключевые слова: взрывной автогидролиз, пористые плитные материалы, пористость, плотность, теплопроводность.

ВВЕДЕНИЕ

Известно [1–7], что при обработке растительного сырья насыщенным паром при высокой температуре в результате физико-механических и химических изменений, образуется реакционная масса содержащая лигнин, целлюлозу, остаточное количество легкогидролизуемых полисахаридов, а также низкомолекулярные продукты гидролиза легкогидролизуемых полисахаридов и лигнина. Образовавшиеся низкомолекулярные продукты гидролиза легкогидролизуемых полисахаридов, называемые «редуцирующие вещества», в соответствии с методом их определения, при нагревании вступают в реакцию поликонденсации с низкомолекулярными фрагментами лигнина и, образуя природную терморезистивную смолу, выполняют роль связующего компонента в плитных материалах.

Таким образом, реакционная масса, полученная в результате модификации растительного сырья методом взрывного автогидролиза, пригодна для изготовления плитных материалов без добавления синтетических связующих веществ.

Изучение возможности использования в качестве сырья для изготовления плитных материалов таких растительных отходов, как кора сосны и солома злаковых культур [8, 9] показало, что плитные материалы имеют низкие прочностные показатели и пресс-масса на основе модифицированного недревесного сырья может быть рекомендована для изготовления плитных материалов специального назначения [10].

Целью данного исследования является изучение влияния условий прессования на свойства пористых плитных материалов из модифицированных методом взрывного автогидролиза коры сосны и соломы пшеницы.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

При изготовлении плитных материалов растительное сырье измельчали, фракционировали, замачивали в воде, модифицировали методом взрывного автогидролиза, полученную пресс-массу сушили, прессовали плитные материалы и изучали их свойства. Обработка сырья в реакторе проводилась при температурах 160, 180 °С и продолжительности обработки 5, 10 минут. Плитные материалы изготавливались при изменяющихся давлении и времени прессования.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Прочностные свойства плитных материалов из модифицированного методом ВАГ растительного сырья определяются как условиями активации, так и условиями изготовления плитных материалов [1, 3].

При изготовлении пористых плитных материалов величина прессующего усилия является определяющим параметром, влияющим на их пористость и свойства. Закономерности изменения физических характеристик изучаемых материалов от давления прессования представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

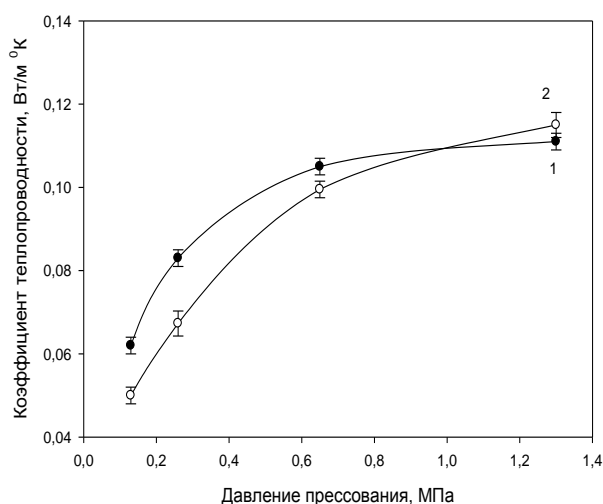
Как видно из представленных данных, независимо от природы сырья, увеличение давления прессования приводит к существенному снижению толщины образца, при значительной потере пористости (таблица 1) и увеличению их способности к теплопроводности (рисунок 1). При этом плитные материалы, полученные из модифицированной методом ВАГ коры сосны, в отличие от соломы пшеницы, при давлении менее 0,26 МПа не обладают конструкционной жесткостью.

**ПОРИСТЫЕ ПЛИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ МОДИФИЦИРОВАННЫХ МЕТОДОМ ВЗРЫВНОГО
АВТОГИДРОЛИЗА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ**

Таблица 1 – Влияние давления прессования на свойства плитных материалов.

| Сырье | Давление, МПа | Толщина образца, мм | Плотность образца, 10^3 кг/м ³ | Пористость, % |
|---------------------------------|---------------|---------------------|---|---------------|
| Модифицированная солома пшеницы | 0,13 | 28,04±0,09 | 0,25±0,02 | 79±2 |
| | 0,26 | 20,13±0,17 | 0,32±0,02 | 74±2 |
| | 0,65 | 11,81±0,17 | 0,70±0,02 | 47±2 |
| | 1,30 | 5,25±0,09 | 1,18±0,02 | 7±2 |
| Модифицированная кора сосны | 0,13 | 30,37±0,17 | 0,22±0,02 | – |
| | 0,26 | 19,86±0,09 | 0,32±0,02 | 76±2 |
| | 0,65 | 12,93±0,09 | 0,61±0,02 | 49±2 |
| | 1,30 | 5,88±0,09 | 1,16±0,02 | 7±2 |

Условия ВАГ: Т – 160 °С; τ – 10 минут. Условия прессования: Т – 140 °С, τ – 15 минут.



