

УДК 678. 677.03
DOI 10.47367/0021-3497_2021_5_94

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
РАДИАЦИОННОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ
НА НЕТКАНЫЙ МАТЕРИАЛ ХОЛЛОФАЙБЕР®**

**STUDIES ON THE EFFECTS
OF RADIATION STERILIZATION
ON NON-WOVEN FABRIC HOLLOFIBER®**

*М.С. ЛИСАНЕВИЧ, Р.Ю. ГАЛИМЗЯНОВА; Ю.Н. ХАКИМУЛЛИН,
Т.А. ФЕДОРОВА, Е.В. МЕЗЕНЦЕВА, В.В. ИВАНОВ*

*M.S. LISANEVICH, R.YU. GALIMZYANOVA, YU.N. HAKIMULLIN,
T.A. FEDOROVA, E.V. MEZENTSEVA, V.V. IVANOV*

(Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
ООО "Термопол")

(Kazan National Research Technological University,
Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),
Thermopol, LLC)

E-mail: lisanevichm@gmail.com; galimzyanovar@gmail.com; info@thermopol.ru

Всемирная организация здравоохранения объявила коронавирус чрезвычайной ситуацией международного значения. В связи с этим нетканые материалы (НМ) рекомендуется активно внедрять и применять для купирования распространения коронавируса в изделиях различного назначения, в том числе медицинских изделиях. Синтетические полиэфирные наполнители в подушках, одеялах, матрацах, утеплители в одежде и строениях являются небиологической неклеточной структурой. В ней не распространяются бактерии, которые, в свою очередь, как и живые организмы, микроорганизмы, могут являться средой для вирусного распространения. Волокна, применяемые в производстве материалов Холлофайбер®, обладают гигроскопичностью менее 1%, в них нет белкового компонента или растительной клетки, что может являться питательной средой для микроорганизмов и соответственно распространения через них вирусов. Однако вопросы вирусного переноса и вирулентности остаются актуальными и проблемными. Одним из эффективных решений является радиационная стерилизация. Проблемой является то, что не все нетканые материалы (НМ) способны выдержать воздействие радиационной стерилизации. В связи с этим объектом исследования выбран высокотехнологичный НМ отечественного производства. Таким образом, исследование влияния

радиационной стерилизации на материал Холлофайбер® является актуальной задачей. В результате изучения НМ Холлофайбер® после радиационного излучения в диапазоне доз от 20...60 кГр существенных изменений потребительских характеристик не произошло. Таким образом, НМ Холлофайбер® ПРОФИ, артикул Р 35191, Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5197, Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5200 рекомендованы для производства медицинских изделий.

The World Health Organization has declared the coronavirus an emergency of international importance. In this regard, non-woven materials (NM) are recommended to be actively introduced and used to stop the spread of coronavirus in products for various purposes, including medical devices. Synthetic polyester fillers in pillows, blankets, mattresses, insulation in clothes and buildings are non-biological non-cellular structure. It does not spread bacteria, which, in turn, like living organisms, microorganisms, can be a medium for viral spread. The fibers used in the production of Hollofiber® materials have a hygroscopicity of less than 1%, they do not have a protein component or a plant cell, which can be a nutrient medium for microorganisms and, accordingly, viruses spread through them. However, the issues of viral transfer and virulence remain relevant and problematic. One effective solution is radiation sterilization. The problem is that not all non-woven materials (NM) are able to withstand exposure to radiation sterilization. In connection with this object of research, a high-tech NM of domestic production was selected. Thus, the study of the effect of radiation sterilization on Hollofiber® material is an urgent task. As a result of studying Hollofayber® NM after radiation in the dose range from 20-60 kGy, there were no significant changes in consumer characteristics. Thus, NM Hollofayber® PROF1, article P 35191, Hollofayber® SOFT, article P 5197, Plollofayber® SOFT, article P 5200 are recommended for the manufacture of medical devices.

Ключевые слова: нетканый материал, радиационная стерилизация, Холлофайбер®, воздухопроницаемость, жесткость, электризуемость, разрывная нагрузка.

