

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования

«Витебский государственный технологический университет»

УДК 685.34.082 : 685.34.035.47

№ ГР 202101021

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор
УО «ВГТУ»



В.А. Жизневский

2025 г.

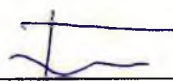
**ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ОБУВНЫХ КАРТОНОВ И ДЕТАЛЕЙ ИЗ НИХ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ**

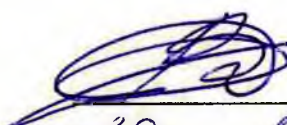
(заключительный)

2021 – Г/Б – 369

Научный руководитель НИР,
д.т.н., проф.


А.Н. Буркин
« 30 » 12 2025 г.

Начальник научно-
исследовательской части


В.А. Сажин
« 30 » 12 2025 г.

Витебск, 2025

Библиотека ВГТУ



СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель
ГНС, д.т.н, профессор



А.Н. Буркин

(руководство
темой, за-
ключение по
работе, раз-
дел 1-5)

Исполнители:

СНС, к.т.н., доцент



М.В. Шевцова

(введение,
разделы 1-5)

СНС, к.т.н., доцент



Е.А. Шеремет

(разделы 1, 2)

СНС, к.т.н., доцент



Т.М. Борисова

(разделы 3, 4)


НС, к.т.н., доцент



Е.А. Ковальчук

(раздел 2)

МНС, ст. преп.



П.Г. Деркаченко

(раздел 2)

Стажер МНС, асп.



К.О. Бужинская
(Ермалович)

(раздел 3)

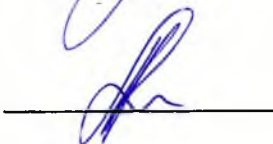
Стажер МНС, зав.лаб.



Н.В. Абазовская

(раздел 3)

Стажер МНС, студ.



А.Ю. Феоктистова

(раздел 5)

Инженер 1 категории



А.А. Терентьев

(разделы 2-5)

Нормоконтролер



М.В. Шевцова

Подразделы 1.3 и 1.4 выполнены в соответствии с договором № БС 21-382 от 05.07.2021 гг между УО «ВГТУ» и УО «БНТУ» соисполнителями НИР: д.т.н, проф. Черная Н.С., ст. науч. сотруд. Чернышева Т.В., к.т.н., доц. Герман Н.А.

РЕФЕРАТ

Отчет 200 с., 59 рис., 40 табл., 82 источн., 2 прил.

ВОЛОКНИСТЫЕ ОТХОДЫ, ЛАБОРАТОРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, РЕЦЕПТУРНЫЕ СОСТАВЫ, ВОЛОКНИСТО-НАПОЛНЕННЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Целью научно-исследовательской работы является разработка научно обоснованной рецептурно-технологической концепции получения волокнисто-наполненных и картоноподобных композиционных материалов для деталей низа обуви с использованием вторичных волокнистых и термопластичных отходов, обеспечивающей необходимые свойства и возможность их целенаправленного регулирования в зависимости от функционального назначения детали низа обуви.

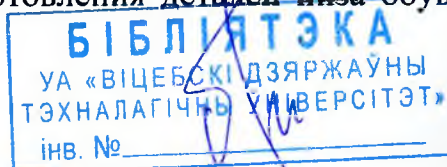
Объектом исследования являются процессы формирования структуры и свойств картоноподобных и волокнисто-наполненных композиционных материалов для деталей низа обуви.

Предметом исследования является влияние состава волокнистых и полимерных компонентов, их морфологических характеристик, а также параметров диспергирования, фибриллирования и режимов горячего прессования на структуру, физико-механические и эксплуатационные свойства композиционных материалов.

В ходе выполнения НИР установлены закономерности влияния технологических параметров диспергирования и фибриллирования растительных и синтетических волокон на однородность волокнистых суспензий и их структурообразующие и связеобразующие свойства. Экспериментально обоснована возможность использования вторичных целлюлозных, полипропиленовых и термопластичных отходов в качестве рецептурных компонентов картоноподобных и волокнисто-наполненных композиционных материалов для деталей низа обуви. Разработана рецептурно-технологическая концепция преодоления фактора естественного ухудшения свойств вторичных обувных материалов модифицированием древесными волокнами.

