

УДК 677.076.4, 677.076.24
DOI 10.47367/0021-3497_2024_2_24

**МЕТОДЫ ОБРАЗОВАНИЯ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ
ФОРМЫ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**SHAPING AND FIXING METHODS FOR ARTICLES
MADE OF NONWOVEN MATERIALS**

С.Н. САПАРБАЙ, Г.П. ЗАРЕЦКАЯ, Е.А. ЯВОРОВСКАЯ

S.N. SAPARBAY, G.P. ZARETSKAYA, E.A. YAVOROVSKAYA

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Kosygin Russian State University (Technology. Design. Art))

E-mail: zaretskaya-gp@rguk.ru

В данной статье рассмотрены современные предпосылки развития технологии формообразования одежды из нетканых материалов, приведены методы изготовления формованных деталей и изделий сложной пространственной формы из натуральных и синтетических нетканых материалов, холстов и отдельных волокон, в том числе получаемых из растворов и расплавов. Дано описание их особенностей, достоинств и недостатков с точки зрения способности готового изделия сохранять форму без применения или с ограниченным применением дополнительных технологических воздействий. Даны рекомендации по развитию технологии изготовления формоустойчивых изделий из нетканых материалов и определены дальнейшие направления совершенствования способов формования. Подробно рассмотрено одно из направлений разработки процессов проектирования и изготовления формованных изделий, а именно формование заготовки изделий из нетканых материалов с возможностью последующей

отделки поверхности. Применение данного подхода позволяет упростить состав пакета материалов, создать малооперационную технологию изготовления цельноформованных изделий, сократить время конструкторской и технологической подготовки производства.

The article describes recent development prerequisites of the nonwoven garment manufacturing technology, manufacturing methods of shaped parts and products of complex spatial shape from ready-made natural and synthetic nonwoven webs and individual fibers, including those obtained from solutions and melts. Their specific features, advantages and disadvantages are described regarding the ability of the finished product to retain its shape without or with limited use of additional technological treatments. Development recommendations for the manufacturing technology of shape-stable products from nonwovens are given and further directions of shaping methods improvement are defined. One of the development directions of designing and manufacturing processes of shaped products is considered in detail, namely, shaping of product work piece from ready-made nonwoven materials with the possibility of subsequent surface finishing. Application of this approach allows to simplify the composition of the material package, to create a low-operational manufacturing technology of one-piece shaped products, to reduce the time of design and technological preproduction.

Ключевые слова: готовые нетканые материалы, изделия сложной пространственной формы, формоустойчивость, способы формования, малооперационная технология, цельноформованные изделия.

Keywords: ready-made nonwovens, articles with complex spatial shape, shape stability, shaping processes, low-operational technology, one-piece shaped products.

Разнообразие ассортимента швейных изделий и областей их применения повлияло на методы технологической обработки и существенно изменило подходы к выбору состава пакета материалов, так как быстрая смена модных тенденций требует применения материалов, способных принимать сложную пространственную форму с меньшим числом технологических операций. Одним из путей развития технологии изготовления изделий сложной пространственной формы является проектирование и изготовление формованных оболочек из нетканых материалов.

Преимуществами применения таких оболочек являются: сокращение числа швов за счет получения цельноформованного изделия или детали; формирование пакета материалов с заданными свойствами при уменьшении его толщины и количества слоев материалов; снижение мате-

риалоемкости и трудоемкости готового изделия.

Хотя нетканые материалы применялись и ранее для изготовления деталей клеевой прокладки, утеплителей для одежды, медицинских изделий и средств индивидуальной защиты, практические и теоретические подходы к изготовлению формованных деталей верха изделий из нетканых материалов и, в особенности, к совершенствованию методов формообразования изделий из нетканых материалов на данный момент малочисленны [1, 2].

Применение разных методов формообразования деталей из нетканых материалов, тканых и трикотажных полотен приводит к отличиям в составе и структуре технологических операций. Некоторые из технологий применимы только для деталей из нетканых материалов ввиду особенностей их структуры. Это обуславливает

необходимость создания инновационной малооперационной технологии изготовления формованных изделий из нетканых материалов.

