

February 2022

MULTI-LAYER FIBROUS MATERIAL BASED ON TEXTILE WASTE

Sevara ALIMKHANOVA

Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan, alimxonovasevara@gmail.com

Nodir MIRZAEV

Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan, nbmirzaev@mail.ru

Adham RAFIKOV

Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan, asrafikov@mail.ru

Follow this and additional works at: <https://cce.researchcommons.org/journal>

 Part of the [Polymer and Organic Materials Commons](#)

Recommended Citation

ALIMKHANOVA, Sevara; MIRZAEV, Nodir; and RAFIKOV, Adham (2022) "MULTI-LAYER FIBROUS MATERIAL BASED ON TEXTILE WASTE," *CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING*: Vol. 2021: No. 4, Article 6.

DOI: 10.51348/cce202146

Available at: <https://cce.researchcommons.org/journal/vol2021/iss4/6>

This Article is brought to you for free and open access by Chemistry and Chemical Engineering. It has been accepted for inclusion in CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING by an authorized editor of Chemistry and Chemical Engineering.

MULTI-LAYER FIBROUS MATERIAL BASED ON TEXTILE WASTE

Sevara ALIMKHANOVA (alimxonovasevara@gmail.com), Nodir MIRZAYEV (nbmirzayev@mail.ru),
Adham RAFIKOV (asrafikov@mail.ru)
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan

At the textile and sewing and knitting enterprises of the Republic of Uzbekistan, the number of which increases every year, a sufficient amount of technological waste is accumulated, which formed in the processes of sizing yarn, starting and setting up equipment, designing and sewing products. Meanwhile, there is a shortage of warm, comfortable, light, soft lining materials for clothes and shoes based on natural raw materials. With the purpose of rational use of textile waste - shredded, disheveled scraps of fabric and knitwear, a multilayer nonwoven material for details of clothing and footwear has been obtained. The material formed by adhesive bonding on one or both sides of the knitted fabric of the main, voluminous nonwoven layer, consisting of shredded textile waste. The bonding of the layers takes place as a result of their passing between heated rolls. The microstructure of the material studied by Fourier-IR spectroscopy and scanning electron microscopy. The main physical and chemical properties of the obtained nonwoven materials were determined.

Keywords: multilayer nonwoven fabric, knitted fabric, textile waste, glue

МНОГОСЛОЙНЫЙ ВОЛОКНИСТЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Sevara АЛИМХАНОВА (alimxonovasevara@gmail.com), Нодир МИРЗАЕВ (nbmirzayev@mail.ru),
Адхам РАФИКОВ (asrafikov@mail.ru)
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Ташкент, Узбекистан

На текстильных и швейно-трикотажных предприятиях Республики Узбекистан, число которых с каждым годом увеличивается, накапливается достаточное количество технологических отходов, которые образуются в процессах шлихтования пряжи, пуска и наладки оборудования, проектирования и шитья изделий. Между тем, ощущается нехватка теплых, комфортных, легких, мягких подкладочных материалов для одежды и обуви на основе природного сырья. С целью рационального использования текстильных отходов – измельченных, растрепанных лоскутков ткани и трикотажа получен многослойный нетканый материал для деталей одежды и обуви. Материал сформирован путем клеевого скрепления с одной или двух сторон трикотажным полотном основного, объемного нетканого слоя, состоящего из измельченных текстильных отходов. Закрепление слоев происходит в результате их пропускания между нагретыми валами. Микроструктура материала исследована методами ИК спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии. Определены основные физико-химические свойства полученных нетканых материалов.

