

Научная статья

УДК 677.026

EDN VPLMTK

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-4-66-37-41>

Альбина Альбертовна Азанова¹

Резеда Рашидовна Мустафина²

Екатерина Юрьевна Гаврилюк³

^{1,2,3} Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

AzanovaAA@corp.knrntu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3995-0009>

MustafinaRR@corp.knrntu.ru, <https://orcid.org/0009-0005-2745-3338>

GavrilyukEYu@corp.knrntu.ru, <https://orcid.org/0009-0000-0692-8158>

КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОРЕЗИНЕННЫХ ТКАНЕЙ

Аннотация. В статье рассмотрен метод переработки межлекальных отходов прорезиненных тканей в композиционный материал за счет измельчения отходов и скрепления полученной крошки полимерными связующими. Проработаны рецептуры, получены образцы, проведены испытания физико-механических свойств. Показано, что изменение размеров крошки, ее пропорции со связующим влияет на характеристики образцов. Коэффициент вариации по толщине составил от 4 до 20%, стойкость к истиранию 1,6...4,8 тысяч циклов по потере 0,1 мм толщины, коэффициент тангенциального сопротивления при трении металлическим бруском от 0,51 до 0,60. Устойчивость к многократному изгибу не менее 60 тыс. циклов. Композиционные материалы устойчивы к замачиванию – не набухают и не теряют прочность. Полученные материалы могут использоваться для производства противоскользящих покрытий и других изделий.

Ключевые слова: отходы, прорезиненные ткани, композиционный материал, измельченные отходы, свойства композитов, истирание, физико-механические свойства

Для цитирования. Азанова А. А., Мустафина Р. Р., Гаврилюк Е. Ю. Композиционный материал на основе отходов прорезиненных тканей // Технологии и качество. 2024. № 4(66). С. 37–41. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-4-66-37-41>.

Original article

Albina A. Azanova¹

Rezeda R. Mustafina²

Ekaterina Yu. Gavrilyuk³

^{1,2,3} Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

COMPOSITE MATERIAL BASED ON WASTE RUBBER-PROOFED FABRICS

Abstract. The article considers a method for processing interstitial waste of rubber-proofed fabrics into a composite material by crushing waste and fastening the resulting crumbs with polymer binders. Formulations have been worked out, samples have been obtained, and tests of physical and mechanical properties have been carried out. It is shown that the change in the size of the crumb, its proportions with the binder affects the characteristics of the samples. The coefficient of variation in thickness ranged from 4 to 20%, the loss of 0.1 mm of thickness during abrasion ranged from 1,6 to 4,8 thousand cycles, the coefficient of tangential resistance during friction with a metal bar is from 0.51 to 0.60. The obtained materials can be used for the production of anti-slip coatings and other products.

Keywords: waste, rubber-proofed fabric, composite material, shredded waste, properties of composites, abrasion, physical and mechanical properties

For citation: Azanova A. A., Mustafina R. R., Gavrilyuk E. Yu. Composite material based on waste rubber-proofed fabrics. Technologies & Quality. 2024. No 4(66). P. 37–41. (In Russ.). <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-4-66-37-41>.

Ежегодный объем потребительских отходов текстиля в России составляет 2,3 млн т [1], включая не менее четырех-пяти тонн отходов прорезиненных тканей от производства средств индивидуальной защиты (СИЗ) без учета объема отходов от изготовления продукции для военно-промышленного комплекса. К тому же существенную проблему представляет утилизация самих СИЗ: отработанные костюмы сначала подвергаются дегазации, затем, как и СИЗ с истекшим сроком годности, хранятся в специальных условиях. Поскольку такие отходы являются 3–5 класса опасности, их утилизация сопровождается существенными издержками. Авторами предлагается метод переработки отходов прорезиненных тканей, который заключается в их измельчении с дальнейшим изготовлением композиционного материала путем холодного прессования.

В качестве объекта исследования использовались межлекальные отходы изолирующего материала ЛТЛ-1-2 производства АО «КазХимНИИ», представляющего собой полиамидную ткань с нанесенной композицией на основе бутилкаучука [2, 3]. Измельчение отходов проводили на роторной ножевой мельнице РМ 120М с использованием двух решеток с размером отверстий 2 и 6 мм. Полученную крошку смешивали со связующим в разных соотношениях и формовали композиционные материалы путем нанесения полученной массы на подложку или

текстильную основу (суровая хлопчатобумажная ткань, 180 г/м²). В качестве связующего использовали полиуретановые композиции российских производителей ООО «ПолиМикс Казань» и НПП «Макромер».

