

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(УО «ВГТУ»)

УДК

685.34.03:685.34.08

№ГР 20211062



В.А. Жизневский

2025 г.

ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ
СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА
ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ ИЗ ПОЛИУРЕТАНОВ»

(заключительный)

2021 – Г/Б – 368

Научный руководитель НИР,
ГНС, д.т.н, профессор

А.Н. Буркин

«30» 12 2025г.

Начальник научно-
исследовательской части

В.А. Сажин

«30» 12 2025г.

Витебск, 2025

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель
ГНС, д.т.н., профессор




30.12.2025

А.Н. Буркин

(руководство
темой,
разделы 1–5)

Исполнители:

СНС, к.т.н., доц.




30.12.2025

А.Н. Радюк

(Разделы 1-5)

Инженер 1 категории



30.12.2025

А.А. Терентьев

(Разделы 1-5)

Стажер МНС




30.12.2025

Н.В. Абазовская

(Раздел 1)

Нормоконтролер



30.12.2025

А.Н. Радюк

Подразделы 1.4.1, 2.3, 3.1 выполнены в соответствии с договорами № И-102/2021 от 01.07.2021, И-155/2022 от 15.09.2022, И-153/2023 от 13.11.2023 между УО «ВГТУ» и ИММС НАН Беларуси соисполнителями НИР: д.т.н., проф. Шаповаловым В.М., вед. науч. сотруд., к.т.н. Зотовом С.В., науч. сотруд. Тимофеенко А.А.

РЕФЕРАТ

Отчет 153 с., 37 рис., 49 табл., 160 источников, 8 прил.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, АНАЛИЗ, ПОЛИУРЕТАН, ОТХОДЫ, ИНГРЕДИЕНТЫ, ТЕХНОЛОГИЯ, ГРАНУЛЯТ, ПОЛИМЕРНАЯ ОСНОВА, СВОЙСТВА, СТРУКТУРА

Объект исследования – материалы на полимерной матрице из полиуретанов, в том числе вторичных, с заданными физико-механическими и эксплуатационными свойствами и определенной структурой, соответствующие материалам аналогичного назначения. Цель исследования – разработка таких материалов для подошв обуви на полимерной матрице из полиуретанов с использованием различных видов модифицирующих добавок.

В процессе выполнения работы был проведен аналитический обзор рецептурно-технологических аспектов изготовления полимерных материалов для низа обуви. В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработана новая экологически безопасная ресурсосберегающая технология, опирающаяся на ряд изобретений сотрудников УО «ВГТУ». Эта технология может стать основой производства отечественных материалов и подошв обуви на основе отходов пенополиуретанов. Предложены оригинальные рецептурные составы композиционных материалов, получены гранулят и полимерная основы с минимальным количеством ингредиентов. Практически апробированы составы на промышленном оборудовании и изготовлены экспериментальные образцы материалов и подошв обуви. Исследование свойств полученных образцов позволяет утверждать, что они не уступают лучшим зарубежным аналогам и требуют значительно меньших затрат.

Результаты работы имеют практическую значимость и представляют определенный интерес для обувных предприятий с точки зрения экономической и экологической составляющих (связана с вовлечением вторичных ресурсов в производственный процесс) при получении материалов на полимерной матрице из полиуретанов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 АНАЛИЗ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ СОСТАВА, СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ НА ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЕ ИЗ ПОЛИУРЕТАНА. ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СХЕМ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ПОДОШВ ОБУВИ. АПРОБАЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ	11
1.1 Анализ, систематизация и классификация материалов на основе полиуретанов для обувной промышленности, в том числе вторичных	12
1.2 Состав, структура и свойства материалов на основе полиуретанов, в том числе вторичных.....	20
1.3 Выбор, обоснование ингредиентов для получения полимерной основы	28
1.4 Разработка технологии получения полимерной основы и материалов для подошв обуви. Производственная апробация получения материалов и изделий	32
1.4.1 Разработка технологии получения гранулята отходов ППУ и полимерной основы в лабораторных условиях, исследование структуры и свойств.....	32
1.4.2 Разработка технологии получения полимерной основы и материалов для подошв обуви в производственных условиях, исследование структуры и свойств	35
2 РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРНЫХ СОСТАВОВ КОМПОЗИТОВ. ПОЛУЧЕНИЕ ОБРАЗЦОВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.....	37
2.1 Выбор, обоснование ингредиентов для получения композитов. Разработка рецептурных составов композитов.....	37
2.2 Получение образцов материалов для лабораторных исследований	45
2.3 Исследование физико-механических свойств полученных композитов	46

2.4 Оценка качества полученных композитов. Производственная апробация получения материалов	50
2.4.1 Оценка качества полученных композитов	50
2.4.2 Получение образцов материалов в производственных условиях	54
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ПОДОШВ ОБУВИ НА ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЕ ИЗ ПОЛИУРЕТАНА. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБРАЗЦОВ МАТЕРИАЛОВ И ПОДОШВ ОБУВИ	56
3.1 Разработка технологии получения материалов (пластин обуви) на полимерной основе из полиуретана	56
3.1.1 Разработка технологии получения гранулята отходов полиуретана в производственных условиях	56
3.1.2 Разработка технологии получения материалов (пластин обуви).....	59
3.2 Изготовление промышленных образцов материалов (пластин обуви)..	61
3.2.1 Получение гранулята отходов полиуретана.....	61
3.2.2 Получение материалов (пластин обуви).....	66
3.3 Разработка технологии получения подошв обуви на полимерной основе из полиуретана.....	70
3.4 Изготовление промышленных образцов подошв обуви	72
4 ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОДОШВ ОБУВИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ И ПОДОШВ ОБУВИ. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПОЛУЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЦЕЛЕВОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОМПОЗИТОВ	74
4.1 Изготовление подошв обуви и исследование их свойств	74
4.2 Комплексная оценка качества материалов и подошв обуви	77
4.3 Оценка экономической эффективности и конкурентоспособности полученных материалов и изделий	82
4.4 Разработка рекомендаций по целевому использованию композитов	85

5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА КОМПОЗИЦИИ И РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДОШВ ОБУВИ. ПРОВЕДЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ АПРОБАЦИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ПОДОШВ ОБУВИ	91
5.1 Определение оптимального состава композиции для получения материалов для подошв обуви	91
5.2 Определение рациональных режимов получения материалов для подошв обуви.....	94
5.3 Проведение промышленной апробации изготовления материалов для подошв обуви.....	97
5.4 Проведение промышленной апробации изготовления подошв обуви .	104
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	116
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	120
ПРИЛОЖЕНИЕ А АКТ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЫ	140
ПРИЛОЖЕНИЕ Б АКТ РАЗРАБОТКИ СОСТАВА КОМПОЗИТА.....	141
ПРИЛОЖЕНИЕ В АКТ ИЗГОТОВЛЕНИЯ	142
ПРИЛОЖЕНИЕ Г ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	143
ПРИЛОЖЕНИЕ Д АКТ ИЗГОТОВЛЕНИЯ	145
ПРИЛОЖЕНИЕ Е АКТ ИСПЫТАНИЙ ПОДОШВ ОБУВИ	146
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж АНКЕТА И ФОРМА РЕГИСТРАЦИИ	148
ПРИЛОЖЕНИЕ И АКТЫ АПРОБАЦИИ.....	152

ВВЕДЕНИЕ

Развитие мировой химической промышленности в третьем тысячелетии характеризуется бурным ростом индустрии полимерных композиционных материалов, основными направлениями которой являются улучшение их качества на основе совершенствования методов их переработки, создание новых видов материалов, а также расширение областей их применения [1].

