

УДК 677.026.4

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ
МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**THE STUDY OF TEXTILE TECHNOLOGIES
FOR THE PRODUCTION NONWOVEN MATERIALS
FOR MEDICAL PURPOSES**

А.Ф. ПЛЕХАНОВ, Е.И. БИТУС, С.А. ПЕРШУКОВА, Н.А. ВИНОГРАДОВА
A.F. PLEKHANOV, E.I. BITUS, S.A. PERSHUKOVA, N.A. VINOGRADOVA

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

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: vonahelp@mail.ru, evgenbit@yandex.ru, lisa-xumuk@yandex.ru, noskova-sv1978@mail.ru

В исследовании рассмотрены современные инновационные способы производства нетканых материалов медицинского, гигиенического, косметического, бытового назначения. Описаны виды сырья для изготовления нетканых материалов медицинского назначения и способы фиксации волокон и filamentных нитей. Предложена упрощенная схема классификации способов производства инновационных нетканых материалов по видам сырья и способу фиксации. Рассмотрены наиболее распространенные технологии получения нетканых материалов медицинского назначения и предложены методы повышения их технико-экономических показателей. Исследования проведены на базе работ ученых кафедр текстильных технологий, материаловедения и товарной экспертизы, производственного менеджмента с учетом мировой практики и терминологии.

Modern innovative methods for the production of nonwovens for medical, hygienic, cosmetic and household purposes are considered and presented in this study. The types of raw materials for the manufacture of nonwovens for medical purposes and methods for fixing fibers and filaments are described in detail. A simplified scheme for the classification of methods for the production of innovative nonwoven materials by types of raw materials and the method of fixation is given. Studies are into account world practice and terminology. Study was based on research work of textile technology chair, textile material & trade expertise chair, production management chair.

Ключевые слова: абсорбирующие материалы, айрлей, бондинг, нетканые материалы, переплетение гидравлическими струями, резинфелт, спанбонд, спанджет, спанлейд, спанлейс, способ фиксации волокон, текстильные материалы медицинского назначения, термическая фиксация, термобонд, филаментные нити, штапельные волокна.

Keywords: absorbent materials, airlay, bonding, fiber fixation, filament thread, hydraulic jets interlacing, medical textile, nonwovens, resinfelt, spunbond, spunjet, spunlace, staple fibers, spunlaid filament, spunlaid thermal fixation, thermobond.

Нетканые материалы, как продукт текстильных технологий, получают все большие преимущества перед другими текстильными изделиями, например тканью или трикотажем, в силу низкой себестоимости производства, особых улучшенных потребительских свойств, экономичности расхода сырья и комплектующих, легкости и компактности готовых изделий. В области текстильных технологий нетканых материалов медицинского назначения выбор исходного сырья, новых способов их изготовления, а также разработка новых методов испытания и оценивания готовых изделий приобретают особую актуальность на современном этапе развития общества.

Для изготовления нетканых материалов медицинского назначения применяют не только натуральное волокнистое сырье, а также искусственные, химические волокна и филаментные нити. В своих трудах [1] профессор В.А. Усенко предложил при классификации основных видов химических волокнистых материалов, получаемых из растворов или расплавов полимеров, разделять на классификационные категории: элементарные химические нити, штапельные материалы, пленки. При этом автором нетканые материалы поставлены в особый подкласс с разделением на группы и подгруппы по технологическому способу их изготовления: фильерный способ и способ пневмонапыления. Следует отметить, что автор не рассматривал способ изготовления нетканых материалов по роду происхождения сырья – из натуральных, искусственных или химических штапельированных волокон, а также филаментных нитей.

Российскими специалистами [2] вопрос о современных способах подготовки волокнистой массы и сырья к производству нетканых материалов представлен описанием технологических особенностей подготовки волокнистой массы к чесанию, самого процесса чесания волокон с последующим формированием волокнистого настила, производства нетканых материалов иглопробивным, вязально-прошивным, пропитыванием связующими, бумажным, фильерным, флокированным и струйным способами, а также изготовления различных тафтинговых покрытий.

