

МРНТИ 64.41.09

Ф.А. Бобоев<sup>1</sup> – основной автор, | ©  
М.У. Илхамова<sup>2</sup>, Д.Т. Максудова<sup>3</sup>,  
Н.У. Ибрагимова<sup>4</sup>, З. Убайдуллаев<sup>5</sup>



<sup>1,3</sup>PhD, <sup>2</sup>PhD, Associate Professor, <sup>4,5</sup>Student

ORCID

<sup>2</sup><https://orcid.org/0009-0002-2605-8510>



<sup>1,2,3,4,5</sup>Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,



г. Ташкент, Узбекистан

@

<sup>2</sup>[malokhat\\_69\\_86@mail.ru](mailto:malokhat_69_86@mail.ru)

<https://doi.org/10.55956/AYTT1741>

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕКСТИЛЬНОГО РЕГЕНЕРАТА ДЛЯ ВТАЧНОЙ СТЕЛЬКИ

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования возможности применения нетканого материала на основе регенерированных волокон для изготовления втачной стельки (Strobel) в обувной промышленности. В рамках работы методом иглопробивания были получены пять образцов нетканого полотна, изготовленных из различных сочетаний волокон: отходов хлопка, грубой и полугрубой шерсти с добавлением текстильного регенерата. Все образцы прошли лабораторные испытания на прочностные характеристики (разрывная нагрузка и удлинение при разрыве), воздухопроницаемость, гигроскопичность и другие эксплуатационные показатели. Результаты испытаний показали, что разработанные нетканые материалы обладают необходимыми свойствами и могут быть рекомендованы для использования в качестве втачных стелек (Strobel) в обувных изделиях. Применение регенерированных волокон способствует развитию устойчивых производственных практик и снижению объемов текстильных отходов.

**Ключевые слова:** образцы нетканых материалов, отходы хлопка, волокна грубой и полугрубой шерсти, текстильный регенерат, физико-механические свойства, втачная стелька.



Бобоев, Ф.А. Исследование свойств нетканого материала с использованием текстильного регенерата для втачной стельки [Текст] / Ф.А. Бобоев, М.У. Илхамова, Д.Т. Максудова, Н.У. Ибрагимова, З. Убайдуллаев //Механика и технология / Научный журнал. – 2025. – №2(88). – С.215-223.  
<https://doi.org/10.55956/AYTT1741>

**Введение.** Технологии производства нетканых материалов направлены на сокращение количества перерабатывающих этапов, снижение энергозатрат и повышение экономической эффективности, что делает их особенно привлекательными с точки зрения ресурсосбережения и минимизации экологического следа [1,2]. Их внедрение способствует формированию экологически ориентированной модели текстильной промышленности, в которой важнейшее значение приобретает сокращение отходов и эффективное использование сырья.

В условиях роста потребности в текстильных материалах и ограничения природных ресурсов усиливается внимание к вторичному текстильному сырью как к ценному ресурсу. Рациональное использование отходов текстильного и швейного производств, а также переработка изделий, вышедших из употребления, позволяют существенно сократить нагрузку на окружающую среду и снизить зависимость от первичных ресурсов [3,4]. Это особенно актуально в контексте формирования замкнутой экономики и перехода к безотходному производству в текстильной отрасли.

Нетканые материалы, полученные с использованием вторичного сырья и инновационных технологий, формируют устойчивую основу для развития текстильной индустрии, объединяя в себе экологическую, экономическую и технологическую эффективность [5].

Областью применения нетканых материалов является также обувная промышленность, где они применяются для изготовления утеплителей, стелек, внутренних деталей обуви, различных подкладок и прокладок. Нетканые текстильные материалы использующиеся для втачных стелек называют штробельными или материалы для штробельных стелек

Штробельные стельки (Strobel) для прямого литья используются для производства военной и специальной обуви. Почти вся спортивная обувь, производимая Nike и Adidas, изготавливается с помощью процесса Strobel. Втачиваются при пошиве внутреннего метода формования или методом прямого прилива низа обуви из резины, ПУ или ПВХ [6].