В настоящее время, в связи с развитием современной техники требуются новые полимерные композиционные материалы со специальными свойствами [2]. В тоже время синтез принципиально новых полимеров происходит относительно редко. Поэтому основной путь решения возникающих материаловедческих проблем – получение полимерных композиционных материалов с заданными свойствами путем подбора сырьевых материалов и технологических параметров производства. При этом значительное изменение имеющихся у материала свойств и придание ему новых характеристик возможно за счет введения так называемых модифицирующих добавок, которые наряду с эксплуатационными изменяют и технологические свойства, облегчая переработку материала в изделие при снижении производственных затрат.

Для получения полимерных композиционных материалов в качестве полимерной матрицы чаще всего используют полиуретан и различные модифицирующие добавки. На сегодняшний день полиуретан является весьма перспективным материалом для использования в качестве матрицы для стабилизации частиц в виду широкого спектра областей применения [3]. В последние годы наполненные полиуретаны стали активно применяться в легкой промышленности, и данная работа не является исключением. Основными добавками, которые в наибольшей степени изменяют свойства полимерного связующего, являются наполнители [4].

На сегодняшний день перед обувной промышленностью Республики Беларусь стоит задача разработки оптимальных подходов к замене дорогостоящих и высококачественных импортных материалов (композитов) на отечественные аналоги. Последние также должны выглядеть предпочтительнее импортных с экономической точки зрения. Поэтому очевидно, что эти аналоги должны воспроизводить основные характеристики обувных материалов мирового класса или приближаться к ним, но при этом включать лишь необходимый минимум дорогостоящих модификаторов (компонентов, целевых добавок и т.п.), которые могли бы существенно удорожить материал и/или технологический процесс его изготовления. В связи с этим разрабатываемые технические решения должны опираться преимущественно на сырьевую базу Республики Беларусь, а также не должны быть чересчур сложными в рецептурно-технологическом отношении, что затруднило бы их адаптацию к условиям отечественного производства.

Одной из главных задач работы является обязательное применение в составе разрабатываемых композиций отходов обувного производства либо других недорогих отходов Витебского региона, например, отходов деревообработки.

Как известно, композиционные материалы с использованием в качестве наполнителя древесных отходов сочетают в себе преимущества как синтетических полимеров, так и лигноцеллюлозных наполнителей. Исследования, проведенные в этой области, показали, что тип, форма, форма и размеры частиц наполнителя существенно влияют на свойства композитов. Введение частиц лигноцеллюлозного наполнителя в полимерную матрицу снижает себестоимость композитов и их вес, обеспечивает биоразлагаемость, увеличивает скорость наполнения, а также улучшает некоторые механические свойства, такие как модуль упругости или стойкость к истиранию [5]. Также основными преимуществами использования древесных отходов является их доступность в больших количествах, легкость

переработки, возможность добавления к полимерным матрицам в определенных количествах.

Сочетание свойств промышленных отходов древесины и таких универсальных полимеров, как полиуретан, может быть использовано для производства композитов с особыми свойствами.

Целью исследования является разработка новых материалов для подошв обуви на полимерной матрице из полиуретанов с использованием различных видов модифицирующих добавок.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- проведен анализ материалов на основе полиуретанов для обувной промышленности, в том числе вторичных;
- изучены и систематизированы известные структуры материалов для подошв обуви;
- проанализированы ингредиенты, состав, структура и свойства материалов на основе полиуретанов, в том числе вторичных;
- проведен анализ, выбор и обоснование ингредиентов для получения полимерной основы и исследование ее структуры и свойств;
- разработана технологическая схема переработки отходов ППУ методом экструзии в лабораторных условиях;
- проведена производственная апробация получения материалов и подошв обуви на полимерной основе;
- проведены исследования физико-механических и эксплуатационных свойств материалов и подошв обуви на основе полиуретанов;
- проведена комплексная оценка свойств, оценка эффективности и конкурентоспособности полученных материалов и изделий на основе полиуретанов;
- проведена оптимизация рецептуры композиции с учетом всего комплекса требований, предъявляемых к материалам для подошв обуви и установлены рациональные режимы их получения.

Для решения данных задач в работе использовались современные и стандартные методы, их результаты сравнивались с нормативными показателями и известными экспериментальными и теоретическими данными других авторов.

Тема исследования, ее цель и задачи соответствуют Приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности в Республике Беларусь на 2021–2025 годы по пункту 4 «Машиностроение, машиностроительные технологии, приборостроение и инновационные материалы: композиционные и многофункциональные материалы» (Указ Президента Республики Беларусь от 7 мая 2020 г. № 156);

В дополнение к этому, в соответствии со Стратегией «Наука и технологии: 2018–2040», одобренной II Съездом ученых Республики Беларусь, в качестве перспективных направлений утверждены расширение производства полимерных материалов с заданными функциональными свойствами и создание полимерных материалов с принципиально новыми техническими характеристиками на основе сочетания в одном материале компонентов разной природы, формы, размеров и регулирования их содержания.

Настоящий отчет содержит информацию о результатах НИР, выполненной в УО «ВГТУ» за 2021–2025 гг. в рамках задания 8.4.2.1 «Теоретические и экспериментальные методы оценки структуры и свойств композиционных материалов на полимерной матрице из полиуретанов» подпрограммы «Многофункциональные и композиционные материалы» ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии» на 2021–2025 годы.

1 АНАЛИЗ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ СОСТАВА, СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ НА ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЕ ИЗ ПОЛИУРЕТАНА. ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СХЕМ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ПОДОШВ ОБУВИ. АПРОБАЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Получение композиционных материалов позволяет значительно расширить круг полимеров и разнообразие их свойств уже на основе созданных и выпускаемых промышленностью известных марок. Физико-химическая модификация существующих полимеров, их комбинация с веществами иной природы, иной структуры – один из перспективных путей создания материалов с новым необходимым комплексом свойств [6].