Вместе с тем, построение четкой классификационной схемы технологий и способов изготовления современных инновационных нетканых материалов остается актуальной научно-технической задачей. Данная научная проблема была исследована нами с позиции различных подходов фирм-производителей технологического оборудования [3], [4], конкурирующих в области разработки и предложения на мировых рынках оборудования для изготовления нетканых материалов, в том числе и для текстильных изделий медицинского назначения. Результаты проведенного нами анализа приведены в табл. 1. За основу классификации способов изготовления нетканых материалов были приняты: вид исходного сырья и технология формирования нетканых полотен, прежде всего – способ фиксации волокон.

По виду исходного сырья для получения нетканых материалов текстильные технологии можно разделить на две группы: штапельные волокна и филаментные нити.

Вид исходного сырья	Способ фиксации (bonding) нетканого полотна		
	термическая фиксация каландрами и термопечами (by temperature)	гидравлическое переплетение струями (by water jets)	склеивание, просмаливание
Штапельные волокна (staple fibres)	airlay, thermobond	spunlace	resinfelt
Филаментные (моно) нити (spunlaid)	spunbond	spunjet	флокирование

Штапельные волокна, применяемые для изготовления нетканых материалов, могут быть натуральными – хлопок, шелк, шерсть, лен, пальмовые, кокосовые и другие типы волокон растительного происхождения, а также искусственными – вискоза и древесное волокно, пульпа (wood pulp). Для нетканых материалов медицинского, гигиенического, косметического назначения, как правило, используются три вида волокон: хлопок, вискоза и древесная пульпа. Хлопок имеет наиболее предпочтительное положение на рынке текстильных товаров, особенно медицинского назначения, благодаря своим потребительским свойствам: абсорбция, воздухопроницаемость, легкая стерилизация, мягкость, теплостойкость, увеличение прочности во влажном состоянии, отсутствие аллергических реакций, биологическое саморазложение и возможность регенерации. Вискоза – искусственные волокна, получаемые из чистой целлюлозы, обладающие схожими с хлопковыми волокнами свойствами, за исключением потери прочности при намокании. Древесная пульпа – это целлюлозные волокна, обладающие гидрофильностью, способностью разложения биологическим путем. К синтетическим штапельным волокнам, применяемым для изготовления нетканых материалов медицинского, гигиенического, косметического назначения, относятся лавсан и полипропилен.

В настоящее время одним из главных аспектов инноваций ведущих зарубежных фирм являются разработки и реализации проектов комплектных текстильных предприятий – линий для производства нетканых материалов различного назначения [5], [6]. С помощью компьютерных технологий на линиях осуществляются автоматизированный контроль и управление технологи-

ческими процессами для формирования продукта требуемого качества. Переход с одного ассортимента продукции на другой занимает не более 15...20 мин.

Штапельные волокна могут перерабатываться в нетканые материалы посредством термического воздействия на предварительно приготовленный холст по технологии "Эйрлэй" (Airlay) [7] компании Laroche (Франция) или ватку-прочес по технологии "Термобонд" (Thermobond). Укомплектованные линии Airlay Flexiloft (рис. 1) могут изготавливать нетканые полотна иглопробивным или термоскрепляемым способами.

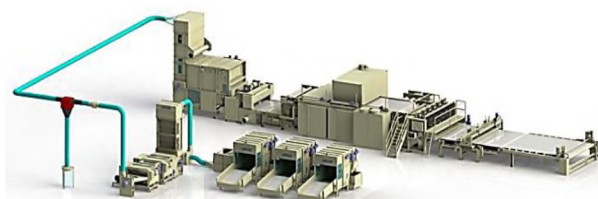


Рис. 1

Данная установка формирует волокнистые холсты из волокон следующих видов: вторичных регенерированных, растительного происхождения, минеральных, искусственных, синтетических, неорганических, а также из пуха, перьев и даже из неволокнистых смесей, таких как пластмассы, древесные отходы, пенопласт, автопокрышки, и прочих дробленых материалов. Flexiloft используется в качестве дополнительной опции для производства более качественных холстов с улучшенными показателями по прочности, однородности и плотности. Поверхностная плотность нетканых материалов, получаемых по технологии "Эйрлэй" может составлять от 10 до 350 кг/м², толщина изготавливаемого полотна – до

250 мм, максимальная рабочая ширина установки – до 4 м. Аналогичную технологию "Термофикс" (Thermofix) и способ термофиксации волокон при формировании нетканых материалов также предлагает на рынке текстильного оборудования фирма Schott & Meissner (Германия) (рис. 2) [8]. Рабочая ширина установки может составлять 1000...1800 мм, 1800...2400 мм и 2400...3200 мм при высоте свободного прохода между лентами, формирующими термофиксируемый волокнистый мат: 200 или 500 мм.

