

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-3-16-28>

УДК 677.017:677.077.625.121

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА МЕМБРАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. Н. БУРКИН¹, Д. К. ПАНКЕВИЧ¹⁺, В. Г. КУДРИЦКИЙ²

¹Витебский государственный технологический университет, Московский проспект, 72, 210038, г. Витебск, Беларусь

²Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого НАН Беларуси, ул. Кирова, 32а, 246050, Гомель, Беларусь

Цель работы — анализ влияния способов получения и структуры современных композиционных слоистых текстильных материалов, содержащих полиуретановую мембрану, применяемых для изготовления изделий легкой промышленности специального и спортивного назначения, на их эксплуатационные свойства для выявления особенностей строения наиболее перспективных материалов, обеспечивающих высокий и стабильный уровень паропроницаемости и водонепроницаемости в процессе эксплуатации.

В статье приведено обоснование термина «мембранные текстильные материалы», кратко изложена история возникновения и совершенствования мембранных технологий в текстиле и представлен обзор способов формирования мембран и способов получения композиционных слоистых текстильных материалов, разработана их классификация по макроструктуре, способу получения композита и виду полимера мембраны. Выявлено 6 типов материалов, содержащих полиуретановую мембрану, приведены результаты наблюдений за опытными образцами одежды из таких материалов. Выявлены типы материалов, обладающих высоким уровнем потребительских свойств по данным экспериментальной носки одежды из них. Методом сканирующей электронной микроскопии проведено исследование микроструктуры композиционных слоистых текстильных материалов этих типов. Исследована водонепроницаемость материалов методом высокого гидростатического давления до и после стирок и моделирования эксплуатационных воздействий. Проведено исследование паропроницаемости материалов стандартным гравиметрическим методом. На основании анализа результатов исследования выявлено, что способ производства не влияет на уровень водонепроницаемости и паропроницаемости мембранных текстильных материалов, а материалы со схожей структурой проявляют схожие свойства. Установлено, что материалы, поверхность мембраны которых модифицирована микрочастицами, проявляют высокую устойчивость к многоцикловым физико-механическим воздействиям. Показано, что высокими показателями эксплуатационных свойств обладают материалы, текстильная основа которых имеет толщину от 117 мкм до 128 мкм и характеризуется высокой плотностью нитей по основе и утку от 520 нитей до 620 нитей на 10 см полотна. Показано, что применение анизотропных в направлении, перпендикулярном поверхности материала, мембран с развитой пористой структурой, позволяет получить композиционные текстильные материалы, обладающие одновременно высокими значениями показателей водонепроницаемости и паропроницаемости.

Ключевые слова: текстильные материалы для одежды, мембрана, структура, способ получения, классификация, микроскопия, водонепроницаемость, паропроницаемость.

STRUCTURE AND PROPERTIES OF MEMBRANE TEXTILE MATERIALS

A. N. BURKIN¹, D. K. PANKEVICH¹⁺, V. G. KUDRITSKIY²

¹Vitebsk State Technological University, Moskovsky Ave, 72, 210038, Vitebsk, Belarus

²V. A. Belyi Metal-Polymer Research Institute of National Academy of Sciences of Belarus, 32a, Kirov St., 246050, Gomel, Belarus

⁺Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: dashapan@mail.ru

The purpose of the work is to analyze the influence of the methods of obtaining and the structure of modern composite layered textile materials containing a polyurethane membrane, used for the manufacture of light industry products for special and sports purposes, on their performance properties to identify the structural features of the most promising materials that provide high and stable the level of vapor permeability and waterproofness during operation.