Использование полимеров как основы материалов, добавок, наполнителей и способов их обработки, введение их в полимер как в процессе синтеза, так и при переработке позволяет получать полимерные композиционные материалы разной структуры, с требуемым набором эксплуатационных свойств.

В зависимости от назначения композиционных полимерных материалов, с целью экономии дорогостоящего сырья, с учетом среды эксплуатации и декоративных требований, можно широко варьировать процентным содержанием исходного сырья и получать изделия с различными физико-механическими показателями, заданными эксплуатационными свойствами.

Поэтому при переработке пластмасс необходимо знать свойства исходного полимерного сырья, добавок, способы их подготовки перед введением в полимер, влияние параметров переработки и разного вида пластмассоперерабатывающего оборудования на технологические и эксплуатационные свойства материалов, условия применения. Современное производство нельзя представить без использования полимерных

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Песецкий С. С. Полимерные композиты многофункционального назначения: перспективы разработок и применения в Беларуси / С. С. Песецкий, Н. К. Мышкин // Полимерные материалы и технологии. – 2016. – Т. 2, № 4. – С. 6–29.
2. Полимерные материалы: исследование, производство, применение / С. С. Песецкий, С. Г. Судьева, Н. К. Мышкин [и др.] // Наука и инновации. – 2008. – № 3 (61). – С. 50–55.
3. Polymer-matrix Nanocomposites, Processing, Manufacturing, and Application: An Overview (Review article) / F. Hussain, M. Hojjati, M. Okamoto, E. G. Russell // Journal of Composite Materials. – 2006. – Vol. 40, № 17. – P. 1511–1575.
4. Наполнители для модификации современных полимерных композиционных материалов / Колосова А.С., Сокольская М.К., Виткалова И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С. // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 10-3. – С. 459-465.
5. 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.
6. Ершова О.В., Ивановский С.К., Чупрова Л.В., Бахаева А.Н. Современные композиционные материалы на основе полимерной матрицы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 4–1. – С. 14–18
7. Суворова, А.И.. Учебно-методический комплекс дисциплины "Вторичная переработка полимеров и создание экологически чистых полимерных материалов" [Электронный ресурс] / А. И. Суворова, И. С. Тюкова ; Федер. агентство по образованию, Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького, ИОНЦ "Экология и природопользование" [и др.]. — Екатеринбург : [б. и.], 2008. –

Режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1575/6/1334888_schoolbook.pdf. –
Дата доступа : 10.08.2021.

8. Polyurethane Global Market Report 2025 [Electronic resource]: Research and markets. – Mode of access: <https://www.researchandmarkets.com/reports/5734003/polyurethane-global-market-report> – Date of access: 10.12.2025.

9. PU Sole (Footwear Polyurethane) Market Size, Share, Growth, and Industry Analysis, By Type (Methylene Diphenyl Diisocyanate (MDI), Toluene Diphenyl Diisocyanate (TDI), Polyols), By Application (Sports, Leisure, Work & Safety, Slippers & Sandals, Others), Regional Insights and Forecast to 2035 [Electronic resource]: Market Growth Reports. – Mode of access: <https://www.marketgrowthreports.com/market-reports/pu-sole-footwear-polyurethane-market-117082>. – Date of access: 10.12.2025.

10. Райт П., Камминг А. Полиуретановые эластомеры – Л., «Химия», 1973. – 304 с.

11. Сотникова, Э.Н. Производство уретановых эластомеров в странах Европы и в Японии / Э.Н. Сотникова, Э.Д. Иваницер, Л.И. Зимнякова и др. М.:ЦНИИТЭНефтехим, 1980. - 67с.

12. Обувь. Термины и определения : ГОСТ 23251-83. – Взамен ГОСТ 23251-78; введ. 01.01.85. – Москва : Изд-во стандартов, 1985. – 16 с.

13. Обувь повседневная. Общие технические условия : ГОСТ 26167-2005. – Взамен ГОСТ 26167-84 ; введ. 01.01.2007. – Москва : Стандартиформ, 2007. – 12 с.

14. Обувь модельная. Общие технические условия : ГОСТ 19116-2005. – Взамен ГОСТ 19116-84 ; введ. 01.01.2007. – Москва : Стандартиформ, 2007. – 8 с.

15. Обувь домашняя и дорожная. Общие технические условия : ГОСТ 1135-2005. – Взамен ГОСТ 1135-88 ; введ. 01.01.2007. – Москва : Стандартиформ, 2008. – 8 с.

16. Обувь для активного отдыха. Общие технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3) : СТБ 1042-97. – Введ. 01.01.98. – Минск : Госстандарт, 2011. – 14 с.

17. Обувь для людей пожилого возраста. Технические условия (с Изменениями № 1, 2) : СТБ 931-93. – Введ. 01.01.94. – Минск : Госстандарт, 2011. – 12 с.

18. Обувь детская. Общие технические условия : ГОСТ 26165-2003. – Взамен ГОСТ 26165-84 ; введ. 30.09.2004. – Москва : Стандартиформ, 2008. – 12 с.

19. Обувь специальная с кожаны́м верхом для защиты от действия повышенных температур. Технические условия (с Изменением № 1) : ГОСТ 12.4.032-95. – Взамен ГОСТ 12.4.032-77 ; введ. 02.02.2015. – Москва : Стандартиформ, 2015. – 9 с.

20. Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от механических воздействий. Технические условия (с Изменением № 1) : ГОСТ 28507-99. – Взамен ГОСТ 28507-90; введ. 01.04.2015. – Москва : Стандартиформ, 2020. – 15 с.

21. Обувь специальная кожаная для защиты от механических воздействий. Общие технические условия ГОСТ 28507-90. – Взамен ГОСТ 12.4.060-78, ГОСТ 12.4.065-79, ГОСТ 12.4.164-85; введ. 01.07.1991. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2002. – 9 с.

22. Обувь производственная и специальная для защиты от общих производственных загрязнений. Общие технические условия. СТБ 1737-2007. – Введ. 01.09.2007. – Минск : Госстандарт, 2011. – 22 с.

23. Обувь ортопедическая. Общие технические условия. ГОСТ Р 54407-2011. – Введ. 01.01.2013. – Москва : Стандартиформ, 2013. – 12 с.

24. Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия (с Изменением N 1). ГОСТ 12.4.137-2001. – Взамен ГОСТ 12.4.137-84 ; введ. 01.04.2015. – Москва : Стандартиформ, 2015. – 16 с.

