

4. Бузов, Б. А., Мишаков, В. Ю., Макарова, Н. А., Заметта, Б. В. // Перспективные материалы, 2004. № 4. – С. 58–63.
5. Макарова, Н. А., Мишаков, В. Ю., Бузов, Б. А. Исследование свойств медицинского актимикробного материала, выполненного на нетканом текстильном носителе // Материаловедение, 2005. № 3. – С. 37–42.
6. ГОСТ 3816-81 (ИСО 811-81) Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств: Государственный стандарт союза ССР: дата введения 1982-07-01. – Изд. официальное. – Москва, ИПК Издательство стандартов, 2023. – 14 с.

УДК 687.03

Композиционный материал на основе измельченной прорезиненной ткани

**Гаврилюк Е. Ю., ст. преп.,
Азанова А. А., д.т.н., доц.**

Казанский национальный
исследовательский
технологический университет,
г. Казань, Российская Федерация

Реферат. В статье предложен вариант переработки измельченных отходов прорезиненных тканей в композиционный материал. Представлено исследование влияния природы связующего, фракционного состава измельченного наполнителя (размер ячеек решетки 2 и 5 мм) и способа сушки на основные характеристики (плотность и твердость) получаемых композитов. Рассмотрены различные связующие: полиуретановые, акриловые, стирол-акриловые дисперсии, а также их комбинация с поливинилацетатом. Установлено, что способ сушки является важным фактором для повышения плотности и формирования монолитной структуры композиционного материала. Использование основного связующего с ПВА не оказывает статистически значимого влияния на конечную плотность и твердость образцов. Все исследованные типы связующих показали сравнительно близкие значения физико-механических свойств: объемная плотность варьировалась от 532 до 957 кг/м³, твердость по шору А – от 25 до 59 усл. ед., прочность на разрыв – от 0,485 до 1,128 МПа. Однако предварительная обработка крошки поливинилацетатным клеем с применением связующих, таких как DisLine2, Дистекс-57 и Дистекс-13 указывает на незначительное повышение физико-механических характеристик, что может говорить о снижении себестоимости конеч-

ного продукта. Готовый материал демонстрирует высокую устойчивость к истиранию абразивом и замачиванию в воде. Благодаря сочетанию этих свойств полученные композиты могут найти применение в качестве амортизирующих и противоскользящих покрытий.

Ключевые слова: композиционный материал, утилизация, прорезиненная ткань, полиуретановый клей, акриловый клей, твердость по Шору А, плотность, фракционный состав.

Переработка отходов текстильно-полимерных материалов, включая прорезиненный текстиль, является актуальной задачей в контексте ориентации легкой промышленности на модели экономики замкнутого цикла. Существующие на сегодняшний день технологии переработки резинотехнических изделий не могут быть в полной мере применены для переработки прорезиненных тканей, поскольку последние содержат неотделимую текстильную основу [1, 2]. В рамках решения данной задачи авторами предлагается использование измельченных отходов прорезиненных тканей для получения композиционного материала.

В качестве объекта исследования использовались межлекальные отходы производства костюмов СИЗК (средств индивидуальной защиты кожи) изолирующего типа производства АО «КазХимНИИ» (г. Казань). Измельченный материал получали дроблением в виде крошки разных фракций в зависимости от размера применяемой решетки с ячейками размером 2 и 5 мм [3]. В таблице 1 приведён фракционный состав измельченного сырья для трёх видов прорезиненных тканей [4]. В качестве связующих средств рассмотрены водная полиуретановая дисперсия фирмы ООО «ПолиМикс» (г. Казань) [5], акриловые и стирол-акриловые дисперсии фирм ООО «ЭкоКемикал» [6] и ООО «АКРОХИМЭК» [7] (г. Дзержинск). Очевидно, что стоимость полученных композиционных материалов будет напрямую зависеть от стоимости и количества используемого связующего. Для снижения себестоимости конечного продукта предлагается снижение расхода дорогостоящих клеящих препаратов за счёт применения предварительной обротки отходов клеем на основе поливинилацетата. Добавление в рецептуру дешёвого компонента позволит сократить затраты на производство композиционного материала при сохранении требуемых физико-механических характеристик.

