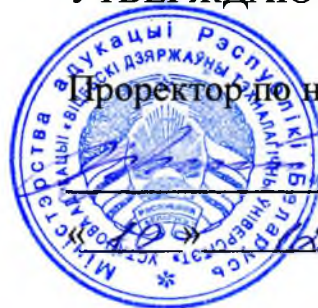


Министерство образования Республики Беларусь  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(УО «ВГТУ»)

УДК 685.34.082 : 685.34.036.664  
Рег. № 20211175

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по научной работе

Е. В. Ванкевич

2021 г.

ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРА ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ  
ВОЛОКОН НА СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ  
ВТОРИЧНОГО ПЕНОПОЛИУРЕТАНА**  
(заключительный)

2021-Г/Б-381

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

А.Н. Буркин

« 10 » 12 2021 г.

И.о. начальника НИЧ, инженер




И.В. Берашевич

« 10 » 12 2021 г.

Витебск 2021



## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель д.т.н, профессор	 _____	А.Н. Буркин <i>10.12.21г.</i>	(руководство темой)
Исполнители:			
стажер МНС	 _____	М.А. Козлова <i>10.12.21г.</i>	(разделы 1, 2, 3, 4)
Нормоконтролер	 _____	Н.В. Абазовская <i>10.12.21г.</i>	

## РЕФЕРАТ

Отчет 79 с., 1 кн., 46 рис., 29 табл., 30 источн., 2 прил.

### ОТХОДЫ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ, ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫЕ ВОЛОКНА, ТЕХНОЛОГИЯ, МАТЕРИАЛЫ, ПОДОШВЫ, СВОЙСТВА, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА

Целью работы является получение композиционных материалов и подошв на основе вторичного пенополиуретана, наполненной полипропиленовыми волокнами и выявление зависимости физико-механических и эксплуатационных свойств от размера этих волокон.

В рамках работы было проведено описание ингредиентов, которые использовали для получения композиционных материалов, а также физический, химический и микроскопический анализ вторичного пенополиуретана и полипропиленовых волокон.

Разработаны составы для получения материалов и подошв с использованием вторичного пенополиуретана, полипропиленовых волокон (в качестве наполнителя), индустриального масла (в качестве пластификатора), стеарата кальция (в качестве стабилизатора композиции). Определена технологическая схема получения из композиции материалов и подошв обуви на основе отходов пенополиуретанов с полипропиленовым волокнистым наполнителем.

Рассчитаны экспериментальные данные полученных материалов и подошв по показателям физико-механических и эксплуатационных свойств. Проведен сравнительный анализ полученных результатов.

Проведена оценка качества. В результате оценки установлено, что полученные образцы по физико-механическим и эксплуатационным свойствам близки к свойствам материалов, используемых в настоящее время.

Представлены рекомендации по практическому применению полученных материалов.

Результаты выполненной работы относятся к области легкой промышленности и апробированы на ЧПУП «Обувное ремесло», г. Витебск.

В результате работы была обоснована композиция с определённым размером полипропиленовых волокон, которая способствовала выработке подошв с наименьшим процентом брака и отвечающая требованиям ТНПА.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 Анализ ингредиентов для получения композиционных материалов.....	7
1.1 Описание ингредиентов .....	7
1.2 Проведение анализа полипропиленовых волокон и полиуретана .....	13
2 Разработка рецептур и технологии производства композиционных материалов из вторичного пенополиуретана.....	24
2.1 Рецептuru композиционных материалов из вторичного пенополиуретана.....	24
2.2 Технология производства композиционных материалов из вторичного пенополиуретана.....	26
3 Исследование структуры, физико-механических и эксплуатационных свойств полученных образцов композиционных материалов из вторичного пенополиуретана .....	35
3.1 Методики оценки физико-механических и эксплуатационных свойств подошв .....	36
3.2 Исследование свойств .....	51
3.2.1 Исследование свойств материалов из вторичного пенополиуретана и полипропиленовых волокон .....	52
3.2.2 Исследование свойств подошвы из вторичного пенополиуретана и полипропиленовых волокон.....	57
4 Оценка свойств композиционных материалов из вторичного пенополиуретана, разработка рекомендаций по их практическому применению .....	62
4.1 Оценка свойств композиционных материалов и подошв.....	62
4.1.1 Оценка качества композиционных материалов из вторичного пенополиуретана и полипропиленовых волокон.....	65
4.1.2 Оценка качества подошв из вторичного пенополиуретана и полипропиленовых волокон.....	67
4.2 Рекомендации по практическому применению.....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	73
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	77
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	79

