

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОХРАННОСТИ СВОЙСТВ ОБЪЕМНОГО НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ХОЛЛОФАЙБЕР® P 5197 ПОСЛЕ ДЕЗИНФЕКЦИИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТАНЦИЕЙ «ПЕРЕКСА»**

**STUDY OF THE PRESERVATION OF PROPERTIES OF THE VOLUME NON-WOVEN MATERIAL FOR MEDICAL PURPOSE HOLLOWFIBER P 5197 AFTER DISINFECTION BY THE MULTIFUNCTIONAL STATION "PEREKSA"**

*Д.А. ЛУТОВА, М.С. ЛИСАНЕВИЧ, В.Г. АЛЕКСАНДРОВ*

*D.A. LUTOVA, M.S. LISANEVICH, V.G. ALEKSANDROV*

*(Казанский национальный исследовательский технологический университет)*

*(Kazan National Research Technological University)*

*E-mail: lisanevichms@gmail.com*

*В данной работе представлены исследования характеристик объемного нетканого материала Холлофайбер® P5197 (разрывной нагрузки, воздухопроницаемости, относительного удлинения) после дезинфекции многофункциональной станцией «Перекса» (ООО «Мегатехника»). Станция «Перекса» является эффективным средством дезинфекции. На основе экспериментальных данных можно сделать вывод, что обработка объемного нетканого материала Холлофайбер® P5197 (ООО «Термопол», Москва) оказывает незначительное влияние на воздухопроницаемость, прочность и эластичность материала при увеличении количества циклов обработки, однако материал сохраняет свои функциональные свойства и может подвергаться многократной дезинфекции без значительного ухудшения качества.*

*Данные исследования способствуют обеспечению безопасности и эффективности медицинского оборудования и материалов в процессе их использования.*

*This paper presents the study of the characteristics of the bulk nonwoven material Hollofiber® P5197 (breaking load, air permeability, relative elongation) after disinfection with the multifunctional station "Pereksa" (OOO "Megatekhnika"). The "Pereksa" station is an effective means of disinfection. Based on the experimental data, it can be concluded that the treatment of the bulk nonwoven material Hollofiber® P5197 (OOO "Termopol", Moscow) has an insignificant effect on the air permeability, strength and elasticity of the material with an increase in the number of processing cycles, but the material retains its functional properties and can be subjected to repeated disinfection without significant deterioration in quality.*

*These studies help to ensure the safety and efficiency of medical equipment and materials during their use.*

**Ключевые слова:** биопленка, воздухопроницаемость, разрывная нагрузка, Холлофайбер®, дезинфекция, относительное удлинение.

**Keywords:** biofilm, air permeability, breaking load, Holoiber®, disinfection, relative elongation.

## Введение

Биопленка представляет собой сложное сообщество микроорганизмов, прикрепленных к поверхностям и окруженных экзо-клеточным полисахаридным матриксом (ЭПМ). Эти сообщества формируются в результате взаимодействия между клетками, а также между клетками и окружающей средой. ЭПМ состоит в основном из полисахаридов, но может также включать белки, липиды и нуклеиновые кислоты, что обеспечивает биопленкам защитные свойства и устойчивость к неблагоприятным условиям [1]. В развитии биопленки могут участвовать микроорганизмы разных видов, родов и семейств, образуя моно- и многовидовые сообщества из одного или нескольких видов [2]. Биопленка характеризуется наличием как активных микробных клеток, так и неактивных [3]. Особенности биопленок являются: многослойная структура, состоящая из клеток микроорганизмов и экстрацеллюлярного полимерного вещества, которое защищает их от внешних воздействий; устойчивость к антимикробным препаратам и физическим воздействиям в отличие от свободноплавающих клеток; они могут создавать сложные экосистемы взаимодействия между организмами и участвовать в процессах разложения и круговороте веществ в природе.

Одним из возможных дезинфицирующих средств в борьбе с биопленками является перекись водорода. Перекись водорода концентрацией 6% способна уничтожить спорообразующие бактерии.

Как известно, объемные нетканые материалы широко используются в качестве наполнителей матрасов, подушек и одеял в медицинских учреждениях [4...6]. Однако вопрос сохранности их свойств после процедур дезинфекции остается важным и требует дальнейшего исследования и разработки оптимальных методов обработки.

Соблюдение сохранности свойств медицинских изделий после дезинфекции является важным, поскольку влияет на их безопасность и эффективность. Дезинфекция и стерилизация может изменить свойства изделия, что приведет к непригодно-

сти для использования и риску для здоровья пациентов [7, 8].

