

Научная статья  
УДК 691.175.2

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ С ПОЛИАКРИЛАТОМ НАТРИЯ

Мария Ярославовна Данчук<sup>1</sup>, Павел Сергеевич Захаров<sup>2</sup>,  
Алексей Евгеньевич Шкуро<sup>3</sup>, Виктор Владимирович Глухих<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> mariyadanchuk2607@mail.ru

<sup>2</sup> zaharovps@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> shkuroae@m.usfeu.ru

<sup>4</sup> glukhikhvv@m.usfeu.ru

**Аннотация.** В работе исследована возможность применения полиакрилата натрия при получении полимерных композиционных материалов с водоудерживающими свойствами с полимерной фазой ацетата целлюлозы.

**Ключевые слова:** композит, ацетат целлюлозы, древесная мука, полиакрилат натрия, водопоглощение

**Для цитирования:** Данчук М. Я., Захаров П. С., Шкуро А. Е., Глухих В. В. Исследование физико-механических свойств древесно-полимерных композитов с полиакрилатом натрия // *Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. 2022. С. 147–152.*

## STUDY OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF WOOD-POLYMER COMPOSITES WITH SODIUM POLYACRYLATE

Maria Y. Danchuk<sup>1</sup>, Pavel S. Zakharov<sup>2</sup>, Alexey E. Shkuro<sup>3</sup>,  
Viktor V. Glukhikh<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> mariyadanchuk2607@mail.ru

<sup>2</sup> zaharovps@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> shkuroae@m.usfeu.ru

<sup>4</sup> glukhikhvv@m.usfeu.ru

**Abstract.** The possibility of using sodium polyacrylate in the preparation of polymer composite materials with water-retaining properties with a polymeric phase of cellulose acetate was studied in this work.

**Keywords:** composite, cellulose acetate, wood flour, sodium polyacrylate, water absorption

**For citation:** Danchuk M. Y., Zakharov P. S., Shkuro A. E., Glukhikh V. V. Study of the physical and mechanical properties of wood-polymer composites with sodium polyacrylate // Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century. 2022. P. 147–152.

В настоящее время в сельскохозяйственной промышленности существует потребность в биоразлагаемых материалах с водоудерживающими свойствами. Такие материалы позволили бы удерживать водорастворимые удобрения в почве пролонгируя их действие [1]. В качестве полимерного связующего для получения такого материала был выбран ацетат целлюлозы, так как его композиции обладают высокими физико-механическими свойствами и способностью к биоразложению в грунте [2, 3]. В качестве наполнителя и водоудерживающей добавки – полиакрилат натрия. Целью исследования являлось изучение физико-механических свойств композиционных материалов с полимерной матрицей ацетата целлюлозы, наполнителем смеси древесной муки с полиакрилатом натрия.

Для получения композиционных материалов использовали древесную муку марки 180 (ДМ-180) производства ООО «Юнайт» и полиакрилат натрия производства ООО «Миксем». В качестве пластификаторов применили триацетин и трибутилфосфат, а в качестве лубриканта – стеарат кальция. Массовое соотношение между ацетатом целлюлозы, триацетином и трибутилфосфатом в составе полимерной матрицы оставалось постоянным для всех образцов композитов и составляло 667 : 266 : 67 м. ч.

Смешение компонентов композитов производилось на лабораторных вальцах марки ПД-320-160/160 при температуре 160–170 °С. Стандартные образцы композитов были изготовлены методом горячего прессования. Рецептуры полученных композитов приведены в табл. 1.

Для полученных композитов были определены показатели следующих физико-механических свойств: твердость по Бринеллю по ГОСТ 4670-67, прочность при изгибе по ГОСТ 17036-71, водопоглощение по ГОСТ 19592.

Таблица 1

Состав образцов полученных композитов

Номер образца	Содержание компонентов в образцах композитов, мас. %		
	Пластифицированный ацетат целлюлозы	Полиакрилат натрия	ДМ-180
1	100,0	0	0
2	66,7	0	33,3
3	50,0	0	50,0
4	90,9	9,1	0,0
5	62,9	6,3	30,8
6	47,5	4,8	47,7
7	83,3	16,7	0
8	59,2	11,8	29
9	45,1	9,1	45,8

Результаты испытаний физико-механических свойств полученных образцов композитов приведены в табл. 2. Экспериментально-статистические зависимости свойств композитов от содержания в них полиакрилата натрия и древесной муки представлены в табл. 3.