В этой технологии изготовления верх обуви пришивается непосредственно к стельке с помощью специальной швейной машины. В отличие от традиционных методов, которые предполагают прикрепление верха к жесткой стельке, конструкция Strobel создает более гибкое и естественное ощущение для стопы.

Штробельные стельки для прямого литья изготавливаются из нетканого материала на синтетической фибре, покрытого резиной на водной основе и дублированного хлопчатобумажной двуниткой. Устанавливается штробельная стелька между подошвой и анатомической стелькой.

Особенностью этих стелек является: высокая прочность, защищает основание стопы от проколов и порезов, сокращает травмы на производстве, сохранение гибкости обуви – стелька не влияет на комфортность и функциональность обуви.

Штробельное полотно для прямого литья Артикул: Р967 используется для изготовления втачных и накладных обувных стелек, предназначенных для повышения носкости и гигиеничности изделий. Штробельное полотно данной модели изготавливается из синтетической фибры, покрытой резиной на водной основе. С двух сторон данная заготовка покрывается хлопчатобумажными нитями для более комфортного ношения. Материал прост в обработке и удобен при производстве обуви затяжным способом. Это полотно обладает превосходной впитываемостью и устойчивостью к механическим повреждениям. Также изделие позволяет предотвратить размножение грибков [7].

Штробельная стелька Biagioli X11-031 Штробельное полотно марки X11-031 производства компании Biagioli используется в качестве материала для изготовления втачных стелек, применяемых для улучшения эксплуатационных характеристик военной, спортивной и рабочей обуви. Штробельное полотно производится из смеси полимерных нитей со смоляной обработкой. Такой материал обеспечивает превосходную впитываемость, что

особенно важно при интенсивном ношении обуви, повышает гигиенические характеристики, а также обладает устойчивостью к механическим повреждениям [8].

**Условия и методы исследования.** В работе исследована возможность использования нетканых материалов с использованием регенератного волокна для втачной стельки обуви.