## Объект и методы исследования

Объектом исследования является объемный нетканый материал медицинского назначения Холлофайбер P5197 [8, 9] плотностью 150 г/м<sup>2</sup>, который обладает пористой структурой, легкостью, изоляционными свойствами, гипоаллергенностью, устойчивостью к дезинфекции. В медицине может использоваться в различных отраслях медицины: в ортопедии и реабилитации (в качестве наполнителя для ортопедических изделий, таких как подушки, матрасы и ортопедические матрасы для профилактики пролежней); хирургии (для изготовления мягких бандажей и компрессионных изделий), а также в качестве утеплителя для медицинских изделий (включая одеяла) [10...13].

В качестве дезинфицирующего средства использовали пары 6% перекиси водорода и воды с помощью многофункциональной станции для дезинфекции «Перекса» (ООО «Мегатехника») [14...18]. Благодаря изолированной системе подачи перекиси водорода и пар смешиваются только при выходе из насадки прибора в зоне распыления, что приводит к равномерному распределению мелкодисперсионных капель перекиси водорода в паре. Станция «Перекса» обладает не только моющей и дезинфицирующей способностью, но и гарантирует одновременное бактерицидное, фунгицидное, вирулицидное и спороцидное действие.

Для исследования сохранности свойств объемного нетканого материала выбраны методы исследования НМ Холлофайбера P5197, приведенные в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Параметр	Нормативный документ
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> с	ГОСТ Р 56918-2016. Материалы текстильные. Методы испытаний нетканых материалов. Часть 15. Определение воздухопроницаемости
Разрывная нагрузка, Н	ГОСТ Р 53226-2008. Полотна нетканые. Методы определения прочности

Для проведения контрольных измерений выделены 4 контрольные точки:

- а) 1-я точка: 0 циклов дезинфекций;
- б) 2-я точка: 122 цикла дезинфекций (около 4 месяцев ежедневной дезинфекции);
- в) 3-я точка: 244 цикла дезинфекций (около 8 месяцев ежедневной дезинфекции);
- г) 4-я точка: 366 циклов дезинфекций (около 12 месяцев ежедневной дезинфекции).

#### Результаты исследования

График зависимости воздухопроницаемости от количества циклов обработки станцией «Перекса» изображен на рис. 1. На графике видно, что воздухопроницаемость материала остается почти неизменной даже после большого количества циклов дезинфекции. Начальная воздухопроницаемость составляет 92,19  $\text{дм}^3/\text{м}^2/\text{с}$ , а после 366 циклов обработки она снижается незначительно – до 90,06  $\text{дм}^3/\text{м}^2/\text{с}$ . Таким образом, можно сделать вывод, что дезинфекция станцией «Перекса» практически не влияет на воздухопроницаемость материала.

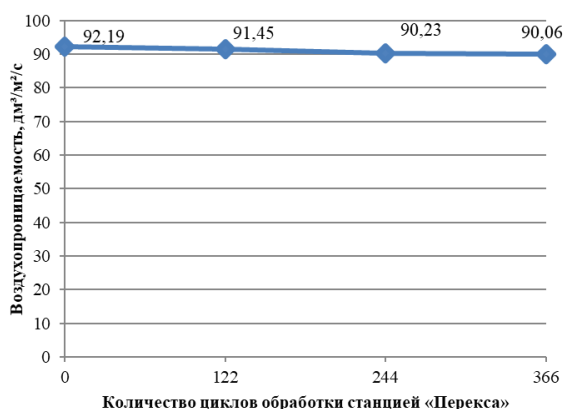


Рис. 1

На рис. 2 представлена зависимость разрывной нагрузки от количества циклов обработки станцией «Перекса». На графике видно, что разрывная нагрузка материала снижается по мере увеличения количества циклов дезинфекции. Начальная разрывная нагрузка составляет 11,76 Н, а после 366 циклов обработки она снижается до 10,14 Н. Таким образом, можно сделать вывод, что дезинфекция станцией «Перекса» оказывает некоторое влияние на прочность материала, снижая его разрывную

нагрузку. Однако снижение разрывной нагрузки не является значительным, что позволяет заключить, что материал сохраняет достаточную прочность даже после многократной дезинфекции. Это важно для обеспечения долговечности и функциональности материала при регулярной обработке.

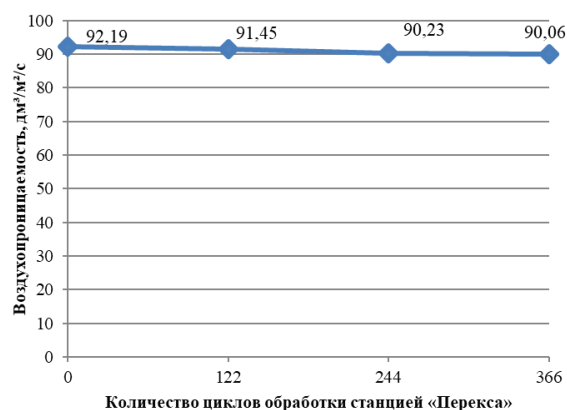


Рис. 2

На рис. 3 показано, как меняется относительное удлинение в зависимости от количества циклов дезинфекции. Снижение относительного удлинения составляет 7,03% после 366 циклов обработки.