В данной статье рассмотрены технологические методы формообразования деталей из нетканых материалов, так как конструктивные методы несущественно отличаются для разных материалов.

Выбор способов образования и закрепления формы деталей или изделия зависит от формовочной способности материала. Нетканые материалы, которые имеют трехмерную структуру, обладают повышенной способностью к формованию, так как при воздействии растягивающей нагрузки происходит сохраняемая пространственная деформация ячеек материала [3, 4].

Основной особенностью процесса формования изделий из нетканых материалов является возможность придания тех или иных требуемых структурных и функциональных свойств за счет формования изделий при помощи различных технологий [5].

Получить требуемую форму деталей одежды из нетканого материала можно как приданием формы текстильной заготовке, так и формованием непосредственно из полимерного или волокнистого сырья. К технологиям, предполагающим воздействие на обводненную массу волокон, относятся экструзия и литье, а к воздействиям на заготовку относится формование прессованием и растяжением [6]. Получение деталей и изделий заданной формы из полимерного сырья возможно технологиями экструзии и напыления. Для получения оболочек из нетканых материалов непосредственно из полимерных расплавов могут быть применимы технологии электроформования и аэродинамического формования.

Следовательно, существуют предпосылки к совершенствованию технологических процессов обработки нетканых материалов для изготовления формованной одежды, бесшовной или в виде соединенных между собой формованных деталей, направленному на повышение качества и

сохранение эксплуатационных свойств готовой продукции за счет исключения ряда традиционных технологических операций и уменьшения толщины без снижения показателей физико-механических свойств [7, 8].

Таким образом, основной задачей исследования является анализ существующих способов образования и закрепления пространственной формы деталей и изделий из нетканых материалов в целях совершенствования методов формообразования одежды.

Проектирование процесса изготовления формованных изделий из нетканых материалов начинается с выбора методов получения и сохранения формы [9].

На сегодняшний день существует несколько способов изготовления формованных изделий из натуральных и синтетических нетканых материалов, основанных на механическом, химическом или термическом воздействии на заготовку. Помимо непосредственно формования заготовки, для получения изделий сложной формы из нетканых материалов применяются также методы экструзии и нанесения коротких волокон на формозадающую поверхность путем напыления.

Процесс механического формования заготовки на поверхности сложной пространственной формы заключается в приложении к нетканому материалу растягивающего усилия, приводящего к вытягиванию полотна и, таким образом, приданию нужной формы за счет перераспределения волокон [10]. Недостаток заключается в образовании областей неравномерной толщины, что приводит к ухудшению прочностных свойств готового изделия [11].

Процесс прессования заключается в воздействии на заготовку давления, пара и температуры в течение определенного времени. Однако этот процесс может негативно сказываться на физико-механических характеристиках материала. Под воздействием давления во время формования волокна могут подвергаться нежелательным напряжениям и микроразрушениям, что приводит к ухудшению их механических характеристик. Операции влажно-тепловой обработки (ВТО) приво-

дят к снижению показателей воздухо- и паропроницаемости. В среднем потеря физико-механических свойств материалов в процессе ВТО составляет 15...21% [7, 12].

Формованные детали сложной формы также можно получить формованием при растяжении, для которого используется ряд специальных приспособлений. В настоящее время способ формования растяжением получил наибольшее распространение в обувном производстве. Сущность способа заключается в том, что материал или пакет материалов закрепляется в зажиме и растягивается пуансоном под давлением, действующим через резиновую мембрану. Поскольку механизм деформации в данном случае будет действовать по нескольким осям, показатели удлинения и напряжения материала при разрыве будут отличаться от показателей при одноосном растяжении. При двухосном растяжении размеры материала увеличиваются во всех направлениях, что позволяет формовать материал с меньшими трудозатратами [13, 14]. Поэтому целесообразно ручное обтягивание колодок, применяющееся на данный момент при изготовлении изделий из нетканых материалов, заменить на механизированное формование растяжением.

