

Научная статья
УДК 674.81

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЛАСТИКА БЕЗ СВЯЗУЮЩЕГО НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ КОКОСОВОГО ОРЕХА

Анастасия Николаевна Ладыгина¹, Владислав Вадимович Сиражев²,
Артём Вячеславович Артёмов³, Андрей Викторович Савиновских⁴

^{1, 2, 3, 4} Уральский государственный лесотехнический университет,

Екатеринбург, Россия

¹ anastasia.ladigina1103@yandex.ru

² vlad.sirazhev@mail.ru

³ artemovav@m.usfeu.ru

⁴ savinovskihav@m.usfeu.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований физико-механических свойств пластика без связующего (ПБС) на основе отходов переработки кокосового ореха. По результатам выполненного исследования были получены образцы ПБС на основе сырья, полученного из отходов переработки кокосового ореха, и изучены их физико-механические свойства.

Ключевые слова: пластики, кокосовая скорлупа, получение, свойства

Scientific article

INVESTIGATION OF PROPERTIES OF PLASTIC WITHOUT RESINS BASED ON COCONUT WASTE

Anastasia N. Ladygina¹, Vladislav V. Sirazhev²,
Artyom V. Artyomov³, Andrey V. Savinovskih⁴

^{1, 2, 3, 4} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ anastasia.ladigina1103@yandex.ru

² vlad.sirazhev@mail.ru

³ artemovav@m.usfeu.ru

⁴ savinovskihav@m.usfeu.ru

Abstract. This paper presents the results of studies of the physic-mechanical properties of plastic without resins (PWR) based on coconut waste. According to the results of the performed study, samples of PWR were obtained on the basis of raw materials obtained from coconut waste, and their physic-mechanical properties were studied.

Keywords: plastics, coconut shell, production, properties

В настоящее время интерес в мировом бизнесе представляет применение продуктов на основе отходов переработки орехов кокосовой пальмы (кокосовой скорлупы).

Например, предложена полипропиленовая композиция для деталей, изготавливаемых литьем под давлением [1]. Композиция содержит полипропилен, полиолефиновый эластомер, наполнитель из биологического сырья, синтетический наполнитель и минеральный наполнитель. Причем в качестве наполнителя из биологического сырья в композиции может быть использована размолотая скорлупа кокосовых орехов. Данная композиция обладает хорошими свойствами по плотности, жесткости и ударной прочности.

В работе [2] рассматривается использование порошка скорлупы кокосового ореха и кенафа (гибискус коноплевый) в качестве наполнителя бумажных пор для получения цементных картонов на основе бумажной макулатуры. Авторы показали, что даже 10-процентная добавка порошка скорлупы кокосового ореха может успешно использоваться в качестве наполнителя пор композита, снижая его влагопроницаемость по сравнению с контрольными образцами.

В работе [3] определено содержание лигнина в большом наборе лигноцеллюлозных материалов, в том числе и скорлупы кокоса, количество которого составило 22,9–33,7 %. Такое содержание лигнина в лигноцеллюлозном сырье говорит о возможности получения пластиков без добавления связующих веществ (ПБС) [4].

Целью данного исследования являлось получение и изучение физико-механических свойств ПБС на основе отходов в виде кокосовой скорлупы. Актуальность исследования заключается в том, что предлагается использование невостребованных отходов в качестве дополнительного источника сырья с получением экологически чистых материалов и изделий на основе ПБС.

Исходным пресс-сырьем являлись непереработанные отходы ореха кокосовой пальмы (лат. *Cocos nucifera*) в виде скорлупы. В качестве объекта сравнения была принята фракция (1,3 мм) измельченного кокосового субстрата. Кокосовый субстрат – это смесь из кокосовой скорлупы и кокосового волокна, который широко применяется в сельском хозяйстве [5, 6]. Микрофотографии исходного сырья представлены на рис. 1. На микрофотографиях скорлупы ореха имеются темные частицы, представленные в виде мертвых клеток с толстыми одревесневшими стенками, а в измельченном субстрате преобладают светлые частицы волокнистых фрагментов кокосового волокна.

Влажность исходного пресс-материала принималась равновесной: для скорлупы она составила 6 %, для измельченного субстрата – 9 %.



Рис. 1. Микрофотография (x40) исходного пресс-сырья:
а – скорлупа кокосового ореха; *б* – измельченный кокосовый субстрат

Методом плоского горячего прессования в закрытой пресс-форме были изготовлены образцы ПБС в виде дисков (диаметр 90 мм, толщина 2 мм). Условия прессования были приняты следующие: давление прессования 40 МПа, температура прессования 170 °С, продолжительность прессования 10 мин., продолжительность охлаждения под давлением 10 мин. Время кондиционирования образцов дисков в комнатных условиях составляло 24 ч.

Микрофотографии полученных образцов ПБС представлены на рис. 2. На микрофотографиях видно образование монолитного материала с включениями в виде крупных частиц скорлупы ореха и измельченных волокон субстрата.

