

DOI: 10.32864/polymmattech-2025-11-4-72-79

УДК 620.22:677.494:66.067.123.22

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ПОЛИПАРАКСИЛИЛЕНОВОГО ПОКРЫТИЯ

В. Ю. ШУМСКАЯ⁺, Д. В. БРЕЛЬ, В. А. СТРАТАНОВИЧ, Л. А. КАЛИНИН, Л. Ф. ИВАНОВ

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

Цель работы — изучение влияния полипараксилиленового покрытия, нанесённого методом вакуумно-пиролитической полимеризации, на морфологию, поверхностные свойства, поровую структуру, прочностные и фильтрационные характеристики волокнисто-пористых материалов (ВПМ) — боросиликатной стеклоткани класса Н13 и материала Грифтекс.

Установлено, что формирование покрытия приводит к снижению краевых углов смачивания для полярных жидкостей и растеканию капель неполярных жидкостей (масло ТП-22, 1-бромнафталин), что свидетельствует о неполярном характере модифицированной поверхности и высокой адгезии масла к волокнам. Испытания на капиллярный подъём подтвердили выраженную олеофильность обработанных образцов. Порометрические исследования показали равномерное сужение пор у Н13, средняя пора и газопроницаемость снизились в 1,2 и в 1,5 раза соответственно, и перераспределение пор у Грифтекса, увеличение максимальной поры с 97 мкм до 110 мкм при снижении минимальной с 5,8 мкм до 3,9 мкм. Прочностные испытания материалов установили рост разрывного усилия в 2,4–2,6 раза за счёт формирования конформного покрытия и повышения межволоконного сцепления. Фильтрационные испытания на аэрозоле масла ТП-22 показали, что при малых дозах димера (1–2 г) эффективность фильтрации снижается вследствие адгезии масла и частичной блокировки фильтрующего объёма, однако при увеличении массы димера до 4 г наблюдается частичное восстановление фильтрационной способности при сохранении пониженного перепада давления. Полученные результаты демонстрируют возможность целенаправленного регулирования эксплуатационных характеристик ВПМ за счёт варьирования массы сублимированного димера.

Ключевые слова: полипараксилиленовое покрытие, вакуумно-пиролитическая полимеризация, волокнисто-пористые материалы, боросиликатная стеклоткань Н13, материал Грифтекс, краевой угол смачивания, поровая структура, газопроницаемость, прочностные характеристики, эффективность фильтрации.

⁺Автор для переписки. E-mail: viktoriya-shumsk@mail.ru

Для цитирования:

Шумская В. Ю., Брель Д. В., Стратанович В. А., Калинин Л. А., Иванов Л. Ф. Регулирование поверхностных свойств фильтрующих материалов с помощью полипараксилиленового покрытия // Полимерные материалы и технологии. 2025. Т. 11, № 4. С. 72–79. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2025-11-4-72-79>

⁺Author for correspondence. E-mail: viktoriya-shumsk@mail.ru

For citation:

Shumskaya V. Yu., Brel' D. V., Stratanovich V. A., Kalinin L. A., Ivanov L. F. Regulirovanie poverkhnostnykh svoystv fil'truyushchikh materialov s pomoshch'yu poliparaksililenovogo pokrytiya [Regulation of surface properties of filter materials using polyparaxylilene coating]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2025, vol. 11, no. 4, pp. 72–79. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2025-11-4-72-79>

REGULATION OF SURFACE PROPERTIES OF FILTER MATERIALS USING POLYPARAXYLIENE COATING

V. YU. SHUMSKAYA⁺, D. V. BREL⁺, V. A. STRATANOVICH, L. A. KALININ, L. F. IVANOV

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

The aim of this study was to investigate the effect of a polyparaxylylene coating applied via vacuum pyrolytic polymerization on the morphology, surface properties, pore structure, strength, and filtration characteristics of fibrous-porous materials (FPM) — class H13 borosilicate glass paper and Griftex. It was found that the coating reduced the contact angles for polar liquids and caused droplet spreading for non-polar liquids (TP-22 oil, 1-bromonaphthalene), indicating the non-polar nature of the modified surface and high adhesion of the oil to the fibers. Capillary rise tests confirmed the pronounced oleophilicity of the treated samples. Porometric studies revealed a uniform narrowing of the pores in H13, with the average pore and gas permeability decreasing by 1.2 and 1.5 times, respectively. Griftex also demonstrated a redistribution of pores, with the maximum pore increasing from 97 to 110 μm while the minimum pore decreased from 5.8 to 3.9 μm . Strength testing of the materials revealed a 2.4–2.6-fold increase in breaking force due to the formation of a conformal coating and increased interfiber adhesion. Filtration tests on TP-22 oil aerosol showed that at low dimer doses (1–2 g), filtration efficiency decreases due to oil adhesion and partial blockage of the filter volume. However, with an increase in the dimer mass to 4 g, partial restoration of filtration capacity is observed while maintaining a reduced pressure drop. The obtained results demonstrate the possibility of targeted regulation of the performance characteristics of the FPM by varying the mass of the sublimated dimer.

