

## КОНСТРУКЦИОННО-ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

*В.В. Коньшин<sup>1</sup>, А.Н. Афаньков<sup>1</sup>, Е.Н. Гущина<sup>1</sup>, И.А. Серских<sup>1</sup>, М.В. Ефанов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия

<sup>2</sup>ООО «МИП «Югра-Биотехнологии»» Ханты-Мансийск, Россия

В статье рассмотрена возможность изготовления конструкционно-отделочных материалов на основе экструдированных отходов растительного происхождения. Приведены результаты исследования зависимости свойств конструкционно-отделочных материалов из отходов сельского хозяйства от концентрации раствора NaOH, используемого для обработки связующего. Показано, что в качестве связующего целесообразно использовать лузгу подсолнечника и солому пшеницы. На основании проведенных исследований установлено, что получаемые изделия по прочностным и гидрофобным характеристикам могут быть использованы в качестве конструкционных материалов в сухих внутренних помещениях.

**Ключевые слова:** конструкционно-отделочные материалы, экструзионная технология, водопоглощение, предел прочности, отходы растительного происхождения.

В последние десятилетия достаточное широкое распространение в строительной промышленности, мебельном производстве получили такие плитные материалы, как ДСП, ДВП, OSB, MDF. Все эти листовые материалы являются композиционными и для их производства используются схожие технологии. В качестве наполнителей используются различные материалы растительного происхождения (стружка, щепа, опилки, древесные волокна и т.д.). Связующим при производстве плитных материалов является, как правило, синтетические клеи и смолы типа фенолформальдегидных или мочевиноформальдегидных смол [1]. Ввиду опасности компонентов синтетических смол для здоровья (формальдегид, фенол и их производные), применение данных материалов определенного класса эмиссии имеет ограниченный спектр. Наряду с этим использование для производства плитных материалов цельной древесины (пусть и не качественной) наносит определённый экологический ущерб лесному хозяйству страны.

Решением данной проблемы является разработка безотходной ресурсосберегающей технологии производства конструкционных материалов на основе отходов растительного происхождения без использования синтетических связующих. Замена синтетических смол возможна при использовании экструзионной технологии обработки растительного сырья. При экструдировании растительный комплекс претерпевает ряд физико-химических превращений и преобразований, в результате которых образовавшаяся биомасса способна сама себя склеивать и образовывать достаточно прочные композиции.

В качестве отходов могут быть использованы не только продукты деревообработки (щепа, опилки, сучья, стружка и т.д.), но и побочные продукты сельского хозяйства (солома злаковых, лузга овса, подсолнечника, гречихи и т.д.). Отходы растительного происхождения относятся к 5 классу опасности, не представляют вреда для здоровья человека или окружающей среды и могут быть при правильном подходе переработаны вторично. По разным источникам, общее количество отходов растительного происхождения (включая отходы лесо- и деревообработки и растениеводства) достигает в России порядка 930 млн. т. Из них на долю растениеводства приходится порядка 210-230 млн. т. В растениеводческих отраслях агропромышленного комплекса ежегодно образуется 150 тыс. т соломы; 3 тыс. т лузги риса, проса, гречихи, подсолнечника; 1 тыс. т стержней початков кукурузы; 100 тыс. т костры льна; 750 тыс. т семян рапса и других масличных культур; 350 тыс. т отходов сорго (сок, стебельная масса) [2].

Использование отходов растениеводства в производстве строительных материалов получило название «экотехнология». Одним из вариантов экотехнологичного производства является изготовление строительных блоков из соломы пшеницы, ржи, льна, сена, камыша. С

другой стороны, отходы сельского хозяйства могут быть использованы для производства конструкционно-отделочных материалов.

В качестве связующего использовались опилки сосны и берёзы, а также отходы сельского хозяйства – солома пшеницы, лузга гречихи и подсолнечника. Предварительно растительное сырьё обрабатывали раствором NaOH концентрацией 5-20 %. Замачивание проводили в течение 24 часов. Обработка щелочью способствует не только активации основных компонентов растительного сырья, но и облегчает движение растительной массы внутри экструдера. В дальнейшем полученная масса прогонялась через одношнековый экструдер ES-110. Продолжительность обработки – 30-90 сек., температура рабочей зоны экструдера 140-160 °С.