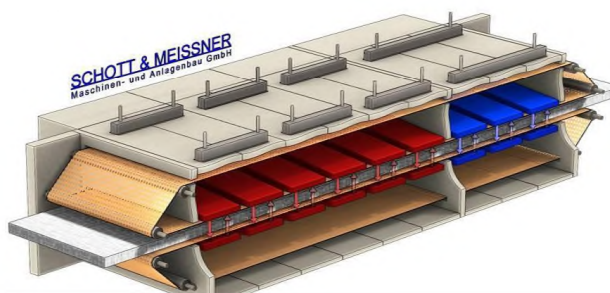


Рис. 2

"Термобонд" (Termobond) – материал, изготавливаемый на установке Термофикс из смеси волокон вискозы, хлопка или их смеси и полипропилена в различных сочетаниях и обладающий высокими гигроскопическими свойствами: быстро впитывает влагу и хорошо ее удерживает. Используется при изготовлении как сухих, так и влажных салфеток.

Однако наибольшее применение в мировой практике (рис. 3 – динамика мирового использования технологии Спанлейс), в настоящее время при производстве нетканых материалов медицинского, гигиенического и косметического назначения получил способ гидроскрепления волокон

"Спанлейс" (Spunlace), начавший свое развитие в Европе с 1985 г.

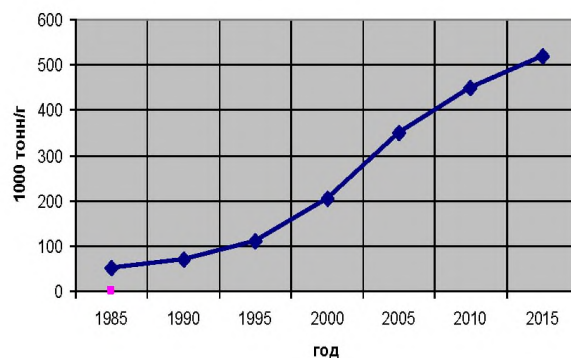


Рис. 3

Способ скрепления волокон основан на гидropереплетении волокнистой ватки-прочеса, предварительно приготовленной на чесальной машине, струями жидкости, поочередно с разных сторон. Нетканые материалы, получаемые этим способом, выгодно отличаются от традиционно используемых, так как изготовлены без применения каких-либо связующих компонентов. Нетканые материалы "Спанлейс" из хлопка могут иметь поверхностную плотность от 30 до 250 г/м² и выдерживают от 6 до 10 стирок.

Благодаря структуре материалов, которая может регулироваться в широком диапазоне значений, и активации поверхности волокон струями воды, такие материалы имеют высокую поглощающую способность по экссудату, лекарственным препаратам, высокую скорость смачивания, капиллярность. Это связано с тем, что скрепление холста производится чистой водой, через поверхность. Внутренняя часть сохраняет способность впитывать влагу, кремы и прочее.