Увлажнение заготовки до или в процессе формования снижает показатели упругих и пластических свойств и повышает показатели остаточной деформации, что облегчает процесс формования и ускоряет последующую релаксацию. После формования изделие просушивается для удаления избыточной влаги [13].

При изготовлении формованных изделий из войлока, как одного из видов нетканых материалов, следует принимать во внимание еще один параметр, помимо вышеизложенных, влияющий на качество и свойства готового изделия. Несмотря на то, что войлок представляет собой материал, легко поддающийся формованию, для получения цельноформованных изделий сложной пространственной формы необходимо учитывать особенности формования при разных составах материалов и направлениях раскладки волокон.

В ходе исследования, проведенного Бектемировой Л.С., определено влияние направления раскладки на физико-механические свойства войлока и установлено, что полотна с горизонтальной раскладкой при перпендикулярном направлении приложения нагрузки обладают наибольшей растяжимостью, тогда как при вертикальной раскладке растяжимость будет минимальной. При диагональной раскладке растяжимость войлочного полотна при приложении нагрузки будет больше, чем при крестообразной [10].

При формовании объемных деталей из войлока одним из способов получения нужной формы является формование при помощи сжатия, при котором соответствие форме достигается за счет многократного повторения сжимающего воздействия. При этом формообразующие свойства материала зависят от направления раскладки холста. Например, при перпендикулярном расположении волокон в слоях материала перемещение волокон при формовании на объемной форме будет неравномерным [10].

На сохранение формы изделий из нетканых материалов также оказывает влияние введение дополнительных слоев в состав пакета. Выявлено, что использование шелковых волокон для усиления участков деталей войлочной одежды в совокупности с клеевым соединением слоев пакета материалов, то есть комбинация механического и термического формования, повышает сопротивление изделия к сдвиговым и растягивающим нагрузкам [8, 15].

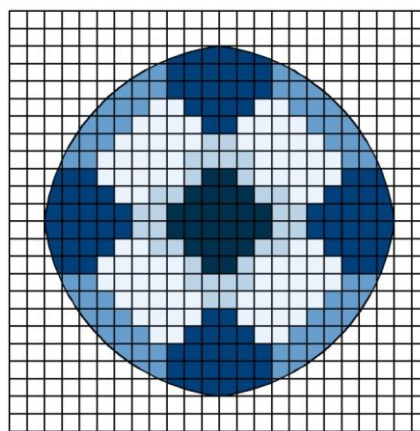


Рис. 1

На рис. 1 (по Бектемировой Л.С.) показаны зоны с различной степенью деформации войлочного полотна при формовании на полусфере. Темным цветом показаны зоны, подвергшиеся наименьшей деформации, светлым цветом – наибольшей [15].

Известно, что растяжимость войлочного полотна в зависимости от типа раскладки шерстяных волокон будет разной, поэтому необходимо учитывать эту особенность при изготовлении формованных изделий сложной формы и из других волокон, так как это имеет значение как для равномерного распределения материала и достижения равной толщины по всей поверхности изделия, так и для зонального распределения физико-механических свойств [16].

Термическое воздействие на нетканый материал применяется в комбинации с разными способами формования и заключается в закреплении полученной формы под воздействием температуры. Такой способ закрепления формы получил распространение при изготовлении формованных изделий из войлока из заготовки, в которой между слоями шерстяных волокон расположен слой термопластичного клеевого материала. Заготовке на манекене внутренней формы изделия путем механического и вибромеханического формования придается форма манекена, которая закрепляется воздействием высокой температуры [8].

К методам формообразования, направленным на получение деталей сложной формы непосредственно из волокнистого сырья, относятся технологии экструзии и нанесения. Получение формованных изделий из нетканых материалов экструзией заключается в процессе выдавливания расплава полимера в виде нитей или волокон и последующего осаждения волокон на формозадающую поверхность. Форма получаемого таким способом изделия может быть различной, но разнообразие получаемых форм не оправдывается затратами на производство [8].