1 – кора сосны; 2 – солома пшеницы

Условия ВАГ: продолжительность – 5 минут; температура – 180 °С.

Условия прессования: продолжительность – 15 минут, температура – 140 °С.

Рисунок 1 – Влияние давления прессования на теплоизоляционные свойства плитных материалов

Влияние давления прессования на коэффициент теплопроводности плитных материалов на основе модифицированной коры сосны и соломы пшеницы имеет общий характер. Однако следует отметить, что при давлении прессования менее 1,0 МПа плитные материалы на основе модифицированной соломы пшеницы обладают более высокими теплоизоляционными свойствами, а при достижении давления прессования 1,0 МПа, плитные материалы на основе коры сосны лучше сопротивляются процессу теплопередачи. Это может быть связано с тем, что солома пшеницы сильнее подвержена воздействию прессующего давления по сравнению с корой. И при давлении прессования до 1,0 МПа в плитных материалах из соломы пшеницы происходит уменьшение возможности теплопередачи за счет конвективной составляющей.

Реакция взаимодействия редуцирующих веществ с ФПЕ лигнина протекает во времени, следует предположить, что изменение продолжительности воздействия прессующего усилия будет оказывать влияние не только на количество РВ участвующих в конденсационных процессах [2, 8], но и на свойства изготавливаемых плитных материалов (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние времени прессования на свойства плитных материалов

| Сырье | Время, мин | Толщина образца, мм | Плотность образца, 10^3 кг/м ³ | Пористость, % |
|---------------------------------|------------|---------------------|---|---------------|
| Модифицированная солома пшеницы | 10 | 20,48±0,17 | 0,32±0,02 | – |
| | 15 | 20,13±0,17 | 0,32±0,02 | 74±2 |
| | 20 | 20,46±0,17 | 0,34±0,02 | 72±2 |
| | 30 | 20,35±0,09 | 0,35±0,02 | 71±2 |
| Модифицированная кора сосны | 10 | 20,40±0,17 | 0,32±0,02 | – |
| | 15 | 19,86±0,09 | 0,32±0,02 | 76±2 |
| | 20 | 20,14±0,09 | 0,34±0,02 | 73±2 |
| | 30 | 20,31±0,17 | 0,35±0,02 | 72±2 |

Условия ВАГ: Т – 160 °С; τ – 10 минут. Условия прессования – Т – 140 °С; Р – 0,26 МПа.

Изменение продолжительности воздействия прессующего усилия практически не оказывает влияния ни на геометрические размеры образца, ни на их пористость. При продолжительности процесса прессования менее 15 минут получаемые плитные материалы не держат каркас.

При изготовлении плитных материалов на основе модифицированного методом ВАГ растительного сырья стадия получения волокнистой массы является наиболее энерго- и ресурсозатратной. Она включает в себя такие статьи расхода как: водоподготовка, нагрев воды до температуры свыше 100 С и

высушивание волокнистой массы после ВАГ. При этом как солома пшеницы, так и кора сосны являются материалами с большим количеством свободных пустот. Вследствие чего, при получении теплоизоляционных плитных материалов имеет смысл использовать природную высокую пористость сырья. С этой целью были изготовлены плитные материалы из пресс-масс, содержащих в своем составе немодифицированную кору сосны или солому пшеницы в качестве наполнителя и модифицированные опилки осины в качестве армирующей матрицы (таблица 3, 4)

Таблица 3 – Влияние состава пресс-массы на пористость плитных материалов

| Состав пресс-массы | | Характеристика плитных материалов | |
|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| Немодифицированная кора сосны | Модифицированные опилки осины | Толщина | Пористость, % |
| 100 | 0 | 20,07±0,17 | – |
| 90 | 10 | 20,18±0,17 | 74±2 |
| 75 | 25 | 20,23±0,09 | 73±2 |
| 50 | 50 | 19,96±0,17 | 72±2 |

Условия ВАГ: Т – 200 °С; τ – 10 минут. Условия прессования: Т – 140 °С; Р – 0,26 МПа; τ – 15 минут.