## ВВЕДЕНИЕ

Трудно представить жизнь без активного удовлетворения человеческих потребностей, используя при этом природные ресурсы, нанося этим вред окружающей среде. Проблемы отходов и их сборов и переработки остаются актуальными во всех странах, и Республика Беларусь не является исключением. В нашей стране продолжается процесс интенсивного накопления отходов производства и потребления, поэтому наблюдается увеличение объёмов отходов.

С развитием данной проблемы появляется такое понятие как «менеджмент отходов», под которым понимается организационно-технические методы воздействия на технологические процессы производства продукции, направленные на предотвращение и сокращение образования отходов, переработку их в качестве вторичных материалов, энергетических ресурсов и др. [1].

В целях улучшения процессов управления отходами производители обуви должны решать следующие задачи:

- предотвращение образования отходов;
- сокращение количества образующихся отходов;
- ликвидация отходов с утилизацией и/или удалением опасных частей;
- переработка отходов в качестве вторичных материальных ресурсов;
- сжигание отходов в целях вторичного получения энергии из отходов;
- размещение отходов с предварительной их подготовкой.

Искусственные и синтетические материалы достаточно широко применяются в производстве обуви, наибольший удельный вес из них имеют полиуретаны. Полиуретаны являются наиболее ценными и широко производимыми промышленными полимерами. Из полиуретанов изготавливают самые различные материалы для различных отраслей промышленности полиуретаны (ПУ) применяются во всем мире уже на протяжении более чем 50 лет и в настоящее время сохранили одно из ведущих мест среди полимерных материалов.

Однако, отходы от производства изделий из пенополиуретанов запрещено вывозить на полигоны для захоронения в связи с токсичностью продуктов их разложения. Вовлечение же пенополиуретановых отходов в производственный цикл зачастую требует материальных и трудовых затрат. Отсутствие требований к свойствам изделий из вторичного сырья, сведений о процентном составе и свойствах полиуретанов разных производителей не позволяет производить изделия требуемого качества, удовлетворяющего потребителя.

На предприятиях текстильной промышленности Республики Беларусь в процессе производства текстильных полотен и изделий образуется много видов всевозможных отходов. Отходы, образующиеся в процессе производства, составляют до 25% от используемого сырья. Количество отходов зависит от вида изготавливаемой продукции, технологии производства, технического состояния оборудования, квалификации рабочих.

Отходы, такие как концы ленты, рвань ровницы, выпады, сдир, орешек трепальный и чесальный, концы пряжи, лоскуты, обрезь и другие, т.е длина волокон в которых достаточна для того, чтобы переработать их в пряжу большей линейной плотности, нетканые материалы или другие материалы подобного типа, находят применение в текстильной промышленности. Но такие отходы, как кноп стригальный, кноп ткацкий, сечка, т.е волокнистые отходы, длина волокон в которых 0,5-25мм применения в своём производстве не находят [2].

Данная работа является актуальной, так как решает важную научно-техническую проблему, направленную на расширение ассортимента материалов для деталей низа обуви на основе использования вторичных ресурсов, а также направленную на частичную утилизацию отходов. Это может позволить получить материалы из вторичного сырья, с требуемым уровнем потребительских свойств и невысокой стоимостью.