Таблица 2

Результаты испытаний физико-механических свойств образцов композитов

Номер образца	Показатели свойств композитов		
	Твердость по Бринеллю, МПа	Прочность при изгибе, МПа	Водопоглощение за сутки, мас. %
1	34,4	45,1	4,8
2	66,7	32,6	8,7
3	74,1	38,4	9,7
4	48,1	50,0	14,8
5	57,7	36,7	19,7
6	67,1	37,5	20,0
7	49,3	44,9	17,5
8	76,0	30,6	16,5
9	55,9	34,5	29,5

Таблица 3

Экспериментально-статистические зависимости показателей свойств композитов от содержания в них полиакрилата натрия ( $Z_1$ ) и древесной муки ( $Z_2$ )

Показатели свойств	Регрессионная зависимость $Y_i$	Статистические параметры регрессионной зависимости $Y_i$ для доверительной вероятности 0,95		
		Значение $F$	Коэффициент детерминации $R_2$	Стандартная ошибка
Твердость по Бринеллю, МПа ( $Y_1$ )	$Y_1 = 41,25 + 0,5 \cdot Z_1 + 0,54 \cdot Z_2$	0,05	0,63	9,6 МПа
Прочность при изгибе, МПа ( $Y_2$ )	$Y_2 = 44,8 + 1,45 \cdot Z_1 - 0,77 \cdot Z_2 - 0,0876 \cdot Z_{12} + 0,013 \cdot Z_{22} - 0,019 \cdot Z_1 \cdot Z_2$	0,005	0,98	1,3 МПа
Водопоглощение за сутки, % ( $Y_3$ )	$Y_3 = 3,5 + 2,3 \cdot Z_1 - 0,93 \cdot Z_{12} + 0,0037 \cdot Z_{22}$	0,01	0,85	3,6 %

Установлено, что твердость по Бринеллю (рис. 1) увеличивается пропорционально росту содержания как полиакрилата натрия, так и древесной муки в составе композита.

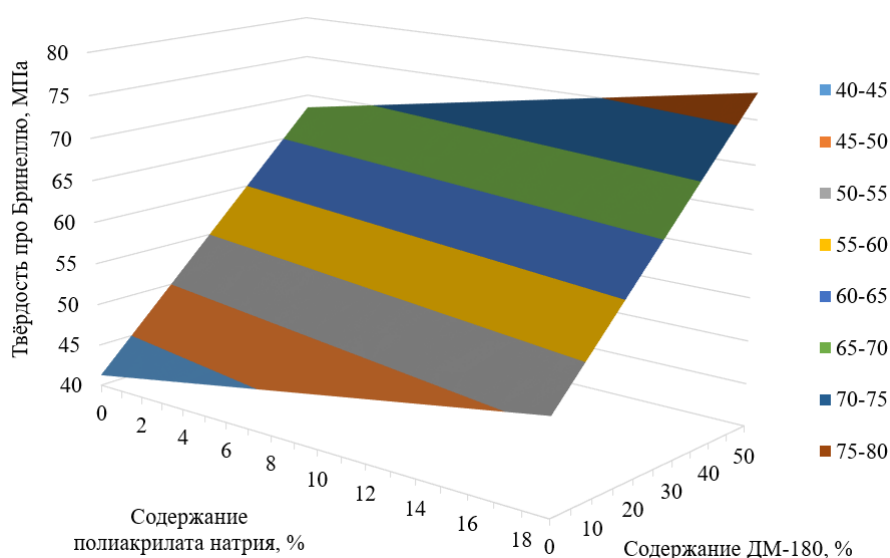


Рис. 1. График зависимости показателя твердости по Бринеллю от содержания в образце полиакрилата натрия и древесной муки

При увеличении содержания в композите древесной муки наблюдалось падение прочности при изгибе материала (рис. 2). Введение в состав композита полиакрилата натрия также негативно сказывается на этом

показателе. Однако для образцов композитов с низким содержанием акрилата натрия это влияние незначительно.

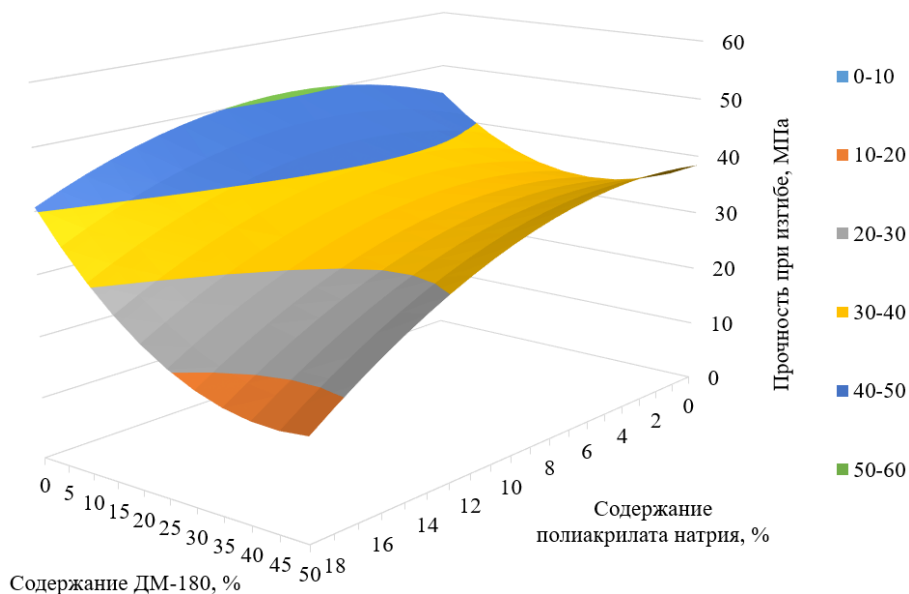


Рис. 2. График зависимости прочности при изгибе от содержания в образце полиакрилата натрия и древесной муки

