

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

УДК 66.022.65  
Рег. № 20221202



ОТЧЕТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

«СОЗДАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫЕ ТКАНИ»  
(заключительный)  
2022-Х/Д-244

Научный руководитель,  
д.т.н., доцент

  
30.11.2022

Ясинская Н.Н.

Начальник научно-  
исследовательской части

  
30.11.2022

Сажин В.А.

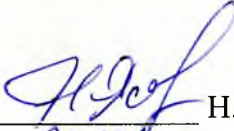
Библиотека ВГТУ




Витебск 2022

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ


Руководитель НИР,  
доцент, д.т.н.

  
\_\_\_\_\_  
30.11.2022 Н.Н.Ясинская  
подпись, дата (введение, заключение,  
разделы 1, 2, 3, 4)

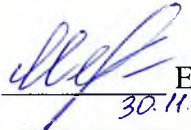
Исполнители  
к.т.н., доц.

  
\_\_\_\_\_  
30.11.2022 Н.В. Скобова  
подпись, дата (раздел 1, 4, 5)


Главный технолог ОАО «БПХО»

  
\_\_\_\_\_  
30.11.22 Р.М. Ромейко  
подпись, дата (раздел 1, 2, 3)

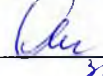
Начальник химической  
лаборатории ОАО «БПХО»

  
\_\_\_\_\_  
30.11.22 Е.В. Швайдюк  
подпись, дата (раздел 1, 2, 3)

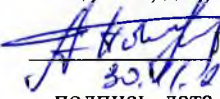
Магистрант

  
\_\_\_\_\_  
30.11.2022 Ю.И. Марущак  
подпись, дата (раздел 2, 5)


к.т.н., доц.

  
\_\_\_\_\_  
30.11.2022 Н.А. Абрамович  
подпись, дата (раздел 1)

доцент

  
\_\_\_\_\_  
30.11.2022 И.В. Попковская  
подпись, дата (раздел 1)

Нормоконтроль

  
30.11.2022 Н.В. Скобова

## РЕФЕРАТ

Отчет 120 стр., 37 рис., 48 табл., 37 источн., 5 прил.

ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫЕ И ХЛОПКОПОЛИЭФИРНЫЕ ТКАНИ, ПОЛИМЕРНОЕ ПОКРЫТИЕ, ПОЛИУРЕТАНОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, НОМЕНКЛАТУРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА, ГЛУБИНА ПРОПИТКИ, ВЯЗКОСТЬ, ГИДРОСТАТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ, КИНЕТИКА СУШКИ, ТЕРМОФИКСАЦИЯ

Объектом исследования является технология формирования многофункционального текстильного материала с полимерным покрытием.

Цель работы – разработка технологии формирования декоративных текстильных материалов с полиуретановым покрытием, изучение влияния технологических параметров нанесения полимерного связующего на структурные характеристики формируемого изделия, создание нового ассортимента текстильных материалов со специальными свойствами.

Задачи работы – выбор ассортимента хлопчатобумажных тканей для нанесения специальных покрытий; выбор полимерных композиций; разработка номенклатуры показателей качества новых тканей с полимерным покрытием; изучить факторы, влияющие на глубину и равномерность пропитки тканого полотна; проанализировать кинетику пропитки текстильных структур; смоделировать технологический процесс пропитки текстильной основы полимерным вспененным связующим; изучить процессы сушки и термообработки многофункционального текстильного материала, выполнить математическое моделирование и анализ кинетики сушки и термофиксации полученных материалов с учетом их строения; разработать проект технических условий на ткани с полиуретановым покрытием одежного, мебельного и галантерейного назначения.