The article provides a rationale for the term "membrane textile materials", briefly outlines the history of the emergence and improvement of membrane technologies in textiles and provides an overview of the methods of forming membranes and methods of obtaining composite layered textile materials, developed their classification according to the macrostructure, the method of obtaining the composite and the type of membrane polymer. 6 types of materials containing a polyurethane membrane have been identified, and the results of observations of prototypes of clothing made from such materials are presented. The types of materials with a high level of consumer properties were revealed according to the experimental wear of clothing made from them. The microstructure of composite layered textile materials of these types has been investigated by scanning electron microscopy. The waterproofness of materials was investigated by the method of high hydrostatic pressure before and after washing and modeling of operational influences.

A study of the vapor permeability of materials was carried out using a standard gravimetric method. Based on the analysis of the research results, it was revealed that the production method does not affect the level of waterproofing and vapor permeability of membrane textile materials, and materials with a similar structure exhibit similar properties. It has been established that materials whose membrane surface is modified with microparticles exhibit high resistance to high-cycle physical and mechanical effects. It is shown that high performance properties are possessed by materials, the textile base of which has a thickness of 117 microns to 128 microns and is characterized by a high density of threads along the warp and weft from 520 threads to 620 threads per 10 cm of fabric. It is shown that the use of membranes with a developed porous structure, anisotropic in the direction perpendicular to the surface of the material, makes it possible to obtain composite textile materials that simultaneously have high values of waterproofness and vapor permeability.

Keywords: textile materials for clothes, membrane, structure, production method, classification, microscopy, waterproofness, vapor permeability.

Поступила в редакцию 06.04.2020

© А. Н. Буркин, Д. К. Панкевич, В. Г. Кудрицкий, 2020

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в [редакцию журнала](#)
Full text of articles can be purchased from the editorial office

Адрес редакции: ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь
Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Address: Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus
Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: polmattex@gmail.com
Web: <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

Образец цитирования:

Буркин А. Н., Панкевич Д. К., Кудрицкий В. Г. Структура и свойства мембранных текстильных материалов // Полимерные материалы и технологии. 2020. Т. 6, № 3. С. 16–28. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-3-16-28>

Citation sample:

Burkin A. N., Pankevich D. K., Kudritskiy V. G. Struktura i svoystva membrannykh tekstil'nykh materialov [Structure and properties of membrane textile materials]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2020, vol. 6, no. 3, pp. 16–28. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-3-16-28>