Ключевые слова: многослойный нетканый материал, трикотажное полотно, клей

TO'QIMACHILIK CHIQUINDILARI ASOSIDA KO'P QATLAMLI TOLALI MATERIAL

Sevara ALIMKHANOVA (alimxonovasevara@gmail.com), Nodir MIRZAYEV (nbmirzayev@mail.ru),
Adham RAFIKOV (asrafikov@mail.ru)
Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti, Toshkent, O'zbekiston

Yildan yilga soni ortib borayotgan O'zbekiston Respublikasining to'qimachilik va tikuv-trikotaj korxonalarida yetarli miqdorda texnologik chiqindilar yig'iladi, ular kalavani oxorlash, jixozni ishga tushirish va sozlash, buyumni loyihalash va tikish jarayonlarida hosil bo'ladi. Shu bilan birga, kiyim va poyabzal uchun tabiiy xom ashyo asosida issiq, qulay, yengil, yumshoq astarlik materiallarining yetishmasligi seziladi. To'qimachilik chiqindilari – maydalangan, titilgan gazlama va trikotaj qiyqimlaridan ratsional foydalanish maqsadida kiyim va poyabzal qismlari uchun ko'p qavatli noto'qima material olindi. Material maydalangan to'qimachilik chiqindilaridan iborat asosiy, hajmiy noto'qima qatlami ikki yoki bir tomondan yelim vositasida trikotaj matosi bilan birlitirish orqali shakllantirilgan. Qatlamlar issiq vallardan o'tkazish natijasida o'zaro birikadi. Materialning mikrostrukturasini Fure-IQ spektroskopiyasi, skanerlovchi elektron mikroskopiyasi usullari bilan tadqiq etildi. Olingan noto'qima materialning asosiy fizik-mexanik xossalari aniqlandi.

Kalit so'zlar: ko'p qatlamli noto'qima material, trikotaj mato, to'qimachilik chiqindilari, yelim

DOI: 10.51348/cce202146

Введение

Целевая утилизация производственных и бытовых волокнистых отходов способствует экономии первичного сырья, одновременно решению одной из важных экологических проблем. При проектировании и шитье швейных изделий, особенно одежды, неизбежно образование лоскутков ткани непригодных для применения в деталях изделия. Производственные отходы образуются и в ткацких и трикотажных предприятиях, хотя в меньшем количестве. Одним из способов рациональной утилизации волокнистых отходов является получение нетканых материалов для деталей одежды и обуви.

В последние годы нетканые материалы стали чрезвычайно важным сегментом текстильной промышленности. Нетканые материалы представляют собой часть технического тек-

стиля, используемого для изготовления одежды и обуви в основном для функциональных целей, для утепления, поддержки и усиления изделий [1, 2]. Они изготавливаются с помощью различных технологий скрепления, таких как иглопробивное скрепление [3, 4], химическое склеивание [5, 6], термическое скрепление [7], термохимическое гибридное скрепление [8, 9].

Нетканые материалы используются для армирования полимерных композитов [10, 11, 12], в мембранных материалах для одежды и обуви [13, 14] и т.д. Большую группу представляют утепленные нетканые материалы с теплоудерживающими и терморегулирующими свойствами [15-18].

Волокнистое сырье - это базовый компонент для нетканых материалов, который определяет основные свойства конечных продуктов не только по химическим свойствам, но и по физи-

ческим или другим функциональным свойствам. Нетканые материалы, используемые для одежды и обуви, должны обладать как высокой сорбцией, так и проницаемостью [19]. В настоящее время в Республике Узбекистан функционирует ряд предприятий, в которых производится волокнистая масса путем механического измельчения текстильных отходов. Между тем, ощущается нехватка теплых, комфортных, легких, мягких подкладочных материалов для одежды и обуви на основе природного сырья. Целью настоящего исследования является оценка потенциальной возможности использования измельченных текстильных отходов в качестве нетканого слоя многослойного материала для одежды и обуви.

Методы исследований

Измельченные и растрепанные отходы хлопкового текстильного материала были предоставлены предприятием ООО «ASIA TEKSTIL REGENERATION» г. Ташкента. Хлопковые трикотажные полотна разных видов были предоставлены предприятием СП ООО «UZTEX» г. Чирчик Ташкентской области. Сухой полиакриловый пленочный клей, едкий натр были приобретены на рынке города Ташкента.

Перед формированием слоистого материала осуществлена предварительная подготовка волокнистых отходов. Для этого их выдерживали в 2% растворе NaOH при комнатной температуре в течение 12-24 часов, промывали водой и сушили до постоянной массы. В процессе обработки в растворе щелочи поверхность волокон очищается от примесей, сами волокна становятся более рыхлыми, что облегчает взаимодействие волокон с акриловым клеем.