25. Обувь повседневная из синтетических и искусственных кож. Технические условия. ГОСТ 26166-84. – Взамен ГОСТ 179-74 ; введ. 30.06.1985. – Москва : Стандартиформ, 2007. – 10 с.

26. Обувь из юфти. Общие технические условия. ГОСТ 5394-89. – Взамен ГОСТ 5394-74 ; введ. 30.06.1990. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1990. – 10 с.

27. Обувь для игры в футбол. Технические условия. ГОСТ 7458-78. – Взамен ГОСТ 7458-68 ; введ. 01.01.1980. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1980. – 7 с.

28. Обувь лыжная. Технические условия. ГОСТ 7472-78. – Взамен ГОСТ 7472-68 ; введ. 01.01.1980. – Москва : ИПК Издательство стандартов ИПК Издательство стандартов, 1980. – 10 с.

29. Обувь для катания на коньках. Технические условия. ГОСТ 13745-78. – Взамен ГОСТ 13745-68 ; введ. 01.01.1980. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1980. – 9 с.

30. Обувь для фигурного катания на коньках. Технические условия. ГОСТ 13796-78. – Взамен ГОСТ 13796-68 ; введ. 01.01.1980. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1980. – 8 с.

31. Обувь из юфти для военнослужащих. Технические условия . ГОСТ 19137-89. – Взамен ГОСТ 19137-73 ; введ. 01.07.1990. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1989. – 23 с.

32. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 007-2012 «Классификатор продукции по видам экономической деятельности», утвержденный постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 28 июня 2007 г. № 36 «Об утверждении и введении в действие общегосударственного классификатора Республики Беларусь» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/klassifikatory/obschegosudarstvennye-klassifikatory-respubliki-belarus-ispolzuemye-dlya-zapolneniya-gosudarstvennoi-statisticheskoi-otchetnosti/obschegosudarstvennyi-klassifikator-respubliki-belarus-okrb-007-2012->

klassifikator-produktsii-po-vidam-ekonomicheskoi-deyatelnosti-okp-rb/. – Дата доступа : 10.10.2021.

33. Единая Товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза (ТН ВЭД ЕАЭС), утвержденная Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 14 сентября 2021 г. № 80 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/klassifikatory/obschegosudarstvennyye-klassifikatory-respubliki-belarus-ispolzuemye-dlya-zapolneniya-gosudarstvennoi-statisticheskoi-otchetnosti/obschegosudarstvennyi-klassifikator-respubliki-belarus-okrb-007-2012-klassifikator-produktsii-po-vidam-ekonomicheskoi-deyatelnosti-okp-rb/>. – Дата доступа : 10.10.2021.

34. Справочник обувщика (Проектирование обуви, материалы) / Морозова Л. П., Полуэктова В. Д., Михеева Е. Я., Калита А. Н., Швецова Т. П., Мореходов Г. А., Фукин В. А., Беляев Л. С., Костылева В. В., Кузнецова Л. Н., Комнова А. В. – М.: Легпромиздат, 1988.– 432 с.

35. Жихарев, А. П. Производство и строение материалов : конспект лекций / А. П. Жихарев. – М. : МГАЛП, 1999. – 113 с.

36. Зурабян, К. М. Материаловедение изделий из кожи / К. М. Зурабян, Б. Я. Краснов, М. М. Бернштейн. – М.: Легпромбытиздат, 1988. – 416 с.

37. Радюк, А.Н. Анализ ассортимента полимерных материалов, применяемых для низа обуви на обувных предприятиях г. Витебска / А.Н. Радюк // материалы докладов 50 междунар. научно-технич. конференции преподавателей и студентов: в 2 т. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2017. – Т. 2. – С. 254–257.

38. Радюк, А.Н. Материалы для подошв обуви на основе отходов производства : монография / А. Н. Радюк, Е. А. Ковальчук, А. Н. Буркин, под общ. ред. А. Н. Буркина. – Витебск : УО «ВГТУ», 2022. – 319 с.

39. Каталог СООО «Белвест». [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://belwest.by/>. – Дата доступа: 05.09.2021.

40. Каталог ООО «Управляющая компания холдинга «Белорусская кожевенно-обувная компания «Марко». [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://www.marko.by/>. – Дата доступа: 05.09.2021.

41. Переработка твердых отходов обувных предприятий г. Витебска: монография / А. Н. Буркин [и др.]. – Витебск, 2000, – 118 с.

42. Бюист, Дж.М. (1982) Композиционные материалы на основе полиуретанов / Пер. с англ. под ред Ф. А. Шутова, М.: Химия, 240 с.

43. Карабанов, П.С. (2008) Полимерные материалы для деталей низа обуви: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по напр. подгот. «Технология, конструирование изделий и материалы лёгк. пром-сти», М.: КолосС, 167 с.

44. Huntsman Corporation (Salt Lake City, The United States of America) [электронный ресурс]. – Режим доступа : – <https://www.huntsman.com/corporate/a/Home>. – Дата доступа: 20.08.2021.

45. The Dow Chemical Company (Midland, The United States of America) [электронный ресурс]. – Режим доступа : – <https://www.dow.com/en-us.html>. – Дата доступа: 20.08.2021.

46. ELAchem (Vigevano PV, Италия) [электронный ресурс]. – Режим доступа : – <https://www.elachem.com/it/>. – Дата доступа: 20.08.2021.

47. Xuchuan Chemical (Suzhou) Co., Ltd. [электронный ресурс]. – Режим доступа : – <http://www.chinaxuchuan.com/en/index.php>. – Дата доступа: 20.08.2021.

48. Балакин, В. М. Химические методы утилизации полиуретанов (обзор) / В. М. Балакин, Д. Ш. Гарифуллин // Пластические массы. – 2011. – № 10. – С. 50–56.

49. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов / А. Н. Буркин [и др.]; – Витебск: УО "ВГТУ", 2001. – 173 с.

50. Кирьянов, Г. Л. Регенерация отходов производства полиуретановых изделий / Г. Л. Кирьянов, В. С. Еремеев, Н. К. Барамбойм. – М. : ЦНИИТЭИЛегпром, 1985. – 28 с.