Известны методы получения нетканых наноматериалов путем электроформования и аэродинамического формования, однако на сегодняшний день область их примене-

ния ограничена производством фильтров различного назначения, медицинских изделий, композиционных материалов [17, 18].

Аэродинамическое формование – получение нетканых материалов путем нанесения растворов на формозадающую поверхность в турбулентном газовом потоке под действием нагретого сжатого газа или воздуха [18, 19].

Сущность процесса электроформования нетканых материалов заключается в «сухом» формовании химических волокон, при котором деформация вытягиваемого полимерного раствора, осаждение на формозадающую поверхность волокон, отверждаемых за счет испарения растворителя, а также получение волокнистого слоя осуществляются посредством электричества. Динамика течения полимерных струй определяет толщину, пористость, а следовательно, и воздухопроницаемость получаемого материала [20].

Для каждого из рассмотренных способов получения объемных деталей и изделий из волокон или нетканых материалов существует метод закрепления полученной пространственной формы, соответствующий физической сущности общего процесса формообразования. На рис. 2 представлена классификация способов фиксации формы деталей одежды при разных методах формования.

Использование классификации предполагает формирование новых сочетаний методов получения и закрепления формы объемных деталей, что в свою очередь приведет к совершенствованию технологии изготовления формованных изделий.

В результате сравнительного анализа методов формования одежды установлено, что требуемая форма деталей и изделий из нетканых материалов может обеспечиваться наличием одной формозадающей поверхности при нанесении волокон или обтягивании формы плоской заготовкой из нетканого материала либо двух формирующих поверхностей при изготовлении деталей и изделий из волокнистой массы методами прессования. Формозадающие поверхности при экструзии образуют формирующие головки, а при литье – литьевые формы.