Таблица 4 – Влияние состава пресс-массы на пористость плитных материалов

| Состав пресс массы | | Характеристика плитных материалов | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| Немодифицированная солома пшеницы | Модифицированные опилки осины | Толщина | Пористость, % |
| 100 | 0 | – | – |
| 90 | 10 | 20,11±0,17 | – |
| 75 | 25 | 20,23±0,17 | 89±2 |
| 50 | 50 | 19,91±0,09 | 81±2 |

Условия ВАГ: Т – 180 °С, τ – 10 минут. Условия прессования: Т – 140 °С; Р – 0,2 т; τ – 15 минут.

Исследования показали, что при использовании в качестве наполнителя коры сосны пористые плитные материалы, обладающие конструкционной жесткостью, получаются уже при содержании связующей добавки 10 %. Для плитных материалов на основе соломы пшеницы содержание связующей добавки возрастает до 25 %.

Таким образом, на основе растительных отходов могут быть изготовлены пористые плитные материалы. Данные материалы по теплоизоляционным свойствам относятся к среднетеплопроводным. В зависимости от параметров изготовления пресс-массы и условий прессования коэффициент теплопроводности варьируется от 0,050–0,115 Вт/м·К.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беушева, О. С. Ресурсосберегающая технология переработки отходов древесины лиственницы : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 25.00.36 / Беушева Ольга Сергеевна. – Барнаул, 2006. – 20 с.
2. Беушева, О. С. Роль легкогидролизуемых полисахаридов древесины лиственницы в процессе изготовления плитных материалов / О. С. Беушева, Н. П. Мусько, М. М. Чемерис / Журнал прикладной химии. – 2006. – № 2. – С. 340–342
3. Скурыдин, Ю. Г. Строение и свойства композиционных материалов, полученных из отходов древесины после взрывного гидролиза : дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Скурыдин Юрий Геннадьевич. – Барнаул, 2009. – 147 с.
4. Ширяев, Д. В. Изучение продуктов баротермической обработки древесины осины методом ¹³С спектроскопии / Д. В. Ширяев, Н. П. Мусько,

ПОРИСТЫЕ ПЛИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ МОДИФИЦИРОВАННЫХ МЕТОДОМ ВЗРЫВНОГО АВТОГИДРОЛИЗА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

О. С. Беушева, О. А. Кульдешова // Ползуновский вестник. – 2013. – № 1. – С. 224–228.

5. Беушева, О. С. Оптимизация процесса взрывного автогидролиза коры древесины / О. С. Беушева, Д. В. Ширяев, Н. П. Мусько, М. М. Чемерис // Ползуновский вестник. – 2010. – № 3. – С. 223–224.

6. Кузнецова, С. А. Состав и превращения основных компонентов автогидролизованной древесины сосны, ели и осины / С. А. Кузнецова, Н. Б. Александрова, Б. Н. Кузнецов // Химия в интересах устойчивого развития. – 2001. – № 9. – С. 665.

7. Ефремов, А. А. Комплексная переработка древесных отходов с использованием метода взрывного автогидролиза / А. А. Ефремов, И. В. Кроткова // Химия растительного сырья. – 1999. – № 2. – С. 19–39.

8. Ширяев, Д. В. Изучение процесса изготовления пористых плитных материалов из соломы пшеницы / Д. В. Ширяев, В. С. Гурова, Н. П. Мусько // Журнал прикладной химии. – 2012. – Т. 85, Вып. 1. – С. 134–137.

9. Мусько, Н. П. Плитные материалы на основе модифицированной коры сосны / Н. П. Мусько,

О. С. Беушева, С. С. Саушкина // Ползуновский вестник. – 2015. – № 2. – С. 136–138.

10. Мусько, Н. П. Теплоизоляционные плитные материалы на основе модифицированного растительного сырья / Н. П. Мусько, Д. В. Ширяев, К. А. Матвеев // Ползуновский вестник. – 2015. – № 4/2. – С. 79–82.

Мусько Н.П., к.х.н., доцент кафедры «Химическая технология» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», e-mail: vadan-dral@mail.ru.

Ширяев Д.В., к.т.н., инженер кафедры «Химическая технология» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

Шахмаев Е.С., студент гр. 8 ХТ 41 Ин-БиоХим ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».