Многослойный материал сформирован путем поочередного укладывания слоев и одновременного дублирования под давлением при нагревании. Укомплектованный материал пропущен через прижимные обогреваемые валы. Температура вала 150 ± 5 °C, время контакта материала с валом $2,0 \pm 0,2$ мин. На рис. 1 изображена одна из схем конструкции полученного слоистого материала.



Рисунок 1. Конструкция многослойного нетканого материала: 1 – верхнее трикотажное полотно, 2 – клеевой слой, 3 – волокнистые отходы, 4 – нижнее трикотажное полотно.

Изменяя структуру трикотажного полотна и толщину как отдельных слоев, так и конструкции в целом, можно варьировать упруго-прочностными и санитарно-

гигиеническими свойствами многослойного материала.

Структура образцов определена с помощью инфракрасной спектроскопии с Фурье-преобразованием Nicolet iN10 компании Thermo Fisher Scientific (США) в диапазоне сканирования $500-4000$ cm^{-1} . Образцы готовились с использованием таблеток KBr, идентификация образцов произведена с помощью программного обеспечения OMNIC Spectra и по литературным источникам.

Морфология поверхности волокон была исследована с помощью сканирующего электронного микроскопа SEM-EVO MA 10 (Carl Zeiss, Германия).

Физико-механические свойства материалов исследованы в сертификационном центре «CENTEXUZ» ТИТЛП, температура в помещении 20 ± 3 °C, относительная влажность воздуха $65 \pm 5\%$. Разрывная нагрузка материалов определена на динамометре «АО-1» (разрывная машина), максимальная разрывная сила прибора 1000 Н. Воздухопроводность материалов определена с помощью прибора для определения воздухопроводности «AP-36OSM», размеры образца 160×160 мм. Устойчивость к истиранию материалов определена на приборе для определения прочности тканей к истиранию M 235/3, скорость вращения истирателей – $47,5 \pm 2,5$ об/мин, размер образца – круг диаметром 50 мм.

Результаты и обсуждение

С целью определения микроструктуры многослойного материала и возможного взаимодействия компонентов сняты Фурье-ИК спектры волокнистых отходов до и после обработки раствором щелочи, акрилового клея и продукта их взаимодействия при нагревании (рис. 2-5). В спектрах волонистых отходов до и после обработки раствором щелочи обнаружены полосы поглощений, характерные для целлюлозы.

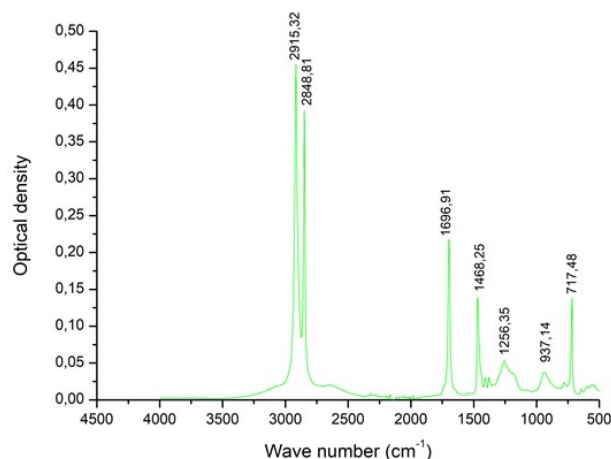


Рисунок 2. Фурье-ИК спектр полимерного клея: 2915.32, 2848.81 – $\nu_{\text{C-H}}$, 1696.91 – $\nu_{\text{C=O}}$, 1468.25 – $\nu_{\text{C-O}}$, 1256.35, 937.14 – $\nu_{\text{C-O}}$, 717.48 – $\nu_{\text{C-O}}$.