Разработаны рецептурные составы и лабораторные технологические схемы получения волокнисто-наполненных композиционных материалов различного функционального назначения. Теоретически обоснована оптимальная концепция рецептуры волокнисто-наполненных композиционных материалов и получена итоговая системная модель влияния состава компонентов и режимов формования на технологические и эксплуатационные свойства материалов, что обеспечивает возможность адаптации рецептуры и технологии под конкретные виды и назначения деталей низа обуви.

Методологические и экспериментальные результаты работы могут быть использованы при разработке технологий изготовления деталей низа обуви с применением вторичного сырья.



СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1. Обоснование перечня показателей для оценки физико-механических свойств материалов для каркасных деталей обуви и методик для их исследования	8
1.1 Аналитический обзор ассортимента материалов для каркасных деталей обуви, методик и средств для оценки их физико-механических свойств	8
1.2 Обоснование перечня показателей для оценки физико-механических и технологических свойств материалов для каркасных деталей обуви	17
1.3 Разработка научно обоснованного технологического режима процесса диспергирования волокнистого сырья на основе установления закономерностей влияния условий стадии его роспуска в водной среде на однородность получаемых суспензий	25
1.4 Разработка научно обоснованного технологического режима получения волокнистых суспензий с улучшенными связеобразующими и структурообразующими свойствами на основе изучения влияния процесса фибриллирования на скорость и особенности стадии размола волокнистого сырья (первичного и вторичного) и отходов	49
1.5 Разработка и описание методик исследования физико-механических и технологических свойств материалов с использованием волокнистых отходов производств деревообрабатывающей и легкой промышленности для каркасных деталей обуви	89
1.6 Отработка в лабораторных условиях методики изготовления образцов материалов с использованием волокнистых отходов производств деревообрабатывающей и легкой промышленности для каркасных деталей обуви	95
2. Разработка научно обоснованных рецептурных составов и схем получения новых материалов для задников и стелечных узлов обуви с использованием волокнистых отходов производств деревообрабатывающей и легкой промышленности	103
2.1 Разработка научно обоснованных рецептурных составов и исследование свойств ингредиентов	103
2.2 Разработка технологических схем получения материалов для каркасных деталей обуви	113
2.3 Разработка оснастки и подбор оборудования для проведения технологического процесса получения материалов для каркасных деталей обуви	115
2.4 Отработка технологической схемы получения образцов материалов в лабораторных условиях	117

3. Изготовление опытных образцов новых материалов для задников обуви и стелечных узлов с использованием волокнистых отходов производств деревообрабатывающей и легкой промышленности и исследование их физико-механических и технологических свойств полученных материалов	126
3.1 Исследование структуры и состава ингредиентов опытных образцов новых материалов для деталей обуви с использованием волокнистых материалов	126
3.2 Разработка технологических схем получения новых материалов для деталей обуви с использованием волокнистых материалов	132
3.3 Исследование физико-механических свойств новых материалов для деталей обуви с использованием волокнистых материалов	134
3.4 Исследование технологических свойств новых материалов для деталей обуви с использованием волокнистых материалов	136
4. Оптимизация составов и отработка технологии получения новых материалов для стелечных узлов с использованием волокнистых отходов производств деревообрабатывающей и легкой промышленности на основе анализа их структурных изменений и свойств	144
4.1 Выбор и обоснование составов новых композиционных материалов для деталей низа обуви	144
4.2 Отработка технологии получения новых композиционных материалов для деталей низа обуви	152
4.3 Оптимизация состава и технологии получения новых композиционных материалов для деталей низа обуви	154
4.4 Исследование структуры и свойств новых композиционных материалов для деталей низа обуви	155
5. Проведение промышленной апробации изготовления материалов, деталей и узлов обуви с использованием волокнистых отходов производств деревообрабатывающей и легкой промышленности и исследование их эксплуатационных свойств	159
5.1 Определение оптимальных составов для изготовления материалов, деталей и узлов обуви с использованием волокнистых отходов	159
5.2 Определение оптимальных режимов изготовления материалов, деталей и узлов обуви с использованием волокнистых отходов	163
5.3 Исследование технологических и эксплуатационных свойств материалов, деталей и узлов обуви с использованием волокнистых отходов...	166
Заключение	177
Список использованных источников	185
Приложение А	193
Приложение Б	199

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях устойчивое развитие страны и экология становятся взаимосвязанными, поэтому вторичное использование ресурсов приобретает особую значимость. Оно не только способствует сохранению окружающей среды, но и становится важным фактором, влияющим на потребительскую ценность товара. Это связано с появлением нового формата потребительского поведения, вызванного изменениями ценностей самого потребителя и наделением новыми смыслами потребляемых товаров и услуг.