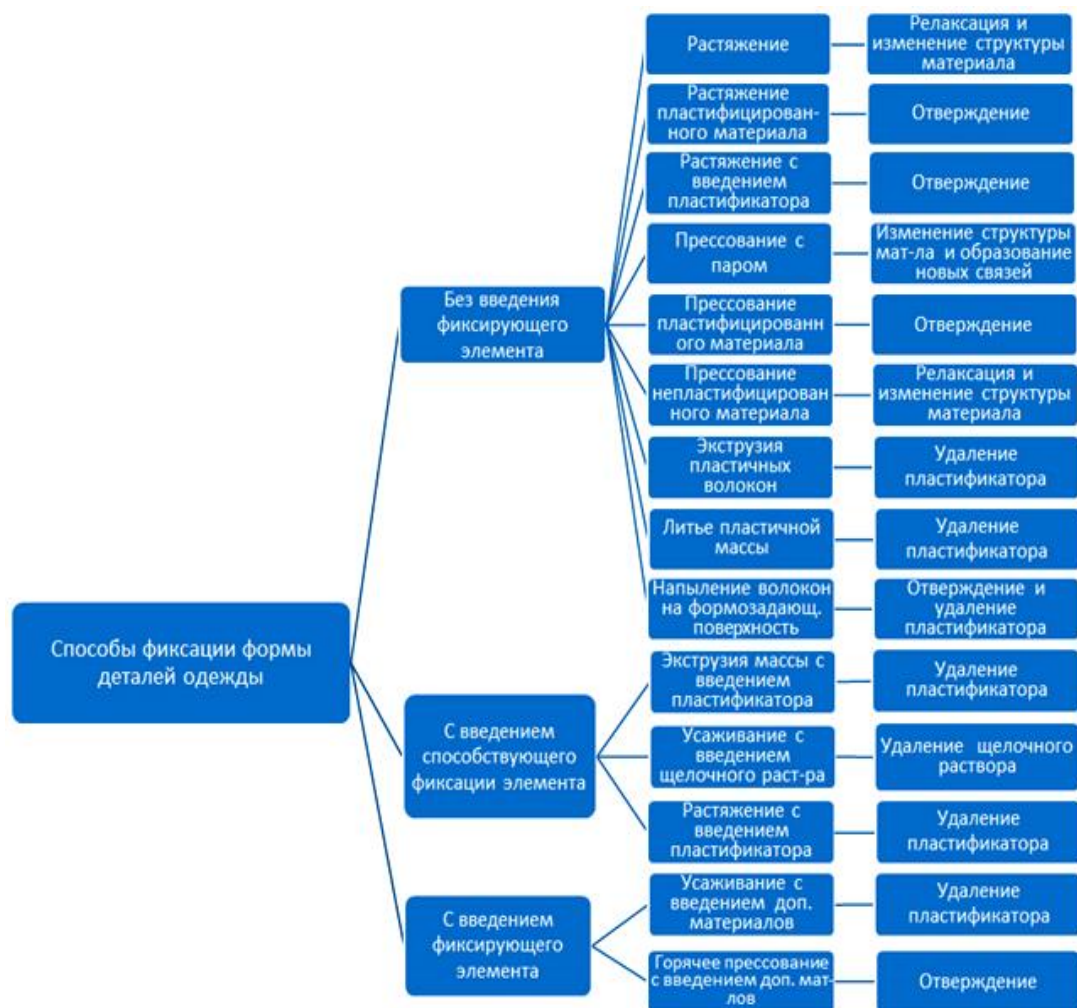


Рис. 2

Закрепление формы объемной детали из нетканого материала требует адаптации технологии к способу получения формы. Введение пластификатора на предыдущей стадии требует его удаления. Пластификация химическими средствами сопровождается испарением пластификатора при контакте с воздухом и последующей очисткой воздуха. Пластификация заготовки перед формованием путем воздействия высокой температуры требует охлаждения для фиксации новой структуры. Изменение формы заготовки с плоской на объемную путем механического воздействия, т. е. прессованием или растяжением при обтягивании колодки до устойчивого изменения структуры, требует продолжительной релаксации в закреплённом состоянии.

Современный уровень развития методов формования изделий позволяет говорить о перспективности разработки технологии

изготовления формованной одежды из нетканых материалов для быстрого реагирования на изменения модных тенденций.

Разнообразие методов пластификации волокон, способов формования объемных изделий, видов применяемого волокнистого сырья обеспечивает достижение требуемого набора свойств изделия.

Возможность новых дизайнерских решений формованной одежды, многообразие доступных средств декорирования создают предпосылки расширения ассортимента изделий, востребованных в молодежной среде.

Представленная классификация способов фиксации формы позволяет сделать выбор в пользу того или иного сочетания методов формования и закрепления формы в зависимости от предъявляемых требований к технологическому процессу и оснащения производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Cheema M.S., Anand S.C., Shah T.H.* Development of Nonwoven Fabrics for Clothing Applications // *Journal of Textile Science & Engineering*. 2018. V. 8, №6. – https://www.researchgate.net/publication/330340819_Development_of_Nonwoven_Fabrics_for_Clothing_Applications.

2. *Gohar E.E.D.S., Mansour O.S.M.* Designing and producing women's blouses by using nonwoven fabrics // *International Design Journal*. 2014. V.4, №2. P. 137...151.

3. *Лисиенкова Л.Н., Комарова Л.Ю.* Перспективы применения нетканых теплоизоляционных материалов // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2021. №4. С. 26...31.

4. *Каюмова Р.Ф., Гирфанова Л.Р.* Понятие формоустойчивости материалов и методы ее оценки // *Естественные и технические науки*. 2007. №1(27). С. 171...174.

5. *Абдуллин И.Ш., Ибрагимов Р.Г., Музафарова Г.Ш., Саматова Э.М.* Современные технологии производства нетканых материалов // *Вестник Казанского технологического университета*. 2014. №19. Т.17. С.114...119.

6. *Балтыжакова О.А., Зарецкая Г.П., Меликов Е.Х.* Исследование процессов изготовления формованных деталей из коллагенсодержащего сырья // *Естественные и технические науки*. 2003. №1. С. 150.