Keywords: non-woven material, radiation sterilization, Hollofiber®, air permeability, stiffness, electrification, breaking load.

НМ Холлофайбер® на сегодняшний день находят широкое применение в различных областях промышленности [1], [2]. Одним из значимых направлений является здравоохранение, в частности эвакуационные комплекты для новорожденных, раневые повязки. Чаще всего медицинские изделия из НМ должны подвергаться стерилизации. В настоящее время радиационным методом стерилизуется более 50% медицинских изделий одноразового пользования. Как известно из более ранних исследований [3...8], радиационная стерилизация существенным образом влияет на характеристики НМ, поэтому проводятся

многочисленные исследования, направленные на увеличение радиационной стойкости полимерного волокнистого сырья [9...12]. Таким образом, исследование влияния радиационной стерилизации на нетканые материалы Холлофайбер® является актуальной задачей.

Цель данной работы – исследовать потребительские характеристики материалов Холлофайбер® после радиационного старения.

Объектами исследования являлись нетканые материалы:

- Холлофайбер® ПРОФИ, артикул Р 35191, поверхностная плотность 100 г/м²;

-Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5197, поверхностная плотность 150 г/м²;

- Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5200, поверхностная плотность 300 г/м².

Изучены следующие показатели НМ после радиационной стерилизации: воздухопроницаемость, электризуемость, жесткость при изгибе, прочность при удлинении. Выбор перечисленных показателей обоснован тем, что они в большей степени характеризуют эксплуатационные показатели качества НМ.

Объекты исследования подвергались воздействию электронного излучения на радиационной установке "Электронный стерилизатор" с ускорителем электронов УЭЛВ-10-10-С-70 (Институт физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина (ИФХЭ РАН)). Радиационная стерилизация НМ осуществлялась в диапазоне доз от 20 кГр, что обеспечивает гибель спорообразующих бактерий. Однако из-за особенностей укладки зачастую НМ могут получить повышенную дозу радиации, в связи с этим в ходе работы было исследовано изменение свойств материалов в интервале поглощенной дозы до 60 кГр.

Электризуемость исследовали на измерителе напряженности электростатического поля СТ-01, испытания проводились в соответствии с СанПиН 2.4.7./1.1.1286-03, МУК 4.1/4.3.1485-03.

Для определения воздухопроницаемости использовали диагностический прибор для испытаний на воздухопроницаемость модель: А0003-РС, испытания проводились в соответствии с международным стандартом ГОСТ Р 56918 (ИСО 9073-15:2007) "Материалы текстильные. Методы испытаний нетканых материалов. Часть 15. Определение воздухопроницаемости".

Для определения жесткости при изгибе использовали прибор МТ-360.

Разрывная нагрузка определялась на разрывной машине Zwick/Roell/ BT1-FR2.5TH.140 при температуре 23±2°С в соответствии с ГОСТ Р 53226 "Полотна нетканые. Методы определения прочности".

Для определения диаметра пор использовался порометр серии POROLUX™ 100,

был применен метод сканирующего давления для анализа пор. POROLUX™100 – газожидкостной порометр, предназначенный для быстрых измерений сквозных пор в таких материалах, как фильтры, нетканые материалы, бумага, мембраны, пористые волокна и т.д. В этом методе единственный клапан открывается в течение измерения, при этом давление и результирующий газовый поток измеряются непрерывно. Метод позволяет в течение короткого промежутка времени получить достоверные результаты с высокой воспроизводимостью данных.

Для изучения структуры НМ Холлофайбер® до и после радиационной стерилизации использовали металлографический микроскоп для исследований в отраженном свете Альтами МЕТ 3/ЗМТ.

Одной из существенных потребительских характеристик НМ является их способность пропускать воздух в закрытом состоянии при наличии разности давления воздуха на его наружных и внутренних поверхностях, то есть воздухопроницаемость НМ.

На рис. 1 представлена зависимость показателя воздухопроницаемости нетканых материалов от дозы облучения.