Keywords: polyparaxylylene coating, vacuum-pyrolytic polymerization, fibrous-porous materials, borosilicate glass paper H13, Griftex material, contact angle, pore structure, gas permeability, strength characteristics, filtration efficiency.

Поступила в редакцию 21.10.2025

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/>

Литература

1. Ужов В. Н., Мягков Б. И. Очистка промышленных газов фильтрами. Москва : Химия, 1970. 318 с.
2. Sutherland K. Filter and filtration handbook. Oxford :Elsevier, 2008. 523 p.
3. Слеткина Л. С., Ануфриева Ю. Я. Придание текстильным материалам гидрофобности и олеофобности // Журнал всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева. 1976. Т. 21, № 1. С. 82–89.
4. Пророкова Н. П., Кумеева С. Ю., Завадский А. Е., Никитин Л. Н. Модификация поверхности полиэтилентерефталатных тканей посредством нанесения гидрофобизирующего покрытия в среде сверхкритического диоксида углерода // Химические волокна. 2009. № 1. С. 26–30.
5. Патент 2488601 РФ, МПК C08F 8/22, C08J 7/12. Способ поверхностного модифицирования полипропиленового материала / Пророкова Н. П., Кумеева Т. Ю., Вавилова С. Ю., Истраткин В. А., Харитонов А. П., Бузник В. М.; заявитель ИХР РАН. N 2012124191; заявл. 09.06.2012; опубл. 27.07.2013.
6. Tianyi Ma, Le Gan, Yang Liu, Shinan Xu, Chenlong Han, Xiaolin Zhao, Xiaobei Zang, Ning Cao. Preparation and application of superhydrophobic polypropylene melt-blown nonwovens by organic solvent etch // Reactive and Functional Polymers, 2025, vol. 207. doi: 10.1016/j.reactfunctpolym.2024.106132
7. Yesuf H. M., Islam S. R., Zhang X., Qin X. Super-hydrophobic blended needle-punched nonwovens integrated with silica-aerogels for PM2.5 filtration // Environmental Engineering Research, 2025, vol. 30, is. 3. doi: 10.4491/eer.2024.404
8. Кутепов А. М., Захаров А. Г., Максимов А. И. Вакуумно-плазменное и плазменно-растворное модифицирование полимерных материалов. Москва : Наука, 2004. 496 с.
9. Максимов А. И., Горберг Б. Л., Титов В. А. Возможности и проблемы плазменной обработки тканей и полимерных материалов //

- Текстильная химия. 1992. № 1. С. 101–118.
10. Maximov A. I., Gorberg B. L., Titov V. A. Possibilities and problems of plasma treatment of fabrics and polymer materials // *Textile Chemistry. Theory, Technology, Equipment* / ed. A. P. Moryganov. New-York : NOVA Science Publishers Inc., 1997, pp. 225–245.
 11. Кутепов А. М., Захаров А. Г., Максимов А. И., Титов В. А. Плазменное модифицирование текстильных материалов: перспективы и проблемы // *Российский химический журнал*. 2002. Т. 46, № 1. С. 103–115.
 12. Горберг Б. Л. Современное состояние и перспективы использования плазмохимической технологии для обработки текстильных материалов // *Текстильная химия*. 2003. № 1. С. 59–68.
 13. Шумская В. Ю., Стратанович В. А., Толстопятов Е. М., Иванов Л. Ф., Калинин Л. А. Модифицирование волокнистых материалов: обзор и перспективы (обзор) // *Полимерные материалы и технологии*. 2025. Т. 11, № 3. С. 6–27. doi: 10.32864/polymmattech-2025-11-3-6-27
 14. Заявка а2024110 ВУ. Способ определения капиллярности лент, тканей, нитей и нетканых материалов и устройство для его осуществления / Стратанович В. А., Иванов Л. Ф., Гракович П. Н. Заявл. 15.05.2024.
 15. Инструкция по эксплуатации порометр POROLUX 500: IB-FT GmbH по состоянию на 25.11.2021. Берлин, Германия, 2021. 130 с.