Литература

1. Садовский В. В., Самойлов М. В., Кохно Н. П., Ковалев А. Н., Перминов Е. В., Паневчик В. В., Миронович И. М., Тарасевич В. А. Производственные технологии : учебник для студентов вузов. Минск: БГЭУ, 2008. 431 с.
2. Гольдаде В. А., Струк В. А., Воронцов А. С., Авдейчик С. В. Материаловедение и технология полимеров и композитов : учебное пособие для студентов вузов. Гродно : ГрГУ, 2018. 351 с.
3. Струк В.А., Пинчук Л.С., Мышкин Н.К., Гольдаде В.А., Витязь П.А. Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях : учебно-справочное руководство. Долгопрудный: Интеллект, 2010. 536 с.
4. Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing / ed. J. T. Williams. UK : Woodhead Publishing, 2018. 590 p.
5. Holmes D. A. Waterproof breathable fabrics // Handbook of Technical Textiles / eds.: A. R. Horrocks and S. C. Anand. Cambridge : Woodhead, 2000, pp. 282–315.
6. Smart Textile Coatings and Laminates / ed. William C. Smith. England : Woodhead Publishing, 2010. 320 p.
7. Yalcinkaya M. A look into the polyamide, polyester and polypropylene markets // Chemical Fibers International, 2014, vol. 64, no. 2, pp. 57–59.
8. Рейтлингер С. А. Проницаемость полимерных материалов. М. : Химия, 1974. 272 с.
9. Кудашев С. В. Влияние полифторированных модификаторов на структуру и свойства гетероцепных полимеров : дис... канд. хим. наук : 02.00.06. Волгоград, 2011. 167 с.
10. Полубояров В. А., Коротаева З. А., Белкова Т. Б., Гончаров А. И., Трофимова А. С., Селютин Г. Е. Влияние модифицирования полимеров нанодисперсными керамическими частицами на свойства нанокompозитов // Материаловедение. 2011. № 10. С. 42–46.
11. Абдуллин И. Ш., Ибрагимов Р. Г., Зайцева О. В., Вишневецкий В. В., Осипов Н. В. Современные ткани с мембранным покрытием // Вестник Казанского технологического университета. 2014. № 12. С. 37–41.
12. Абдуллин И. Ш., Ибрагимов Р. Г., Зайцева О. В., Парошин В. В. Современные методы изготовления композиционных мембран // Вестник казанского технологического университета, 2013. № 9. С. 24–34.
13. Сироткин О. С. Основы инновационного материаловедения: монография. Москва : Инфра-М, 2016. 157 с.
14. Буркин А. Н., Махонь А. Н., Панкевич Д. К. Эксплуатационные свойства текстильных материалов: монография. Витебск : ВГТУ, 2018. 218 с.
15. Андрианова Г. П., Полякова К. А., Фильчиков А. С., Матвеев Ю. С. Химия и технология полимерных пленочных материалов и искусственной кожи: учеб. для студентов вузов : в 2 ч. Ч. 2. Технологические процессы производства полимерных пленочных материалов и искусственной кожи. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Легпромбытиздат, 1990. 384 с.
16. Active Coatings for Smart Textiles / ed. Jinlian Hu. UK : Woodhead Publishing Ltd, 2016. 482 p.
17. Lomax G. R. Hydrophilic polyurethane coatings // Journal of coated fabrics, 1990, vol. 20, is. 2. pp. 88–107.
18. Textiles for cold weather apparel / ed. Williams J. T. UK : Woodhead Publishing Ltd, 2009. 432 p.
19. Барнягина О. В., Мухаматдинова Р. Э., Пухачева Э. Н., Матвеева В. Ю. Селективно-проницаемые мембраны с высоким уровнем паропроницаемости и защитных свойств // Вестник технологического университета, 2017. Т. 20, № 21. С. 28–31.
20. Буркин А. Н., Панкевич Д. К. Гигиенические свойства мембранных текстильных материалов : монография. Витебск : ВГТУ, 2020. 190 с.
21. Панкевич Д. К. Оценка эксплуатационных свойств композиционных слоистых текстильных материалов для водозащитной одежды: дис. ... канд. техн. наук : 05.19.01. Витебск, 2017. 244 с.