7. *Бахридинона Д.А., Шин И.Г., Таипулатов С.Ш., Черунова И.В., Кандидат М.К.* Формирование плоско-объемных участков одежды с помощью специального устройства для вакуумирования замкнутого технологического пространства // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2019. №6 (384). С. 194...202.

8. *Сыдыкова Ж.А., Арзиев М.М., Кубакова А.Э.* Влияние характеристик прокладочных материалов на свойства войлока // *Известия ОшГУ*. 2015. №2. С. 69...75.

9. *Хамматова В.В.* Формовочная способность текстильных материалов // *Вестник Казанского технологического университета*. 2012. №14. Т.15. С. 158...159.

10. *Бектемирова Л.С., Зарецкая Г.П., Гончарова Т.Л.* Исследование технологических свойств полуфабрикатов деталей одежды из войлока // *Швейная промышленность*. 2013. №3. С. 16...18.

11. *Арзиев М.М., Сыдыкова Ж.А., Абдыкалыкова Н.С.* Взаимосвязи геометрических и физико-механических свойств войлочного полуфабриката с параметрами изготовления // *Известия ОшГУ*. 2016. №2. С. 116...123.

12. *Бахридинона Д.А., Таипулатов С.Ш., Алимбаев Э.Ш., Исмаилова Д.А.* Изменение геометрических параметров текстильных материалов для ВТО деталей одежды // *Проблемы текстиля*. Ташкент. 2011. №1. С. 63...66.

13. *Дементьева О.В.* Анализ напряженно-деформированного состояния заготовки в процессе обтяжки деталей верха обуви // *Вестник Самарского государственного технологического университета. Серия: Физико-математические науки*. 2007. №2 (15). С. 167...169.

14. *Махоткина Л.Ю.* Проектирование изделий специального назначения с учетом деформационных свойств материалов // *Вестник Казанского технологического университета*. 2015. №13. С. 133...134.

15. *Бектемирова Л.С., Зарецкая Г.П., Алибекова М.И.* Влияние вида отделки на структуру процесса изготовления одежды из войлока // *Естественные и технические науки*. 2012. № 6. С. 566...570.

16. *Сыдыкова Ж.А., Непочатых Е.В., Зарецкая Г.П., Алибекова М.И.* Влияние технологических параметров на свойства многозональных цельноформованных деталей одежды и головных уборов // *Дизайн и технологии*. 2011. №25(67). С. 47...50.

17. *Rossin A.R.S., Spessato L., Cardoso F.D.S.L., Caetano J., Caetano W., Radovanovic E., Dragunski D.C.* Electrospinning in personal protective equipment for healthcare work // *Polymer Bulletin*. 2024. №81. P. 1957...1980.

18. *Khan M.K.R., Hassan M.N.* Solution Blow Spinning (SBS): A Promising Spinning System for Submicron / Nanofibre Production // *Textile & Leather Review*. 2021. №4(3). P. 181...200.

19. *Medeiros E.S., Glenn G.M., Klamczynski A.P., Orts W.J., Mattoso L.H.C.* Solution blow spinning: A new method to produce micro- and nanofibers from polymer solutions // *Journal of Applied Polymer Science*. 2009. V. 113. P. 2322...2330.

20. *Филатов И.Ю., Филатов Ю.Н., Якушин М.С.* Электроформование волокнистых материалов на основе полимерных микро- и нановолокон. История, теория, технология, применение // *Вестник МИТХТ*. 2008. Т. 3, № 5. С. 3...18.

REFERENCES

1. *Cheema M.S., Anand S.C., Shah T.H.* Development of Nonwoven Fabrics for Clothing Applications // *Journal of Textile Science & Engineering*. – 2018. – V.8, №6. – URL: https://www.researchgate.net/publication/330340819_Development_of_Nonwoven_Fabrics_for_Clothing_Applications

2. *Gohar E.E.D.S., Mansour O.S.M.* Designing and producing women's blouses by using nonwoven fabrics // *International Design Journal*. 2014. V.4, №2. P.137...151.

3. *Lisienkova L.N., Komarova L.Yu.* Prospects for the use of non-woven thermal insulation materials // *News of the Tula state university. Technical sciences*. 2021. №4. P. 26...31.

