

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

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

УДК 677.017

Рег. № 20250503

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор УО «ВГТУ»
 В.А. Жизневский
« 31 » 12 2025 г.



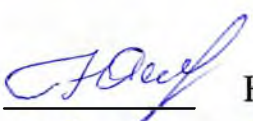
ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ
ЦЕЛОСТНОСТИ СТРУКТУРЫ ПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
(заключительный)

Начальник научно-
исследовательской части

 В.А. Сажин
« 31 » 12 2025 г.

Научный руководитель,
д.т.н., доцент

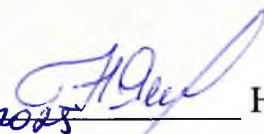
 Н.Н. Ясинская
« 31 » 12 2025 г.

Витебск 2025

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР

Доцент, д.т.н.


08.12.2025 Н.Н. Ясинская
подпись, дата (общее руководство, заключение)

Исполнители

М.Н.С.


08.12.2025 Ю.И. Марущак
подпись, дата (введение, главы 1,2,3,4,5,6)

Нормоконтроль


08.12.2025 Ю.И. Марущак
подпись, дата

РЕФЕРАТ

Отчет 97 с., 35 рис., 26 табл., 36 источн., 4 прил.

ПРОРУБАЕМОСТЬ, САМОВОССТАНОВЛЕНИЕ ЦЕЛОСТНОСТИ, МИКРОПОРИСТОЕ ПОКРЫТИЕ, ПОЛИУРЕТАНОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ, ЭКОКОЖА.

Объектом исследования являются текстильные материалы с пористым полиуретановым покрытием.

Предмет исследования: способность к самовосстановлению целостности пористого полимерного покрытия ткани после прокола швейной иглой.

Цель работы – оценка и прогнозирование способности полимерного покрытия, нанесенного на ткань, к самовосстановлению целостности структуры после повреждений. Исходные данные: нормативная документация по прорубаемости текстильных материалов, техническая документация к используемому оборудованию, образцы тканей с полиуретановым покрытием белорусского производства.

В ходе работы проведен анализ научных и литературных источников по вопросам прорубаемости текстильных материалов, изучены существующие методики, применяемые для оценки прорубаемости, выделены и структурированы факторы, влияющие на прорубаемость текстильных материалов с покрытием. Описаны свойства полиуретановой композиции, используемой при изготовлении отечественных тканей с пористым покрытием. Проведен обзор существующих материалов, обладающих способностью к самовосстановлению. Установлены зависимости скорости самовосстановления полимерного покрытия после повреждений от толщины полимера, от номера и формы заточки острия швейной иглы. Исследована способность к самовосстановлению под действием ВТО. Проведена сравнительная оценка способности к самовосстановлению отечественных и импортных материалов. Разработана методика оценки способности полимерного покрытия ткани к самовосстановлению целостности структуры.

Тема научно-исследовательской работы соответствует приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь, утвержденным Указом Президента Республики Беларусь № 156 от 07.05.2020 г. на 2021-2025 гг. пункт 4 «Машиностроение и инновационные материалы: композиционные и многофункциональные материалы». Работа является логическим продолжением исследований, проведенных в рамках Гранта Министерства образования №ГР20240632 «Оценка и прогнозирование физико-механических свойств тканей с полиуретановым покрытием», 2024 год.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 АНАЛИЗ НАУЧНЫХ И ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО ВОПРОСУ ПРОРУБАЕМОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	8
1.1 Прорубаемость текстильных материалов	8
1.2 Литературный обзор существующих методов оценки прорубаемости текстильных материалов.....	9
1.3 Структурирование факторов, влияющих на прорубку материала	14
1.4 Обзор самовосстанавливающихся полимерных покрытий.....	16
1.5 Описание свойств полиуретана для текстиля.....	20
2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	22
2.1 Характеристика объекта исследования.....	22
3 ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ ТКАНЕЙ С ПОЛИУРЕТАНОВЫМ ПОКРЫТИЕМ К САМОВОССТАНОВЛЕНИЮ ПОСЛЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ.....	27
3.1 Влияние толщины универсальной швейной иглы на способность самовосстановления целостности полиуретанового покрытия тканей	27
3.2 Влияние толщины швейной иглы с SPI-заточкой на способность самовосстановления целостности полиуретанового покрытия тканей	29
3.3 Влияние толщины швейной иглы с LL-заточкой на способность самовосстановления целостности полиуретанового покрытия тканей	30
3.4 Исследование кинетики самовосстановления полиуретанового слоя после прокола иглой.....	33
3.5 Исследование способности полимерного покрытия к самовосстановлению под действием ВТО.....	38
3.6 Анализ целостности участков прокола при механическом нагружении	39
3.7 Исследование кинетики самовосстановления полимерного покрытия после удаления строчки	44
3.8 Исследование изменения температуры швейной иглы в процессе пошива изделий из тканей с полимерным покрытием	46
4 СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	56
5 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ СПОСОБНОСТИ ПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ ТКАНИ К САМОВОССТАНОВЛЕНИЮ ПОСЛЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ.....	62