Полученную после обработки массу высушивали, изготовление плитных материалов осуществляли методом горячего прессования: температура пресс-формы: 140-150 °С, продолжительность прессования – 1 мин/мм плиты. Для полученных плитных материалов (размером 150×50×5 мм) по стандартным методикам определяли предел прочности при статистическом изгибе, а также водопоглощение и разбухание по толщине в течение 24 часов [3,4]. В табл. 1 приведены результаты испытаний плитных материалов, полученных экструзионным способом без добавки щелочи.

Таблица 1

Физико-механические характеристики плитных композиционных материалов из отходов растительного происхождения

Материал плиты	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Максимум напряжения при изгибе (МПа)	Водопоглощение, %	Разбухание, %
сосна	830 ± 40	38±2	74 ± 1	14,6 ± 0,8
берёза	1000 ± 50	26±1	181 ± 4	40,8 ± 0,9
солома	800 ± 40	31±2	75 ± 2	10,6 ± 0,5
лузга гречихи	750± 50	22±2	не выдержал испытаний	
лузга подсолнечника	780± 50	27±3	30±3	15,1± 0,5

Экспериментальные данные позволяют сделать вывод о том, что полученные плитные материалы можно классифицировать как плиты высокой плотности, которые по прочностным характеристикам (22-38 МПа) сопоставимы с традиционными плитными материалами, для которых предел прочности составляет 14-47 МПа. Низкие гидрофобные характеристики (влагопоглощение 74-181 %, набухание 10,6-40,8 %) позволяют отнести получаемые плитные материалы к материалам, эксплуатация которых возможна, в помещениях с сухими условиями. Повышенное водопоглощение и разбухание могут быть обусловлены не только особенностями морфологической структуры используемого материала, но также и частично незавершенностью процессов деструкции основных компонентов растительного комплекса.

Экспериментальные данные по получению конструкционных материалов из отходов сельского хозяйства в присутствии NaOH представлены в табл. 2.

Результаты испытаний свидетельствуют о том, что замачивание связующего раствором NaOH с последующей экструзионной обработкой позволяет несколько повысить прочность изготавливаемых плитных материалов. Во всех опытах с увеличением концентрации щелочи предел прочности возрастает. Следует отметить, что плитные материалы, изготовленные с использованием в качестве связующего лузги гречихи, не обладают удовлетворительными гидрофобными свойствами: при выдерживании в течение 24 часов они или рассыпались, или имели неудовлетворительные гидрофобные свойства.

Таблица 2

Характеристики конструкционно-отделочных материалов в зависимости от концентрации NaOH

Связующее	Концентрация раствора NaOH, %	Предел прочности, МПа	Водопоглощение, %
Лузга гречихи	5	22±2	не выдержал испытаний
	10	24±2	не выдержал испытаний
	15	25±2	60±5
	20	25±2	62±5
Лузга подсолнечника	5	28±4	30±3
	10	30±3	25±2
	15	31±3	24±2
	20	32±3	24±2
Солома пшеницы	5	32±3	30±2
	10	35±3	24±2
	15	36±3	20±2
	20	36±3	20±2

Наиболее удовлетворительные результаты показали материалы, в которых в качестве связующего использованы лузга подсолнечника и солома пшеницы. Имея неплохую прочность (до 36 МПа), данные изделия характеризуются удовлетворительными гидрофобными свойствами (водопоглощение варьируется в пределах 20-30 %). Вероятно, в данном случае с увеличением концентрации NaOH интенсифицируются процессы гидролитической деструкции легкогидролизуемых полисахаридов растительного комплекса. Образовавшиеся в результате гидролитической деструкции углеводов продукты связующего при горячем прессовании активно вступают в реакции поликонденсации с лигнином, повышая гидрофобные и прочностные характеристики получаемых материалов.

Таким образом, полученные значения прочностных характеристик данных плитных материалов позволяют сделать вывод о возможности их использования в качестве конструкционно-отделочных материалов, для внутренней отделки помещений.

### Библиографический список

1. Васильев В.В. Актуальные технологические проблемы производства синтетических смол и древесных плит // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 230. С. 173–186.
2. Кожевников Ю.А. Разработка и исследование установки приготовления композитного котельного биотоплива из отходов сельского хозяйства/ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва// 2014. – с. 183.
3. ГОСТ 10635-88. Плиты древесностружечные. Методы определения предела прочности и модуля упругости при изгибе. – Москва: Изд-во стандартов, 1988. – с. 6.
4. ГОСТ 10634-88. Плиты древесно-стружечные. Методы определения физических свойств Москва: Издательство стандартов, 1988. - с. 7.