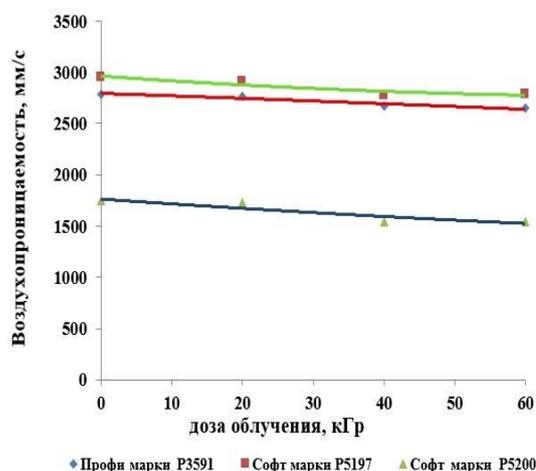


Рис. 1

Выявлено незначительное уменьшение показателя воздухопроницаемости на 5...11%, предположительно это связано с уменьшением размера больших пор. Размеры пор и их количество определены газодинамическим методом.

Анализ результатов экспериментальных данных показал, что во всех случаях радиационная стерилизация приводит к уменьшению размера больших пор и средних, а размер маленьких пор увеличивается. Благодаря радиационной стерилизации структура НМ Холлофайбер® упорядочи-

лась, поры уменьшились и стали более однородными.

В табл. 1 (размер пор НМ Холлофайбер® до и после стерилизации) представлены результаты исследования пор газодинамическим методом.

Таблица 1

Наименование образца	Состояние	Размер маленькой поры (um)	Размер средней поры (um)	Размер большой поры (um)
Холлофайбер® ПРОФИ, артикул Р 35191, поверхностная плотность 100 г/м ²	не стерилиз.	17,35	23,05	183,7
	стерилиз.	15,26	187,9	366,6
Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5197, поверхностная плотность 150 г/м ²	не стерилиз.	20,11	16,32	214,5
	стерилиз.	15,91	90,8	353,2
Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5200, поверхностная плотность 300 г/м ² .	не стерилиз.	47,18	54,44	182,9
	стерилиз.	6,347	88,75	210,9

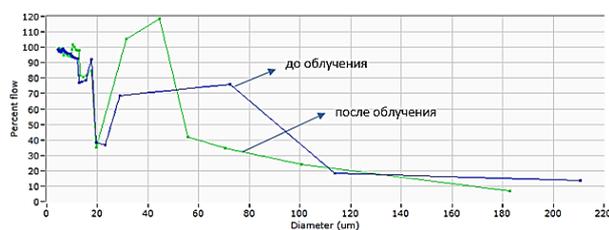
Для НМ Холлофайбер® ПРОФИ, артикул Р 35191, происходит уменьшение больших и средних пор на 49,8 и 87,7 % соответственно, а увеличение маленьких пор на 13%.

Для НМ Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5197, происходит уменьшение больших и средних пор на 39,2 и 83,8% соответственно, а увеличение маленьких пор на 20,8%.

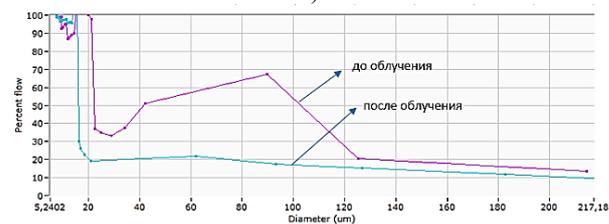
Для НМ Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5200, происходит уменьшение больших и средних пор на 13,27 и 38,69% соответственно, а увеличение маленьких пор в 7,8 раз. На рис. 2 (а...в) представлены результаты дифференциальных кривых образцов НМ, которые являются производными от измеренных значений (расчеты описаны в стандарте ASTM F 316-03 "Standard Test Methods for Pore Size Characteristics of Membrane Filters by Bubble Point and Mean Flow Pore Test").