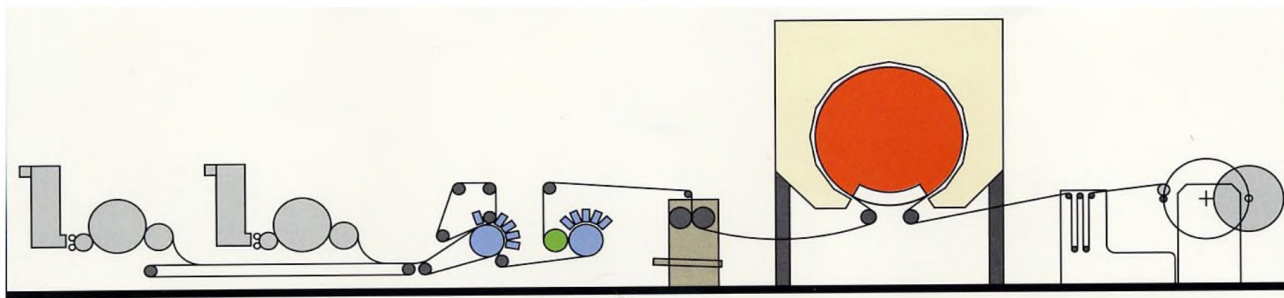


Рис. 4

Методы скрепления водой, такие как "Акваджет Спанлейс" – технология, разработанная фирмой Fleissner (Германия) (рис. 4 – система AquaJet-Spanlace с пропиточным аппаратом [8], широко используются для производства новых поколений сплетения волокон. Являясь лидирующим поставщиком гидроструйного и отделочного оборудования для скрепления причесов, фирма работает в

сотрудничестве с такими производителями оборудования для скрепления, как "Andritz Asselin-Thibeau", Reifenhouser (Германия) и др. На рис. 5 приведена линия для производства нетканых материалов медицинского, гигиенического и другого назначения по технологии "Спанлейс" компании "Andritz Asselin-Thibeau" [6].

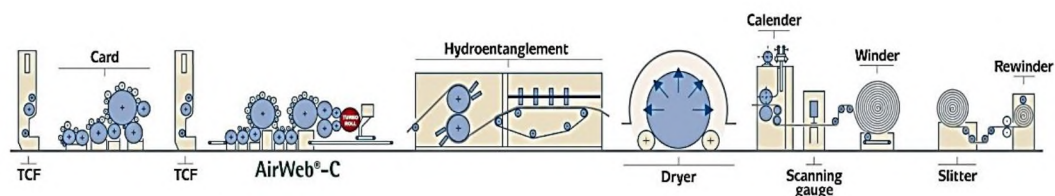


Рис. 5

Принцип действия секции гидроскрепления представлен на рис. 6 – схема получения нетканого материала по технологии "Spanlace". По технологии "Спанлейс" скрепление отдельных волокон производится струями воды, которая под высоким давлением вытекает из мелких форсунок. Эти водяные струи проникают в холст и переплетают волокна между собой, благодаря чему достигается эффект уплотнения и скрепления.

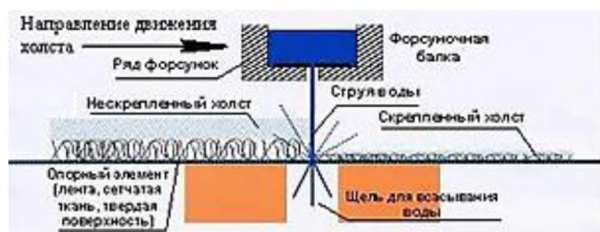


Рис. 6

Состав компонентов "Спанлейс" и их долевое содержание определяют конечную сферу использования материала и его себестоимость. Для хирургической одежды и белья для операционных используется следующий состав компонентов:

- полиэфир/полипропилен + вискоза (вискоза+хлопок);
- целлюлоза + полиэфир.

Важными вопросами при производстве нетканого продукта "Спанлейс", влияющими на его выход и качественные показате-

тели, являются: правильный выбор сырья и подбор его долевого содержания, режимы работы и заправочные параметры технологического оборудования. В работе [9] автором предложены метод и программа для расчета технико-экономических показателей нетканых материалов, получаемых по технологии "Спанлейс", а также программа для многокритериальной оптимизации производственного процесса, с учетом характеристик основных типов сырья, их долевого содержания и заправочных параметров оборудования.

Благодаря скреплению водными струями нетканый материал "спанлейс" приобретает уникальные свойства, среди которых в первую очередь следует выделить следующие:

- высокая степень абсорбции (высокая гигроскопичность);
 - высокая воздухопроницаемость;
 - мягкость и хорошие тактильные ощущения, близкие к натуральным тканям.
- Отличительными особенностями и преимуществами нетканого материала "спанлейс" являются:
- сочетание прочности и тонины, низкой поверхностной плотности;
 - высокая разрывная нагрузка;
 - безворсовая структура поверхности;
 - нетоксичность;
 - антистатичность;
 - хорошая драпируемость;

- диаллергенность;
- отсутствие пиллинга.