В ходе работы проведен анализ современных способов формирования многофункциональных материалов с полимерным покрытием; разработана номенклатура показателей качества нового ассортимента текстиля с покрытием; исследованы физико-механические, гигиенические и эксплуатационные свойства опытных образцов тканей с полиуретановым покрытием; разработан проект технических условий на материалы текстильные с полиуретановым покрытием. Изучены факторы, влияющие на кинетику пропитки тканой основы вспененным полимерным связующим. Проведен расчет прочности адгезионного соединения полиуретанового покрытия с тканой основой с использованием системы компьютерной алгебры Maple. Получена математическая зависимость, позволяющая проводить расчет времени и глубины пропитки ткани под

действием гидростатического давления полимерного связующего при варьировании плотности и вязкости полимерного связующего, толщины ткани. Разработана методика расчета массы полимерной композиции, наносимой на поверхность текстильного материала, позволяющая определить общий расход полимерного связующего для единицы площади материала. Получены кинетические и температурные кривые конвективной сушки тканей с полиуретановым покрытием и определены основные характерные периоды для расчета общей продолжительности и выбора рациональных параметров. Выполнена оптимизация режимных параметров сушки и термообработки, изучена зависимость физико-механических свойств готового материала от температуры и продолжительности сушки и термофиксации.

Область применения: текстильная и легкая промышленность

## СОДЕРЖАНИЕ

|   | Стр. |
|---|------|
| Введение.....   | 7    |
| 1 Технологический процесс формирования ткани с полиуретановым покрытием на сушильно-ширильной машине ф. «YAMUNA» (Индия).....                               | 9    |
| 1.1 Объекты исследований.....   | 14   |
| 1.2 Исследование физико-механических, гигиенических и потребительских свойств опытных образцов тканей с полиуретановым покрытием.....                       | 17   |
| 2 Построение номенклатуры показателей качества тканей с полиуретановым покрытием.....   | 21   |
| 2.1 Анализ показателей качества и обобщение требований, предъявляемых к тканям с полимерным покрытием одежного, мебельного и галантерейного назначения..... | 21   |
| 2.2 Определение показателей качества тканей с полиуретановым покрытием одежного назначения.....   | 24   |
| 2.3 Определение показателей качества тканей с полиуретановым покрытием мебельного назначения (в том числе автомобильные чехлы).....                         | 26   |
| 2.4 Определение показателей качества тканей с полиуретановым покрытием галантерейного назначения .....  | 29   |
| 3 Анализ процесса нанесения полимерного связующего на тканую основу....   | 33   |
| 3.1 Объект и предмет исследований.....  | 33   |
| 3.2 Прогнозирование прочности адгезионного соединения ткань-полимерное связующее .....  | 34   |
| 3.3 Исследование зависимости глубины и равномерности пропитки тканого полотна от технологических режимов нанесения полимерного покрытия.....                | 38   |
| 3.4 Прогнозирование расхода полимерного связующего наносимого на ткань.....   | 42   |
| 4 Анализ процесса сушки и термофиксации ткани с полиуретановым покрытием.....   | 47   |
| 4.1 Объект и предмет исследований.....  | 47   |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 4.2 | Исследование сушки ткани с полиуретановым покрытием .....   | 50  |
| 4.3 | Исследование процесса термофиксации полиуретанового покрытия.....   | 54  |
| 4.4 | Оптимизация технологических параметров процесса сушки и термообработки ткани с полиуретановым покрытием ..... | 58  |
| 5   | Получение материалов с огнестойкими свойствами.....   | 68  |
| 5.1 | Объект и предмет исследований.....  | 68  |
| 5.2 | Экспериментальные исследования процесса аппретирования.....   | 71  |
| 5.3 | Методы оценки стойкости материалов к горению  | 74  |
| 5.4 | Экспериментальные исследования пожароопасности материалов с огнестойкой пропиткой.....                        | 77  |
| 6   | Рекомендации по приданию перманентной огнестойкой отделки хлопчатобумажным и смесовым тканям .....            | 84  |
|     | Заключение.....   | 85  |
|     | Список использованных источников.....   | 88  |
|     | Приложение 1.....   | 91  |
|     | Приложение 2.....   | 94  |
|     | Приложение 3.....   | 102 |
|     | Приложение 4.....   | 110 |
|     | Приложение 5.....   | 118 |

## ВВЕДЕНИЕ

Новые экономические условия ставят текстильную отрасль перед необходимостью поиска путей повышения конкурентоспособности и качества продукции при одновременном снижении ее себестоимости. В последние годы в легкой промышленности особую актуальность приобретают многофункциональные текстильные материалы, которые обладают комплексными свойствами.