Технология производства товаров на сегодняшний день значительно отличается от производства прошлых лет. Используются новые химические компоненты и новые технологии. Товар, сам по себе, призван служить человеку, но на всем его «жизненном» пути образуются отходы, опасные для человека. Известно, что при производстве продукции только 20-25% возвращается обратно в производство, остальные 70-75% являются загрязнителями окружающей среды. Основными причинами образования отходов являются несовершенство технологий и возможные нарушения технологических режимов; устаревание или несоответствие оборудования характеру протекающих процессов; неполнота химических реакций и протекание побочных процессов; изменение качества и условий подготовки сырья. В связи с этим в современном обществе все острее возрастает проблема утилизации огромного количества образующихся отходов.

Отходы ухудшают экологические условия проживания человека. Положение усугубляется размещением вблизи населенных пунктов свалок бытовых отходов, которые горят, гниют и размываются дождями. Структура отходов весьма разнообразна. Тем не менее, их условно делят на три большие категории: бытовые отходы, минеральные (например, зола или шлак) и органические (например, древесные и другие растительные материалы), технологические отходы. Технологические отходы занимают значительные территории. По этой причине их переработка и уничтожение в настоящее время являются важной экологической задачей всех развитых стран.

Твердые технологические отходы весьма разнообразны как по свойствам, так и по воздействию на окружающую среду. По источникам образования отходы представляют собой остатки сырья, материалов и полуфабрикатов, продукты физико-химической переработки сырья [1].

Легкая промышленность Республики Беларусь включает производство текстильных, швейных, кожевенных и меховых изделий. В отрасли насчитывается около 2000 организаций с общей численностью персонала около 82 000 человек [2]. Республика Беларусь обладает уникальными возобновляемыми ресурсами. Лесистость территории достигает 40,2%. Такие сырьевые запасы обу-

словливают и широкое развитие деревообрабатывающего производства. В стране насчитывается около 40 организаций, производящих различные виды продукции из древесины и бумаги, все они входят в концерн «Беллесбумпром», который координирует развитие лесопромышленного комплекса. Концерн организует свою деятельность по трем направлениям: деревообработка, целлюлозно-бумажная промышленность и производство мебели. Наличие такого большого количества производств легкой и деревообрабатывающей промышленности, вследствие несовершенства используемых технологий, приводит к увеличению количества образующихся технологических отходов.

Любые отходы являются перспективным, возобновляемым ресурсом. Необходимыми критериями переработки отходов являются их технологичность, безопасность, экономичность, санитарно-гигиенические, экологические и совместимость при переработке [3]. В соответствии с Национальной стратегией устойчивого развития Республики Беларусь одной из приоритетных задач является экологическая безопасность и решение вопросов импортозамещения. Для решения этих задач необходимо уделять внимание максимальному вовлечению отходов в оборот в качестве вторичного сырья, уменьшению объемов хранения промышленных отходов. Кроме этого в соответствии со Стратегией «Наука и технологии 2018-2040», одобренной II Съездом ученых Республики Беларусь, перспективными направлениями утверждено расширение производства композиционных материалов с заданными функциональными свойствами и создание композиционных материалов с принципиально новыми техническими характеристиками на основе сочетания в одном материале компонентов разной природы, формы, размеров и регулирования их содержания.

Комплексное использование вторичных древесных ресурсов и отходов легкой промышленности в обувном производстве для создания композиционных материалов позволило бы не только увеличить конкурентоспособность обуви за счет снижения ее стоимости, но и решить проблемы утилизации и переработки отходов.

Обувной картон является многофункциональным композиционным материалом. Его получают из различных видов волокнистого сырья. Для придания картону необходимых потребительских и эксплуатационных свойств используют различные химические вещества – функциональные и процессные. Выбор оптимального композиционного состава картона по волокну и химическим веществам позволяет улучшить качество картона и решить проблемы энергосбережения, ресурсосбережения и экологической безопасности действующих производств.

1. ОБОСНОВАНИЕ ПЕРЕЧНЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КАРКАСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ОБУВИ И МЕТОДИК ДЛЯ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Аналитический обзор ассортимента материалов для каркасных деталей обуви, методик и средств для оценки их физико-механических свойств

С каждым годом производство обуви увеличивается, что приводит и к увеличению отходов обувного производства. Появляются новые методы, новые конструкции, но переработка отходов, образующихся при ее производстве, пока трудно реализуема. Большая часть негативного воздействия, вызванного обувью, в основном связана с производством основных материалов для деталей обуви.