51. Регенерация отходов производства полиуретановых подошв / В. Ф. Панов [и др.] // Кожевенно-обувная промышленность. – 1985. – № 5. – С. 26–27.
52. Получение микроячеистых полиуретановых подошв с использованием отходов производства / В. П. Ульянов [и др.] // Кожевенно-обувная промышленность. – 1987. – № 10. – С. 20–22.
53. Низ обуви : пат. ВУ 3361 / Н. В. Мартынов, Н. С. Ковальков, В. В. Залесский, Д. Р. Амирханов, К. С. Матвеев, В. В. Савицкий, А. Л. Коваленко, О. В. Стайнов, В. В. Пятов, О. Н. Ахтанин. – Оpubл. 30.06.2000.
54. Вкладыш для низа обуви : пат. ВУ 7134 / А. Н. Буркин, О. И. Трофименко, К. С. Матвеев. – Оpubл. 30.06.2005.
55. Композиция для обувных подошв : пат. ВУ 4393 / Д. Р. Амирханов, В. В. Пятов, В. В. Савицкий, О. Н. Ахтанин, К. С. Матвеев, Г. С. Энтин, Н. А. Ринейский. – Оpubл. 30.03.2002.
56. Композиция для деталей низа обуви : пат. ВУ 5190 / А. Н. Буркин, Г. С. Энтин, К. С. Матвеев. – Оpubл. 30.06.2003.
57. Способ переработки отходов пенополиуретана : пат. ВУ 6172 / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев. – Оpubл. 30.06.2004.
58. Кирьянов, Г. Л. Регенерация отходов производства полиуретановых изделий / Г. Л. Кирьянов, В. С. Еремеев, Н. К. Барамбойм. – М. : ЦНИИТЭИЛегпром, 1985. – 28 с.
59. Износоустойчивые набойки из полиэфируретановых отходов / В. С. Островский [и др.] // Кожевенно-обувная промышленность. – 1982. – № 6. – С. 29–30.
60. Серeda, О. В. Технология комплексного использования первичного и вторичного полиэфируретанового сырья / О. В. Серeda, М. Н. Коваленко // Кожевенно-обувная промышленность. – 1985. – № 9. – С. 32–33.
61. Серeda, О. В. Влияние различных добавок на свойства полимерного материала для набоек / О. В. Серeda, М. Н. Коваленко, Л. С. Леошина // Кожевенно-обувная промышленность. – 1990. – № 3. – С. 24–26.

62. Vladykin, A. Pierierabodka pienopoliiurietanowych otchodow prajzwodstwa niza obvwi / A. Vladykin, A. Burkin, K. Matviejev // Problemy inzynierii srodowiska : XXI SYMPOZJVM AQVA 2000, PŁOCK, 25-26 maja 2000 r. - Plock, 2000. – S. 238-241.

63. Егорова, Е. А. Использование отходов производства для изготовления деталей низа обуви / Е. А. Егорова, К. С. Матвеев // Вестник Витебск. гос. технолог. ун-та. – 2005. № 7. – С. 16–19.

64. Мазенкова, О. Л. Исследование влияния кратности переработки пенополиуретанов на структуру получаемых композиций / О. Л. Мазенкова, Г. Н. Солтовец, К. С. Матвеев // материалы докладов 41 науч.-техн. конф. преподавателей и студентов университета, Витебск, 22 мая 2008 г. / Витебск. гос. технолог. ун-т. – Витебск, 2008. – С. 151–152.

65. Буркин, А. Н. Технология изготовления материалов для низа обуви из отходов ППУ / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев, В. К. Смелков // Кожевенно-обувная промышленность. – 2000. – № 3. – С. 31–32.

66. Буркин, А. Н. Подошвенный материал из отходов пенополиуретанов / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев // Ресурсосберегающие экотехнологии: возобновление и экономия энергии, сырья и материалов : тезисы докладов четвертой науч.-техн. конф., Гродно, 11–13 октября 2000 г. / Гродненское отделение БИТА. – Гродно, 2000. – С. 24–25.

67. Буркин, А. Н. Применение подошвенных материалов из пенополиуретановых отходов литья низа обуви / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев // Ресурсосберегающие экотехнологии : возобновление и экономия энергии, сырья и материалов : материалы 4 междунар. науч.-техн. конф., Гродно, 11–13 октября 2000 г. : в 2 ч. / УО «ГрГУ им. Я. Купалы». – Минск, 2001. – Ч. 2. – С. 162–164.

68. Claus, M. Aufbereitung von abfällen aus teil vernetzten polyurethanintegralschaumen / M. Claus, H. Krell, H. J. Radusch // Plaste und Kautschuk. – 1980. – Vol. 27, № 3. – P. 276–278.

69. Способ переработки полиуретановых отходов : пат. RU 2069675 / В. В. Бестужева, Н. К. Налимова, Г. В. Крутелева. – Оpubл. 27.11.1996.
70. Способ переработки отходов жестких полиуретанов : пат. BY 16053 / А. К. Новиков, А. К. Матвеев, Е. А. Егорова, Г. Н. Солтовец, К. С. Матвеев, В. В. Пятов. – Оpubл. 30.06.2012.
71. Клинков А. С., Беляев П. С., Соколов М. В. Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов: учеб. пособие / под ред. Е. С. Мордасова. – Тамбов: ТГТУ, 2005. – 80 с.
72. Переработка полиуретана и пенополиуретана (ППУ) [Электронный ресурс]. – URL: <http://novator-tk.ru/pererabotka-poliuretana-i-penopoliuretana-ppu/> (дата обращения 30.03.2021).
73. Возможности рециклинга вторичного полиуретана / Касперович О. М., Петрушения А. Ф., Ленартович Л. А., Любимов А. Г., Коновод Т. А. // Технология органических веществ : материалы докладов 83-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 4–15 февраля 2019 г. – Минск : БГТУ, 2019. – С. 74.
74. Отходы полиуретанов: проблемы и перспективы рециклинга / Тимофеев А. А., Радюк А. Н., Шаповалов В. М., Буркин А. Н., Зотов С. В. // Нефтехимия-2019 : материалы II Международного научно-технического и инвестиционного форума по химическим технологиям и нефтегазопереработке, Минск, 16–18 сентября 2019 г. – Минск : БГТУ, 2019. – С. 172–175.
75. Перспективы модифицирования вторичных полиуретанов и их смесей / Тимофеев А. А., Радюк А. Н., Буркин А. Н., Зотов С. В., Шаповалов В. М. // Проблемы и инновационные решения в химической технологии ПИРХТ-2019 : материалы всероссийской конференции с международным участием, Воронеж, 07–08 октября 2019 г. – Воронеж : ВГУИТ, 2019. – С. 233–234.
76. Тимофеев А. А., Шаповалов В. М. Рецептурно-технологические аспекты целевого модифицирования вторичного полиуретана // Полимерные материалы и технологии. – 2021. – Т. 7, № 3. – С. 80–87.

77. Шаповалов В. М., Тартаковский З. Л. Многокомпонентные полимерные системы на основе вторичных материалов. – Гомель : ИММС НАНБ, 2003. – 262 с.

78. Альховик М. В., Касперович О. М., Петрушеня А. Ф. Смесевые композиции с использованием вторичного полиуретана // Экология промышленного производства. – 2017. – № 3. – С. 14–17.