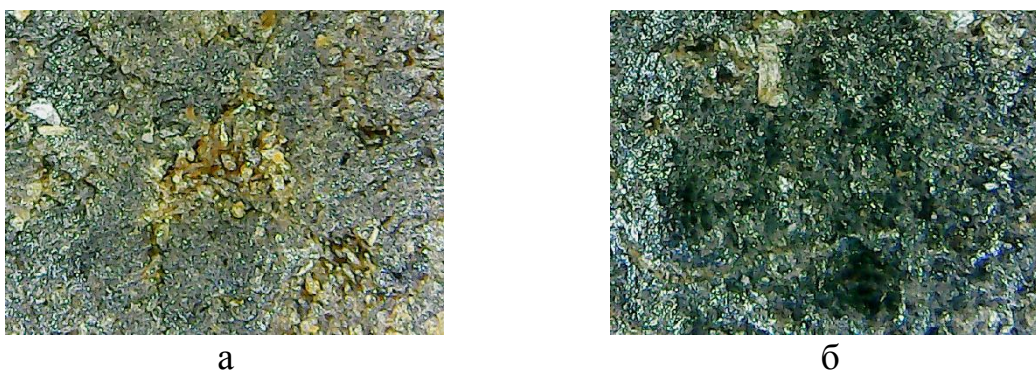


Рис. 2. Микрофотография (x40) образцов ПБС:
а – скорлупа кокосового ореха; *б* – измельченный кокосовый субстрат

После кондиционирования образцы были подвергнуты испытаниям на физико-механические свойства. Результаты испытаний представлены в таблице.

На основании таблицы можно констатировать, что физико-механические свойства ПБС на основе измельченного кокосового субстрата выше, чем у образцов на основе кокосовой скорлупы. Это обосновывается формой самих частиц наполнителя (см.рис. 1, 2): наличие волокнистых фрагментов позволяет получать более прочный и упругий материал.

Физико-механические свойства ПБС

Свойство	ПБС	
	Скорлупа	Измельченный субстрат
Плотность материала, кг/м ³	976	983
Модуль упругости при изгибе (по прогибу образца под нагрузкой), МПа	3293	7127
Прочность при изгибе, МПа	3,3	16,2
Твердость (по вдавливанию шарика), МПа	74,9	14,4
Водопоглощение за 24 часа, %	19	25
Разбухание по толщине за 24 часа, %	4,3	7,0

При сопоставлении свойств полученных образцов ПБС с свойствами ПБС на основе традиционного растительного сырья [7, 8] видно, что они находятся практически на одном уровне.

Биоразлагаемость материалов оценивалась по изменению внешнего вида и массы образцов при экспозиции их в грунте для рассады в течение 2 месяцев. Микрофотографирование внешнего вида образцов по результатам испытаний на биоразлагаемость выявило деформацию их монолитной структуры (рис. 3).



Рис. 3. Микрофотография (x40) образцов ПБС после экспозиции в грунте:
а – скорлупа кокосового ореха; *б* – измельченный кокосовый субстрат

Потеря массы по результатам оценки на биоразлагаемость за 2 месяца составила для образцов ПБС на основе скорлупы 85 %, а для измельченного субстрата 21 %.

Таким образом, на основании проведенного исследования установлена возможность получения ПБС на основе отходов переработки кокосового ореха с приемлемыми физико-механическими свойствами, при этом способного к биоразложению.

Список источников

1. Патент № 2635565 Российская Федерация, МПК C08L 23/12, C08K 13/02, C08K 7/02. Полимерная композиция на основе полипропилена : № 2014116259 ; заявл. 23.04.2014 ; опубл. 14.11.2017 / П. К. Деллок, Р. Р. Пирс, Д. Т. Пирс, Т. Кармо ; заявитель Форд Глобал Технолоджис, ЛЛК. – EDNPUDCDE.

2. Mechanical performance and Taguchi optimization of kenaf fiber/cement-paperboard composite for interior application / A. A. Akinwande, O. A. Balogun, V. Romanovski [et al.] // EnvironSciPollutRes. – 2022. – № 29. – P. 52675–52688. – DOI 10.1007/s11356-022-19449-8.

3. Юнусов, И. А. Определение содержания лигнина в растительных материалах методом твердотельной ЯМР ¹³C спектроскопии / И. А. Юнусов, П. С. Петров, С. Г. Кострюков // Химические проблемы современности: сборник материалов V Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Донецк, 18–20 мая 2021 года). – Донецк: Донецкий национальный университет, 2021. – С. 167–169. – EDN EGMQZY.

4. Быкова, О. В. Исследование возможности получения пластика без связующего из скорлупы лесного ореха / О. В. Быкова, А. Д. Герасимова, М. Е. Сафонова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции (Екатеринбург, 05–17 апреля 2021 года). – Екатеринбург: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный лесотехнический университет», 2021. – С. 393–395. – EDN VTOOUR.

5. Смолин, Н. В. Формирование состава микрофлоры ризопланы и ризосферы огурца в кокосовом субстрате / Н. В. Смолин, В. В. Лапина, С. А. Дудникова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 3. – С. 33–36. – DOI 10.28983/asj.y2022i3pp33-36. – EDN AWNTKS.

6. Ахмедова, П. М. Экономическая эффективность выращивания гибридов томата на кокосовом субстрате в зимне-весеннем обороте в условиях Дагестана / П. М. Ахмедова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15, № 3 (59). – С. 5–9. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-5-9. – EDN EUWRPF.

7. Рациональные режимы получения пластика без связующихна основе растительных остатков сосны сибирской / А. Н. Ладыгина, С. В. Петров, А. В. Артёмов, С. Н. Казицин // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVIII Всероссийской

(национальной) научно-технической конференции (Екатеринбург, 04–15 апреля 2022 года). – Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. – С. 611–616. – EDN JWMFIK.

8. Исследование влияния технологических факторов на показатели водостойкости пластиков без связующих на основе сосновых опилок и кукурузного крахмала / В. В. Сиражев, П. В. Давыдова, А. В. Артёмов, А. В. Савиновских // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XVIII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции (Екатеринбург, 04–15 апреля 2022 года). – Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. – С. 685–689. – EDN ISTJSN.