Дифференциальная кривая показывает процент потока (на оси ординат), который проходит через поры соответствующего размера (на оси абсцисс) и показывает соответствующее значение размера пор на этой оси, то есть показывает "частоту размеров пор". Из графика (рис. 2 – зависимость процента потока от диаметра пор: а) Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5200, б) Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5197,

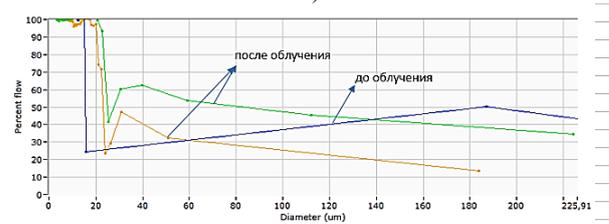
в) Холлофайбер® ПРОФИ, артикул Р 35191) видно, например, что в контрольном образце НМ Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5200, максимальный процент потока приходится на поры диаметром 65...66 мкм, в отличие от стерилизованных образцов, где максимальный процент потока приходится на поры диаметром 40...44 мкм.



а)



б)



в)

Рис. 2

Следующим эксплуатационным показателем является жесткость при изгибе тканей, представляющая собой способность материала сопротивляться изменению формы при действии внешней изгибающей силы. В ходе работы была исследована жесткость образцов НМ до и после обработки радиационным излучением. Результаты представлены на рис. 3 (зависимость поверхностного коэффициента жесткости от дозы облучения).

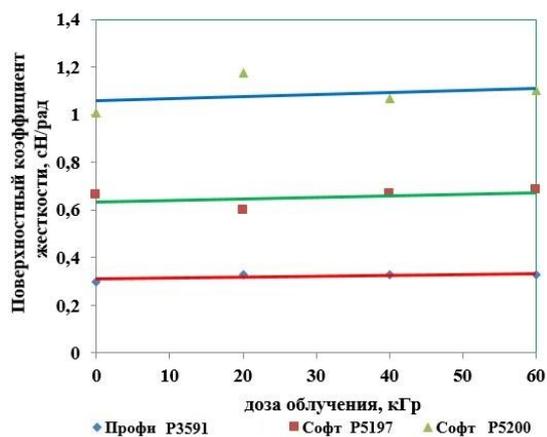


Рис. 3

Как видно из представленного выше рисунка, поверхностный коэффициент возрастает незначительно, в среднем на 3...10%.

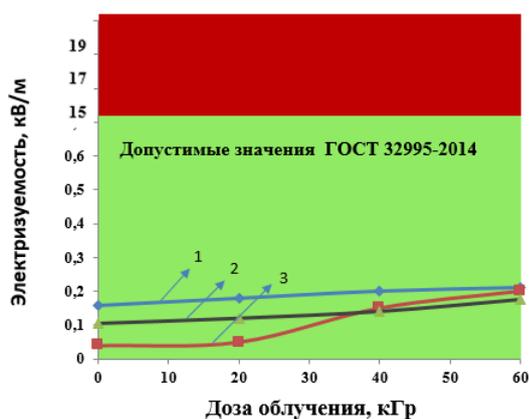


Рис. 4

Электризуемость подразумевает способность материалов в определенных условиях генерировать и накапливать на поверхности статическое электричество. На рис. 4 представлен график зависимости электризуемости от воздействия радиационного облучения, где 1 – Холлофайбер®

СОФТ, артикул Р 5197, 2 – Холлофайбер® ПРОФИ, артикул Р 35191, 3 – Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5200. На рисунке зеленым выделена зона, значения в которой находятся в пределах нормы, красная зона соответственно за пределами нормы, согласно ГОСТ 32995 "Материалы текстильные. Методика измерения напряженности электростатического поля".

Исследования показывают, что воздействие ионизирующего излучения на НМ приводит к увеличению электризуемости для НМ Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5197, и НМ Холлофайбер® ПРОФИ, артикул Р 35191, в 1,3 и 1,6 соответственно, для НМ Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5200, в 5 раз, при дозе облучения 60 кГр значение электризуемости повышается за счет увеличения статического поля под действием ионизирующего излучения. Стоит отметить, что значения электризуемости находятся в пределах нормы, установленной ГОСТ 32995 "Материалы текстильные. Методика измерения напряженности электростатического поля".

Зависимость разрывной нагрузки от дозы облучения представлена на рис. 5.