Для изготовления нетканых материалов из химических филаментных нитей (рис. 7 – вид под микроскопом нетканого материала, полученного по технологии "Спанджет") разработана технология "Спанбонд" (Spunbond), в основе которой лежит способ

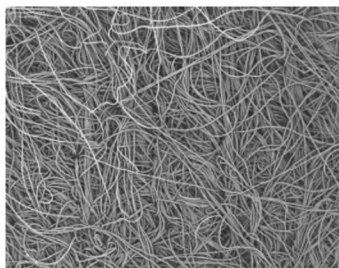


Рис. 7

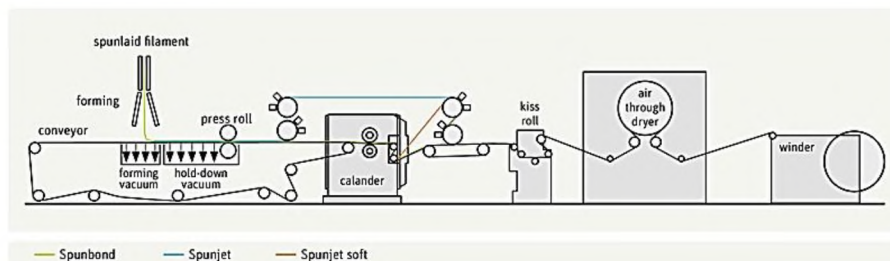


Рис. 8

При воздействии на филаментные нити "Спанлейд" (Spunlaid), фиксируемые вакуумным способом, уплотняющими цилиндрами (рис. 9 – технологическая схема для изготовления нетканых материалов из химических филаментных нитей по технологии "Спанбонд" (Spunbond) фирмы Rieter (Швейцария)), с последующим соединением с компонентом "Спанджет" (Spunjet), после пропускa через увлажнительный валик и сушильный барабан, формируется многослойный нетканый материал.

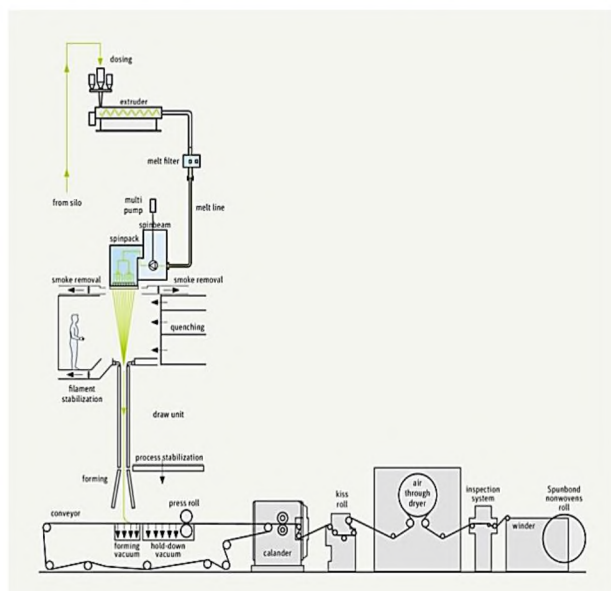


Рис. 9

термофиксации (рис. 8 – технологическая схема для изготовления нетканых материалов из химических филаментных нитей по технологии "Спанджет" (Spunjet) фирмы Rieter (Швейцария)) [10]. Поверхностная плотность нетканых материалов "Спанбонд" может быть от 10 до 150 г/м².

К рассмотренным способам фиксации (bonding) нетканых материалов можно добавить такие технологические способы, как нанесение на сформированный волокнистый слой специальных смол (resinfelt) и, как отдельный технологический элемент, – флокирование, нанесение дополнительных компонентов на филаментные мононити.

ВЫВОДЫ

1. Исследования, проведенные учеными РГУ им. А.Н. Косыгина на кафедрах текстильных технологий, материаловедения и товарной экспертизы, производственного менеджмента Российского государственного университета имени А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), показали, что инновационные технологии изготовления нетканых материалов конкурентоспособны, экономически выгодны и соответствуют требованиям экологического контроля.

