

Список источников

1. Егорова Е. Ю., Митрофанов Р. Ю., Лебедева А. А. Получение сорбента из скорлупы кедрового ореха методом низкотемпературной обработки // Ползуновский вестник. Барнаул. 2007. № 3. С. 35.
2. Оффан К. Б., Петров В. С., Ефремов А. А. Закономерности пиролиза скорлупы кедровых орехов с образованием древесного угля в интервале температур 200...500 °С // Химия растительного сырья. 1999. № 2. С. 61-64.
3. Одинцова М. В. Физико-химические характеристики бифункционального сорбента из скорлупы кедровых орехов: автореф... дис. кан. хим. наук / Одинцова М. В. Тюмень, 2010. 19 с.

Научная статья
УДК 674.81

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВОДОСТОЙКОСТИ ПЛАСТИКОВ БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ НА ОСНОВЕ СОСНОВЫХ ОПИЛОК И КУКУРУЗНОГО КРАХМАЛА

Владислав Вадимович Сиражев¹, Полина Викторовна Давыдова², Артём Вячеславович Артёмов³, Андрей Викторович Савиновских⁴

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

¹ vlad.sirazhev@mail.ru

² poliadavydova@yandex.ru

³ artemovav@m.usfeu.ru

⁴ savinovskihav@m.usfeu.ru

Аннотация. Обобщены результаты определения показателей водостойкости пластика без добавления синтетических связующих на основе сосновых опилок и кукурузного крахмала. Для описания изучаемых процессов влияния технологических факторов на параметры оптимизации показателей водостойкости были использованы системы линейных уравнений.

Ключевые слова: пластики, опилки, крахмал, водостойкость, водопоглощение, разбухание

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках научного проекта FEUG-2020-0013.

Scientific article

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON THE WATER RESISTANCE OF PLASTICS WITHOUT RESINS BASED ON PINE SAWDUST AND CORN STARCH

Vladislav V. Sirazhev¹, Polina V. Davydova², Artyom V. Artyomov³, Andrey V. Savinovskiy⁴

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

¹ vlad.sirazhev@mail.ru

² poliadavydova@yandex.ru

³ artemovav@m.usfeu.ru

⁴ savinovskiy@m.usfeu.ru

Abstract. This paper summarizes the results of determining the water resistance of plastics without the addition of synthetic resins based on pine sawdust and corn starch. Systems of linear equations were used to describe the studied processes of the influence of technological factors on the parameters of optimization of water resistance indicators.

Keywords: plastics, sawdust, starch, water resistance, water absorption, swelling

Acknowledgement. The study was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education within the framework of the scientific project FEUG-2020-0013.

Одним из успешных вариантов создания биоразлагаемых композитов явились бионаполненные пластики – композиции полиолефинов (полипропилена, полиэтилена, этиленвинилацетата) с органическими наполнителями – крахмалом, древесной мукой, рисовой лузгой. Получены биоразлагаемые композиты на основе гибридной матрицы «полилактид-полипропилен» в форме экструзионных лент. В качестве биоразлагаемых наполнителей применяли кукурузный крахмал, молотую льнокофру и подсолнечную лузгу. Установлено, что в гибридной системе «полилактид-полипропилен» с кукурузным крахмалом композиционный материал между частицами крахмала содержит глобулы полилактида в матрице полипропилена, а также множество замкнутых микропор. Это способствует ускоренному гидро- и биологическому разложению изделий в условиях компостирования [1].

Изучалось [2] влияние вида крахмала (кукурузный крахмал промышленного производства, высокоамилозный кукурузный крахмал) и добавления пластификаторов (глицерин, сорбит) и липидов (подсолнечное масло) на микроструктуру и защитные свойства (паро- и газопроницаемость) пищевых пленок и покрытий (ППиП) на основе крахмала. Установлено, что

защитные свойства ППиП зависят от целостности последних, соотношения в них кристаллических и аморфных зон, гидрофильно-гидрофобного равновесия, подвижности полимерной цепочки, а также от взаимодействия между матрицей пленкообразующего полимера и различными добавками (пластификаторы, липиды и др.).