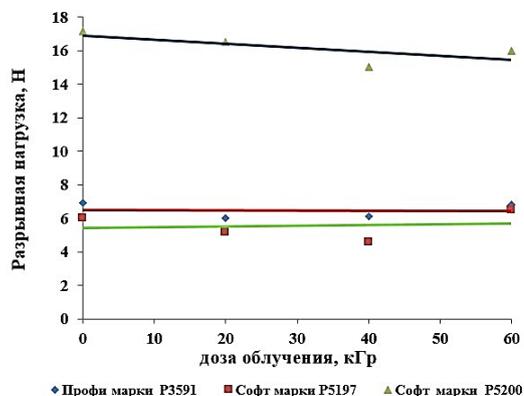


Рис. 5

Анализируя данные, можно заключить, что увеличение дозы ионизирующего облучения практически не сказывается на разрывной нагрузке НМ и изменяется в пределах от 1...5%.

Также образцы были исследованы на металлографическом микроскопе для исследований в отраженном свете, чтобы увидеть изменения в структуре НМ Хол-

лофайбер®. Результаты исследований приведены на рис. 6 (фотографии структуры Холлофайбер®, полученные на металлографическом микроскопе для исследований в отраженном свете Альтами MET 3/3MT (НМ Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5200)).

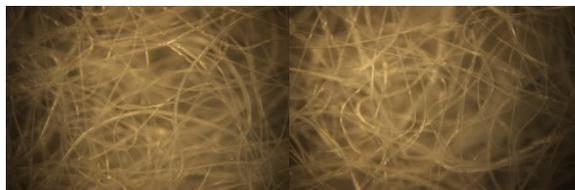


Рис. 6

Детальное изучение расположения и взаимозацепления волокон позволяет отметить, что ионизирующее излучение не привело к каким-либо визуальным изменениям.

ВЫВОДЫ

В результате изучения НМ Холлофайбер® после радиационного излучения в диапазоне доз от 20...60 кГр существенных изменений эксплуатационных показателей не произошло. Воздухопроницаемость уменьшилась на 5...11%, что связано с изменением размеров пор, их стабилизацией по диаметру. Показатель воздухопроницаемости удовлетворяет требованиям, предъявляемым к медицинским изделиям из НМ, направленным на обеспечение нормального тепло- и газообмена организма человека с окружающей средой, согласно ГОСТ 12.4.280 "Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Общие технические требования".

Жесткость повысилась в среднем на 3...10%. Показатели жесткости после ионизирующего излучения согласно ГОСТ 24684 "Материалы для одежды. Нормы жесткости" также удовлетворяют требованиям. Значение электризуемости повысилось за счет увеличения статического поля под действием ионизирующего излучения.

Стоит отметить, что значения электризуемости находятся в пределах нормы, установленной ГОСТ 32995. Разрывная нагрузка изменяется в пределах от 1...5%. Визуального изменения волокон не выявлено. Таким образом, НМ Холлофайбер® ПРОФИ, артикул Р 35191, Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5197, Холлофайбер® СОФТ, артикул Р 5200, рекомендованы для производства медицинских изделий.

С учетом кризисных явлений распространения коронавируса, а также полученных новых данных, можно сделать вывод о существенном расширении спектра применения указанных НМ в медицинских целях, в том числе при сочетании с другими НМ (спанбонд, мелтблун и др.). НМ, из которых также производятся медицинские маски и халаты, клинические матрасы и постельные принадлежности для инфицированных, устойчивы к санации, дезинфекции, обработке перхлорэтиленом, автоклавированию (например, НМ Холлофайбер® выдерживают воздействие 100...110°C при термообработке), воздействию кислотных и щелочных растворов. Устойчивость указанного НМ к радиационному излучению в указанных диапазонах открывает здравоохранению широкий спектр доступных и практичных изделий, которые после срока полезной эксплуатации могут быть вторично (рециклинг) и многократно (полирециклинг) переработаны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мезенцева Е.В., Мишаков В.Ю. Современные модификации сырья для текстильных полотен // В сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018). – 2018. С.113...116.
2. Мезенцева, Е.В., Иванов В.В., Мишаков В.Ю. Современные технологические подходы к повышению теплоизоляционных свойств утепленной одежды // В сб. мат. Междунар. научн.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018). – 2018. С.160...164.
3. Хакимуллин Ю.Н., Бахридинова А.Р., Шаймарданова Р.Р., Лисаневич М.С., Галимзянова Р.Ю. Влияние радиационной стерилизации на свойства

спанмелт-материалов // Вестник Технологического университета. – 2015. Т. 18, № 1. С. 251...253.