79. Песецкий С. С., Мышкин Н. К. Полимерные композиты многофункционального назначения: перспективы разработок и применения в Беларуси // Полимерные материалы и технологии. – 2016. – Т. 2, № 4. – С. 6–29.

80. Кочнев А. М., Галибеев С. С. Модификация полимеров. – Казань, 2008. – 533 с.

81. Межфазные взаимодействия пенополиуретановых систем с неорганическими наполнителями / Ксенофонтов М. А., Островская Л. Е., Бобкова Е. Ю., Васильева В. С., Павлюкевич Т. Г. // Полимерные материалы и технологии. – 2016. – Т. 2, № 2. – С. 49–53.

82. Григорьев, Г. П. Полимерные материалы / Г. П. Григорьев, Г. Я. Ляндзберг, А. Г. Сирота. – М. : Высшая школа, 1966. – 260 с.

83. Беспалов, Ю. А. Многокомпонентные системы на основе полимеров: научное издание / Ю. А. Беспалов, Н. Г. Коноваленко. – Л. : Химия, 1981. – 88 с.

84. Корнев, А. Е. Технология эластомерных материалов / А. Е. Корнев, А. М. Буканов, О. Н. Шевердяев. – М.: Истек, 2009. – 502 с.

85. Кламман, Д. Смазки и родственные продукты. Синтез. Свойства. Применение. Международные стандарты / Д. Кламман ; пер. с англ. под ред. Ю. С. Заславского. – М. : Химия, 1988. – 488 с.

86. Масла трансмиссионные. Технические условия: ГОСТ 23652-79. – Введ. 01.01.81. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 10 с. \

87. Масла трансмиссионные. Классификация и обозначение: ГОСТ 17479.2-85. – Введ. 01.01.87. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1987. – 4 с.

88. Красовский, В. Н. Переработка полимерных материалов на валковых машинах / В. Н. Красовский ; под ред. В. А. Брагинского. – Л. : Химия, 1979. – 120 с.

89. Нафикова, Р. Ф. Одностадийный синтез стеаратов двухвалентных металлов : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.17.04 / Р. Ф. Нафикова ; Стерлитамакское ЗАО «Каустик». – Казань, 2001. – 20 с.

90. Горбунов, Б. Н. Химия и технология стабилизаторов полимерных материалов / Б. Н. Горбунов, Я. А. Гурвич, И. П. Маслов. – М. : Химия, 1981. – 283 с.

91. Резина. Методы определения плотности : ГОСТ 267-73. – Взамен ГОСТ 267-60 ; введ. 01.01.1975. – Минск : Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1975. – 8 с.

92. Резина. Метод определения твердости по Шору А : ГОСТ 263-75. – Взамен ГОСТ 263-53 ; введ. 01.01.1977. – Минск : Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1977. – 8 с.

93. Пластмассы. Метод испытания на абразивный износ. ГОСТ 11012-2017. – Взамен ГОСТ 11012-69 ; введ. 01.07.2018. – Москва : Стандартиформ, 2017. – 7 с.

94. Пластмассы. Метод испытания на растяжение. ГОСТ 11262-2017. – Взамен ГОСТ 11262-80 ; введ. 01.10.2018. – Москва : Стандартиформ, 2018. – 19 с.

95. ГОСТ 10124-76 Пластины и детали резиновые непористые для низа обуви. Технические условия. – Взамен ГОСТ 10124-62 и ГОСТ 385-62 ; введ 01.01.77. – Москва : Государственный комитет СССР по стандартам, 1977. – 19 с.

96. Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении : ГОСТ 270–75. – Взамен ГОСТ 270–64 ; введ. 01.01.78. – Москва : Издательство стандартов, 1982. – 9 с.

97. Наполнители для модификации современных полимерных композиционных материалов / Колосова А.С., Сокольская М.К., Виткалова

И.А., Торлова А.С., Пикалов Е.С. // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 10-3. – С. 459-465.

98. Никитин В.М., Оболенская А.В., Щеголев В.П. Химия древесины и целлюлозы. Москва. Изд.: Лесная промышленность. 1978.

99. Евстигнеев Э.И. Химия древесины. С-Пб. Изд. Политехнического университета. 2007

100. Тагер, А.А. Физико-химия полимеров / А.А. Тагер // М.-Л.: Химия. – 1968. – 241 с.

101. Мийченко, И.П. Наполнители для полимерных материалов: Учебное пособие. МАТИ, 2010. 196 с.

102. Maiti SN, Sinch K (1986) Influence of wood flour on the mechanical properties of polyethylene. J Appl Polym Sci. – 1986.– 32:4285–4289

103. Клёсов, А. А. Древесно-полимерные композиты. Научные основы и технологии, СПб, 2010. 736 с.

104. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.007-76; введ. 01.01.1977. – Москва : Стандартиформ, 2007. – 5 с.

105. Кукин, Г.Н. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению: учеб. пособие / Г.Н. Кукин, А.Н. Соловьев, Ф.Х. Садыкова и др. – Москва : Легкая индустрия, 1974. – 390 с.

106. Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств. ГОСТ 3816-81 ; введ. 01.07.1982. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1982. – 14 с.

107. Берлин А. А., Вольфсон, С. А., Ошмян, В. Г., Ениколопов, Е. Н. Принципы создания композиционных полимерных материалов – Москва: Химия, 1990. – С. 238.

108. Утилизация и переработка твёрдых бытовых отходов : учеб. пособие / А. С. Клинков [и др.]. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 188 с.

109. Дробилка фрезерная крупной фракции модель ДФК256/600У1. Руководство по эксплуатации : ДФК256/600У1.000РЭ. – Введ. 16.03.09. – Барановичи : ЗАО «Атлант», 2009. – 70 с.

110. Alpine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hosokawa-alpine.com/> – дата обращения: 10.12.2023.

111. ОАО «Электроприбор» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elektrospb.ru/shs-30-300.php> – дата обращения: 10.12.2023.

112. ГОСТ 426-77. Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении. – Взамен ГОСТ 426-66 ; введ. РБ 01.01.78. – Минск : Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1992. – 8 с.

113. ГОСТ ISO 17707-2015. Обувь. Методы испытаний подошв. Сопротивление многократному изгибу. – Введ. РБ 01.01.17. – Минск : Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2017. – 12 с.

114. Костиков, В. И., Еремеева, Ж.В. (2021). Технология композиционных материалов. Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия.

115. ГОСТ 12632-79 Пластины и детали резиновые пористые для низа обуви. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 12632-67 ; введ. 30.06.80. – Москва : Государственный комитет СССР по стандартам, 1980. – 10 с.