Самой распространенной и экономически выгодной технологией получения таких материалов является получение многослойных материалов путем нанесения полимерных композиций с различными свойствами на текстильные полотна (ткань, трикотаж, нетканые материалы) подходящим способом. Это дает возможность варьировать свойства создаваемых полотен в очень широких пределах, регулировать их поверхностные и объемные, гигиенические и теплофизические свойства, регулировать анизотропию механических свойств и т.д. Значительное преимущество многослойных многофункциональных текстильных полотен заключается в том, что при толщине 2-3 мм они сохраняют гибкость, возможность их отделки и использования в виде рулонного материала. Эти материалы имеют также достаточную долговечность и прочность и пользуются огромным спросом.

Высокие технологии (hi-tech) на сегодняшний день позволили создать синтетический высокотехнологичный материал, располагающий потребительскими свойствами близкими к натуральной коже - экологически чистая кожа, или «экокожа». Материал состоит из двух слоев, в качестве основы используется тканое хлопчатобумажное полотно (рис. 1). Поверх наносится полимерный слой – микропористый дышащий износостойкий полиуретан, который окрашивают необходимым цветом и тем самым структурируют поверхность.

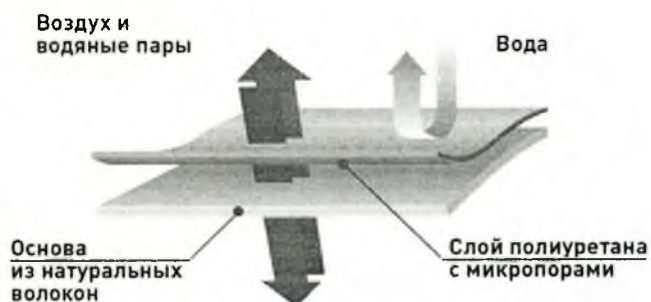


Рисунок 1 – Общий вид экокожи

*Достоинства экокожи:* прочность и эластичность; износостойкость, устойчивость к истиранию и разрывам; возможен любой дизайн полотна (цвет, текстура); гипоаллергенность; воздухопроницаемость; формоустойчивость (не растягивается, не протирается на сгибах); простота в уходе (не впитывает грязь и воду); гигроскопичность изнанки; материал успешно противостоит воздействию низких температур и не грубеет на морозе; ткани не страшен ультрафиолет; доступность в обработке – резать и шить экокожу можно даже в домашних условиях.

*Недостатки экокожи:* может сильно нагреваться на солнце; быстро приходит в негодность, если материал поцарапают домашние животные; не подлежит ремонту – если полиуретановый слой поврежден или сбит, его нельзя восстановить «жидкой кожей» (которой ремонтируют натуральные изделия) или попросту закрасить.

*Области применения.* Эластичный материал используют для создания предметов одежды, обуви, аксессуаров и мебельной обивки. Изделия выглядят достойно, дорого, просты в уходе и служат долгое время.

Из экокожи производят: обивку для мебели (диваны, кресла, стулья, пуфики, табуретки, кухонные уголки); одежду (жакеты, юбки, шорты, брюки, легинсы, платья, пальто, куртки); обувь (туфли, сапоги, босоножки); перчатки; сумки, рюкзаки, клатчи, кошельки; автомобильные чехлы.

