

Научная статья
УДК 674.81

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛАСТИКОВ БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ НА ОСНОВЕ ХВОИ КЕДРА

Илья Сергеевич Корнилов¹, Алина Дмитриевна Собянина²,
Анна Сергеевна Ершова³, Андрей Викторович Савиновских⁴
^{1, 2, 3, 4} Уральский государственный лесотехнический университет,

Екатеринбург, Россия

¹ kornilovil@mail.ru

² malinkaalinka2389@gmail.com

³ ershovaas@m.usfeu.ru

⁴ savinovskihav@m.usfeu.ru

Аннотация. Представлены результаты исследования физико-механических свойств пластика без добавления связующего на основе хвои кедра. Для оценки влияния входных факторов на свойства пластика без связующего использовался регрессионный анализ.

Ключевые слова: пластики, хвоя, кедр, физико-механические свойства

Scientific article

STUDY OF THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL INDICATORS OF PLASTICS WITHOUT RESINS ON THE BASIS OF CEDAR NEEDLE

Илья С. Корнилов¹, Алина Д. Собянина², Анна С. Ершова³,
Андрей В. Савиновских⁴

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

¹ kornilovil@mail.ru

² malinkaalinka2389@gmail.com

³ ershovaas@m.usfeu.ru

⁴ savinovskihav@m.usfeu.ru

Abstract. This paper presents the results of a study of the physical and mechanical properties of plastic without the addition of a binder based on cedar needles. Regression analysis was used to assess the influence of input factors on the properties of plastic without binder.

Keywords: plastics, needles, cedar, physical and mechanical properties

При деревообработке остается большое количество древесных отходов (кора, ветви, хвоя). Для их утилизации и повышения рентабельности производства возможно получение пластика без добавления связующего (ПБС) [1]. Возможность получения древесного пластика обусловлена наличием лигнина в исходном материале [2].

Целью данной работы было получение и исследование древесного пластика без связующего на основе хвои кедра, полученного в закрытой пресс-форме. В качестве пресс-сырья была взята хвоя кедра с фракцией 1,2 мм.

Переменные факторы:

- влажность пресс-сырья, %, Z_1 ;
- температура прессования, °С, Z_2 .

Постоянные факторы:

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

Для изучения свойств полученного ПБС был проведен двухфакторный эксперимент [3].

Область изменения входных факторов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Матрица планирования эксперимента

№ опыта	Кодированные значения факторов		Натуральные значения факторов	
	X_1	X_2	Z_1	Z_2
1	-1	1	8	170
2	1	1	16	170
3	-1	-1	8	150
4	1	-1	16	150
5	0	0	12	160

В качестве выходных параметров были взяты следующие физико-механические свойства ПБС: $Y(P)$ – плотность, кг/м³; $Y(A)$ – ударная вязкость, кДж/м²; $Y(\Pi)$ – прочность при изгибе, МПа; $Y(T)$ – твердость по Бринеллю, МПа; $Y(Y)$ – число упругости, %; $Y(B)$ – водопоглощение за 24 часа, %; $Y(L)$ – разбухание по объему за 24 часа, %.

Готовые образцы были получены методом горячего прессования в закрытых пресс-формах и исследованы на физико-механические свойства. Результаты представлены в табл. 2

Таблица 2

Физико-механические свойства ПБС на основе хвои кедрa

№	Y(P), кг/м ³	Y(A), кДж/м ³	Y(Π), МПа	Y(T), МПа	Y(Y), %	Y(B), %	Y(L), %
1	1021,0	1,923	6,96	15,8	26,1	70,8	10,1
2	994,0	–	7,13	19,7	22,5	92,7	3,4
3	1146,0	1,730	6,99	17,6	36,2	90,8	11,6
4	1013,0	3,057	7,02	17,6	28,2	89,6	10,1
5	1047,0	1,158	6,60	14,1	33,9	87,0	7,9

Для оценки влияния технологических факторов на физико-механические показатели ПБС использовался регрессионный метод анализа. Зависимость свойств от входных факторов представлена в виде уравнения с кодированными значениями следующего типа:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot Z_1 + b_2 \cdot Z_2 + b_3 \cdot Z_1 \cdot Z_2, \quad (1)$$

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

После обработки данных были получены следующие уравнения регрессии:

$$Y(P) = 3012,2 - 116 \cdot Z_1 - 11,55 \cdot Z_2 + 0,6625 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \quad (\alpha-1 = 0,97), \quad (2)$$

$$Y(A) = -25,5234 + 3,21275 \cdot Z_1 + 0,1721 \cdot Z_2 - 0,0203 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \quad (\alpha-1 = 0,74), \quad (3)$$

$$Y(\Pi) = 8,15 - 0,1275 \cdot Z_1 - 0,0085 \cdot Z_2 + 0,000875 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \quad (\alpha-1 = 0,01), \quad (4)$$

$$Y(T) = 59,2145 - 3,6093 \cdot Z_1 - 0,282 \cdot Z_2 + 0,02406 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \quad (\alpha-1 = 0,13), \quad (5)$$

$$Y(Y) = 153,8435 - 5,08812 \cdot Z_1 - 0,724 \cdot Z_2 + 0,02731 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \quad (\alpha-1 = 0,45), \quad (6)$$

$$Y(B) = 415,455 - 21,8063 \cdot Z_1 - 2,155 \cdot Z_2 + 0,1443 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \quad (\alpha-1 = 0,93), \quad (7)$$

$$Y(L) = -14,83 + 4,6875 \cdot Z_1 + 0,185 \cdot Z_2 - 0,0325 \cdot Z_1 \cdot Z_2 \quad (\alpha-1 = 0,84). \quad (8)$$

По адекватным уравнениям $Y(P)$, $Y(B)$ и $Y(L)$ были получены графические поверхности зависимостей (рис. 1, 2 и 3 соответственно). Анализ рисунков показывает, что наибольшее значение плотности достигается при минимальной исходной влажности (8 %) и минимальной температуре прессования (150 °С). На рис. 2 видно, что на показатель водопоглощения влияет исходная влажность пресс-сырья. Наименьший показатель достигается при минимальном значении влажности (8 %) и максимальном значении температуры (170 °С). Наименьший показатель разбухания достигается при минимальном значении влажности (8 %) и минимальной температуре (150 °С).