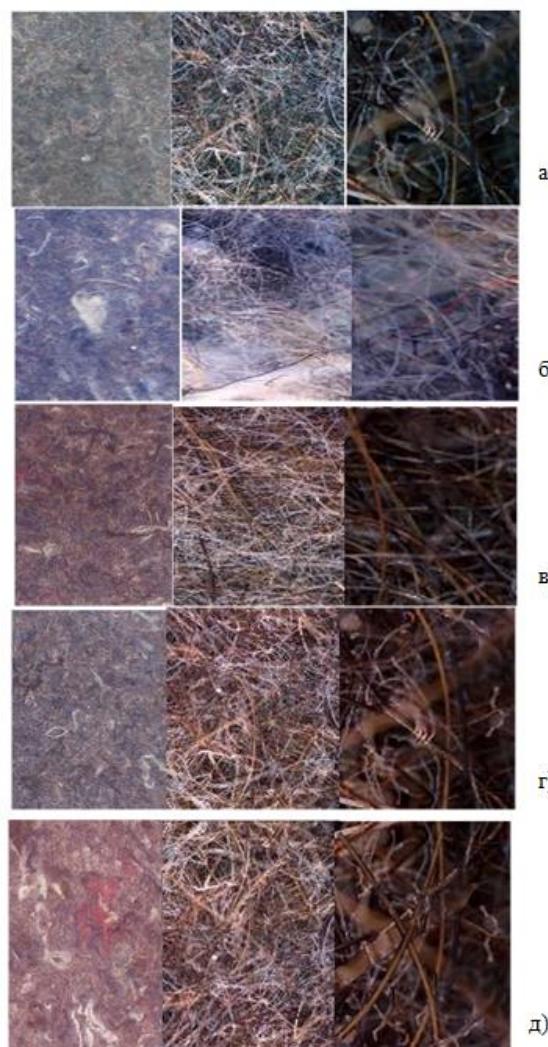


Рис. 1 Фотографии образцов нетканых материалов

1. Образец 1 – смешанный регенерат (хлопок, шерсть, акрил, полиэстер) – 50%; отходы хлопка – 25%, и волокна грубой шерсти – 25% (рис. 1.а);
2. Образец 2 – смешанный регенерат (хлопок, шерсть, акрил, полиэстер) – 75%; отходы хлопка – 25% (рис. 1 б);
3. Образец 3 – смешанный регенерат (хлопок, шерсть, акрил, полиэстер) – 75%; волокна грубой шерсти – 25% (рис. 1в);
4. Образец 4 – смешанный регенерат на (хлопок, шерсть, акриловые волокна) – 50%; отходы хлопка – 50 % (рис. 1г);

5. Образец 5 – смешанный регенерат (шерсть, акриловые волокна, хлопок) – 50%; грубой шерсти – 50 % (рис. 1д).

В качестве объектов исследования были получены 5 образцов нетканых материалов, изготовленных иглопробивным методом и отличающиеся различным сочетанием компонентов.

В состав нетканых материалов входили следующие компоненты: натуральные волокна – отходы хлопка, отходы шерсти и смешанный регенерат, полученный путём переработки текстильных отходов различного происхождения и состава, таких как хлопок, шерсть, полиэстер, вискоза, акрил и другие в неразделённом виде.

Механические свойства включают в себя комплекс показателей характеризующих отношение рассматриваемых материалов к действию внешних сил.

Исследовались физико-механические и эксплуатационные показатели нетканых материалов, для выявления влияния их структурных показателей на основные физико-механические свойства. Все образцы нетканых материалов, исследовались на предмет комплексных показателей качества, в число которых входило определение: разрывной нагрузки и удлинения при разрыве (рис. 2), воздухопроницаемости (рис. 3), поверхностной плотности, гигроскопичности (рис. 4) [9,10].

Образцы материалов испытывались в лаборатории качества текстильных изделий и материалов ТИТЛП. Размеры образцов и наименование лабораторного оборудования приведены в таблице 1. Перед испытаниями свойств тканей в лабораторных помещениях создаются нормальные атмосферные условия, относительная влажность воздуха должна составлять 60+5%, а температура  $-20\pm3^{\circ}\text{C}$  (по ГОСТ 10681-75).

Таблица 1

Методы испытаний и размеры образцов тканей

№	Определяемый показатель качества	Наименование оборудования	Размеры или масса проб
1	Толщина, мм	Толщиномер	-
2	Разрывная нагрузка, Н разрывное удлинение, %	Autograph AG-1	50×300 мм
3	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	GX-400	100×100 мм
4	Воздухопроницаемость г/м <sup>3</sup>	AP-360-SM	100×100 мм
5	Гигроскопичность, %	сушильный шкаф, весы аналитические и эксикатор	2-5 гр

Толщина исследуемых образцов нетканых материалов определялась с помощью электронного толщинометра. Среднее значение всех показаний толщины определялось с точностью до 0,01 м, и результат представляет собой среднюю толщину испытуемых образцов по 5 замерам. Толщина материалов определялась в соответствии со стандартным методом ASTM D5729 [11].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Полученные материалы показали достаточный уровень прочностных характеристик: разрывная нагрузка по длине составляла от 121 до 139 Н, по ширине – от 124 до 137 Н, что соответствует требованиям к элементам, подверженным регулярным нагрузкам в процессе носки обуви.