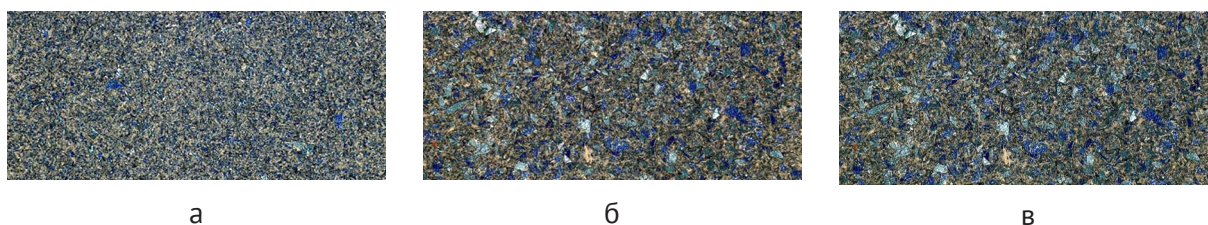
При получении композиционного материала учитывались соотношение отходов и связующего вещества, степень измельчения крошки и пропорции разных фракций в смеси [3].

При изготовлении композиционного материала часть измельченного наполнителя была подвержена предварительной обработке ПВА. Образцы получали методом холодного прессования. Одна часть образцов сушилась под давлением, другая – без давления при нормальных условиях в течении 24 ч. Пример внешнего вида композиционного материала

ла приведён на рисунке 1. Установлено, что наибольшее влияние на плотность и твердость полученных композиционных материалов оказывает способ сушки. Образцы, высушенные под давлением, обладают более высокой плотностью и монолитной поверхностью по сравнению с образцами, высушенными без нагрузки.

Таблица 1 – Характеристика частиц измельчённого сырья

	Фракционный состав измельченного сырья				
	Волокно 1–2 мм	Нити 3–5 мм	Фракция 1–2 мм	Фракция 3–5 мм	Фракция 6–8 мм
Образец 1 (2 мм), %	7	8	45	40	-
Образец 2 (5 мм), %	1	14	-	50	35
Образец 3 (2 и 5 мм), %	4	1	35	45	15



а

б

в

Рисунок 1 – Пример внешнего вида композиционного материала с разным фракционным составом в зависимости от размера ячеек решетки: а – 2 мм; б – 5мм; в – 2 и 5мм

Полученные материалы испытывали на твердость по Шору А [8], определена объемная плотность [9], прочностные характеристики и устойчивость к замачиванию [10]. В таблице 2 приведены характеристики композиционных материалов в зависимости от вида связующего для образцов, полученных с использованием решетки с размером ячеек 2 мм.

Таблица 2 – Влияние вида связующего на характеристики композиционных материалов

№ п/п	Тип основного связующего	Предварительная обработка ПВА	Давление при сушке	Объемная плотность, кг/м ³	Твердость по Шору А, усл. ед.
1	2	3	4	5	6
1.	DisLine2	-	+	867	28
2.	DisLine2	+	-	532	25
3.	Дистекс-57	-	-	599	51
4.	Дистекс-57	+	+	564	55
5.	Дистекс-57А	-	+	609	48
6.	Дистекс-57А	+	-	574	36
7.	Дистекс-13	-	-	558	36

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
8.	Дистекс-13	+	+	548	51
9.	Эколат-1005	-	+	957	47
10.	Эколат-1005	+	-	864	43
11.	Акрэмос-116	-	+	795	32
12.	Акрэмос-116	+	-	576	30
13.	Акрэмос-115AM	-	+	605	59
14.	Акрэмос-115AM	+	-	584	46