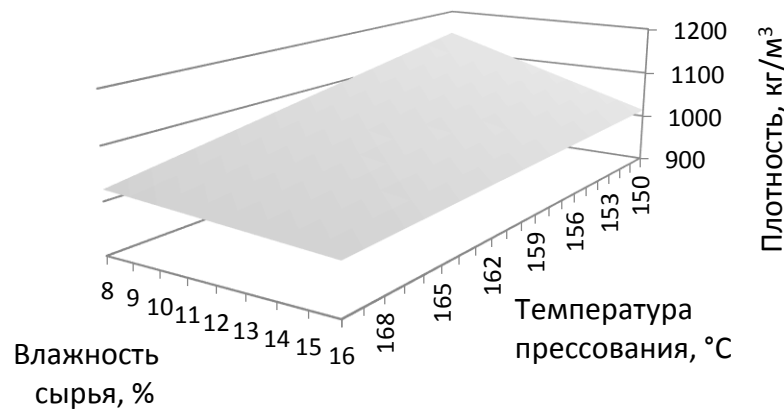


Рис. 1. Зависимость плотности ПБС от температуры прессования и влажности сырья

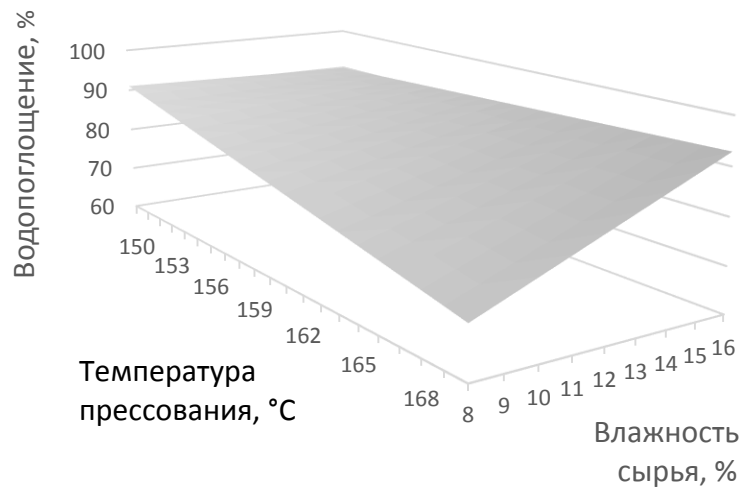


Рис. 2. Зависимость водопоглощения ПБС от температуры прессования и влажности сырья

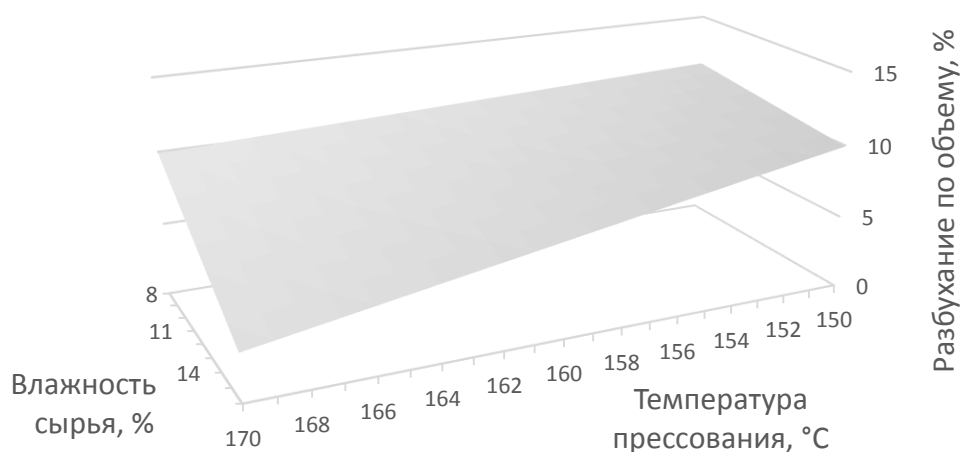


Рис. 3. Зависимость разбухания ПБС от температуры прессования и влажности сырья

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что пластик без связующего на основе хвои кедра обладает низкими прочностными свойствами, на которые большое влияние оказывают исходная влажность пресс-сырья и температура прессования. Предлагается использование хвои

кедра в качестве добавки к древесному наполнителю, но требуются дальнейшие исследования.

Список источников

1. Использование отходов лесопарковых зон для получения пластиков без добавления связующих веществ / А. С. Ершова, А. В. Савиновских, А. В. Артёмов, В. Г. Буриндин // Леса России и хозяйство в них. – Екатеринбург : УГЛТУ. – 2019. – Вып. 2 (69). – С. 62–70.

2. Савиновских, А. В. Получение пластиков из древесных и растительных отходов в закрытых пресс-формах : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 25.12.2015 / Савиновских Андрей Викторович. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. – 20 с.

3. Глухих, В. В. Прикладные и научные исследования : учебник. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2016. – 239 с.