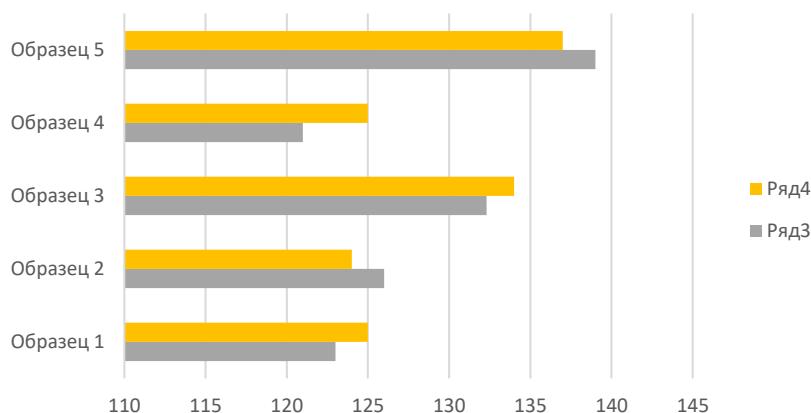


Рис. 2. Разрывная нагрузка образцов нетканых материалов, Н

Воздухопроницаемость – это способность текстильного материала пропускать через себя воздух [11]. При постоянном перепаде давления, создаваемого в приборе, воздухопроницаемость зависит от пористости, толщины материала, а также от многослойности рассматриваемого пакета материалов.

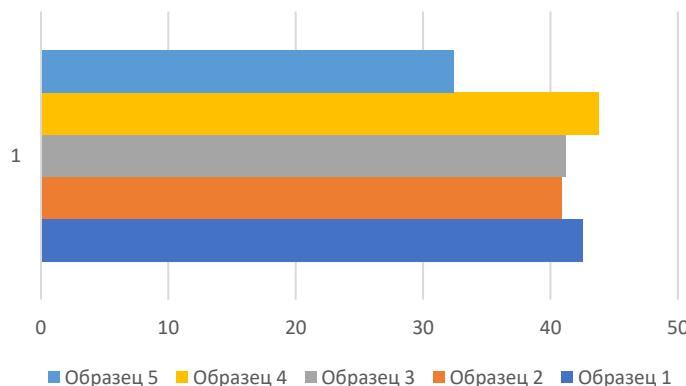


Рис.3. Воздухопроницаемость образцов нетканых материалов, см<sup>3</sup>/см<sup>2</sup>

Гигроскопичность  $W_G$  (%) определяется отношением массы воды в материале после 4 ч нахождения в эксикаторе с относительной влажностью воздуха 100%.

$$W_G = (m_e - m_d) / m_d \cdot 100 \quad (1)$$

где:  $m_e$  – масса пробы, выдержанной в эксикаторе, г;  $m_d$  – масса сухого образца, г.