На сегодняшний день известно много разработанных технологий по переработке отходов литьевых полиуретановых подошв, которые в небольшом количестве активно используются как вторичное сырье при производстве подошв из полиуретановой композиции [4-13]. Однако при производстве обуви также в большом количестве образуются отходы кож для верха и подкладки обуви, стелечных картонов, термопластических материалов для подносков и задников обуви. Все эти отходы пока никак не вовлечены обратно в процесс производства и складываются на полигонах, где разлагаются длительное время и оказывают вредное воздействие на окружающую среду. Основная проблема их повторного использования заключается в том, что фирмы-производители не раскрывают состав и структуру этих материалов, поэтому не известно, как подобные материалы поведут себя при вторичной переработке.

Одним из широко применяемых в обувной промышленности материалов является картон, который представляет собой искусственный материал, состоящий из свойлаченных или склеенных коротких кожевенных, растительных и химических волокон. Его область применения включает в себя изготовление основных и вкладных стелек, полустелек, задников и иных деталей. Эти детали, как правило, скрыты от глаз потребителей, однако они в значительной степени влияют на долговечность и комфортность обуви [14].

В настоящее время рынок зарубежных стелечных картонов является насыщенным. Изготовители стремятся сделать свои изделия более привлекательными для потребителя, создавая картоны узких и широких областей применения, а так же различных ценовых категорий. Следует отметить, что в Республике Беларусь отсутствуют предприятия, производящие обувные картоны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Василевская, В.В. Анализ существующих подходов к классификации отходов / В. В. Василевская, А. Р. Рудик, М. В. Шевцова [и др.]// Материалы докладов 53-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : в 2 т. / УО «ВГТУ» - Витебск, 2020. - Т. 2. - С. 189-191.
2. Пресс-служба Президента Республики Беларусь / Легкая промышленность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <https://president.gov.by> . – Дата доступа: 10.12.2025.
3. Василевская В.В., Шевцова М.В. Современные подходы к использованию отходов производств легкой промышленности / В. В. Василевская, М. В. Шевцова // «Союз науки и практики: актуальные проблемы и перспективы развития товароведения» : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Гомель, 9-10 ноября 2021 года – Гомель: УО «БТЭУ», 2021. С. 157-161.
4. Радюк А. Н. Получение гранулята из отходов пенополиуретана для литья подошв обуви // Технологии и качество, 2024, № 1(63), с. 32–39.
5. Радюк, А. Н. Структура и свойства композиционных материалов с использованием в качестве наполнителя древесной пыли / А.Н. Радюк, А.Н. Буркин, В.М. Шаповалов, С.В. Зотов, А.А. Тимофеев // Вестник Витебского государственного технологического университета, 2023, № 45, с. 38–49.
6. Буркин, А.Н. Структура и свойства композиционных материалов с использованием в качестве наполнителя древесного волокна / А.Н. Буркин, А.Н. Радюк, В.М. Шаповалов, С.В. Зотов // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности, 2024, Т.65, №1.
7. AlMaadeed M.A., Nogellova Z., Micůik M. [et al.] Mechanical, sorption and adhesive properties of composites based on low density polyethylene filled with date palm wood powder // Materials & Design, 2014; № 53, 29-37 pp.
8. Dukarska D., Walkiewicz J., Derkowski A., Mirski R. Properties of Rigid Polyurethane Foam Filled with Sawdust from Primary Wood Processing // Materials, 2022; 15(15):5361.
9. Gama N.V., Ferreira A, Barros-Timmons A. Polyurethane Foams: Past, Present, and Future // Materials, 2018; 11(10):1841.
10. Fornasieri M., Alves J.W., Muniz E.C. [et al.] Synthesis and characterization of polyurethane composites of wood waste and polyols from chemically recycled PET // Compos. Part A Appl. Sci. Manuf, 2011, № 42, 189–195 pp.
11. Kuranchie C., Yaya A., & Bensah Y.D. The effect of natural fibre reinforcement on polyurethane composite foams – A review // Scientific African, 2021, 11, Article e00722.

12. Радюк А.Н., Ковальчук Е.А., Буркин А.Н. Материалы для подошв обуви на основе отходов производства: монография. // Витебск: УО «ВГТУ», 2022. 319 с.