Проработаны разные степени измельчения и соотношения фракций в смеси, соотношения отходов и связующего, возможность нанесения смеси на текстильную основу и варианты без основы (табл. 1). Рассмотрена возможность добавления в смесь пигмента для получения декоративных эффектов [2] (рис. 1).

Полученные материалы испытывали по общепринятым методикам на определение физико-механических показателей и устойчивость к воздействию влаги. Коэффициент тангенциального сопротивления определяли методом наклонной плоскости, в качестве колодки использовали металлический брус массой 230 г [4]. Разрывное напряжение определяли на машине Shimadzu (Япония) серии AGS-X. Устойчивость к многократному изгибу – на основе метода, описанного в ГОСТ 13868–74; стойкость к истиранию – на приборе UGT-7012-S (Китай), в качестве абразива использовали шлифовальный лист J-86 ALO [2, 5]. Результаты испытаний приведены в таблице 2. Испытания на устойчивость к влаге и соленой воде проводились замачиванием образцов в течение 1 ч и измерением массы и потери толщины при абразивном трении.

Т а б л и ц а 1

Состав композиционных материалов

Показатель	Образец					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Связующее	Dis-line 02	Dis-line 02*	Dis-line 02	Аквапол 11	Аквапол 11	Аквапол 11
Размер решетки измельчителя отходов, мм	2	2	2 и 6 (2 : 1)	2	2	2
Текстильная основа	+	+	+	–	+	+
Количество слоев композиционного материала	1	1	1	1	1	2, с обеих сторон основы

Примечание: * – разное соотношение связующего и крошки по сравнению с образцом № 1.

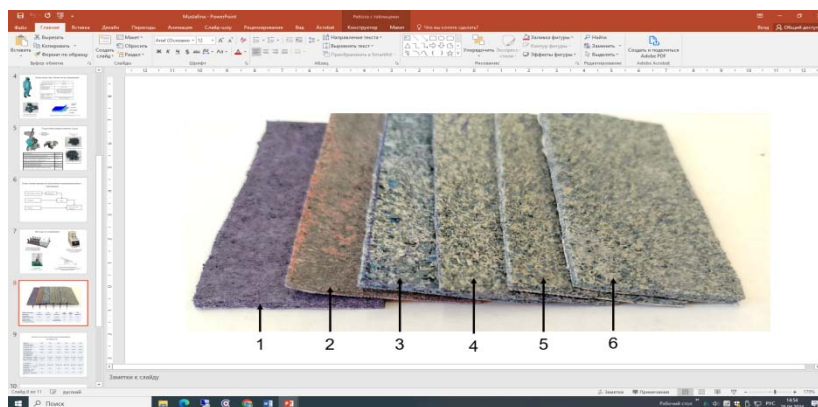


Рис. 1. Внешний вид композиционных материалов на основе отходов прорезиненных тканей

Т а б л и ц а 2

Характеристика композиционных материалов на основе отходов прорезиненных тканей

Показатель	Образец (рецептура)					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Поверхностная плотность, г/м ²	200	158	173	123	190	261
Толщина средняя, мм	3,0	2,7	3,1	1,8	2,9	4,0
Коэффициент вариации по толщине, %	20	7	15	11	9	4
Коэффициент тангенциального сопротивления	0,51	0,49	0,60	0,53	0,49	0,53
Разрывное напряжение, МПа	2,9	4,1	4,4	0,5	2,9	1,8
Устойчивость к многократному изгибу, тыс. циклов, не менее	60	60	60	60	60	60
Количество циклов истирания для потери толщины 0,1 мм, тыс. циклов	3,9	2,5	1,6	5,9	4,4	4,8

Толщина полученных образцов составила от 1,8 до 4,0 мм в зависимости от количества, размеров и соотношения фракций измельченного сырья. Предлагаемый метод позволяет получить материалы с равномерной толщиной с коэффициентом вариации не более 20 %, который зависит от размера измельченного сырья и пропорций связующего и крошки. Коэффициент тангенциального сопротивления поверхности композитов при трении металлическим бруском составил от 0,51 до 0,60, что свидетельствует об их противоскользкой способности и возможности использования в качестве противоскользких покрытий.

Разрывное напряжение образцов с текстильной подложкой в среднем составляет 3,22 МПа. Образец, сформованный без основы, имеет наименьшую прочность при разрыве. Самым высоким значением показателя обладает образец № 3, так как имеет одинаковую пропорцию связующего и резиноканевой крошки, при этом крошка получена с использованием мелкой и крупной решетки. Кроме того, на разрывное напряжение композитов влияет метод изготовления: распределение полученной смеси на текстильную основу с одной стороны (образцы № 1, 2, 3, 5) либо с двух сторон (образец № 6).