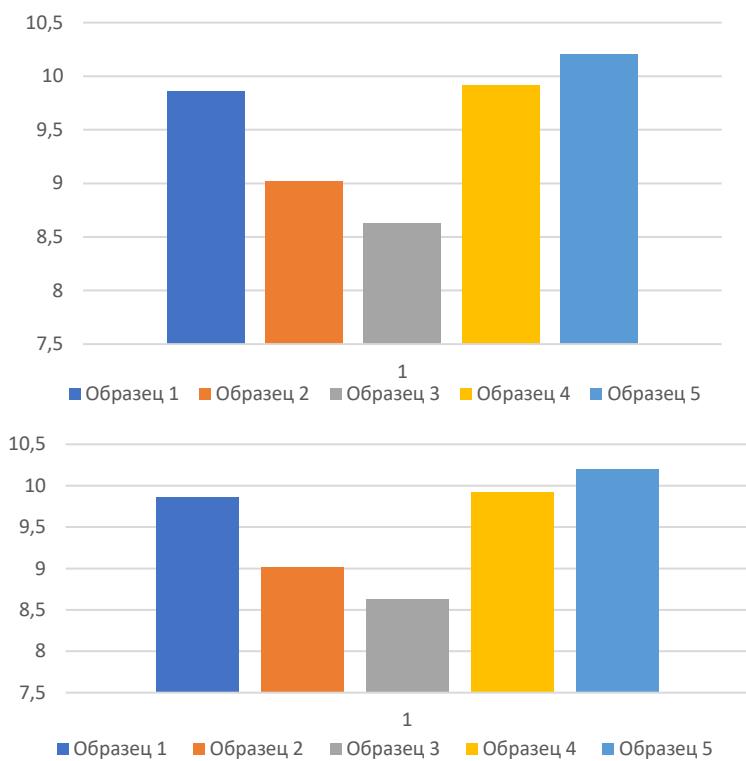


Рис.4. Гигроскопичность образцов нетканых материалов, %

Сводная таблица физико-механических свойств нетканых материалов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Сводная таблица физико-механических свойств нетканых материалов

Номер образца	Толщина, мм	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Разрывная нагрузка, Н		Воздухопроницаемость, см <sup>3</sup> /см <sup>2</sup>	Гигроскопичность %
			по длине	по ширине		
Образец 1	2,5	667,2	123	125	42,5	9,86
Образец 2	2,6	692,9	126	124	40,9	9,02
Образец 3	3,4	731,8	132,3	134	41,2	8,63
Образец 4	2,0	655,1	121	125	43,8	9,92
Образец 5	3,9	854,9	139	137	32,4	10,2

На основе комплексного исследования физико-механических свойств нетканых материалов различного волокнистого состава, изготовленных с применением смешанных регенераторов, установлена возможность их использования в качестве материалов для втачной (штробельной) стельки обуви, произведённой методом строчечно-литьевого крепления. Данное направление имеет особую актуальность в контексте концепции устойчивого развития текстильной и обувной промышленности.

Воздухопроницаемость варьировалась от 32,4 до 43,8 см<sup>3</sup>/см<sup>2</sup>, что свидетельствует о сохранении комфортных гигиенических условий внутри обуви. Высокий уровень гигроскопичности (8,63-10,2 %) также подтверждает

способность материалов эффективно поглощать влагу, что имеет особое значение при эксплуатации обуви в условиях интенсивной физической нагрузки.

Наибольшие показатели прочности и плотности продемонстрировал образец 5, содержащий равные доли грубой шерсти и смешанного регенерата. Это подтверждает целесообразность включения шерстяного волокна как компонента, улучшающего механическую устойчивость и гигроскопичность. В то же время образцы с преобладанием хлопковых отходов (например, образец 4) показали лучшие значения по воздухопроницаемости, что делает их предпочтительными для использования в тёплом климате или в спортивной обуви.

С точки зрения устойчивого производства особое значение имеет применение вторичного текстильного сырья, переработанного без дополнительной химической модификации. Применение смешанного регенерата – отходов хлопка, шерсти, полиэстера и других волокон – позволяет: сократить объёмы текстильных отходов; уменьшить потребление первичного сырья; снизить экологическую нагрузку от производства обуви; способствовать формированию модели замкнутого цикла в текстильной промышленности.

**Заключение.** Таким образом, использование нетканых материалов, полученных иглопробивным методом с применением регенерированного сырья, может быть признано эффективным как с технологической, так и с экологической точки зрения. Это подтверждает перспективность дальнейших разработок в области применения регенерата для функциональных элементов обуви, особенно в сегменте профессиональной, спортивной и повседневной обуви, где требуется баланс между износостойкостью, гигиеничностью и комфортом.