5.1 Анализ требований ТНПА, устанавливающих требования к методикам измерений и испытаний	62
5.2 Разработка содержания основных разделов методики оценки способности к самовосстановлению целостности полимерного слоя текстильного материала после прокола иглой	64
5.3 Апробация разработанной методики.....	70
5.4 Оценивание рабочих характеристик методики оценки способности к самовосстановлению целостности полимерного слоя текстильного материала после прокола иглой	72
6 ВЫРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОДБОРУ ИГЛ, ШВЕЙНЫХ НИТОК ПРИ ПОШИВЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТКАНЕЙ С ПОЛИУРЕТАНОВЫМ ПОКРЫТИЕМ.....	75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	78
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	80
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	84
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	95
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	96
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	97

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время технологии производства искусственных кож совершенствуются и все большую популярность приобретают текстильные материалы с микропористым полиуретановым покрытием, напоминающие по своему виду натуральную кожу, в наибольшей степени приближающиеся к ней по комплексу показателей гигиенических свойств. Поставщики и потребители называют такие материалы «экокожа», искусственная кожа. В рамках совместного с ОАО «Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение» инновационного проекта «Создание и внедрение технологии нанесения покрытий на хлопчатобумажные ткани различного назначения» научным коллективом и представителями предприятия разработана и внедрена технология и выпущены экспериментальные партии продукции – ткани с микропористым полиуретановым покрытием.

Материалы с полимерными покрытиями и искусственные кожи в сравнении с текстилем являются более капризными в обработке, основные сложности возникают в процессе раскроя и пошива. Например, выкройки нельзя крепить к материалу с покрытием наметочными иглами, так как на нем остаются проколы. В свою очередь отечественные ткани с полиуретановым покрытием обладают способностью к «самовосстановлению» – восстановление повреждений, появившихся в следствии деформации иглой (прорубаемость).

При изготовлении швейных изделий несоответствие номера иглы, ниток и толщины материала снижает производительность труда и повышает нежелательную перфорацию материала (прорубку), снижая эстетический вид покрытия и вызывая брак изделия. Современный процесс проектирования швейных изделий требует оперативной информации по основным технологическим свойствам материалов. Необходимо оценивать технологические показатели быстро, но при минимальных затратах. Поэтому актуальным является изучение способности к самовосстановлению после повреждений у новых тканей с пористым полиуретановым покрытием отечественного производства, а также разработка методики, с помощью которой будет возможно оценивать способность полимерных покрытий к самовосстановлению целостности структуры после прокола швейной иглой.

Актуальность и своевременность работы обуславливается государственной стратегией развития легкой промышленности, которая направлена на улучшение качества и повышение конкурентоспособности отечественных материалов и изделий.

Практическая значимость результатов исследований состоит в разработке методики оценки способности полимерных покрытий ткани к самовосстановлению целостности структуры после повреждений, которая позволит научно-обоснованно выбирать номер и форму заточки острия иглы, линейную плотность швейных ниток, режимы ВТО в зависимости от типа и толщины полимерного слоя, что позволит сократить прорубаемость материала, при этом не снижая потребительских свойств и не ухудшая эстетический вид.

Социальная значимость работы заключается в том, что результаты исследования направлены в конечном итоге на повышение уровня качества готовых изделий из тканей с пористым полиуретановым покрытием, а, следовательно, повышению уровня конкурентоспособности изделий отечественного производства и более полному удовлетворению покупательского спроса.

Научная новизна результатов работы состоит в получении новых знаний о способности отечественных и импортных тканей с полиуретановым покрытием к самовосстановлению целостности структуры после повреждений без действия внешних факторов и при действии ВТО; в получении зависимостей скорости самовосстановления полимерного покрытия от номера и формы заточки острия швейной иглы, от толщины полимерного покрытия, позволяющих выработать рекомендации по оптимальному формированию процесса изготовления швейных изделий. Полученные зависимости могут быть использованы в дальнейшем при массовом пошиве изделий из тканей с полиуретановым покрытием в зависимости от толщины и типа полимерного слоя в ткани.