Проведены исследования [3] биоразлагаемого потенциала материалов на основе пластиков без связующих (ПБС) из различных наполнителей (опилки древесины, растительные остатки аграрных отходов и проч.). Было установлено, что древесные и растительные ПБС, полученные из опилок сосны, шелухи проса и шелухи пшеницы, обладают высоким потенциалом биodeградации.

Задачей данного исследования являлось получение системы уравнений для описания изучаемых процессов прессования при изготовлении ПБС с использованием пресс-сырья на основе сосновых опилок и кукурузного крахмала.

В качестве сырья использовались сосновые опилки с фракцией 1,2 мм и влажностью 12 %, кукурузный крахмал производства «Распак» (ГОСТ 32159-2013). Кукурузный крахмал вводился в пресс-композицию в виде коллоидного раствора.

Для исследования свойств ПБС, полученного на основе сосновых опилок с добавлением кукурузного крахмала, в работе был проведен двухфакторный эксперимент [4].

Матрица планирования эксперимента представлена в табл.1.

Таблица 1

Матрица планируемого эксперимента

№ опыта	Кодированные значения факторов		Натуральные значения факторов	
	X ₁	X ₂	Z ₁	Z ₂
1	1	1	5	180
2	-1	1	1	180
3	1	-1	5	160
4	-1	-1	1	160

С целью оценки влияния одновременно изменяемых технологических факторов при получении данных пластиков, были приняты следующие переменные факторы:

- расход крахмала в пресс-сырьё (масс. %);
- температура прессования (°C).

Постоянными факторами являлись:

- давление прессования (40 МПа);
- продолжительность прессования (10 мин);
- продолжительность охлаждения под давлением (10 мин).

За выходные параметры были взяты следующие прочностные свойства пластиков:

- $Y(B)$ – водопоглощение за 24 часа, %;
- $Y(L)$ – разбухание по объему за 24 часа, %.

Методом горячего прессования в герметичной пресс-форме были изготовлены образцы-диски диаметром 90 мм.

Испытания образцов на физико-механические свойства проводились по аккредитованным методикам и на поверенном оборудовании.

Результаты испытаний физико-механических свойств полученных пластиков представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели водостойкости пластиков
на основе сосновых опилок с добавлением кукурузного крахмала

№ п/п	Физико-механические свойства	Опыт			
		1	2	3	4
1	Водопоглощение за 24 часа, %	118	116	215	138
2	Разбухание по объему за 24 часа, %	7,5	8,0	7,6	4,4

Для получения экспериментально-статистических моделей прочностных свойств ПБС был проведен регрессионный анализ полученных результатов эксперимента с вероятностной оценкой адекватности полученных моделей экспериментальных данных [4].

Экспериментально-статистические модели зависимости свойств представлялись в виде следующего уравнения с кодированными значениями:

$$y = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + b_3 \cdot X_1 \cdot X_2,$$

где b_0, b_1, b_2, b_3 – коэффициенты уравнения для входных факторов;

X_1, X_2, X_3 – кодированные значения входных факторов.