#### Список литературы

1. Мезенцева, Е. Нетканые материалы: прогноз для легпрома [Текст] / Е. Мезенцева, В. Иванов // Вестник текстильлегпрома. – 2020. – С. 68–73.
2. Pourtmohammadi A. Nonwoven materials and joining techniques. – Joining Textiles, 2013.
3. Sakthivel S., Ezhil Anban J.J., Ramachandran T. Development of needle-punched nonwoven fabrics from reclaimed fibers for air filtration applications // Journal of Engineered Fibers and Fabrics. – 2014. – Vol. 9. – No. 1. – P. 149-154.
4. Alimkhanova S., Mirzaev N., Rafikov A. Multi-layer fibrous material based on textile waste // Chemistry and Chemical Engineering. – 2022. – Vol. 2021. – No. 4. – P. 6.
5. Горчакова, В.М. Нетканые материалы: перспектива развития и подготовка кадров [Текст] / В.М. Горчакова // Нетканые материалы. – 2014. – № 1. – С. 16-17.
6. Филиппов, А.Д. Исследование механических свойств нетканых материалов различного волокнистого состава [Текст] / А.Д. Филиппов // Сб. науч. тр. Междунар. науч. конф., посвященной 110-летию со дня рождения проф. А.Г. Севостьянова. Ч. 2. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2020. – С. 38-41.
7. Шустов, Ю.С. Текстильное материаловедение: лабораторный практикум [Текст] / Ю.С. Шустов. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 341 с.
8. Lin T.R., Lin T.A., Lin M.C., et al. Using recycled high-strength polyester and Kevlar wastes to reinforce sandwich-structured nonwoven fabric: Structural effect and property evaluation // Journal of Cleaner Production. – 2020. – Vol. 267. – P. 121899.

9. Стельчные материалы: технология литья под давлением [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://prof dela.ru/proizvodstvo-i-skladi/proizvodstvo-obubi/stelechnye-materialy/direct-injection-molded-insole/>.
10. Материалы для производства обуви. Shtrobel Ibitech 057 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://santika.ru/catalog/shoes/materialy-dlya-proizvodstva-obuvi/insole-materials/shtrobel-ibitech-057/>.
11. Dent D.W. The Air-Permeability of Nonwoven Fabrics // Letters to the Editor. Journal of the Textile Institute. – 1976. – Vol. 67. – No. 6. – P. 220-224.

*Материал поступил в редакцию 21.06.25, принят 26.06.25.*

**Ф.А. Бобоев<sup>1</sup>, М.У. Илхамова<sup>1</sup>, Д.Т. Максудова<sup>1</sup>, Н.У. Ибрагимова<sup>1</sup>, З. Убайдуллаев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ташкент тоқыма және жөнөл қнерқасіп институты, Ташкент қ., Өзбекстан

### **ТОҚЫМА РЕГЕНЕРАТЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АЛЫНҒАН ТОҚЫМА ЕМЕС МАТЕРИАЛДЫҢ СТРОБЕЛЬ АСТАРЫНА АРНАЛҒАН ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

**Аңдатпа.** Мақалада қайта өңделген талшықтар негізіндегі тоқыма емес материалды аяқ киім өнеркәсібінде Стробель (Strobel) астарын өндіру үшін қолдану мүмкіндігін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Зерттеу аясында мақта қалдықтары, ірі және жартылай ірі жүн талшықтары және тоқыма регенератының әртүрлі үйлесімдерінен инемен тесу әдісі арқылы бес үлгі тоқыма емес материал дайындалды. Барлық үлгілерге механикалық қасиеттері (үзілүү жүктемесі және үзілүү көзіндегі ұзаруы), аяу өткізгіштігі, ылғал сіңіргіштігі және басқа да эксплуатациялық көрсеткіштері бойынша зертханалық сынақтар жүргізілді. Сынақ нәтижелері әзірленген тоқыма емес материалдардың қажетті қасиеттерге ие екенін және аяқ киімге арналған Стробель астары ретінде қолдануға жарамды екенін көрсетті. Қайта өңделген талшықтарды пайдалану тұрақты өндіріс тәжірибесін дамытуға және тоқыма қалдықтарының көлемін азайтуға ықпал етеді.

**Тірек сөздер:** тоқыма емес материал үлгілері, мақта қалдықтары, ірі және жартылай ірі жүн талшықтары, тоқыма регенераты, физикалық-механикалық қасиеттері, Стробель астары.