13. Буркин А.Н., Ковальков Н.С. Переработка отходов обувного производства / А.Н. Буркин, Н.С. Ковальков // Полимерные композиты и трибология (ПОЛИКОМТРИБ-2025) : тезисы докладов международной научно-технической конференции, Гомель, 24-27 июня 2025 г. / ИММС НАН Беларуси. – Гомель, 2025. – С. 64.

14. Буркин А.Н., Шевцова М.В., Шеремет Е.А. Оценка значимости показателей качества обувных картонов / Буркин А.Н., Шевцова М.В., Шеремет Е.А.// Журнал «Потребительская кооперация», Гомель: УО «БТЭУ», 2021. С. 57-62.

15. Материалы для обуви: учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности 1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи» / Р. Н. Томашева, Ю. В. Милюшкова; УО «ВГТУ». - Витебск, 2018. - 254 с.

16. Национальный центр интеллектуальной собственности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ncip.by/bazy-dannykh/bazy-dannyh/>. – Дата доступа : 12.12.2025.

17. Вербицкая, Ю.П. Композиционные теплоизоляционные плиты на основе древесных и текстильных отходов./ Ю.П. Вербицкая, А.М. Карпеня, А.Г. Коган, И.М. Грошев // Материалы докладов 15-ой МНПК «Состояние и перспективы развития производства древесных плит». – Балабаново, 2012. С.171-180.

18. Касперович О.М., Яценко В.В., Лосик Е.С. Разработка технологии производства высоконаполненных древесно-полимерных композитов //Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология, 2012, Т. 1, №. 4, с. 142–144.

19. Thakur V.K. and Thakur M.K. Processing and Characterization of Natural Cellulose Fibers/Thermoset Polymer Composites // Carbohydrate Polymers, 2014, № 109, 102–117 pp.

20. Gholampour A., & Ozbakkaloglu T. A review of natural fiber composites: properties, modification and processing techniques, characterization, applications // Journal of Materials Science, 2020, № 55(3), 829–892 pp.

21. Мохирев А.П. Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса, как фактор устойчивого природопользования // Инженерный вестник Дона, 2015, № 2-2 (36), С. 81-93.

22. Kumar V., Tyagi L., Sinha S. Wood flour-reinforced plastic composites: a review // Reviews in Chemical Engineering, 2011, vol. 27, no. 5–6, 253-264 pp.

23. Тихомирова В.В., Смирнова П.С. Полимерные композиционные материалы с древесными наполнителями и перспективы использования отходов при их производстве // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2022, № 12, С. 98-102.

24. Zadorecki P., Michell A.J. Future prospects for wood cellulose as reinforcement in organic polymer composites // Polymer Composites, 1989, 10(2), 69-77 pp.

25. Буркин А.Н., Тарутько К.И., Дойлин Ю.В. Использование древесноволокнистых отходов в качестве подложки под ламинат и производства деталей обуви» / материалы докладов XXVIII Всероссийской науч.-практ. конф. «Древесные плиты и фанера: теория и практика» – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2025. – С. 89-96.

26. Официальный сайт торговой марки Техон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.texon.com> – Дата доступа : 07.04.2021.

27. Официальный сайт торговой марки Derflex [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.derflex.com> – Дата доступа : 08.04.2021.

28. Официальный сайт торговой марки «Алькор» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://alcor.com.ru> – Дата доступа 09.04.2021.

29. Официальный сайт ООО фирма «Новый Век» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nvek.by> – Дата доступа 14.04.2021.

30. Картон обувной и детали обуви из него. Общие технические условия : ГОСТ 9542-89. – Введ. 01.01.1991.– М.: Издательство стандартов, 1989 – 20 с.

31. Василевская, В.В., Шевцова, М.В. Анализ существующих требований к качеству картонов, применяемых в производстве обуви с целью совершенствования номенклатуры показателей / В.В. Василевская, М.В. Шевцова // Материалы докладов 54 междунар. научно-технич. конференции преподавателей и студентов, т,2 – Витебск: УО «ВГТУ», 2021. – С. 171-173.

32. Картон обувной и детали из него. Правила приемки и методы испытаний : ГОСТ 9186-76. – Введ. 01.01.1977.– М.: Издательство стандартов, 1989 – 12 с.

33. Василевская В. В., Шевцова М. В. О необходимости совершенствования входного контроля качества задников для обуви с применением инструментальных методов / В. В. Василевская, М. В. Шевцова // Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов : сборник статей 7-й Международной научно-технической конференции, Могилев, 24-25 сентября 2020 г. - Могилев: Белорусско-Российский университет, 2020. – С. 39–44.