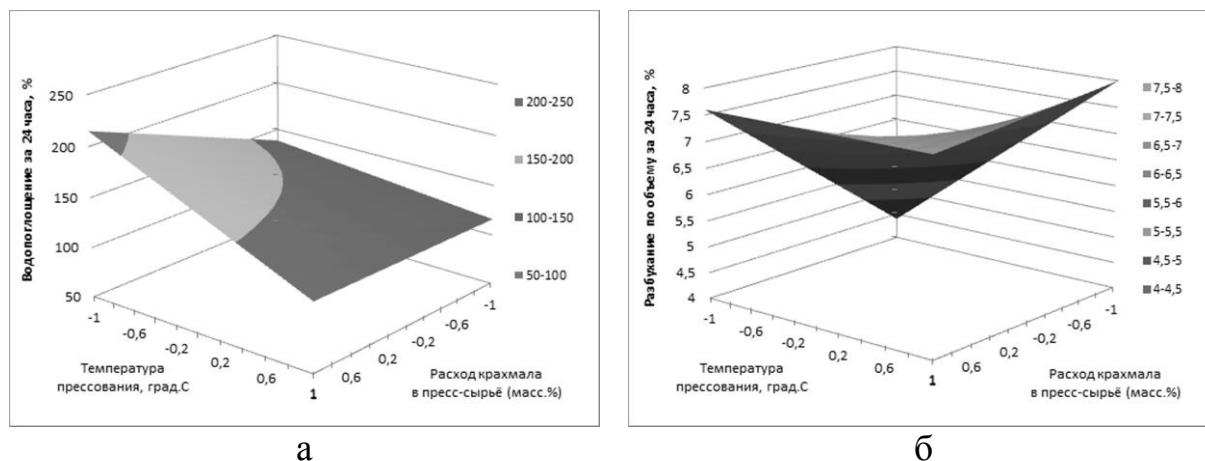
Адекватность полученных уравнений оценивалась по критерию Фишера: $F_{\text{табл}} = 9,28 > F_{\text{расч}}$ [4].

Все экспериментальные данные были обработаны и получены уравнения регрессий для значимых параметров оптимизации с оценкой их достоверности:

$$Y(B) = 146,75 + 19,75 \cdot X_1 - 29,75 \cdot X_2 - 18,75 \cdot X_1 \cdot X_2 (F_{\text{расч}} = 2,93);$$

$$Y(L) = 6,9 + 0,7 \cdot X_1 + 0,9 \cdot X_2 - 0,9 \cdot X_1 \cdot X_2 (F_{\text{расч}} = 3,52).$$

На основании адекватных уравнений ($Y(B)$, $Y(L)$), были построены графические поверхности зависимостей, представленные на рисунке.



Поверхности зависимости показателей водостойкости ПБС на основе сосновых опилок с добавлением кукурузного крахмала:

а – водопоглощение за 24 часа, %; б – разбухание по объёму за 24 часа, %

По данным рисунка можно сделать следующие выводы:

1. Наименьшее значение водопоглощения достигается при расходе крахмала в пресс-сырьё 1 масс. % и температуре прессования образцов 180 °С.
2. Наименьшее значение разбухания достигается при расходе крахмала в пресс-сырьё 5 масс. % и температуре прессования образцов 160 °С.
3. Показатели водостойкости образцов ПБС на основе сосновых опилок и кукурузного крахмала не зависят от расхода модификатора и температуры прессования. Расход крахмала и температура прессования косвенно определяют протекание процесса образования ПБС, передавая при этом ему определенные показатели водостойкости.

Таким образом, для определения оптимальной рецептуры ПБС на основе сосновых опилок с добавлением кукурузного крахмала требуются дальнейшие исследования.

Список источников

1. Формирование биоразлагаемых композитов на основе гибридных матриц / Е. Н. Подденежный, Н. Е. Дробышевская, А. А. Бойко, В. М. Шаповалов // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П. О. Сухого. 2019. № 4(79). С. 30–36.
2. Теречик, Л. Ф. Влияние добавления липидов, вида крахмала и пластификатора на микроструктуру и защитные свойства (влаго- и газопроницаемость) съедобных пленок и покрытий на основе крахмала для пищевых продуктов. (Аргентина) / Л. Ф. Теречик // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2003. – № 2. – С. 428.
3. Plastics: physical-and-mechanical properties and biodegradable potential / V. Glukhikh, P. Buryndin, A. Artyemov [et al.] // Foods and Raw Materials. 2020. Vol. 8. No 1. P. 149-154.
4. Глухих В. В. Прикладные и научные исследования : учебник. Екатеринбург, 2016. 239 с.