4. *Хакимуллин Ю.Н., Рахматуллина Э.Р., Галимзянова Р.Ю., Лисаневич М.С., Когенман И.Е., Ярুলлин Р.С.* Возможность получения нетканых материалов, стойких к традиционным методам стерилизации в условиях современного производства // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. Т. 16, № 23. С. 118...120.

5. *Лисаневич М.С., Легаева К.В., Царева Е.Е., Галимзянова Р.Ю., Мусин И.Н., Хакимуллин Ю.Н.* Прогнозирование долговечности стерилизованного нетканого материала, производимого по технологии спанлейс // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. Т. 17, № 14. С.144...146.

6. *Хакимуллин Ю.Н., Легаева К.В., Кузнецова Е.С., Травкина Л.С., Лисаневич М.С., Галимзянова Р.Ю.* Влияние радиационной стерилизации на свойства нетканого материала, полученного по технологии спанлейс // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. Т. 17, № 14. С.150...153.

7. *Хакимуллин Ю.Н., Лисаневич М.С., Галимзянова Р.Ю., Шакиров Б.Л.* Прогнозирование долговечности ламинированного нетканого материала, стерилизованного ионизирующим излучением // Вестник Технологического университета. – 2015. Т. 18, № 17. С. 120...122.

8. *Галимзянова Р.Ю., Шакиров Б.Л., Когенман И.Е., Травкина Л.С., Лисаневич М.С., Хакимуллин Ю.Н.* Влияние радиационной стерилизации на свойства двухслойного ламинированного нетканого материала // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. Т. 17, № 14. С. 194...196.

9. *Lisanevich M.S., Galimzyanova R.Yu., Rakhmatullina E.P., Khakimullin Yu.N., Musin I.N., Tsareva E.E.* Effect of Processing and Radiation Exposure on the Structure and Properties of Polypropylene / Key Engineering Materials. – V.822, 2019. P.355...361.

10. *Rakhmatullina E.R., Galimzyanova R.Yu., Lisanevich M.S., Khakimullin Y.N., Konovalova O.A.* Investigation of the Effect of Electron Radiation on the Structure of Polypropylene Using Optical and Atomic Force Spectroscopy Methods / Key Engineering Materials. – V.816, 2019. P.290...294

11. *Lisanevich M.S., Rakhmatullina E.R., Khakimullin Y.N., Galimzyanova R.Y., Akhmadullin R.M., Perukhin Y.V.* The Effect of Polyquinone and Phenol-Phosphite Stabilizer on the Resistance of Polypropylene to Ionizing Radiation // Key Engineering Materials. – V. 816, 2019. P.328...332.

12. *Лисаневич М.С., Галимзянова Р.Ю., Мукминева Н.А., Хакимуллин Ю.Н., Рахматуллина Э.Р., Кузнецова Е.С., Рамазанова А.Н.* Использование фенольного и смесового фенолфосфитного антиоксидантов для антирадиационной защиты полипропилена медицинского назначения // Вестник Технологического университета. – 2015. Т. 18, № 2. С.181...182.

REFERENCES

1. *Mezentseva E.V., Mishakov V.Yu.* Sovremennye modifikatsii syr'ya dlya tekstil'nykh poloten // V sb. mat. Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATsII-2018). – 2018. S.113...116.

2. *Mezentseva, E.V., Ivanov V.V., Mishakov V.Yu.* Sovremennye tekhnologicheskie podkhody k povysheniyu teploizolyatsionnykh svoystv uteplennoy odezhdy // V sb. mat. Mezhdunar. nauchn.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATsII-2018). – 2018. S.160...164.