34. Разработка номенклатуры показателей свойств для оценки качества материалов для стелек и задников обуви, получаемых из отходов легкой и деревообрабатывающей промышленности / В. В. Василевская, науч. руков. М.В.

Шевцова // Сборник научных статей лауреатов и авторов работ 1 категории Республиканского конкурса научных работ студентов / УО «БГУИР» - Минск, 2022, с. 74.

35. Обувь. Требования к характеристикам деталей обуви. Основные стельки : ГОСТ Р 56974-2016 – Введ. – 01.07.2017. – М.: Стандартиформ, 2019 – 16 с.

36. Обувь. Требования к характеристикам деталей обуви. Подкладка и вкладные стельки : ГОСТ Р56967-2016 – Введ. – 01.07.2017. – М.: Стандартиформ, 2019 – 24 с.

37. Черная Н.В., Шашок Ж.С., Усс Е.П., Карпова С.В., Мисюров О.А. Разработка способов повышения эффективности применения функциональных и процессных химических веществ в технологии клееных и мелованных видов бумаги // Труды БГТУ. Серия 2, №1. Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. – Минск: БГТУ, 2021. – С. 11-19.

38. Черная Н.В., Шашок Ж.С., Усс Е.П., Карпова С.В. Ресурсосберегающая технология применения сильноосновного катионного полиэлектролита при получении высококачественной бумажной и картонной продукции // материалы VI Международная научно-практическая конференция «Ресурсосбережение. Энергоэффективность. Развитие», Донецк, 29 октября 2021 г. – Донецк, ДонНТУ, 2021. – С. 255–260.

39. Технология целлюлозно-бумажного производства: справ. материалы. В 3 т. Т. 1. Сырье и производство полуфабрикатов. Ч. 1. Современное состояние производства волокнистых полуфабрикатов, бумаги и картона / ВНИИБ; гл. ред. П. С. Осипов. – Санкт-Петербург: Политехника, 2002. – 420 с.

40. Технология целлюлозно-бумажного производства: справ. материалы. В 3 т. Т. 1. Сырье и производство полуфабрикатов. Ч. 2. Производство полуфабрикатов / ВНИИБ; гл. ред. П. С. Осипов. – Санкт-Петербург: Политехника, 2003. – 633 с.

41. Технология целлюлозно-бумажного производства: справ. материалы. В 3 т. Т. 1. Сырье и производство полуфабрикатов. Ч. 3. Производство полуфабрикатов / ВНИИБ; гл. ред. П. С. Осипов. – Санкт-Петербург: Политехника, 2004. – 316 с.

42. Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность 2000 [Электронный ресурс]: электронный справочник. Электронные тестовые данные (650 Мб). – М.: ЗАО «Асу-Импульс», 2000.

43. Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность 2001 [Электронный ресурс]: электронный справочник. Электронные тестовые данные (4 Мб). – М.: ЗАО «Асу-Импульс», 2001.

44. Мисюров О.А., Карпова С.В., Черная Н.В., Чернышева Т.В., Дашкевич С.А. Особенности получения волокнистых суспензий из первичных и вторичных полуфабрикатов и применения их в технологии бумаги и картона // Технология органических веществ : материалы 85-ой науч.-технич. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 1–13 февраля 2021 г. [Электронный ресурс] / отв. за издание И.В. Войтов; УО «БГТУ». – Минск: БГТУ, 2021. – С. 32–36.

45. Черная Н.В., Карпова С.В., Мисюров О.А., Чернышева Т.В., Дашкевич С.А. Бумагообразующие свойства целлюлозной и макулатурной суспензий в зависимости от условий стадии размола // Технология органических веществ : материалы 85-ой науч.-технич. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 1–13 февраля 2021 г. [Электронный ресурс] / отв. за издание И.В. Войтов; УО «БГТУ». – Минск: БГТУ, 2021. – С. 27–31.

46. Черная Н. В. Технология производства бумаги и картона : учеб. пособие для студентов учреждения высшего образования по специальности «Химическая технология переработки древесины / Н. В. Черная, В. Л. Колесников, Н. В. Жолнерович. – Минск : БГТУ, 2013. – 435 с.