Для оценки эксплуатационных характеристик образцов проводилистирание по плоскости абразивом и определяли потерю толщины (рис. 2).

В зависимости от состава, времени и метода прессования процесс потери массы образцов при испытании проходит по-разному. Самая быстрая потеря толщины у образца № 3, поскольку при его изготовлении использовалось сырье, полученное на крупной решетке. При увеличении размеров крошки и уменьшении

содержания связующего истирание происходит интенсивнее.

Для изучения поведения композитов при эксплуатации в уличных условиях образцы подвергались воздействию влаги и соленой воды и дальнейшему испытанию на истирание. Характерные результаты приведены на рис. 3, а и б. Выявлено, что после замачивания материалы не набухают, сохраняют целостность размеров, прочность и внешний вид.

Характер истирания сухих и влажных образцов по потере толщины (и массы) аналогичный. Данный факт свидетельствует об устойчивости полученных материалов к действию влаги и соленых растворов, а значит, изделия из него могут эксплуатироваться на улице.

Очевидно, что решающим фактором при оценке эффективности переработки отходов предлагаемым способом будет себестоимость, которая зависит, в первую очередь, от стоимости связующего и его количества в материалах.

ВЫВОДЫ

1. Предложено направление переработки отходов прорезиненных тканей в композиционные материалы.

2. Проработаны рецептуры и получены образцы композиционных материалов со следующими характеристиками: толщина 1,8 до 4,0 мм, коэффициент вариации по толщине от 4 до 20 %, стойкость к истиранию по потере 0,1 мм толщины в диапазоне 1,6...4,8 тысяч циклов; коэффициент тангенциального сопротивления при трении металлическим бруском от 0,51 до 0,60; устойчивость к многократному изгибу не менее 60 тыс. циклов.

3. Композиционные материалы устойчивы к замачиванию – не набухают и не теряют прочность.