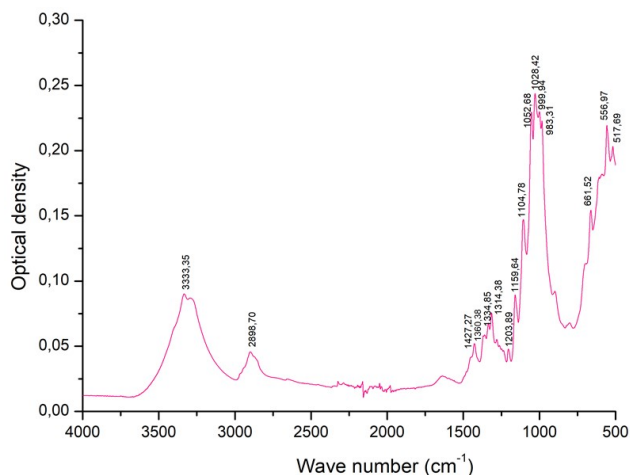


Рисунок 3. Фурье-ИК спектр волокнистых отходов до обработки щелочью: 3333.35 – ν_{OH} , 2898.70 – ν_{CH} , 1427.27 – ν_{CH_2} , 1360.38, 1334.85 – ν_{CH_3} , 1314.38 – ν_{CH_2} , 1203.89 – ν_{CH_2} , 1159.64, 1104.78, 1052.68 – ν_{CH_2} , 1028.42, 999.94, 983.31 – ν_{CH_2} , 661.52, 556.97, 517.69 – пиранозное кольцо.

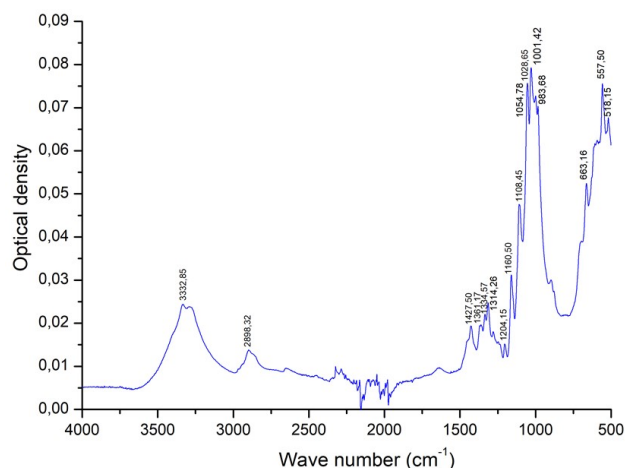


Рисунок 4. Фурье-ИК спектр волокнистых отходов после обработки щелочью: 3332.85 – ν_{OH} , 2898.32 – ν_{CH} , 1427.50 – ν_{CH_2} , 1361.17, 1334.57 – ν_{CH_3} , 1314.26 – ν_{CH_2} , 1204.15 – ν_{CH_2} , 1159.64, 1108.45, 1054.78 – ν_{CH_2} , 1028.65, 1001.42, 983.68 – ν_{CH_2} , 663.16, 557.50, 518.15 – пиранозное кольцо.

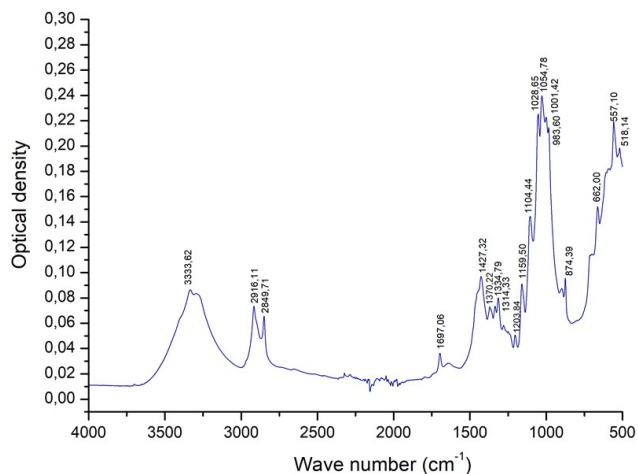


Рисунок 5. Фурье-ИК спектр продукта взаимодействия акрилового клея и волокнистых отходов: 3333.62 – ν_{OH} , 2916.11, 2849.71 – ν_{CH} , 1697.06 – $\nu_{C=O}$, 1427.32 – ν_{CH_2} , 1370.22, 1334.79 – ν_{CH_3} , 1314.33 – ν_{CH_2} , 1203.84 – ν_{CH_2} , 1159.50, 1104.44, 1054.78, 874.39 – ν_{CH_2} , 1028.65, 1001.42, 983.60 – ν_{CH_2} , 662.00, 557.10, 518.14 – пиранозное кольцо.