Рис. 3

Полученные результаты обобщены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Определяемые параметры	0 циклов дезинфекции	366 циклов дезинфекции
Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2/\text{с}$	92,19±1,77	90,06±3,70
Разрывная нагрузка, Н	11,76±0,16	10,14±0,13
Относительное удлинение, %	64,5±2,37	57,47±3,5

## ВЫВОДЫ

Дезинфекция объемного нетканого материала Холлофайбер Р 5197 станцией «Перекса» уменьшает показатели нетканого материала: воздухопроницаемость на 2,3 %, разрывную нагрузку на 14 %, относительное удлинение при разрывной нагрузке на 7,03 %. Хотя наблюдаются небольшие изменения в этих характеристиках при увеличении количества циклов обработки, материал сохраняет свои функциональные свойства и может подвергаться многократной дезинфекции. Рекомендовано использовать для дезинфекции нетканого материала Холлофайбер Р 5197 многофункциональную станцию «Перекса».

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Ильина Т.С., Романова Ю.М.* Бактериальные биопленки: роль в хронических инфекционных процессах и поиск средств борьбы с ними // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. 2021. № 39(2). С. 14...24.
2. *Hall C.W., Mah T-F.* Molecular mechanisms of biofilm-based antibiotic resistance and tolerance in pathogenic bacteria // FEMS Microbiol Rev. 2017. № 41. P. 276...301.
3. *Jakobsen T.H., Tolker-Nielsen T., Givskov M.* Bacterial biofilm control by perturbation of bacterial signaling processes // Int J Mol Sci. 2017. № 18. P. 1970...1975.
4. *Трещалин Ю.М., Боначев А.Н., Трещалин М.Ю., Киселев М.В.* Преимущество нетканых полотен "Холлофайбер" для изготовления композитов и изделий из них // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы. Иваново: ИВГПУ, 2014. № 1. С. 39...44.
5. *Трещалин Ю.М., Киселев М.В., Хамматова Э.А. и др.* Структурные особенности нетканых материалов "Холлофайбер" // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, № 8. С. 84...86.
6. *Лисаневич М.С., Иванов В.В., Волошина Т.А. и др.* Разработка конструкции спасательного конверта для новорожденных // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2023. № 6 (408). С. 176...182.
7. *Лисаневич М.С., Галимзянова Р.Ю., Мезенцева Е.В.* Анализ влияния радиационной стерилизации на потребительские свойства объемного нетканого материала // Бултеровские сообщения. 2021. Т. 68. № 12. С. 77...82.
8. *Лисаневич М.С., Галимзянова Р.Ю., Хакимуллин Ю.Н. и др.* Исследование влияния радиационной стерилизации на нетканый материал Холлофайбер® // Известия высших учебных заведений. Тех-

нология текстильной промышленности. 2021. № 5 (395). С. 94...101.

9. *Курденкова А.В., Вьюгина А.С., Вьюгина Н.С., Карлина О.Е.* Исследование сжатия нетканого полотна Холлофайбер // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности. 2011. С. 76...77.

10. *Иванов В.В., Мезенцева Е.В.* Научные исследования как неотъемлемый фактор внедрения инноваций (на примере деятельности заводов нетканых материалов "Термопол", Холлофайбер™) // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы. Иваново: ИВГПУ, 2017. № 1. С. 25...31.

11. *Лисаневич М.С., Перушкина Е.В.* Исследование возможности модификации нетканых материалов хлоргексидином с целью придания антибактериальных свойств // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2022. № 4 (43). С. 633...639.

12. *Лисаневич М.С., Галимзянова Р.Ю., Иванов В.В.* Исследование влияния низкотемпературной плазмы на свойства нетканого материала Холлофайбер® // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022. № 5(401). С. 140...145.

13. *Трещалин М.Ю.* Воздухо- и водонепроницаемость нетканых материалов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы. Иваново: ИВГПУ, 2023. № 1. С. 14...20.

14. *Апанович А.Н., Бойко И.И., Зотов В.И., Капральный Ю.В.* Применение новых видов дезинфицирующих растворов как профилактика и вынужденная дезинфекция для предотвращения эпидемий и инфекционных заболеваний // Теория. Инновации. Практика. 2023. С. 18...24.

15. *Дымова С.А., Платонов В.В.* Инновационные методы стерилизации и дезинфекции // Современная наука: актуальные проблемы, достижения и инновации. 2021. С. 333...335.

16. *Ахмадова З.А.Х.* Процессы дезинфекции и стерилизации в медицине и лабораторной диагностике // Медицина, биология и химия. 2017. Т. 4(6). С. 24...27.