Целью научно-исследовательской работы является получение композиционных материалов и подошв на основе вторичного пенополиуретана, наполненной полипропиленовыми волокнами и выявление зависимости физико-механических и эксплуатационных свойств от размера этих волокон.

В ходе выполнения работы предполагается решение следующих задач:

- анализ ингредиентов для получения композиционных материалов и подошв;
- разработка рецептур и технологии производства композиционных материалов и подошв из вторичного пенополиуретана;
- исследование структуры, физико-механических и эксплуатационных свойств полученных образцов композиционных материалов и подошв из вторичного пенополиуретана;
- оценка свойств композиционных материалов и подошв из вторичного пенополиуретана и полипропиленовых волокон, разработка рекомендаций по их практическому применению.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения [Текст]. – Изд. офиц. – Введён в действие 01.07.2002. – Минск: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 15 с.
2. Чукасова-Ильюшкина, Е. В. Применение волокнистых отходов в композиционных строительных смесях / Е. В. Чукасова-Ильюшкина, Н. Н. Ясинская, А. Г. Коган // Вестник учреждения образования "Витебский государственный технологический университет". - 2005. - Вып. 9. - С. 25-28.
3. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь. Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. правовой Интернет-порта Республики Беларусь. – Режим доступа: [https://pravo.by/upload/docs/op/W21934631p\\_1569531600.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/W21934631p_1569531600.pdf). – Дата доступа: 15.03.2021.
4. Шварц, О. Переработка пластмасс / О. Шварц, Ф.-В. Эбелинг, Б. Фрут; под общ. ред. А.Д. Паниматченко. – СПб.: Профессия, 2005. – 320 стр.
5. Лазько Н., Полипропиленовые волокна: состав, свойства, применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fb.ru.turbopages.org/fb.ru/s/article/449537/polipropilenuyie-volokna-sostav-svoystva-primenenie>. – Дата доступа: 26.03.2021.
6. Карабанов, П. С. Полимерные материалы для деталей низа обуви / П. С. Карабанов, А. П. Жихарев, В. С. Белгородский – Москва: КолосС, 2008. – 167 с.
7. ГОСТ ISO 1833-12-2011 Материалы текстильные. Количественный химический анализ. Часть 12. Смеси акрилового, модифицированных акриловых, эластановых, поливинилхлоридных волокон и некоторых других волокон (метод с использованием диметилформамида). – Введ. 01.07.2012. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 8 с.
8. Оптический лабораторный сортировщик волокна FIBERCAM 100. IMAL PAN GROUP. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.imalpal.com/ru/scheda.php?pr=109>. – Дата доступа: 10.04.2021.
9. Микроскопы стереоскопические серии BS 3040 [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.lvs.by/catalog/microscopes/stereo/bs-3040/>. – Дата доступа: 19.04.2021
10. Порохов, В.Т. О преимуществах нанотехнологий при формировании экологически безопасных композиций для литья низа обуви (Сообщение 1) / В.Т. Порохов, Л.Г. Грецкая, А.А. Тартанов и д.р. // Вестник

Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 13. – С. 146-151.

11. Радюк, А.Н., Буркин, А.Н. Повышение энергоресурсоэффективности и экологической безопасности процессов и аппаратов химической и смежных отраслей промышленности / А.Н. Радюк, А.Н. Буркин // сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума «Повышение энергоресурсоэффективности и экологической безопасности процессов и аппаратов химической и смежных отраслей промышленности», посвященного 110-летию А.Н. Плановского (ISTS «EESTE-2021»). – 2021. – Т.1. – С. 367-370.

12. Радюк, А.Н. Получение и свойства композиционных полимерных материалов с волокнистым наполнителем/ А.Н. Радюк // Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования: материалы V Республиканской научно-технической конференции молодых ученых, Гомель, 12–14 ноября 2018 г. – Гомель : ИММС НАН Беларуси, 2018. – С. 27–28.