47. Черная Н.В. Сбор вторичного сырья и его переработка в целлюлозно-бумажной промышленности по ресурсосберегающим и импортозамещающим технологиям / Н.В. Черная, И.И. Карпунин, В.В. Кузьмич // Научно-технический прогресс в жилищно-коммунальном хозяйстве : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 3–4 октября 2019 г.: в 3 ч. – Минск : БГТУ. – Ч. 1. – С. 280–289.

48. Черная Н.В. Современные технологии переработки вторичных материальных ресурсов на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности Республики Беларусь и за рубежом / Н.В. Черная, И.И. Карпунин, В.В. Кузьмич // Научно-технический прогресс в жилищно-коммунальном хозяйстве : сб. тр. : в 2 ч. / Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси. – Минск : БГТУ, 2020. – Ч. 1. – С. 258–269.

49. Иванов С. Н. Технология бумаги. Изд. 3-е / С. Н. Иванов. – Москва : Школа бумаги, 2006. – 696 с.

50. Справочник обувщика. Проектирование обуви, материалы / Л.Н. Калита [и др.]; под ред. А.Н. Калиты. Легкая промышленность и бытовое обслуживание. 1988. – 431 с.

51. Буркин, А.Н., Шеремет, Е.А., Егорова, Е.А., Лобацкая, Е.М. Материаловедение кожевенно-обувного производства, Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2011. – 310 с.

52. Современные тенденции в производстве стелечных картонов/ М. В. Шевцова, Е.А. Шеремет // Материалы докладов 55-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ» - Витебск, 2022. С. 259-262.

53. Панкратов, М.А., Текстильные волокна: учебное пособие/ М.А. Панкратов, В.П. Гапонова. – Легпромбытиздат, 1986 – 272 с.

54. Полиолефиновые волокна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://t-stile.info/> – Дата доступа: 23.04.22.

55. Шевцова М.В., Шеремет Е.А. Применение древесных отходов для производства внутренних деталей низа обуви / М.В. Шевцова, Е.А. Шеремет // Материалы докладов 56-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов 19 апреля 2023 г. – Т.2 стр. 287-290.

56. Вкладыш для низа обуви с использованием отходов обувной и меховой промышленности / Радюк А.Н., Андреева Т.О., Буланчиков И.А., Буркин А.Н. // Журнал «Материалы и технологии», Витебск: УО «ВГТУ», 2020, №1 (5). С. 26–32.

57. Суходолова С.О., Шевцова М.В. «Использование вторичных материалов как фактор ресурсосберегающей деятельности предприятия» / О.О. Суходолова, М.В. Шевцова // Материалы докладов 56-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов 19 апреля 2023 г. – Т.2 стр. 290-292.

58. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов : монография / А.Н. Буркин, К.С. Матвеев, В.К. Смелков [и др.] ; под общей редакцией А. Н. Буркина ; Витебск: УО «ВГТУ», 2001.– 173 с.

59. Бужинская К. О., Шевцова М. В. Композиты с использованием отходов обувных термопластичных материалов / К. О. Бужинская, М. В. Шевцова // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых / М-во образования Респ. Беларусь, М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Белорус.-Рос. ун-т; редкол.: М. Е. Лустенков (гл. ред.) [и др.]. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2023. – С.53.

60. Ермалович К.О., Буркин А.Н. Получение многослойных композиционных материалов для деталей низа обуви из отходов термопластичных материалов / К.О. Ермалович, А.Н. Буркин // Инновационное развитие техники и технологий в промышленности: сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием. Часть 1. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2023. – стр. 73-76.

61. Материаловедение и технология полимеров и композитов: учеб. пособие / В.А. Гольдаде, В.А. Струк, А.С. Воронцов [и др.] ; под общей редакцией В.А. Гольдаде ; Гродно : ГРГУ, 2018. – 351 с.

62. Обувь. Испытание прочности клеевых соединений на сдвиг и расслаивание : ГОСТ 22307-86 – Введ. – 01.01.1989. – М.: Издательство стандартов.1975. – 6 с.

63. Сафин, Р.Г., Саттарова, З.Г., Галиев, И.М., Салдаев, В.А. Композиционные материалы на основе древесных частиц и полимеров, Вестник Казан. гос. технол. ун-та, 2015, Т.18, №19. – С. 184-187.

64. Мерсов, Е.Д. Исследование фракционного состава древесноволокнистой массы, Технология древесных плит и пластиков: межвузовский сборник, 1981, №7. – С. 79-86.

65. Мерсов, Е.Д. Производство древесноволокнистых плит, М.: Высш. шк., 1989 – 232 с.

