

УДК 685.34:[675.8+666.193.2]

## К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН В ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

*Н.И. Тагаева*

Рассматривается разработка композиционных материалов для обувного и галантерейного производств на основе отходов легкой промышленности с применением минеральных волокон. Даны характеристика и особенности минерального сырья, а также области его применения. Приведены результаты экспериментальных исследований по применению базальтовых волокон и отходов кожевенно-обувного производства.

*Ключевые слова:* композиционные материалы; минеральное сырье; базальт; связующие; отходы кожевенного и текстильного производства; обувной картон.

---

## БУЛАЛУУ КОМПОЗИЦИЯЛЫК МАТЕРИАЛДАРДА МИНЕРАЛДЫК БУЛАЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУУ ЖӨНҮНДӨ МАСЕЛЕ

*Н.И. Тагаева*

Бул макалада минералдык булаларды пайдалануу менен жеңил өнөр жайынын калдыктарынын негизинде бут кийим жана галантерея өндүрүшү үчүн композициялык материалдарды иштеп чыгуу маселеси каралган. Минералдык чийки заттын мүнөздөмөлөрү жана өзгөчөлүктөрү, ошондой эле аларды колдонуу тармагы берилген. Булгаары жана бут кийим өндүрүшүнүн базальт булаларын жана калдыктарын пайдалануу боюнча эксперименталдык изилдөөлөрдүн натыйжалары келтирилген.

*Түйүндүү сөздөр:* композициялык материалдар; минералдык чийки зат; базальт; байланыштыргычтар; булгаары жана текстиль өндүрүшүнүн калдыктары; бут кийим картондору.

---

## TO THE ISSUES OF MINERAL FIBERS IN FIBROUS COMPOSITE MATERIALS

*N.I. Tagaeva*

The article is considered the development of composite materials for footwear and haberdashery production based on light industry waste using of mineral fibers. The characteristics and features of mineral raw materials, also their areas of application's given. The results of experimental studies on the use of basalt fibers and leather and shoe production waste are presented.

*Keywords:* composite materials; mineral raw materials; basalt; binders; leather and textile waste; shoeboard.

**Введение.** Каменные породы и их переработка в качестве минерального сырья имеет технологическое и экономическое значение для многих отраслей современной промышленности. Это сырье обладает множеством ценных свойств, позволяющих использовать его в строительстве, дизайне, медицине и т. д. Волокна из минеральных пород, в частности базальтовых, обладают высокой природной исходной прочностью, стойкостью к воздействию агрессивных сред, долговечностью, электроизоляционными и теплоизоляционными свойствами. Материалы на основе базальтовых волокон производятся из природного, экологически чистого сырья и имеют необычайную и долгосрочную перспективу применения (рисунок 1).



Базальт



Базальтовый волокнистый утеплитель

Рисунок 1 – Горная порода и базальтовый утеплитель

В данной работе рассматривается возможность применения базальтовых волокон в композиционных материалах обувного и галантерейного производств по типу картонов и искусственной кожи, с целью улучшения их теплозащитных и физико-механических, физико-химических свойств.

По своему химическому составу базальтовое волокно не отличается от горных пород. При плавлении расплав сохраняет в себе “историю” породы, её тепловое “прошлое”, а при охлаждении стремится вновь обрести первоначальную упорядоченную структуру исходной породы [1]. Благодаря этому, уже четверть века во многих странах мира используют базальтовую вату в качестве искусственной почвы (гидропоника), а базальтовую пыль – в качестве удобрения для стимулирования роста растений. Средний химический состав базальтов следующий:  $\text{SiO}_2$  – 48,7 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 13,81 %,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$  – 13,7 %,  $\text{TiO}_2$  – 1,59 %,  $\text{MnO}$  – 0,26 %,  $\text{CaO}$  – 8,12 %,  $\text{MgO}$  – 6,72 %,  $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$  – 3,81 %,  $\text{SO}_3$  – 0,04 % [2].

Базальтовое супертонкое волокно, получаемое из расплавов горных пород, не горит ни при каких температурах, а только плавится в зоне высоких температур, не выделяя при этом никаких вредных газов. Во многих странах налажено производство прочных базальтовых тканей, спортивных товаров (лыжи, сноуборды, ракетки для тенниса), акустических установок.

Природные базальты подвергаются мелкому дроблению с выпуском базальтовой крошки, с размерами частицы до 1 мм для дальнейшей плавки. Еще более мелкая фракция – это базальтовая пыль, используемая для производства антикоррозионных покрытий, которые устойчивы во всех агрессивных средах, в том числе невосприимчивы к щелочам и кислотам. На основе базальтовых волокон производится широкий ассортимент теплозвукоизоляционных и звукопоглощающих материалов (рисунок 2): прошивные маты, рулонная теплоизоляция, плиты, шнуры, картон, бумага и др., плотностью от 20 до 200 кг/м<sup>3</sup>; коэффициент теплопроводности – от 0,0279 до 0,0337 Вт/(м К) при средней температуре 0 °С; коэффициент звукопоглощения – 0,80–0,98 при частотах 200–1800 Гц. Фильтрационные материалы: базальтоволокнистые фильтрующие маты гидротехнических дренажных систем с коэффициентом фильтрации 0,58–0,93 см/с [3].