17. *Ибрагимов Р.С., Ибадуллин Р.Р.* Некоторые проблемы дезинфектологии // Дезинфекционное дело. 2002. № 4. С. 27...33.

18. *Веселов А.А., Сливинская С.Ф., Назаров В.Ю.* Актуальные проблемы дезинфекции и стерилизации в учреждениях стоматологического профиля // Дезинфекционное дело. 2008. № 3. С. 51...53.

## REFERENCES

1. *Ilyina TS, Romanova Yu.M.* Bacterial biofilms: role in chronic infectious processes and search for means to combat them // Molecular Genetics, Microbiology and Virology. 2021, No. 39 (2). P. 14...24.

2. *Hall C.W., Mah T-F.* Molecular mechanisms of biofilm-based antibiotic resistance and tolerance in pathogenic bacteria // *FEMS Microbiol Rev.* 2017. No. 41. P. 276...301.
3. *Jakobsen T.H., Tolker-Nielsen T., Givskov M.* Bacterial biofilm control by perturbation of bacterial signaling processes // *Int J Mol Sci.* 2017. No. 18. P. 1970...1975.
4. *Treshchalin Yu.M., Bonachev A.N., Treshchalin M.Yu., Kiselev M.V.* Advantages of nonwoven fabrics "Hollofiber" for the manufacture of composites and products from them // *Physics of fibrous materials: structure, properties, high-tech technologies and materials.* Ivanovo:IVGPU, 2014. No. 1. P. 39...44.
5. *Treshchalin Yu.M., Kiselev M.V., Khammatova E.A. et al.* Structural features of nonwoven materials "Hollofiber" // *Bulletin of the Kazan Technological University.* 2014. Vol. 17, No. 8. P. 84...86.
6. *Lisanevich M.S., Ivanov V.V., Voloshina T.A. et al.* Development of rescue envelope design for newborns // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* 2023. No. 6 (408). P. 176...182.
7. *Lisanevich M.S., Galimzyanova R.Yu., Mezentseva E.V.* Analysis of the effect of radiation sterilization on the consumer properties of bulk non-woven material // *Butlerov communications.* 2021. Vol. 68. No. 12. P. 77...82.
8. *Lisanevich M.S., Galimzyanova R.Yu., Khakimullin Yu.N. et al.* Studies on the effects of radiation sterilization on non-woven fabric Hollofiber® // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* 2021. No. 5 (395). P. 94...101.
9. *Kurdenkova A.V., Vyugina A.S., Vyugina N.S., Karlina O.E.* Study of compression of non-woven hollofiber fabric // *New in engineering and technology of textile and light industry.* 2011. P. 76...77.
10. *Ivanov V.V., Mezentseva E.V.* Scientific research as an integral factor in the implementation of innovations (on the example of the activities of nonwoven materials plants "Termopol", Hollofiber™) // *Physics of fibrous materials: structure, properties, high-tech technologies and materials.* Ivanovo: IVGPU, 2017. No. 1. P. 25...31.
11. *Lisanevich M.S., Perushkina E.V.* Study of the possibility of modifying nonwoven materials with chlorhexidine in order to impart antibacterial properties // *News of universities. Applied chemistry and biotechnology.* 2022, No. 4 (43). P. 633...639.
12. *Lisanevich M.S., Galimzyanova R.Yu., Ivanov V.V.* Investigation of the effect of low-temperature plasma on the properties of non-woven material Hollofiber® // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* 2022. No. 5 (401). P. 140...145.
13. *Treshchalin M.Yu.* Air and water permeability of nonwoven materials // *Physics of fibrous materials: structure, properties, high-tech technologies and materials.* Ivanovo: IVGPU, 2023. No. 1. P. 14...20.
14. *Apanovich A.N., Boyko I.I., Zotov V.I., Kapralny Yu.V.* Application of new types of disinfectant solutions as prophylaxis and forced disinfection to prevent epidemics and infectious diseases // *Theory. Innovations. Practice.* 2023. P. 18...24.
15. *Dymova S.A., Platonov V.V.* Innovative methods of sterilization and disinfection // *Modern science: current problems, achievements and innovations.* 2021. P. 333...335.
16. *Akhmadova Z.A.Kh.* Disinfection and sterilization processes in medicine and laboratory diagnostics // *Medicine, biology and chemistry.* 2017. Vol. 4 (6). P. 24...27.
17. *Ibragimov R.S., Ibadulin R.R.* Some problems of disinfectology // *Disinfection business.* 2002. No. 4. P. 27...33.
18. *Veselov A.A., Slivinskaya S.F., Nazarov V.Yu.* Actual problems of disinfection and sterilization in dental institutions // *Disinfection business.* 2008. No. 3. P. 51...53.

Рекомендована кафедрой медицинской инженерии КНИТУ. Поступила 21.10.24.

---