Качество готового материала зависит от технологических режимов нанесения полимерного покрытия – скорости движения тканой основы, температура и продолжительность сушки и термофиксации, а также физико-химических свойств полимерной композиции. Толщина слоя регулируется и зависит от прямого назначения материала, например, для мебели используют более прочный жесткий материал, а для одежды – мягкий и эластичный.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кричевский Г.Е. Нано-, био-, химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды. Издание первое. – М.: 2011. - С.528.
2. Милютин Г.Р., Черунова И.В. К вопросу о развитии наноструктурных материалов для безопасности жизнедеятельности/ VI Международная студенческая электронная научная конференция "Студенческий научный форум 2014".
3. Weijun, Y.L., Fai, M., John, X., Leung, T., Kam, L.D., and Pei, L., 2005, Novel Core-shell particles with poly (n-butyl acrylate) cores & chitosan shells as an antibacterial coating for textiles, *Polymer*, 46, 10538-10543.
4. Matejmicusik, T., Igor, M., Katarina, F., and Mohamed, 2007, Conductive polymer coated textiles: The role of fabric treatment by pyrrole-functionalised triethoxySilane., 157, 914-923.
5. Bidoki, S.M., and Wittlinger, R., 2010, Environmental and economical acceptance of polyvinyl chloride (PVC) coating agents., *Journal of Cleaner Production*, 18(3), 219-225.
6. Mondal. S., 2008, Phase change materials for smart textilesAn overview., *Applied Thermal Engineering*, 28(11-12), 1536-1550.
7. Singha K. A Review on Coating & Lamination in Textiles: Processes and Applications/ K. Singha/*American Journal of Polymer Science*. 2012. №2(3). P. 39-49.
8. Chang, H.Y., Tzeng, W.J., Lin, C.H., and Cheng, S.Y., 2011, Ionic compounds lamination reaction and characteristics of photosensitive copper indium sulfide on titania nanotube ar-rays., *Journal of Alloys and Compounds*, 509, 35(1), 8700-8706.
9. Нанесение покрытий и пропитка бумаги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.iefusfeu.ru/images/Images\\_users/Vurasko/261700.68/%D0%A2%D0%9E%D0%B8%D0%9F%D0%91%D0%B8%D0%9A/2.2\\_Nanesenie\\_pokritii\\_i\\_propitka\\_bumagi.pdf](http://www.iefusfeu.ru/images/Images_users/Vurasko/261700.68/%D0%A2%D0%9E%D0%B8%D0%9F%D0%91%D0%B8%D0%9A/2.2_Nanesenie_pokritii_i_propitka_bumagi.pdf).
10. Patent US 20130129925 A1. Roll blade coating method and roll blade coating apparatus / Shuji Hanai, Satoshi Nakazawa, Nobuyuki Nagasawa, Tetsuya Hara; ShujiHanai, Satoshi Nakazawa, Nobuyuki Nagasawa, Tetsuya Hara. - stated 04.08.2011; pub. 23.05.2013.
11. Patent US 5068133 A. Process for producing heatsensitive recording material using roll blade coating / Matsumoto H., Takami M.; Mitsubishi Paper Mills, Limited. - stated 25.10.1988; pub. 26.11.1991.
12. Patent US 9248054 B2. Methods and apparatus for making elastic laminates / Darrell Ian Brown, John Andrew Strasemeier; The Procter & Gamble Company. – stated 27.11.2012; pub. 02.02.2016.