116. ГОСТ 269-66 «Резина. Общие требования к проведению физико-механических испытаний»

117. Соловьев, А.Н. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов / А.Н. Соловьев, С.М. Кирюхин. – М.: Легкая индустрия, 1984. – 215 с.

118. Соловьев, А.Н. Оценка качества и стандартизация текстильных материалов / А.Н. Соловьев, С.М. Кирюхин. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 248 с.

119. Любич М.Г. 'Обувное материаловедение' \ \ Издание 2-е, переработанное и дополненное - Москва: Легкая индустрия, 1970 - с.408

120. Сыцко, В. Е. Методика оценки конкурентоспособности швейных изделий // Швейная промышленность. – 1996. – №2. – с. 20–29.

121. Радюк А.Н. Оценка качества подошв обуви на основе отходов / А.Н. Радюк [и др.] // 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», 2022. – С. 137-140.

122. Подкопаева А.В., Конарева Ю.С. (2019), «Анализ конструктивных особенностей подошв обуви для бега», [Online], URL: [https://kosyginrgu.ru/filemanag/Uploads/news/07-05-2019/ИНТЕКС-2019%20\(Часть%201\).pdf#page=13](https://kosyginrgu.ru/filemanag/Uploads/news/07-05-2019/ИНТЕКС-2019%20(Часть%201).pdf#page=13) (дата обращения: 05.12.2024).

123. Толщиномеры и стенкомеры индикаторные с ценой деления 0,01 и 0,1 мм. Технические условия : ГОСТ 11358–89. – Введ. 01.01.90. – Москва : Издательство стандартов, 1989. – 7 с.

124. Резина для низа обуви. Методы испытаний : ГОСТ 7926-75. – Введен 01.07.1976. – Минск : Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1992. – 8 с.

125. Резина и прорезиненная ткань. Метод определения прочности связи между слоями при расслоении : ГОСТ 6768-75. – Введ. 01.07.76. – Москва : Издательство стандартов, 1978. – 6 с.

126. ТКП 17.08-06-2007(02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов при производстве и переработке изделий из пластмасс. – Взамен раздела 6.1 "Временной методики по определению выбросов вредных веществ в атмосферу предприятиями отрасли" ; введ. 01.12.07. – Минск: БелНИЦ "Экология": Минприроды Республики Беларусь, 2007. – III, 23 с.:

127. Единая система защиты от коррозии и старения. Резины. Метод испытаний на стойкость к старению при воздействии естественных

климатических факторов : ГОСТ 9.066-76. – Введ. 01.01.1977. – М. : Издательство стандартов, 1986. – 11 с.

128. Долган, М. И. Изменение свойств полимерных материалов в процессе старения при хранении / М. И. Долган // Вестник Белорусского государственного экономического университета. – 2016.- №3 (116). – С. 58-66.

129. Радюк, А.Н. Старение изделий из вторичного полиуретана в естественных климатических условиях / А.Н. Радюк, А.Н. Буркин // Вестник Витебского государственного технологического университета . – 2019. – № 1(36). – С. 91–102.

130. Радюк А.Н., Буркин А.Н. Определение срока службы подошвы обуви / А.Н. Радюк, А.Н. Буркин // сборник научных трудов по материалам Круглого стола с междунар. участием «Теория и практика экспертизы, технического регулирования и подтверждения соответствия продукции» – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А. Н. Косыгина», 2021. – С. 143–149.

131. Буркин, А. Н. Ассортимент материалов и деталей для низа обуви на основе полиуретанов / А. Н. Буркин, А. Н. Радюк // Фан ва технологиялар тараққийети” (Развитие науки и технологий). – 2024. – № 5. – С. 335-343.

132. Анализ ассортимента полимерных подошвенных материалов на обувных предприятиях г. Витебска / М.А. Козлова, К.О. Ермалович, А. Н. Радюк // Материалы и технологии. – 2022. – № 2 (10). – С. 21–25.

133. Радюк, А. Н. Анализ современного ассортимента и свойств материалов для подошв из полиуретанов / А. Н. Радюк, П. Л. Лукатенок, С. П. Дозорцев // Материалы докладов 58-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов «Образование и наука в развитии технологий, экономики, общества» «Education and Science in the development of Technology, Economy and Society (ESTES-2025)», посвященной 60-летию УО «ВГТУ» : в 2 т. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2025. – Т. 2. - С. 269-271.

134. Радюк А.Н., Буркин А.Н. Ингредиенты для полимерной матрицы из вторичного полиуретана и их влияние на свойства получаемых материалов

/ А.Н. Радюк, А.Н. Буркин // Дизайн и технологии. – 2021. – №124. – С. 31–39.

135. Радюк, А. Н. Получение полимерных материалов для подошв обуви на основе многоуровневого подхода их разработки / А. Н. Радюк // Современные методы получения материалов, обработки поверхности и нанесения покрытий (Материаловедение–2024) : материалы II Всероссийской конференции с международным участием (28–29 марта 2024 г.) / под ред. Г. Р. Рахматуллиной [и др.]; Минобрнауки России; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2024. – С. 120-124.

136. Радюк, А. Н. Получение гранулята из отходов пенополиуретана для литья подошв обуви = Production of granulate from waste polyurethane foam for moulding shoe soles / А. Н. Радюк // Технологии и качество. - 2024. - № 1 (63). - С. 32-39.

137. Анализ и оценка качества материалов для низа обуви на основе гранулята разной плотности А.Н. Радюк // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2025. – №2.

138. Использование отходов пенополиуретанов для получения гранулята / А.Н. Радюк, П.Л. Лукатенок // Международная научно-техническая конференция «Полимерные композиты и трибология (ПОЛИКОМТРИБ-2025)» / Национальная академия наук Беларуси; редкол.: В.Н. Адери́ха [и др.]. — Гомель : ИММС НАН Беларуси, 2025. — С. 73.

139. Радюк, А.Н. Получение материалов с заданными свойствами и минимальным количеством ингредиентов / А.Н. Радюк, А.Н. Буркин, Ю.В. Дойлин [и др.] // ПОЛИКОМТРИБ-2022: Тезисы докладов международной научно-технической конференции. — Гомель: ИММС НАН Беларуси, 2022. — С. 16.

140. Структура и свойства композиционных материалов с использованием в качестве наполнителя древесной пыли / А. Н. Буркин [и др.] // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2023. – № 2 (45). – С. 38–49.

141. Структура и свойства композиционных материалов с использованием в качестве наполнителя древесного волокна / А. Н. Буркин [и др.] // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2024. – № 1. – С. 37–42.

142. Буркин, А. Н. Анализ и оценка качества композиционных материалов с использованием в качестве наполнителя древесных отходов / А. Н. Буркин, А. Н. Радюк // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2024. – Т. 67, № 3. – С. 35–41.