3. *Khakimullin Yu.N., Bakhridinova A.R., Shaymardanova R.R., Lisanevich M.S., Galimzyanova R.Yu.* Vliyanie radiatsionnoy sterilizatsii na svoystva spanmelt-materialov // Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta. – 2015. Т. 18, № 1. С. 251...253.

4. *Khakimullin Yu.N., Rakhmatullina E.R., Galimzyanova R.Yu., Lisanevich M.S., Kogenman I.E., Yarullin R.S.* Vozmozhnost' polucheniya netkanykh materialov, stoykikh k traditsionnym metodam sterilizatsii v usloviyakh sovremennogo proizvodstva // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2013. Т. 16, № 23. С. 118...120.

5. *Lisanevich M.S., Legaeva K.V., Tsareva E.E., Galimzyanova R.Yu., Musin I.N., Khakimullin Yu.N.* Prognozirovanie dolgovechnosti sterilizovannogo netkanogo materiala, proizvodimogo po tekhnologii spanleys // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2014. Т. 17, № 14. С. 144...146.

6. *Khakimullin Yu.N., Legaeva K.V., Kuznetsova E.S., Travkina L.S., Lisanevich M.S., Galimzyanova R.Yu.* Vliyanie radiatsionnoy sterilizatsii na svoystva netkanogo materiala, poluchennogo po tekhnologii spanleys // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2014. Т. 17, № 14. С. 150...153.

7. *Khakimullin Yu.N., Lisanevich M.S., Galimzyanova R.Yu., Shakirov B.L.* Prognozirovanie dolgovechnosti laminirovannogo netkanogo materiala, sterilizovannogo ioniziruyushchim izlucheniem // Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta. – 2015. Т. 18, №17. С. 120...122.

8. *Galimzyanova R.Yu., Shakirov B.L., Kogenman I.E., Travkina L.S., Lisanevich M.S., Khakimullin Yu.N.* Vliyanie radiatsionnoy sterilizatsii na svoystva dvukhsloynogo laminirovannogo netkanogo materiala // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2014. Т. 17, № 14. С. 194...196.

9. *Lisanevich M.S., Galimzyanova R.Yu., Rakhmatullina E.P., Khakimullin Yu.N., Musin I.N., Tsareva E.E.* Effect of Processing and Radiation Exposure on the Structure and Properties of Polypropylene / Key Engineering Materials. – V.822, 2019. P.355...361.

10. *Rakhmatullina E.R., Galimzyanova R.Yu., Lisanevich M.S., Khakimullin Y.N., Konovalova O.A.* Investigation of the Effect of Electron Radiation on the Structure of Polypropylene Using Optical and Atomic Force Spectroscopy Methods / Key Engineering Materials. – V.816, 2019. P.290...294

11. Lisanevich M.S., Rakhmatullina E.R., Khakimullin Y.N., Galimzyanova R.Y., Akhmadullin R.M., Perukhin Y.V. The Effect of Polyquinone and Phenol-Phosphite Stabilizer on the Resistance of Polypropylene to Ionizing Radiation // Key Engineering Materials. – V. 816, 2019. P.328...332.