13. Буркин, А. Н. Переработка твердых отходов обувных предприятий г. Витебска / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев, В. К. Смелков. – Витебск: УО "ВГТУ", 2000. – 118 с.

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

15. Технология получения композиций для низа обуви с использованием отходов пенополиуретанов / А.Н. Радюк, М.А. Козлова // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы Междунар. науч.-техн. конф. / М-во образования Респ. Беларусь, М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Белорус.-Рос. ун-т; редкол.: М.Е. Лустенков (гл. ред.) [и др.]. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2019. – С. 87.

16. Радюк, А.Н. Материалы и технологии получения изделий на основе отходов полиуретанов/ А.Н. Радюк, Ю.В. Дойлин, М.А. Козлова, И.А. Буланчиков, А.Н. Буркин // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2020. – № 1(38). – С. 100–112.

17. Универсальная однороторная дробилка Alpine A 40/63-5-3. Описание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hgma-wulf.eu/product/универсальная-однороторная-дробил/>. – Дата доступа: 29.04.2021.

18. Руководство пользователя. Прецизионные весы серии WLC: № руководства: LTI-05-09/07/08/A [Электронный ресурс]. – Режим доступа:



[http://yaki.md/promo/download/manuals/cantare/radwag\\_wlc\\_60\\_c2\\_user\\_manual\\_\(ru\).pdf](http://yaki.md/promo/download/manuals/cantare/radwag_wlc_60_c2_user_manual_(ru).pdf) . – Дата доступа: 30.04.2021.

19. Static machines for the production of one-colour soles in compact and expanded thermoplastic materials for any type of footwear, with or without inserts (leather insoles, welts and heel bands, etc.) [электронный ресурс]. –Режим доступа: – <http://www.maingroup.com/eng/index.php?p=sp-45-termo>. – Дата доступа 20.05.2021.

20. ГОСТ 4.387-1985. Система показателей качества продукции. Материалы синтетические для низа обуви. Номенклатура показателей – Введен 1987.01.01. – Минск: Министерство легкой промышленности СССР, 1985. – 12 с.

21. ТР ТС 017/2011. О безопасности продукции легкой промышленности – Введ. 2011-12-09. – Комиссия Таможенного союза, 2011. – 44 с.

22. ГОСТ 33225–2015. Обувь. Методы определения линейных размеров – Введ. 2015-05-25. – Минск: БелГИСС, 2016. – 8 с.

23. ГОСТ 263-75. Резина. Метод определения твердости по Шору А. – Введ. 1977-01-01. Москва: Государственный комитет СССР по стандартам, 1977. – 6 с.

24. ГОСТ 267-1973. Резина. Методы определения плотности. – Введ. 1975-01-01. Москва: ИКП Издательство стандартов, 1973. – 5 с.

25. ГОСТ 270–1975. Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении. – Введ. 1978-01-01. Москва: ИКП Издательство стандартов, 1975. – 10 с.

26. ГОСТ 426-1977 Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении – Введ. 1978-01-01. Москва: ИКП Издательство стандартов, 1977. – 6 с.

27. ГОСТ ISO 17707–2015. Обувь. Методы испытаний подошв. Сопротивление многократному изгибу – Введ. 2017-04-01. Москва: Стандартиформ, 2016. – 12 с.

28. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – Введ. 1979-07-01. – СССР. : Государственный комитет СССР по стандартам: М.: Стандартиформ, 2009. – 21 с.

29. Радюк, А.Н. Оценка свойств композиционных материалов для подошв обуви на полимерной матрице из вторичного полиуретана / А.Н. Радюк, М.А. Козлова, А.Н. Буркин // Горная механика и машиностроение. – 2020. – № 2. – С. 99–109.

30. Ассортимент и качественная характеристика обувных резиновых пластин и деталей. Физико-механические свойства резиновых подошвенных пластин и подошв [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://shoeslib.ru/books/item/f00/s00/z0000006/st020.shtml>. – Дата доступа: 02.10.2021.