Указанные свойства базальтового волокна позволяют проводить исследования по применению его в производстве специальной обуви для вредных и пожароопасных производств, где основные требования сводятся к обеспечению безопасности труда, предохранению стопы от воздействия вредных производственных факторов, защите от специальных и пониженных температур, агрессивных сред, воздействия химических веществ и радиоактивных излучений, нетоксичности, и др. На практике обычно одновременно действуют нескольких неблагоприятных факторов: например, при высокой температуре возможно выделение продуктов химических реакций. Это затрудняет разработку универсальных защитных материалов. Поэтому разработка элементов специальной обуви из базальтового волокна с его уникальными свойствами в настоящее время – актуальное направление для обувной промышленности.



Рисунок 2 – Разновидность базальтовых волокон и изделий из них

Известно, что в восточной медицине в качестве одного из способов лечения издревле использовалась стоун-терапия, которая позволяет укрепить иммунитет и успокоить нервную систему человека. Это, как правило, сводилось к применению базальтового камня, который долго сохраняет тепло и максимально долго оказывает лечебное воздействие на организм. Поэтому было предложено использовать базальтовое волокно и в специальной обуви. Такие процедуры укрепляют сосуды, снимают усталость, стресс, мышечную и суставную боль, спазмы.

Исследования по использованию изделий на основе минерального сырья проводились во многих европейских странах. Кроме того, ряд Европейских комиссий по сертификации и качеству продукции проводили медицинские исследования, результаты которых позволили снять имеющиеся подозрения в канцерогенности минеральных волокон [4].

На кафедре ТИЛП КГТУ им. И. Разазкова в течение ряда лет проводятся исследования по применению базальтовых волокон и отходов кожевенно-обувных и картонного производств с различным сочетанием компонентов. В качестве связующих материалов использовались продукты растворения коллагена и мездровой клей, которые также получают из отходов кожевенного производства, ПВА и др. пластификаторы, стабилизаторы. Первоначально была проведена органолептическая характеристика полученных образцов, которая позволила определить возможность сочетания отходов кожевенно-обувного производства с минеральными волокнами и получения композиционных материалов с новыми характеристиками. Результаты экспериментов позволили сделать вывод о перспективности выбранного направления по переработке отходов для получения на их основе новых композиционных материалов.

В ходе исследований по применению базальтовых волокон были подготовлены экспериментальные образцы (образцы картонов № 1, и по типу искусственных кож – 25 видов) с различными волокнистыми отходами кожевенно-обувного, швейного и текстильного производств и проклеивающими материалами, полученными в лаборатории кафедры (рисунок 3, а). Образцы, наиболее удовлетворяющие условиям прочности, подвергали испытанию на физико-механические и физико-химические свойства. Далее на базе лаборатории кафедры ТКМ РГУ им. А.Н. Косыгина были получены более 30 образцов (рисунок 3, б, в) с использованием новых технологий, для испытаний на теплопроводность, прочностные и физико-механические характеристики.

В таблице 1 приведены среднестатистические значения физико-механических и физико-химических показателей экспериментальных образцов и сравнение их с требованиями ГОСТ для обувных картонов.

Приведенные в таблице 1 физико-механические характеристики экспериментальных образцов с применением базальтовых волокон, находятся в пределах нормативных показателей и могут быть использованы в качестве обувных и галантерейных картонов для изготовления соответствующей продукции. Некоторые показатели даже улучшены, например, намокаемость, и следовательно, расслоение