References

1. Uzhov V. N., Myagkov B. I. *Ochistka promyshlennykh gazov fil'trami* [Cleaning of industrial gases with filters]. Moscow : Khimiya Publ., 1970. 318 p.
2. Sutherland K. *Filter and filtration handbook*. Oxford :Elsevier, 2008. 523 p.
3. Sletkina L. S., Anufrieva Yu. Ya. Pridanie tekstil'nym materialam gidrofobnosti i oleofobnosti [Imparting hydrophobicity and oleophobicity to textile materials]. *Zhurnal vsesoyuznogo khimicheskogo obshchestva im. D. I. Mendeleeva* [Journal of the All-Union Chemical Society named after D. I. Mendeleev], 1976, vol. 21, no 1, pp. 82–89.
4. Prorokova N. P., Kumeeva S. Yu., Zavadskiy A. E., Nikitin L. N. Modifikatsiya poverkhnosti polietilenterefalatnykh tkaney posredstvom naneseniya gidrofobiziruyushchego pokrytiya v srede sverkhkriticheskogo dioksida ugleroda [Surface modification of polyethylene terephthalate fabrics by applying a hydrophobic coating in a supercritical carbon dioxide environment]. *Khimicheskie volokna* [Chemical fibers], 2009, no. 1, pp. 26–30.
5. Prorokova N. P., Kumeeva T. Yu., Vavilova S. Yu., Istratkin V. A., Kharitonov A. P., Buznik V. M. Spособ poverkhnostnogo modifitsirovaniya polipropilenovogo materiala [Method of surface modification of polypropylene material]. Patent RF, no. 2488601, 2013.
6. Tianyi Ma, Le Gan, Yang Liu, Shinan Xu, Chenlong Han, Xiaolin Zhao, Xiaobei Zang, Ning Cao. Preparation and application of superhydrophobic polypropylene melt-blown nonwovens by organic solvent etch. *Reactive and Functional Polymers*, 2025, vol. 207. doi: 10.1016/j.reactfunctpolym.2024.106132
7. Yesuf H. M., Islam S. R., Zhang X., Qin X. Super-hydrophobic blended needle-punched nonwovens integrated with silica-aerogels for PM2.5 filtration. *Environmental Engineering Research*, 2025, vol. 30, is. 3. doi: 10.4491/eer.2024.404
8. Kutepov A. M., Zakharov A. G., Maksimov A. I. *Vakuumno-plazmennoe i plazmenno-rastvornoe modifitsirovanie polimernykh materialov* [Vacuum-plasma and plasma-solution modification of polymeric materials]. Moscow : Nauka Publ., 2004. 496 p.
9. Maksimov A. I., Gorberg B. L., Titov V. A. Vozmozhnosti i problemy plazmennoy obrabotki tkaney i polimernykh materialov [Possibilities and problems of plasma processing of fabrics and polymeric materials]. *Tekstil'naya khimiya* [Textile chemistry], 1992, no. 1, pp. 101–118.
10. Maximov A. I., Gorberg B. L., Titov V. A. Possibilities and problems of plasma treatment of fabrics and polymer materials. *Textile Chemistry. Theory, Technology, Equipment* / ed. A. P. Moryganov. New-York : NOVA Science Publishers Inc., 1997, pp. 225–245.
11. Kutepov A. M., Zakharov A. G., Maksimov A. I., Titov V. A. Plazmennoe modifitsirovanie tekstil'nykh materialov: perspektivy i problemy [Plasma modification of textile materials: prospects and problems]. *Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal* [Rus. Chem. J.], 2002, vol. 46, no. 1, pp. 103–115.
12. Gorberg B. L. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya plazmokhimicheskoy tekhnologii dlya obrabotki tekstil'nykh materialov [Current state and prospects of using plasma-chemical technology for processing textile materials]. *Tekstil'naya khimiya* [Textile chemistry], 2003, no. 1, pp. 59–68.
13. Shumskaya V. Yu., Stratanovich V. A., Tolstopyatov E. M., Ivanov L. F., Kalinin L. A. Modifitsirovanie voloknistykh materialov: obzor i perspektivy (obzor) [Modified fibrous materials: review and prospects (review)]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2025, vol. 11, no. 3, pp. 6–27. doi: 10.32864/polymmattech-2025-11-3-6-27
14. Stratanovich V. A., Ivanov L. F., Grakovich P. N. Spособ opredeleniya kapillyarnosti lent, tkaney, nitey i netkanykh materialov i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya [Method for determining the capillarity of tapes, fabrics, threads and nonwoven materials and a device for its implementation]. Application BY, no. а2024110, 2024.
15. Instruksiya po ekspluatatsii porometr POROLUX 500: IB-FT GmbH [Operating instructions for the POROLUX 500 porometer. IB-FT GmbH]. Berlin, Germaniya, 2021. 130 p.