4. *Kayumova R.F., Girfanova L.R.* The concept of shape stability of materials and methods of its evaluation // *Natural and technical sciences*. 2007. №1(27). P. 171...174.

5. *Abdullin I.Sh., Ibragimov R.G., Muzafarova G.Sh., Samatova E.M.* Advanced technologies of nonwovens production // Herald of Kazan Technological University. 2014. №19. V.17. P. 114...119.
6. *Baltyzhakova O.A., Zaretskaya G.P., Melikov E.H.* Investigation of manufacturing processes of molded parts from collagen-containing raw materials // Natural and Technical Sciences. 2003. № 1. P. 150.
7. *Bakhriddinova D.A., Shin I.G., Tashpulatov S.Sh., Cherunova I.V., Kandidat M.K.* Formation of flat-bulk plots of clothes with the help of a special device for vacuuming a closed technological space // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2019. №6 (384). P. 194...202.
8. *Sydykova Zh.A., Arziev M.M., Kubakova A.E.* The impact of the characteristics of cushioning material on the properties of felt // Proceedings of OshTU. 2015. №2. P. 69...75.
9. *Khammatova V.V.* Shaping ability of textile materials // Herald of Kazan Technological University. 2012. №14. V.15. P. 158...159.
10. *Bektemirova L.S., Zaretskaya G.P., Goncharova T.L.* Technological properties research of semi-products felt clothes details // Sewing industry. 2013. №3. P. 16...18.
11. *Arziev M.M., Sydykova Zh.A., Abdykalykova N.S.* Relationship geometrical and physical and mechanical properties of felt semi-finished products on the parameters for manufacturing // Proceedings of OshTU. 2016. №2. P. 116...123.
12. *Bakhriddinova D.A., Tashpulatov S.Sh., Alimbaev E.Sh., Ismailova D.A.* Changes in geometric parameters of textile materials for wet-heat processing of clothing parts // Textile Issues. 2011. №1. P. 63...66.
13. *Dement'eva O.V.* Stress-strain state analysis for shoe blank in process of upper details covering // Journal of Samara State Technical University, Ser. Physical and Mathematical Sciences. 2007. №2 (15). P. 167...169.
14. *Makhotkina L.U.* Design of special-purpose products taking into account deformation properties of materials // Herald of Kazan Technological University. 2015. №13. P. 133...134.
15. *Bektemirova L.S., Zaretskaya G.P., Alibekova M.I.* Influence of finishing kind on the structure of manufacturing process of felt clothes // Natural and Technical Sciences. 2012. №6. P. 566...570.
16. *Sydykova J.A., Nepochatyh E.V., Zaretskaya G.P., Alibekova M.I.* Influence of technological parameters on the properties of multizone one-piece molded parts of clothing and headwear // Design and Technologies. 2011. №25(67). P. 47...50.
17. *Rossin A.R.S., Spessato L., Cardoso F.D.S.L., Caetano J., Caetano W., Radovanovic E., Dragunski D.C.* Electrospinning in personal protective equipment for healthcare work // Polymer Bulletin. 2024. №81. P. 1957...1980.
18. *Khan M.K.R., Hassan M.N.* Solution Blow Spinning (SBS): A Promising Spinning System for Submicron / Nanofibre Production // Textile & Leather Review. 2021. №4(3). P. 181...200.
19. *Medeiros E.S., Glenn G.M., Klamczynski A.P., Orts W.J., Mattoso L.H.C.* Solution blow spinning: A new method to produce micro- and nanofibers from polymer solutions // Journal of Applied Polymer Science. 2009. V. 113. P. 2322...2330.
20. *Filatov I.U., Filatov U.N., Yakushin M.S.* Electrospinning of polymeric micro- and nanofiber based fibrous materials. History, theory, technology, application // Bulletin of MIFCT. 2008. V. 3, № 5. P. 3...18.

Рекомендована кафедрой художественного конструирования, моделирования и технологии швейных изделий РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 03.04.24.