**F.A. Boboev<sup>1</sup>, M.U. Ilkhamova<sup>1</sup>, D.T. Maksudova<sup>1</sup>, N.U. Ibragimova<sup>1</sup>, Z. Ubaydullaev<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan

### **INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF NONWOVEN MATERIAL CONTAINING TEXTILE REGENERATE FOR STROBEL INSOLE APPLICATION**

**Abstract.** The article presents the results of a study on the potential application of nonwoven material based on regenerated fibers for the production of Strobel insoles in the footwear industry. Within the framework of the research, five samples of nonwoven fabric were produced by the needle-punching method using various combinations of fibers, including cotton waste, coarse and semi-coarse wool fibers, with the addition of textile regenerates. All samples underwent laboratory testing to evaluate their mechanical properties (tensile strength and elongation at break), air permeability, hygroscopicity, and other performance indicators. The test results demonstrated that the developed nonwoven materials possess the required properties and can be recommended for use as Strobel insoles in footwear products. The use of regenerated fibers contributes to the development of sustainable manufacturing practices and the reduction of textile waste volumes.

**Keywords:** samples of nonwoven materials, cotton waste, coarse and semi-coarse wool fibers, textile regenerate, physico-mechanical properties, Strobel insole.

#### References

1. Mezentseva E., Ivanov V. Netkanye materialy: prognoz dlya legproma [Nonwoven Materials: Forecast for Light Industry] // Bulletin of Textile Program. – 2020. – P. 68–73. [in Russian].
2. Pourmohammadi A. Nonwoven materials and joining techniques. – Joining Textiles, 2013.
3. Sakthivel S., Ezhil Anban J.J., Ramachandran T. Development of needle-punched nonwoven fabrics from reclaimed fibers for air filtration applications // Journal of Engineered Fibers and Fabrics. – 2014. – Vol. 9. – No. 1. – P. 149-154.
4. Alimkhanova S., Mirzaev N., Rafikov A. Multi-layer fibrous material based on textile waste // Chemistry and Chemical Engineering. – 2022. – Vol. 2021. – No. 4. – P. 6.
5. Gorchakova V.M. Netkanye materialy: perspektiva razvitiya i podgotovka kadrov [Nonwoven Materials: Development Prospects and Training of Specialists] // Nonwoven materials. – 2014. – No. 1. – P. 16-17. [in Russian].
6. Filippov A.D. Issledovanie mekhanicheskikh svoystv netkanykh materialov razlichnogo voloknistogo sostava [Study of Mechanical Properties of Nonwoven Materials of Various Fiber Compositions] // Proceedings of the International Scientific Conference Dedicated to the 110th Anniversary of Prof. A.G. Sevostyanov. Part 2. – Moscow: Kosygin RSU, 2020. – P. 38-41. [in Russian].
7. Shustov Yu.S. et al. Tekstil'noe materialovedenie: laboratornyi praktikum [Textile Materials Science: Laboratory Practicum]. – Moscow: INFRA-M, 2016. – 341 p. [in Russian].
8. Lin T.R., Lin T.A., Lin M.C., et al. Using recycled high-strength polyester and Kevlar wastes to reinforce sandwich-structured nonwoven fabric: Structural effect and property evaluation // Journal of Cleaner Production. – 2020. – Vol. 267. – P. 121899.
9. Insole Materials: Direct Injection Technology [Electronic resource]. – Access mode: <https://prof dela.ru/proizvodstvo-i-skladi/proizvodstvo-obubi/stelechnye-materialy/direct-injection-molded-insole/>. [in Russian].
10. Materials for Shoe Manufacturing. Shtrobel Ibitech 057 [Electronic resource]. – Access mode: <https://santika.ru/catalog/shoes/materialy-dlya-proizvodstva-obuvi/insole-materials/shtrobel-ibitech-057/>. [in Russian].
11. Dent D.W. The Air-Permeability of Nonwoven Fabrics // Letters to the Editor. Journal of the Textile Institute. – 1976. – Vol. 67. – No. 6. – P. 220-224.