References

1. Sadovskiy V. V., Samoylov M. V., Kokhno N. P., Kovalev A. N., Perminov E. V., Panevchik V. V., Mironovich I. M., Tarasevich V. A. *Proizvodstvennyye tekhnologii* [Production technology] Minsk: BGEU Publ., 2008. 431 p.
2. Gol'dade V. A., Struk V. A., Vorontsov A. S., Avdeychik S. V. *Materialovedenie i tekhnologiya polimerov i kompozitov* [Materials science and technology of polymers and composites]. Grodno : GrGU Publ., 2018. 351 p.
3. Struk V. A., Pinchuk L. S., Myshkin N. K., Gol'dade V. A., Vityaz' P. A. *Materialovedenie v mashinostroenii i promyshlennykh tekhnologiyakh* [Material science in mechanical engineering and industrial technology: a training manual]. Dolgoprudnyy : Intellect Publ., 2010. 536 p.
4. *Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing*. Ed. J. T. Williams. UK : Woodhead Publishing, 2018. 590 p.
5. Holmes D. A. Waterproof breathable fabrics. *Handbook of Technical Textiles*. Eds.: A. R. Horrocks and S. C. Anand. Cambridge : Woodhead Publishing, 2000, pp. 282–315.
6. *Smart Textile Coatings and Laminates*. Ed. William C. Smith. England : Woodhead Publishing, 2010. 320 p.
7. Yalcinkaya M. A look into the polyamide, polyester and polypropylene markets. *Chemical Fibers International*, 2014, vol. 64, no. 2, pp. 57–59.
8. Reytlinger S. A. *Pronitsaemost' polimernykh materialov* [Permeability of polymeric materials]. Moscow : Khimiya Publ., 1974. 272 p.
9. Kudashev S. V. Vliyaniye poliflorirovannykh modifikatorov na strukturu i svoystva geterotsepykh polimerov. Diss. kand. khim. nauk [Influence of polyfluorinated modifiers on the structure and properties of hetero-chain polymers. PhD chem. sci. diss.]. Volgograd, 2011. 167 p.
10. Poluboyarov V. A., Korotaeva Z. A., Belkova T. B., Goncharov A. I., Trofimova A. S., Selyutin G. E. Vliyaniye modifitsirovaniya polimerov nanodispersnyimi keramicheskimi chastitsami na svoystva nanokompозitov [Influence of polymer modification with nanodispersed ceramic particles on the properties of nanocomposites]. *Materialovedenie* [Materials Science], 2011, no. 10, pp. 42–46.
11. Abdullin I. Sh., Ibragimov R. G., Zaytseva O. V., Vishnevskiy V. V., Osipov N. V. Sovremennyye tkani s membrannym pokrytiem [Modern fabrics with a membrane coating]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University], 2014, no. 12, pp. 37–41.
12. Abdullin I. Sh., Ibragimov R. G., Zaytseva O. V., Paroshin V. V. Sovremennyye metody izgotovleniya kompozitsionnykh membran [Modern methods of manufacturing composite membranes]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University], 2013, no. 9, pp. 24–34.
13. Sirotkin O. S. *Osnovy innovatsionnogo materialovedeniya: monografiya* [Fundamentals of innovative materials science: monograph]. Moscow : Infra-M Publ., 2016. 157 p.
14. Burkin A. N., Makhon' A. N., Pankevich D. K. *Ekspluatatsionnyye svoystva tekstil'nykh materialov: monografiya* [Operational properties of textile materials: monograph]. Vitebsk : VGTU Publ., 2018. 218 p.
15. Andrianova G. P., Polyakova K. A., Fil'chikov A. S., Matveev Yu. S. *Khimiya i tekhnologiya polimernykh plenochnykh materialov i iskusstvennoy kozhi : ch. 2* [Chemistry and technology of polymer film materials and artificial leather: textbook. for universities. Part 2]. 2nd ed. Moscow: Legprombytizdat Publ., 1990. 384 p.
16. *Active Coatings for Smart Textiles*. Ed. Jinlian Hu. UK : Woodhead Publishing Ltd, 2016. 482 p.

-
17. Lomax G. R. Hydrophilic polyurethane coatings. *Journal of coated fabrics*, 1990, vol. 20, is. 2. pp. 88–107.
 18. *Textiles for cold weather apparel*. Ed. Williams J. T. UK : Woodhead Publishing Ltd, 2009. 432 p.
 19. Barnyagina O. V., Mukhamatdinova R. E., Pukhacheva E. N., Matveeva V. Yu. Selektivno-pronitsaemye membrany s vysokim urovnem paropronitsaemosti i zashchitnykh svoystv [Selectively permeable membranes with a high level of vapor permeability and protective properties]. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University], 2017, vol. 20, no. 21, pp. 28–31.
 20. Burkin A. N., Pankevich D. K. *Gigienicheskie svoystva membrannykh tekstil'nykh materialov* [Hygienic properties of membrane textile materials]. Vitebsk : VGTU Publ., 2020. 190 p.
 21. Pankevich D. K. Otsenka ekspluatatsionnykh svoystv kompozitsionnykh sloistykh tekstil'nykh materialov dlya vodozashchitnoy odezhdy. Diss. kand. tekhn. nauk [Evaluation of the operational properties of composite layered textile materials for waterproof clothing. PhD eng. sci. diss.]. Vitebsk, 2017. 244 p.
-