1 АНАЛИЗ НАУЧНЫХ И ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО ВОПРОСУ ПРОРУБАЕМОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

1.1 Прорубаемость текстильных материалов

Изготовление швейных изделий – это сложный технологический процесс, требующий не только художественного видения, но и понимания технических аспектов. Простой на первый взгляд шов на самом деле состоит из множества нюансов, каждый из которых может повлиять на конечный результат [1]. Например, прорубаемость является ярким тому примером.

К технологическим свойствам относятся: **прорубаемость**, сопротивление резанию, скольжение, осыпаемость, усадка, способность тканей к формованию в процессе влажно-тепловой обработки, раздвижка нитей в швах, адгезионная способность (способность образовывать клеевые соединения) и др. Технологическими свойствами текстильных материалов называются свойства, которые могут проявляться на различных этапах швейного производства – в процессе моделирования, конструирования, раскроя, стачивания и влажно-тепловой обработки изделий [2]. Прорубаемость возникает при производстве швейных изделий, когда материал подвергается проколу иглой и характеризуется появлением перфораций в области машинной и/или ручной строчки. В зависимости от характера повреждения тканей иглой различают **скрытую или явную прорубку**. При скрытой прорубке повреждается только часть нити, а при явной прорубке нити повреждаются полностью [2]. Разрушение нитей, проявляющееся после стирки изделий, принято называть скрытым прорубанием [3].

Прорубаемость резко ухудшает внешний вид изделия, снижает прочность швов, в результате изделие становится непригодным к эксплуатации. Прорубание особенно опасно для трикотажа, так как оно вызывает распускание петель. [3]:

Анализ литературных источников и технической нормативно-правовой документации позволил установить следующие термины, используемые для описания прорубаемости различных текстильных материалов:

1. Ткань:

– **Явная прорубка** – полное разрушение нитей полотна в процессе пошива, выявляемое при осмотре швов [4].

– **Скрытая прорубка** – частичное разрушение нитей полотна в процессе пошива, выявляемое после стирки [5].

2. Трикотаж:

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гаврилова, О.В., Никитина Л.Л. Особенности проектирования и изготовления изделий легкой промышленности из современных комплексных полимерных материалов // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – С. 136-140.
2. Лобацкая, О. В. Материаловедение : учебное пособие для студентов спец. «Конструирование и технология швейных изделий» учреждений, обеспечивающих получение высшего образования / О. В. Лобацкая, Е. М. Лобацкая ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – 323 с.
3. Щербакова Н.И. Развитие методов оценки технологических свойств современных материалов для целей проектирования и изготовления одежды: Монография. – 2-е изд., перераб. и доп. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. – 196 с.
4. Товароведение одежно-обувных товаров (трикотажные, галантерейные, парфюмерно-косметические, ювелирные товары и часы) : практикум для реализации содержания образовательных программ высшего образования I ступени и переподготовки руководящих работников и специалистов / Белкоопсоюз, Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации, Кафедра товароведения ; [авт.-сост. В.Е. Сыцко, Е.П. Багрянцева, Л.В. Целикова, Н.В. Кузьменкова]. - Гомель : БТЭУ, 2016. - 100 с.
5. Сафронова, И. В. Технические методы и средства измерений в швейной промышленности / И. В. Сафронова. - М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983.
6. ГОСТ 26006-83 «Полотна и изделия трикотажные. Методы определения явной и скрытой прорубки». – Дата введ. 01.01.85. – 17 с.
7. Туханова В.Ю., Тихонова Т.П. Определение факторов, влияющих на процесс конфекционирования материалов // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2015. №4 (44). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-faktorov-vliyayuschih-na-protsess-konfeksionirovaniya-materialov> (дата обращения: 20.10.2025).
8. Бузов Б.А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство): учебник. – М.: «Академия», 2010. – 448 с.
9. Пат. 2516894 Российская Федерация, – Устройство для оценки повреждаемости нитей текстильных материалов при шитье. – 2014.