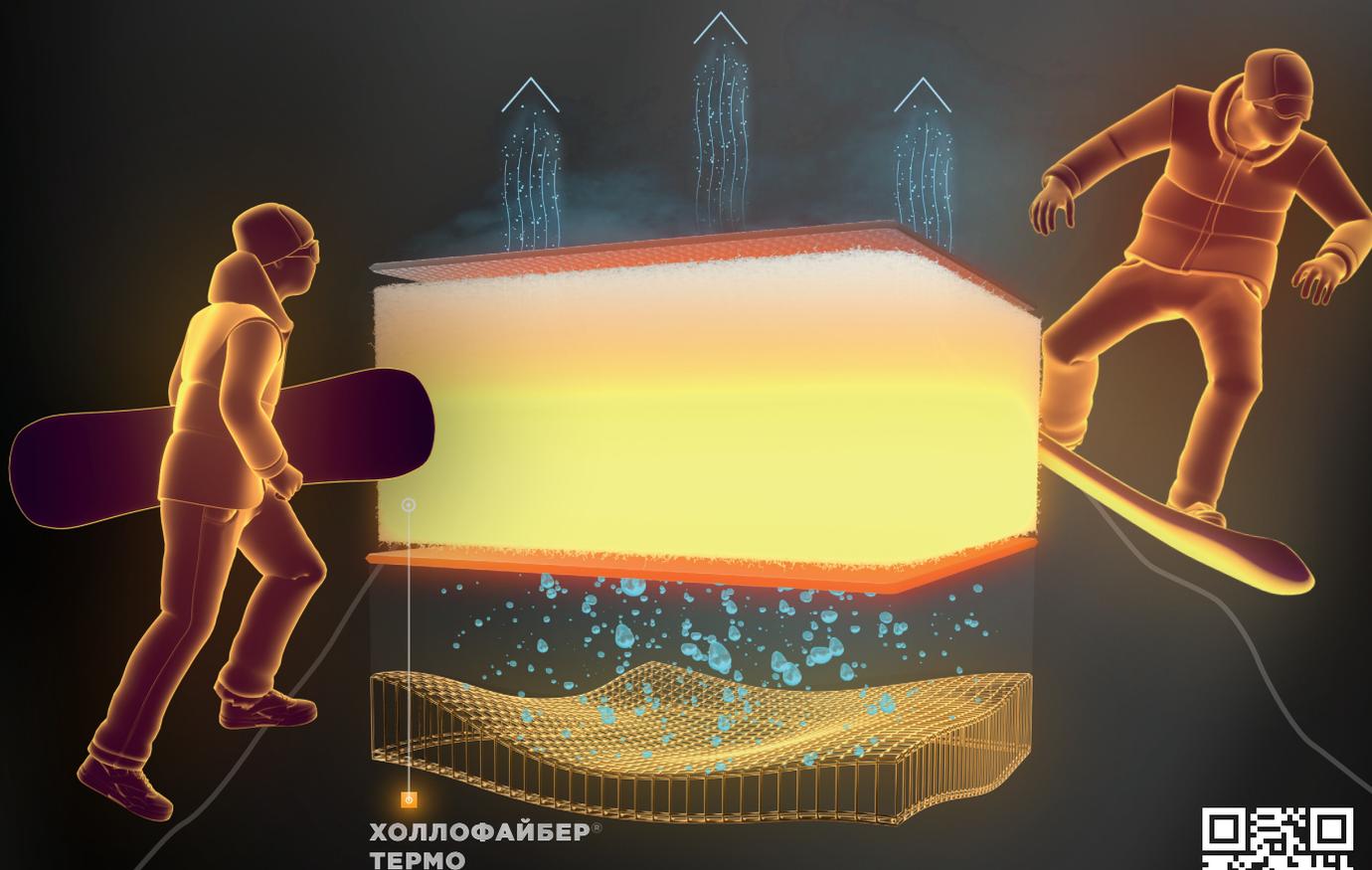
12. Lisanevich M.S., Galimzyanova R.Yu., Mukmeneva N.A., Khakimullin Yu.N., Rakhmatullina E.R., Kuznetsova E.S., Ramazanova A.N. Ispol'zovanie

fenol'nogo i smesovogo fenolfosfitnogo antioksidantov dlya antiradiatsionnoy zashchity polipropilena meditsinskogo naznacheniya // Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta. – 2015. T. 18, № 2. S.181...182.

Рекомендована кафедрой медицинской инженерии КНИТУ. Поступила 07.09.21.



ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ УМНОГО ТЕКСТИЛЯ
В СОЗДАНИИ МАТЕРИАЛА ХОЛЛОФАЙБЕР® ТЕРМО
С РЕГУЛИРУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ



ХОЛЛОФАЙБЕР®
ТЕРМО

узнать как
работает ТЕРМО



IVANOVO
SMARTEX

ЗАВОД НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ТЕРМОПОЛ

www.hollowfiber.ru | info@thermopol.ru