143. Радюк, А. Н. Структура и свойства волокнисто-наполненных полиуретановых композитов на основе отходов производства = Structure and properties of fiber-filled polyurethane composites on the basis of industrial wastes / А. Н. Радюк, А. Н. Буркин // Повышение энергоресурсоэффективности, экологической и технологической безопасности процессов и аппаратов химической и смежных отраслей промышленности : сборник научных трудов четвертого международного Косыгинского форума, посвященного 120-летию со дня рождения П. Г. Романкова (ISTS «EESTE-2024»), Москва, 20–22 февраля 2024 г. : в 2 т. / ФГБОУ ВО «РГУ им. А. Н. Косыгина». – Москва, 2024. – Т. 1. – С. 331–335.

144. Радюк А.Н., Дойлин Ю.В., Буркин А.Н. Композиционные материалы для низа обуви с использованием отходов деревообрабатывающей промышленности // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы: сб. материалов XXIV Междунар. науч.-практ. форума «SMARTEX-2021», 12–13 октября 2021 г. – Иваново: ИВГПУ, 2021. – С. 296–300.

145. Анализ структуры и свойств древесных наполнителей композиционных материалов для деталей низа обуви / К.О. Ермалович, А. Н. Радюк, Ю.В. Дойлин // Материалы и технологии. – 2022. – № 2 (10). – С. 14–20.

146. Радюк А.Н., Дойлин Ю. В., Буркин А.Н., Тарутько К.И. Композиционные материалы на основе отходов полиуретанов,

модифицированные целлюлозными наполнителями // Современные подходы и предложения по обеспечению экологической, химической и санитарной безопасности технологических процессов производства формальдегидных смол и продукции на их основе (СМОЛЫ-2020): материалы научно-практической конференции. Под редакцией И.М. Грошева. – УО «ВГТУ». – Витебск, 2020. – Витебск, 2021. - С. 72-74.

147. Радюк, А. Н. Получение высоконаполненных материалов из полиуретана и древесных отходов / А. Н. Радюк // Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования : тезисы докладов VIII Республиканской научно-технической конференции молодых ученых, Гомель, 22-24 октября 2024 г. / ИММС НАН Беларуси. - Гомель, 2024. - С. 46-47.

148. Радюк, А.Н., Модификация свойств подошв обуви отходами производства / А.Н. Радюк // Второй Республиканский форум молодых ученых учреждений высшего образования Республики Беларусь: сб. науч. тр. / М-во образования Респ. Беларусь, М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Белорус.-Рос. ун-т; редкол.: В. М. Пашкевич (общ. ред.) [и др.]. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2023. – С. 39–40.

149. Разработка технологии производства новых композиционных материалов на основе отходов производства / Радюк А.Н., Буркин А.Н., Дойлин Ю.В., Тарутько К.И., Грошев И.М. // Состояние и перспективы развития производства древесных плит и фанеры: Сборник докладов 25-й международной научно-практической конференции 16-17 марта 2022 года, Балабаново, 2022, с. 102-111.

150. Радюк, А. Н. Получение и анализ свойств материалов на основе промышленных отходов полиуретанов / А. Н. Радюк // Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов : сборник статей 9 Международной научно-технической конференции, Могилев, 26-27 сентября 2024 г. / Белорусско-Российский университет. - Могилев, 2024. - С. 188-192.

151. Радюк, А.Н. Импортозамещающие технологии получения новых материалов с использованием отходов производства / А.Н. Радюк // Импортозамещение, научно-техническая и экономическая безопасность : сб. ст. V Междунар. науч.-техн. конф. «Минские научные чтения-2022» в 3т. Минск, 07-09 декабря 2022 г. [Электронный ресурс] – Минск: БГТУ, 2022. – Т. 1. – С. 392–397.

152. Радюк, А. Н. Технологические аспекты получения материалов для наружных деталей низа обуви = Technological aspects of obtaining materials for outer parts of shoe bottoms / А. Н. Радюк, А. Н. Буркин // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2024. – № 3 (49). – С. 61–74.

153. Оценка качества полиуретановых подошв, используемых на обувных предприятиях г. Витебска / А. Н. Радюк, П.В. Гришанова, М.В. Шевцова // Материалы и технологии. – 2022. – № 1 (9). – С. 7–12.

154. Радюк, А.Н. Оценка качества подошв обуви, полученных из отходов пенополиуретанов / А.Н. Радюк, А.Н. Буркин // Союз науки и практики: актуальные проблемы и перспективы развития товароведения [Электронный ресурс] : сборник научных статей международной научнопрактической конференции, Гомель, 9–10 ноября 2021 г. / редкол. : С. Н. Лебедева [и др.] ; под науч. ред. д-ра техн. наук, профессора В. Е. Сыцко, канд. техн. наук, доцента Е. В. Рощиной. – Гомель : учреждение образования «Белорусский торговоэкономический университет потребительской кооперации», 2021. – С. 21-24.

155. Радюк А.Н., Буркин А.Н. Оценка качества материалов на основе вторичного пенополиуретана для подошв обуви / А.Н. Радюк, А.Н. Буркин // Актуальные проблемы экспертизы, технического регулирования и подтверждения соответствия продукции текстильной и легкой промышленности: сб. ст. / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн.

Искусство)". – Москва, 2022. – С. 201–206.

156. Козлова, М. А. Сравнительная оценка качества и безопасности подошв на основе вторичного пенополиуретана / М. А. Козлова, А. Н. Буркин, А. Н. Радюк // Материалы докладов 54-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : в 2 т. / УО "ВГТУ". - Витебск, 2021. - Т. 2. - С. 185-187.

157. Радюк А.Н. Оценка качества подошв обуви на основе отходов / А.Н. Радюк [и др.] // 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», 2022. – С. 137-140.

158. Оценка конкурентоспособности полиуретановых подошв, используемых на обувных предприятиях г. Витебска / А. Н. Радюк, П.В. Гришанова, М.В. Шевцова // Материалы и технологии. – 2022. – № 1 (9). – С. 13–18.

159. Радюк, А. Н. Оценка конкурентоспособности подошв обуви на полиуретановой основе, модифицированной древесными отходами / А. Н. Радюк, А. Н. Буркин // Современные аспекты формирования ассортимента, качества, безопасности и проведения экспертизы товаров : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Гомель, 15 мая 2025 г. / БТЭУ ПК. - Гомель, 2025. - С. 89-92.

160. Радюк, А.Н. Оценка уровня конкурентоспособности и формирование механизма устойчивого развития производства полимерных материалов для низа обуви / А. Н. Радюк, П.В. Гришанова // Материалы докладов 55-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : в 2 т. / УО "ВГТУ". - Витебск, 2022. С. 417–419.