Показатели водопоглощения композита за 24 часа выдержки увеличиваются с ростом содержания древесной муки составе композита (рис. 3). Зависимость этого показателя от содержания полиакрилата натрия носит экстремальный характер. При его содержании в композите 12 мас. % достигается максимальное значение водопоглощения материала.

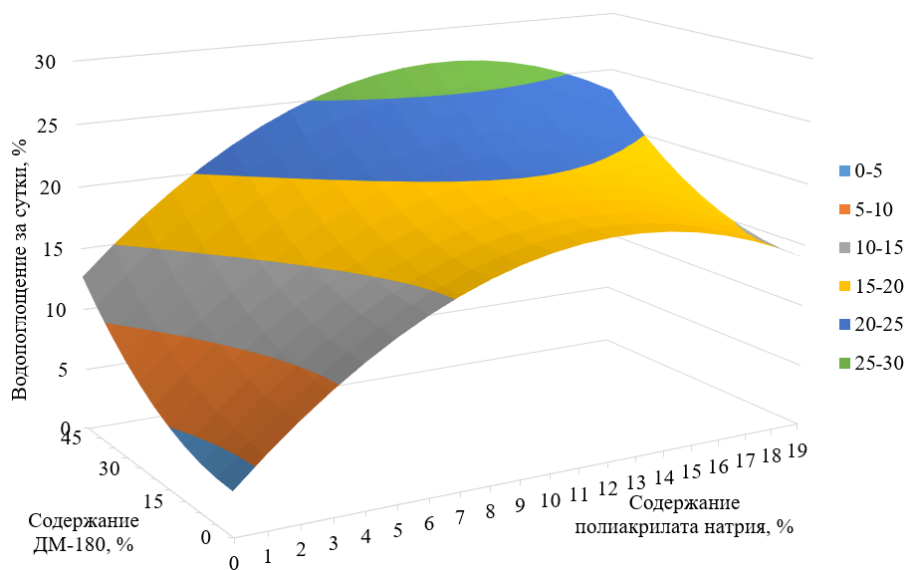


Рис. 3. График зависимости водопоглощения за сутки от содержания в образце полиакрилата натрия и древесной муки

Использование полиакрилата натрия в качестве водоудерживающего агента позволяет увеличить показатели водопоглощения композитов с полимерной фазой ацетата целлюлозы более чем в 2,7 раза, сохраняя при этом физико-механические свойства на высоком уровне. Дальнейшие исследования влияния водоудерживающих агентов на физико-механические свойства композитов и изделий из них являются перспективным направлением в связи с потребностью таких материалов в сельском хозяйстве.

### ***Список источников***

1. Yang X., Congying L., Hongbin H. Performances of biodegradable polymer composites with functions of nutrient slow-release and water retention in simulating heavy metal contaminated soil: Biodegradability and nutrient release characteristics // *Journal of Cleaner Production*. – 2021. – P. 294.

2. Кудрявцев А. Д., Шкуро А. Е., Кривоногов П. С. Исследование физико-механических свойств ацетилцеллюлозных этролов // *Вестник технологического университета*. – 2019. – Т. 22. – № 12. – С. 28–32.

3. Захаров П. С., Шкуро А. Е., Кривоногов П. С. Исследование свойств наполненных ацетилцеллюлозных этролов // *Вестник технологического университета*. – 2020. – Т. 23. – № 2. – С. 50–53.

### ***References***

1. Yang X., Congying L., Hongbin H. Performances of biodegradable polymer composites with functions of nutrient slow-release and water retention in simulating heavy metal contaminated soil: Biodegradability and nutrient release characteristics // *Journal of Cleaner Production*. – 2021. – P. 294.

2. Kudryavtsev A. D. Study of the physical and mechanical properties of acetyl-cellulose etrols / A. D. Kudryavtsev, A. E. Shkuro, P. S. Krivonogov // *Bulletin of the University of Technology*. – 2019. – Vol. 22. – № 12. – P. 28–32.

3. Zakharov P. S. Research of the properties of filled cellulose acetate etrols/P.S. Zakharov, A.E. Shkuro, P.S. Krivonogov//*Bulletin of the University of Technology*. – 2020. – Vol. 23. – № 2. – P. 50–53.