Выявлено, что на плотность и твердость образцов влияет состав крошки: наибольшая объемная плотность наблюдается в образцах, полученных из смеси мелкой и крупной фракции из-за более плотного заполнения материала. В рамках проведенного исследования не выявлено значимого влияния типа полимерного связующего и добавление ПВА на плотность и твердость по Шору А, однако в некоторых образцах, где применялся клей DisLine2, Дистекс-57 и Дистекс-13 поверхностная плотность и твердость стали незначительно выше, что может говорить о возможности снижения расхода основного клея без ущерба для свойств материала. Полученные материалы обладают относительно невысокой прочностью на разрыв – от 0,485 до 1,128 МПа, однако демонстрируют высокую устойчивость к истиранию абразивом: более 10 тыс. циклов истирания 1 мм. Воздействие водной среды не приводит к набуханию материала, изменению его внешнего вида, линейных размеров, потере стойкости к истиранию. Композиты на основе отходов прорезиненных тканей могут найти применение в качестве амортизирующих и противоскользящих покрытий, включая изделия легкой промышленности.

Список использованных источников

1. Долинская, Р. М. Рециклинг отходов резинотехнических изделий / Р. М. Долинская, Н. Р. Прокопчук // Полимерные материалы и технологии. – 2020. – Т. 6, № 1. – С. 6–24.
2. Вольфсон, С. И., Фафурина, Е. А., Фафурин, А. В. Методы утилизации шин и резинотехнических изделий // Вестник Казанского технологического университета. 2011. – №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-utilizatsii-shin-i-rezinotekhnicheskikh-izdeliy> (дата обращения: 18.09.2025).
3. Полимерно-волокнистые композиты на основе отходов прорезиненных тканей / Е. Ю. Гаврилюк, А. А. Азанова, Р. Р. Мустафина, А. А. Сухова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2024. – № 6(414). – С. 295–299. – DOI 10.47367/0021-3497_2024_6_295. – EDN MTVMRJ.
4. К вопросу переработки отходов текстильно-полимерных материалов / А. А. Азанова, Е. Ю. Гаврилюк, Р. Р. Мустафина, А. А. Сухова // Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2024) : материалы докладов международной научно-технической конференции, Ви-

тебск, 20–21 ноября 2024 года. – Витебск: Витебский государственный технологический университет, 2025. – С. 109–114.

5. ООО «ПолиМикс». – URL: <https://polymix.pro/> (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.

6. ООО «ЭкоКемикал». – URL: <https://ecochemical.biz/> (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.

7. ООО «АКРОХИМЭК». – URL: <https://akrohimek.ru/> (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.

8. Резина. Метод определения твердости по Шору А : ГОСТ 263-75 : государственный стандарт союза ССР : издание официальное : утверждён Государственным комитетом стандартов Совет Министров от 21.01.1975 г. № 115 : взамен ГОСТ 263-53; введ. 01.01.1977. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 7 с.

9. Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей : ГОСТ 3811-72 : межгосударственный стандарт : издание официальное : утверждён Постановлением от 01.03.1972 г. № 486 : взамен ГОСТ 3811-47; введ. 01.01.1973. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 15 с.

10. Азанова, А. А. Композиционный материал на основе отходов прорезиненных тканей / А. А. Азанова, Р. Р. Мустафина, Е. Ю. Гаврилюк // Технологии и качество. – 2024. – № 4(66). – С. 37–41. – DOI 10.34216/2587-6147-2024-4-66-37-41. – EDN BPLMTK.

УДК 658.567.1

Проблемы вторичной переработки одноразовых изделий легкой промышленности

**Фархутдинова Д. Р., магистр,
Никитина Л. Л., к.п.н., доц.**

Казанский национальный
исследовательский
технологический университет,
г. Казань, Российская Федерация

Реферат. В статье обозначены проблемы легкой промышленности в области экологии, рассмотрен опыт реализации мер по снижению негативного воздействия предприятий на окружающую природную среду путем внедрения в отрасль технологий вторичной переработки и сервисов по сбору использованной продукции. Авторы обращаются к вопросу вторичной переработки одноразовых изделий легкой промышленности как основы для развития экологической культуры их производства и потребления. В статье уделяется особое внимание производству одноразовых тапочек как к отрасли, производящей товары для краткосрочного использования в различных условиях.