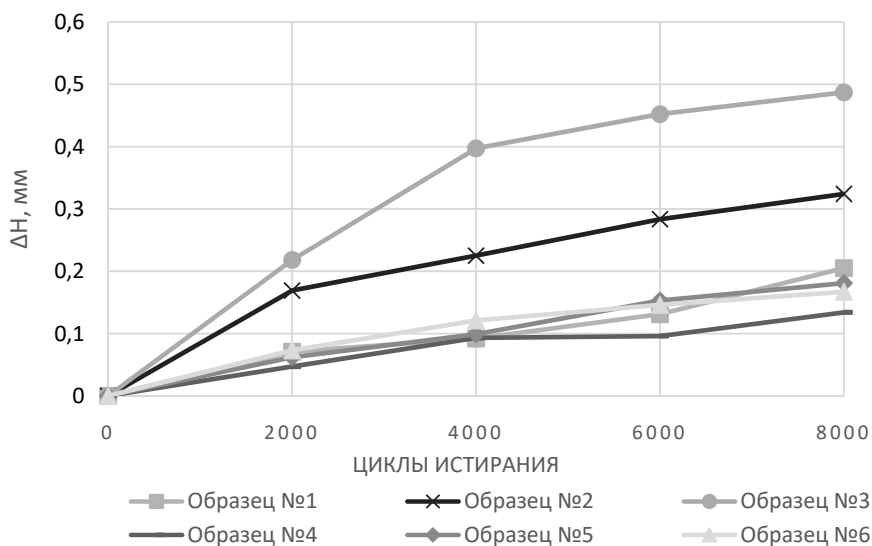


Рис. 2. Динамика потери толщины (ΔH) образцов при истирании

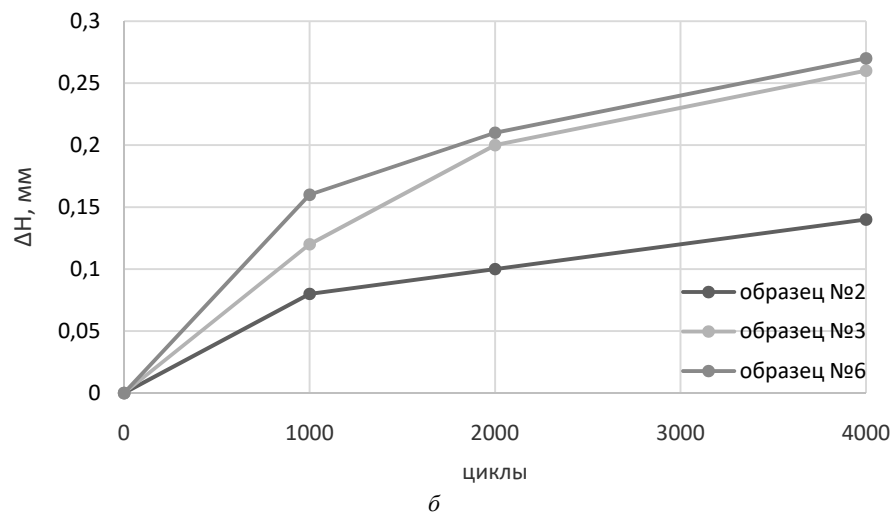
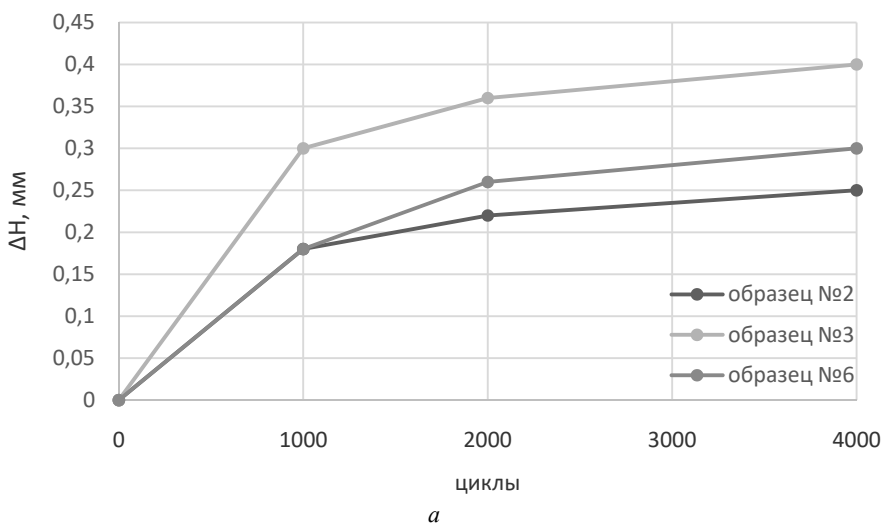


Рис. 3. Динамика потери толщины (ΔH) образцов при истирании после замачивания в воде (а) и соленой воде (б)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. РЭО: на каждого россиянина приходится 16 кг отходов одежды ежегодно // ППК РЭО: Российский экологический оператор : офиц. сайт. URL: <https://reo.ru/news/tpost/ydifkrcas1-reo-na-kazhdogo-rossiyanina-prihoditsya> (дата обращения: 25.07.2024).
2. Отходы производства СИЗК как сырье для получения композиционных материалов / И. А. Гильдеев, Р. Р. Мустафина, А. А. Азанова, А. А. Сухова // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). 2022. № 1. С. 112–114.
3. Сухова А. А., Тарасов Л. А., Абуталипова Л. Н. Многофункциональный композиционный материал ЛТЛ-1-2 // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, № 21. С. 75–76.
4. Бузов Б. А. Практикум по материаловедению швейного производства : учеб. пособие для студентов вузов. М. : Академия, 2003. 416 с.
5. ГОСТ 18976–73. Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию. Введ. 1.07.74. М., 1973. 7 с.

REFERENCES

1. REO: every Russian has 16 kg of clothing waste annually. PC REO: Russian Environmental Operator : official website. URL: <https://reo.ru/news/tpost/ydifkrcas1-reo-na-kazhdogo-rossiyanina-prihoditsya> (accessed 25.07.2024). (In Russ.)
2. Gildeev I. A., Mustafina R. R., Azanova A. A., Suhova A. A. Waste from the production of ppes as raw materials for the production of composite materials. *Fizika voloknistyh materialov: struktura, svoystva, naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX)* [Physics of fibrous materials: structure, properties, high-tech technologies and materials (SMARTEX)]. 2022;1:112–114. (In Russ.)
3. Suhova A. A., Tarasov L. A., Abutalipova L. N. Multifunctional composite material LTL-1-2. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University]. 2014;17,21:75–76. (In Russ.)
4. Buzov B. A. Workshop on materials science of sewing production. Moscow, Akademiya Publ., 2003. 416 p. (In Russ.)
5. *GOST 18976–73. Tkani tekstil'nye. Metod opredeleniya stojkosti k istiraniyu ispytaniy* [State Standart 18976–73. Textiles. Method for the determination of wear resistance]. Moscow, 1973. 7 p.

Статья поступила в редакцию 21.08.2024
Принята к публикации 30.10.2024