Как видно из рисунков 3 и 4, не наблюдается существенной разницы в спектрах волокон до и после обработки в растворе щелочи. Химический состав и строение волокон целлюлозы не изменяются, волокнистая масса освобождается от примесей и становится более рыхлой.

Результаты ИК спектроскопических исследований обобщены в таблице 1.

Как видно из рисунков 2-5 и данных таблицы 1, в продукте взаимодействия наблюдаются в основном полосы поглощения целлюлозы без существенных изменений. Сохраняются полосы поглощений валентных колебаний и акрилового клея. Обнаружены небольшие смещения некоторых полос поглощения по сравнению с исходными веществами. Полученные результаты свидетельствуют о том, что при термической обработке слоистого материала не происходит химического взаимодействия между компонентами, а имеет места адгезионное взаимодействие.

Межфазное взаимодействие расплавленного клея с поверхностью волокон обнаружено по снимкам сканирующей электронной микроскопии (рис. 6, 7).

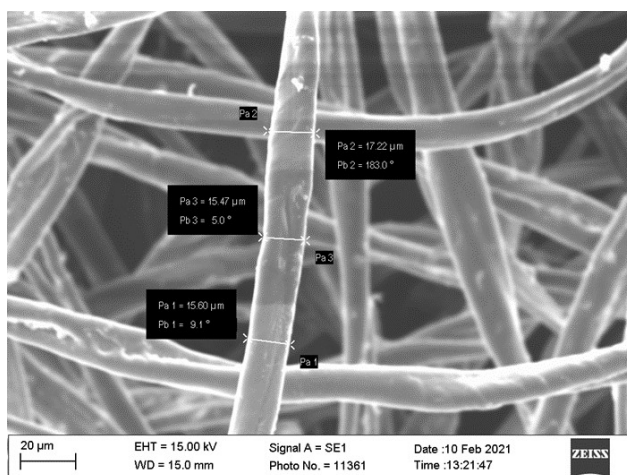


Рисунок 6. СЭМ изображения отходов целлюлозных волокон.

Поперечное сечение полых (капиллярных) целлюлозных волокон имеет почти круглую форму, средний диаметр волокон 15-17 мкм. После термического и механического взаимодействия целлюлозы с акриловым клеем волокна несколько сплюсываются, на поверхности появляется клеевой слой (рис. 7).

Как видно из рис. 7 после термомеханического воздействия волокна ориентируются по направления сдвига, становятся более плоскими менее округлыми. На поверхности волокон содержится клеевой слой.

Исследованы физико-механические свойства полученных слоистых нетканых материалов (табл. 2).

Обнаружено увеличение поверхностной

Таблица 1

ИК спектральные полосы поглощений связей целлюлозных волокон, акрилового клея и продукта их взаимодействия

Вещество	Вид колебаний, связи, полоса поглощения, см ⁻¹					
	ν_{O-H}	δ_{O-H}	ν_{C-H}	δ_{C-H}	$\nu_{C=O}$	ν_{C-O}
Целлюлозные волокна	3333	1361, 1335	2898, 1204	1428, 1314, 1029, 1001, 984	1160, 1108, 1055	
Акриловый клей			2915, 2849	1468, 717	1256, 937	1697
Продукт	3334	1370, 1335	2916, 2850, 1204	1427, 1314, 1029, 1001, 984	1160, 1104, 1054, 874	1697

Таблица 2

Физико-механические свойства многослойного волокнистого материала на основе текстильных отходов