66. Кузнецова, С.А., Кузнецов, Б.Н. Химия древесины, Красноярск, Сиб. федерал. ун-т, Ин-т цветных металлов и материаловедения, 2011 – 107 с.

67. Власов, Ю.В., Григорьев, И.В., Куницкая, О.А., Хитров, Е.Г. (2020), Анализ исследований по тематике измельчения древесных, RESOURCES TECHNOLOGY, 2020, №1. – С. 63-88.

68. Ефимова, Е.В. Измельчение древесной коры на оборудовании с молотковыми рабочими органами, Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.21.01 – технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства, Санкт-Петербург, 2013, СПбЛТУ им. С.М. Кирова. – 21 с.

69. Плотников, С.М. Определение массы и длины древесных частиц, Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века, Екатеринбург, 2007. – С. 85-87.

70. Гольдаде, В.А., Струк, В.А., Воронцов, А.С., Авдейчик, С.В. Материаловедение и технология полимеров и композитов, Гродно, ГрГУ, 2018. – 351 с.

71. Ермалович К.О., Буркин А.Н., Тарутько К.И., Грошев И.М., Дойлин Ю.В. Свойства волокнисто-наполненных полимерных композитов типа кожволон, Вестник ВГТУ, №44, Витебск, 2023. – стр. 90-100.

72. Бужинская, К. О., Борисова Т. М., Буркин А. Н. Исследование физико-механических свойств стелечных картонов / К.О. Бужинская, Т.М. Борисова, А.Н. Буркин // Материалы 57-ой Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. Том 1 – Витебск: УО «ВГТУ», 2024. – С. 420-423.

73. Гуминский Д. Д., Прокофьева О. С., Борисова Т. М. Оценка физико-механических свойств новых картонов для основных стелек / Д. Д. Гуминский,

О. С. Прокофьева, Т. М. Борисова // Материалы 57-ой Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. Том 2 – Витебск: УО «ВГТУ», 2024. – С. 100-103.

74. Гуминский Д. Д., Милюшкова Ю. В., Борисова Т. М. Определение сопротивления расслаиванию стелечных картонов / Д. Д. Гуминский, Ю. В. Милюшкова, Т. М. Борисова // Тезисы докладов 57 Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО «ВГТУ». – Витебск, 2024. – С. 108–109.

75. Мидуков, Н.П., Куров, В.С. Влияние микроструктуры картона на его механические свойства // Химия растительного сырья, № 4. – Барнаул, 2021. – С. 361-371.

76. Бужинская К.О., Борисова Т.М., Буркин А.Н. Влияние увлажнения на изменение свойств обувных картонов на основе целлюлозы / К.О. Бужинская, Т.М. Борисова, А.Н. Буркин // Журнал «Вестник ВГТУ», № 47. – Витебск: УО «ВГТУ», 2024. – С. 93-104.

77. Ф. Джитин, П. Танкачан, Д. Мэтью, Т. Мервин, Д. Курьян. Исследования механических свойств древесного композита для устойчивого производства. *Materials Today: Proceedings*. 2022.

78. М. Полетто, Д. Деттенборн, М. Зени, А. Дж. Заттера. Характеристика композитов на основе отходов вспененного полистирола и древесной муки. // *Waste Management*. Том 31. – 2011. С. 779-784.

79. R. Sarawut, S. Wat. Jittarom, T. Sunan. Высоконаполненные полипропиленовые каучуковые композиты с древесной мукой // *Engineering Journal*. – 2011. Том 15. С. 17-30.

80. Я. Каземи, А. Клотье, Д. Родриг. Анализ конструкции трехслойных структурных композитов на основе переработанных пластиков и древесных отходов // *Композиты. Часть А: Прикладная наука и производство*. Том 53. 2013.

81. Шевцова М. В., Буркин А. Н. Использование вторичных древесных ресурсов и отходов обувного производства для получения композиционных материалов // *Технология органических веществ : материалы 89-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, науч. сотрудников и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 3–18 февраля 2025 г. / Белорус. гос. технол. ун-т . – Минск : БГТУ, 2025. – С. 351–354.*

82. Шевцова М. В., Буркин А. Н. Вторичное использование отходов производства как фактор потребительской ценности товара // *Современные аспекты формирования ассортимента, качества, безопасности и проведения экспертизы товаров : сб. научных статей Междунар. научн.-практ. конф., Гомель, 15 мая 2025 г. / БТЭУ ПК. – Гомель, 2025. – С. 28–32.*