10. Привалов, С. Ф. Разработка и исследование методов оценки качества текстильных материалов для совершенствования их производства : дис. ...док. техн. наук / Привалов С.Ф. – СПб., 2001.
11. Гущина, К. Г. Ассортимент, свойства и технические требования к материалам для одежды / К. Г. Гущина, С. А. Беляева, Е. А. Командрикова и др.; под ред. К. Гущиной - М. : Легкая индустрия, 1978.
12. Кокеткин, П.П. Одежда: технология-техника, процессы-качество: Справочник. – М. : МГУДТ, 2001. – 560 с.
13. Каблов В.Ф. Технология переработки полимеров: учеб. пособие / В.Ф. Каблов, О.М. Новопольцева, В.Г. Кочетков. – ВолгГТУ. – 2018. – 244 с.
14. Русаков К. А., Бурых Г. В. Современные материалы, используемые для изготовления автомобильных чехлов // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2019). – 2019. – С. 282-286.
15. Stylios, G.K. and Zhu, R. (1998), "The mechanism of sewing damage in knitted fabrics", Journal of Textile Institute, Part-1, Vol. 89 No. 2, pp. 411-421
16. Zeto, W.Y., Dhingra, R.C., Lau, K.P. and Tam, H. (1996), "Sewing performance of cotton/lycra knitted fabrics", Textile Research Journal, Vol. 66 No. 4, pp. 282-286
17. Аvezов М. Ф., Кулиева Д. Р. Подбор швейных игл в зависимости от плотности и механических свойств материала //Сборник научных трудов по итогам Международной научной конференции, посвященной 135-летию со дня рождения профессора ВЕ Зотикова. – 2022. – С. 19-25.
18. Stjepanovic, Z. and Strah, H. (1998), "Selection of suitable sewing needle using machine learning techniques", International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 10 Nos 3/4, pp. 209-218.
19. Байдерина Н. П. Способ соединения деталей одежды. – 2006.
20. Жихарев, А. П. Практикум по материаловедению в производстве изделий легкой промышленности: Учебное пособие для студ. высш. учебн. заведений /А. П. Жихарев, Б. А. Краснов, Д. Г. Петропавловский; Под ред. А. П. Жихарева. М. : Издательский центр « Академия», 2004.
21. Осовская И.И., Литвинов М.Ю., Васильева А.П. Технология полимеров. Применение и переработка. Самовосстанавливающиеся покрытия: учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2020. - 80 с.
22. Ситников Н. Н., Хабибуллина И. А., Мащенко В. И. Самовосстанавливающиеся материалы: обзор механизмов самовосстановления и их применений //Видеонаука. – 2018. – №. 1 (9). – С. 2-30.
23. Марущак, Ю. И. Влияние внешних факторов на качественные показатели тканей с пористым полиуретановым покрытием / Ю. И. Марущак,

Н. Н. Ясинская // Вестник Витебского государственного технологического университета. — 2024. — № 4(50). — С. 49.

24. Р 50.1.033-2001. Рекомендации по стандартизации. Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. Ч. I. М., 2002. 87 с.

25. Ясинская Н. Н., Марущак Ю. И., Скобова Н. В. Влияние кратности вспенивания полиуретановой композиции и толщины нанесенного слоя на потребительские свойства искусственных кож // Известия Высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности — № 2 (410), 2024. — 225-232.

26. Бузов, Б. А. Практикум по материаловедению швейного производства / Б. А. Бузов, Н. Д. Алыменкова, Д. Г. Петропавловский. — М.: «Академия», 2004. — 416 с.

27. Бодяло, Н.Н. Ассортимент швейных ниток и игл. Нормы расхода швейных ниток для верхней одежды: справочник / сост. Н. Н. Бодяло. — Витебск, УО «ВГТУ». — 2009. — 82 с.

28. Петюль, И. А. Законодательная и прикладная метрология: курс лекций / И. А. Петюль. — Витебск: УО «ВГТУ», 2018. — 162 с.

29. ГОСТ 8.010-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Основные положения. — Введ. 2017-04-01. — Минск: БелГИСС, 2017. — 22 с.

30. Республика Беларусь. Постановление государственного комитета по стандартизации от 23 апреля 2021 г. № 44. Об утверждении Правил разработки и применения методик (методов) измерений. — Минск, 2021. — 8 с.

31. Республика Беларусь. Постановление государственного комитета по стандартизации от 23 апреля 2021 г. № 43. Об утверждении Правил осуществления метрологической оценки в виде работ по аттестации методик (методов) измерений. — Минск, 2021. — 9 с.

32. Республика Беларусь. Постановление государственного комитета по стандартизации от 1 июня 2021 г. № 61. Об утверждении Методических рекомендаций по оформлению методик (методов) измерений. — Минск, 2021. — 51 с.

33. Республика Беларусь. Закон № 254-З. Об изменении Закона Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений»: принят Палатой представителей 2 окт. 2019 г., одобрен Советом Республики 25 окт. 2019 г. — Минск, 2019. — 29 с.

34. ТР ТС 017/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности продукции легкой промышленности». — Введ. 01.07.2012. — М.: Стандартинформ, 2012. — 36 с.

35. Carr, H., & Latham, B. (1994). *Technology of Clothing Manufacture*. Blackwell Science.

36. Gupta, S. (2011). Stitch properties of textured polyester sewing threads. – *Textile Research Journal*, 81(7), 688–697.