Наименование показателя	Нижний трикотаж	Верхний трикотаж	Многослойный материал
Толщина, мм	0.33	0.45	2.0
Прочность при разрыве, Н по длине по ширине	269 203	401 296	316 327
Относительное удлинение, % по длине по ширине	39 71	18 68	28 79
Поверхностная плотность, г/м ²	160.3	157.5	555.9
Воздухопроводность, дм ³ /м ² ·с	72.6	148.7	34.8
Устойчивость к истиранию, циклы	9500	14500	

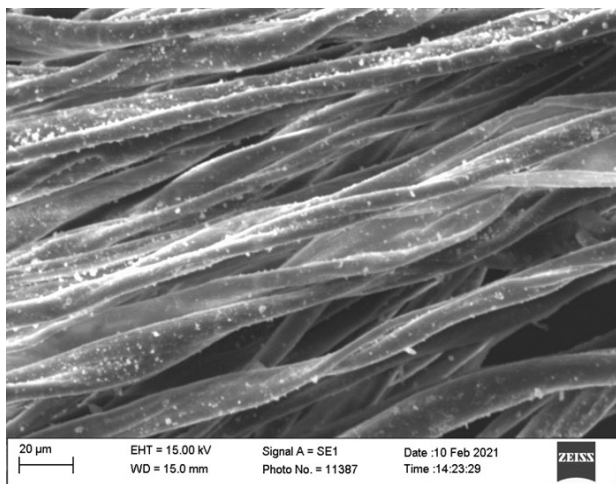


Рисунок 7. СЭМ изображение продукта термомеханического взаимодействия целлюлозных волокон с акриловым клеем.

плотности, прочности при разрыве и относительного удлинения при растяжении многослойного материала по сравнению с трикотажными полотнами. В целом многослойный волокнистый мате-

риал на основе текстильных отходов имеет удовлетворительные физико-механические свойства для использования в деталях одежды и обуви.

Заключение

Предложена технология получения многослойного волокнистого материала на основе текстильных отходов: предварительная подготовка волокнистых отходов путем выдерживали в 2% растворе NaOH при комнатной температуре в течение 12-24 часов. Далее промывка водой, сушка до постоянной массы, поочередное укладывание слоев и одновременное дублирование под давлением прижимных валов при температуре вала 150±5 °С в течение 2,0±0,2 мин. При термомеханической обработке слоистого материала не происходит химического взаимодействия между компонентами, волокна несколько сплюсциваются, имеет место адгезионное взаимодействие. Полученный нетканый материал имеет удовлетворительные физико-механические свойства для использования в деталях одежды и обуви.

REFERENCES

1. Pourmohammadi A. Nonwoven materials and joining techniques. *Joining Textiles, Principles and Applications*, 2013, pp. 565-581. DOI: 10.1533/9780857093967.4.565
2. Gorianc D.S., Bras A., Novak B. Influence of technology process on responsiveness of footwear nonwovens. *Autex Res. J.*, 2020, vol. 20, no. 4, pp. 539-551. DOI: 10.2478/aut-2019-0053
3. Bratchenya L.A., Tolochkova O.N., Lebedeva M.V. Creation of nonwoven shoe materials with improved hygienic properties. *Fibre*