13. Nakamura, M., Yang, C., Tajima, K., and Hashimoto, K., 2009, High-performance polymer photovoltaic devices with inverted structure prepared by thermal lamination., *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 93(9), 1681-1684.
14. Patent US 20020076503 A1. Clothing article such as a working or protective glove made from a textile support / Patrick Borreani, Pierre Vaillle; Patrick Borreani, Pierre Vaillle. - stated 09.07.1998; pub. 20.06.2002.
15. Patent US 8137606 B2. Lightweight thin flexible polymer coated glove and a method therefor / Eric Thompson, Dave Narasimhan, Jeffrey C. Moreland, Hafsah Mohd Ghazaly; Ansell Healthcare Products Llc. - stated 25.08.2010; pub. 20.03.2012.
16. Fern, N., Alam, P., Touaiti, F., and Toivakka, M., 2012, atigue life predictions of porous composite paper coating., *International Journal of Fatigue*, 38, 181-187.
17. Patent US 20090042320 A1. Methods for liquid transfer coating of three-dimensional substrates / David Xuan-Qi Wang, Mehrdad M. Moslehi, Somnath Nag; Solexel, Inc. - stated 18.08.2008; pub. 12.02.2009.
18. Patent US 8512581 B2. Methods for liquid transfer coating of three-dimensional substrates / David Xuan-Qi Wang, Mehrdad M. Moslehi, Somnath Nag; Solexel, Inc. – stated 18.08.2008; pub. 20.08.2013.
19. Patent US CA 1250191 A2. Transfer coating of abrasionresistant layers / Israel S. Ungar, Herbert I. Scher, Nelson L. O'neill; Israel S. Ungar, Herbert I. Scher, Nelson L. O'neill, Nevamar Corporation. - stated 21.01.1988; pub. 21.02.1989.
20. Абдуллин И.Ш., Ибрагимов Р.Г., Вишневская О.В., Вишневский В.В., Осипов Н.В., Шараев Ю.В. Технология каландрования полимеров для изготовления тканей с мембранным покрытием// Вестник Казанского технологического университета. 2014. N 13.С 102-109.
21. Патент РФ 2394956. Способ получения защитного гидрофобного и олеофобного покрытия на текстильном материале/ А.М. Музафаров, О.А. Серенко, А.М. Мышковский, Л.Н. Никитин, Л.М. Полухина, Н.В. Вестник технологического университета. 2016. Т.19, №18 - заявл. 09.12.2008; опубли. 20.07.2010.
22. Mass, L.I., Ed.. *Encyclopedia of PVC*. rod. 3. Marcel Dekker, New York. 1977.
23. Timm W.V.. *PVC Mastics*. Elsevier Applied Science. London: New York. 1990.
24. Ashish Kumar Sen. *Coated Textiles: Principles and plications*, Second Edition. – 2007. - 264 p. ISBN: 1420053450.
25. Titow W.V. *PVC Polymers*. - Springer Netherlands, 1990. - 53-101 p. ISBN: 978-1-85166-471-9.

26. Reid, R.G., and Paskaramoorthy, R., 2011, An extension to classical lamination theory for use with functionally graded plates., *Composite Structures*, 93(2), 639-648.
27. Patent US 3402086 A. Hot-melt extrusion coating process / Donald J Endsley, William F Smith; Dow Chemical Co. - stated 05.06.1964; pub. 17.09.1968.
28. Мартин Дж., Смит В. Производство и применение резинотехнических изделий. – 2016. – 480 с. ISBN: 5- 93913-089-5.
29. Федюкин, В. К. Квалиметрия. Измерение качества промышленной продукции: учебное пособие / В. К. Федюкин. – Москва: Кнорус, 2009. – 320 с.
30. Ясинская, Н. Н. Теоретические и технологические основы формирования комбинированных текстильных материалов: дисс. ... д-ра техн. наук : 05.19.02 / Н. Н. Ясинская. – Москва, 2020. – 471 с.
31. Шустов, Ю. С. Основы текстильного материаловедения / Ю. С. Шустов. – Москва : МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2017. – 302 с
32. Севостьянов, П. А. Компьютерное моделирование в задачах исследования текстильных материалов и производств / П. А. Севостьянов, Д. А. Забродин, П. Е. Дасюк. – Москва: «Тисо Принт», 2014. – 264 с.
33. Лыков, А. В. Явления переноса в капиллярно-пористых телах / А. В. Лыков. – Москва: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1954. – 296 с.
34. Лыков, А. В. Теория теплопроводности / А. В. Лыков. – Москва: Изд. «Высшая школа», 1967. – 600 с.
35. Ребиндер, П. А. О формах связи влаги в материалах в процессе сушки / П. А. Ребиндер // Научно-техническое совещание по сушке. – Москва, 1958. – С. 20–33.
36. Рудобашта, С. П. Массоперенос в системах с твёрдой фазой / С. П. Рудобашта. – Москва: Химия, 1980. – 248 с.
37. Осипов, Ю. Р. Теплоперенос при термообработке многослойных систем с эластомерными покрытиями: монография / Ю. Р. Осипов, С. Ю. Осипов, О. А. Панфилова. – Вологда: ВоГТУ, 2012. – 155 с.