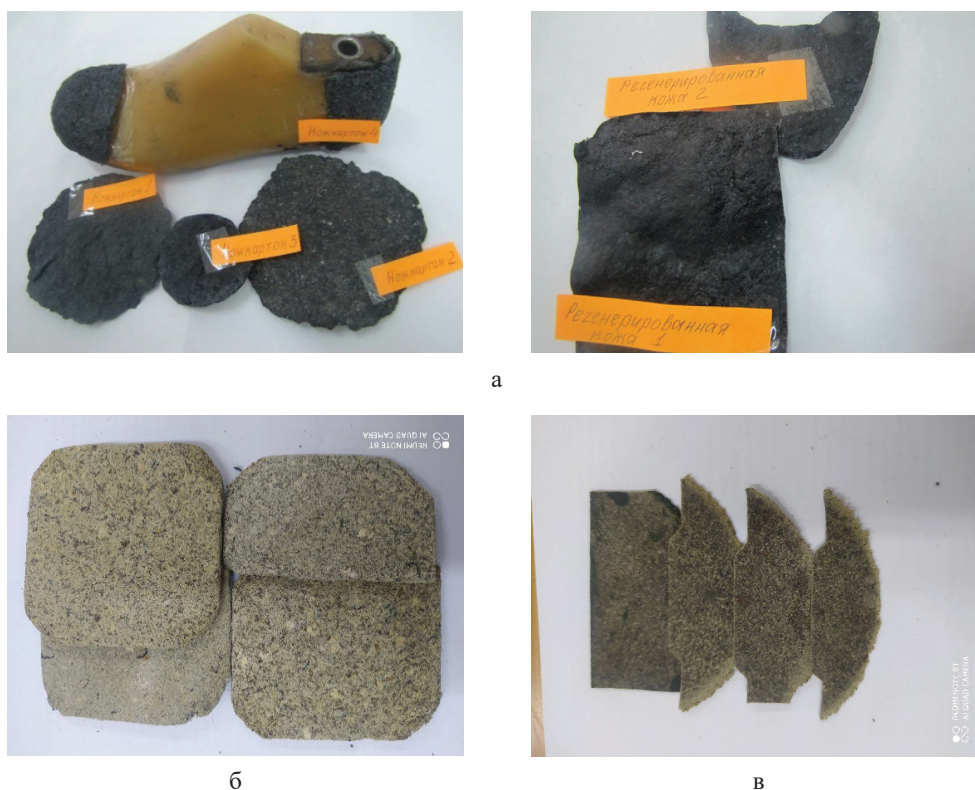


Рисунок 3 – Экспериментальные образцы:  
 а – картоны № 1 для деталей низа обуви и по типу искусственных кож;  
 б – картоны № 2; в – картоны по типу искусственной кожи

Таблица 1 – Физико-механические показатели образцов

Показатель	Картон	Картон по типу искусственной кожи	Нормативные данные (ГОСТ 9542–89)
Плотность, г/см <sup>3</sup> не более или в пределах	0,8–1,1	0,9–1,2	0,95
Предел прочности при растяжении после замачивания в воде, МПа, не менее	1,5–4,5	9–11	3–6
Прочность лицевого слоя, Па	1,0–3,5	8–10	
Относительное удлинение в сухом состоянии, %, не менее	16-18	25–35	14–28
Намокаемость, %, не более	18–35	15–25	50
Влажность, %	3–6	8–10,5	4–9

обувных картонов, влияющая на продолжительность эксплуатации обуви. Картоны типа искусственной кожи показывают удовлетворительные физико-механические свойства при использовании кожевенных и минеральных волокон, продуктов растворения – коллагена и латекса. Прочностные характеристики таких композиционных материалов позволяют расширить ассортимент применяемых кожевенных или искусственных полуфабрикатов, как в галантерейной отрасли, так и для деталей верха обуви.

**Выводы.** Результаты исследования экспериментальных образцов в качестве обувных картонов, которые проводились с целью изучения их теплозащитных свойств, показали эффективность использования базальтовых волокон в композиционных материалах. Это подтверждается и коэффициентом теплопроводности, который находится в пределах 0,04–0,1 Вт/(м·К) [5], в зависимости от компонентов, и является наиболее удовлетворительным показателем по отношению к установленным 0,1–0,12 Вт/(м·К) для обувных картонов [6]. Базальтовые волокна в деталях низа обуви могут создавать благоприятные условия для стопы человека при носке обуви в атмосфере низких и высоких температур. Применение базальтовых волокон с учетом широкого спектра физико-механических, физико-химических свойств, позволит получить обувные изделия с улучшенными характеристиками и показателями.

#### *Литература*

1. Додис Г.М. Структура расплава из базальтовых горных пород / Г.М. Додис, И.В. Кудинова // *Manas Journal of Natural Sciences*. 2001; 1(1). Р. 1–17.
2. Джигирис Д.Д. Основы производства Базальтовых волокон и изделий / Д.Д. Джигирис, М.Ф. Махова. М.: Теплоэнергетик, 2002. 416 с.
3. Свойства теплоизоляционных материалов, 2005 // *PADOS Technical Insulation*. URL: file:///C:/Users/Natali/Desktop/svoystva-kamennoy-vati-paroc.pdf (дата обращения: 20.09.2021).
4. Безопасность минераловатного волокна доказана экспертами, 2016 // *Union of building associations and organizations*. URL: [http://www.stroysoyuz.ru/nw\\_company/?ELEMENT\\_ID=10380](http://www.stroysoyuz.ru/nw_company/?ELEMENT_ID=10380) (дата обращения: 15.03.2020).
5. Тагаева Н.И. Влияние теплофизических свойств на обувные картоны. Перспективы модернизации современной науки / Н.И. Тагаева, А.С. Иманкулова // *Сб. научн. работ 79-й межд. научн. конф. Евразийского научного объединения*. Москва, сентябрь 2021 г. М.: ЕНО, 2021. С. 40–42.
6. Андрианова Г.П. Химия и физика высокомолекулярных соединений в производстве искусственной кожи, кожи и меха / Г.П. Андрианова, Д.А. Куциди. М.: Легпромбытиздат, 1987 468 с.