- Chem.*, 2012, vol. 43, no. 5, pp. 369-371.
4. Casadesus M., Alvarez M.D., Carrido N., Molins G., Macanas J., Colom X., Canavate J., Carrillo F. Environmental impact assessment of sound absorbing nonwovens based on chicken feathers waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 2019, vol. 149, pp. 489-499. DOI: 10.1016/j.resconrec.2019.06.009
 5. Alvarez J., Wierzbicka I. Influence of the connecting medium type for textile materials in layered systems used in production of children's footwear on their hygienic properties. *Przegląd Włokienniczy*, 2016, vol. 70, no. 12, pp. 37-39.
 6. Armagan O.G., Kayaoglu B.K., Karakas H.C. Adhesion strength behaviour of plasma pre-treated and laminated polypropylene nonwoven fabrics using acrylic and polyurethane-based adhesives. *J. of Industrial Textiles*, 2012, vol. 43, no. 3, pp. 396-414. DOI: 10.1177/1528083712458303
 7. Mirzayev N.B., Rafikov A.S., Maksudova U.M. Strengthened Layered Polymer-Knitted Films And Coatings. *Int. J. Recent Technol. and Eng.*, 2019, vol. 8, no. 2, pp. 5869-5873. <https://www.ijrte.org/download/volume-8-issue-2/>
 8. Amid H., Maze B., Flickinger M.C., Pourdeyhimi B. Hybrid adsorbent nonwoven structures: a review of current technologies. *J. Mater. Sci.*, 2016, vol. 51, no. 9, pp. 4173-4200.
 9. Sakthivel S., Kumar B.S. Studies on influence of bonding methods on sound absorption characteristic of polyester/cotton recycled nonwoven fabrics. *App. Acoustics*, 2021, vol. 174, 10774. DOI: 10.1016/j.apacoust.2020.107749
 10. Teiyan S., Sharma D., Gangil B., Patnaik A., Singh T. Thermo-mechanical characterization of nonwoven fabric reinforced polymer composites. *Materialstoday: Proceedings*, 2020, vol. 44, part 6, pp. 4770-4774. DOI: 10.1016/j.matpr.2020.10.972
 11. Patnaik P.K., Swain P.T.R., Mishra S.K., Purohit A., Biswas S. Recent developments on characterization of needle-punched nonwoven fabric reinforced polymer composites. *Materialstoday: Proceedings*, 2020, vol. 26, part 2, pp. 466-470. DOI: /10.1016/j.matpr.2019.12.086
 12. Patnaik P.K., Mishra S.K., Swain P.T.R. Erosion wear behavior of needle-punched nonwoven fabric (NPNF) reinforced epoxy composites – An evaluation using Taguchi's design. *Materialstoday: Proceedings*, 2020, vol. 33, part 8, pp. 5683-5686. DOI: 10.1016/j.matpr.2020.04.208
 13. Bokova E.S., Kovalenko G.M., Pawlova M., Kapustin I.A., Evsyukova N.V., Ivanov L. Electrospinning of fibres using mixed compositions based on polyetherurethane and hydrophylic polymers for the production of membrane materials. *Fibres and Textiles in Eastern Eur.*, 2020, vol. 28, pp. 49-51. DOI: 10.5604/01.3001.0014.0933
 14. Karimov S.Kh., Rafikov A.S., Ibragimov A.T., Askarov M.A. A Reinforced Film of Graft Copolymers of Collagen and Acrylates. *International Polymer Science and Technology*, 2015, vol. 42, no. 4, pp. 47-49. DOI: 10.1177/0307174X1504200408
 15. Borreguero A.M., Talavera B., Rodriguez J.F., Valverde J.L., Gonzalez J.L., Carmona M. Enhancing the thermal comfort of fabrics for the footwear industry. *Textile Res. J.*, vol. 83, no. 16, pp. 1754-1763.
 16. Faruk Md.O., Ahmed A., Jalil M.A., Islam M.T., Al M. Shamim, Adak B., Hossain Md.M., Mukhopadhyay S. Functional textiles and composite based wearable thermal devices for Joule heating: progress and perspectives. *Appl. Mater. Today*, 2021, vol. 23, 101025. DOI: 10.1016/j.apmt.2021.101025
 17. Ruiz-Calleja T., Bonet-Aracil M., Gisbert-Paya J., Bou-Belda E. Analysis of the influence of graphene and phase change microcapsules on thermal behavior of cellulosic fabrics. *Mater. Today Commun.*, 2020, vol. 25, 101557. DOI: 10.1016/j.mtcomm.2020.101557
 18. Tabor J., Chatterjee K., Ghosh T.K. Smart Textile-Based Personal Thermal Comfort Systems: Current Status and Potential Solutions. *Advan. Mater. Technol.*, 2020, vol. 5, no. 5, 1901155. DOI: 10.1002/admt.201901155
 19. Grabowska-Polanowska B., Kwiecien J., Gajewki R. Measurement of the inside microclimate of footwear constructed from different material sets. *Fibres and Textiles in Eastern Eur.*, 2020, vol. 28, no. 6, pp. 79-84.