2. Наиболее распространенной в мировой практике технологией получения нетканых материалов медицинского назначения является "Спанлейс" (Spunlace), при которой скрепление волокон холста или ватки-прочеса в готовое нетканое полотно осуществляется посредством гидравлических струй воды.

3. На кафедре текстильных технологий разработан метод для определения и оптимизации технико-экономических показателей производства нетканых материалов по технологии "Спанлейс" и программа для ЭВМ, позволяющая оптимизировать процент вложения натуральных видов волокон в волокнистые смеси и улучшать технико-экономические показатели производства.

4. Нетканые материалы, полученные по технологии "Спанлейс", могут быть использованы для замены тканей аналогичного назначения при резком сокращении трудозатрат, снижении себестоимости, экономии натурального сырья и электроэнергии, повышении эффективности использования волокнистых отходов других производств, при достаточно высоком уровне качества получаемых материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Усенко В.А. О классификации и стандартизации химических волокнистых материалов и терминологии для их обозначения // Химические волокна. – 2000, № 2. С. 54...58.

2. Горчакова В.М., Сергеевков А.П., Волощик Т.Е. Оборудование для производства нетканых материалов. – Часть I, Часть II. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006.

3. Плеханов Ф.М., Плеханов А.Ф. Прядение: прошлое и настоящее. Курс лекций. – М.: МГТУ имени А. Н. Косыгина. – Иваново, "Ивановская газета", 2000.

4. Плеханов А.Ф., Бумус Е.И., Носкова С.А. К вопросу о классификации технологий изготовления современных нетканых текстильных наноматериалов // Мат. Междунар. научн.-технич. конф.: Современные проблемы развития текстильной и легкой промышленности. – М.: МГУТУ им. К.Г. Разумовского. Книга 4. Нетканые материалы., 2012. С.162...164.

5. Munstermann Ullrich, Бумус Е.И. Освоение интеллектуальных систем оснастки оборудования фирмы "Fleissner" // Сб. научн. тр. Междунар. конф.: Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности. Международная академия информатизации.– М.: РосЗИТЛП, 2009.

6. Hugues Leclercq, Бумус Е.И. Изучение способов производства нетканых материалов на базе оборудования "ASSELIN-THIBEAU" // Сб. науч. тр. МНК. – М.: РосЗИТЛП, 2010.

7. Nonwovens. Fiber processing lines. Проспект фирмы Laroche (Франция) / Edition 2007 – Credit Photos: LAROCHE – Eric Frey – DBG Studios 3665e. /www.laroche.fr.

8. Fleissner. Better mashines. Better Fibres. High-End Fibers by Compact Spinning. Проспект фирмы

Fleissner GbmH (Германия). <http://www.truetzschler-nonwovens.de>.

9. Бумус Е.И., Зайцев А.И. Метод и программа для определения и оптимизации технико-экономических показателей производства нетканых материалов по технологии "Спанлейс". Регистрационное свидетельство № 18392 от 05.02.2010 г. Министерство информационных технологий и связи РФ.

10. Rieter Perfojet. Your partner for your Nonwoven success. Проспект фирмы Rieter (Швейцария). May 2006. Rieter Perfojet overview.

11. Мишаков В.Ю., Мухамеджанов Г.К. Нетканые утеплители и наполнители для швейных изделий: особенности, свойства, характеристики. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2017.

REFERENCES

1. Usenko V.A. O klassifikacii i standartizacii himicheskikh voloknistykh materialov i terminologii dlja ih oboznachenija // Himicheskie volokna. – 2000, № 2. S. 54...58.

2. Gorchakova V.M., Sergeenkov A.P., Voloshnik T.E. Oborudovanie dlja proizvodstva netkanykh materialov. – Chast' I, Chast' II. – M.: MGUTU im. A.N. Kosygina, 2006.

3. Plehanov F.M., Plehanov A.F. Prjadenie: proshloe i nastojashhee. Kurs lekcij. – M.: MGUTU im. A.N. Kosygina. – Ivanovo, "Ivanovskaja gazeta", 2000.

4. Plehanov A.F., Bitus E.I., Noskova S.A. K voprosu o klassifikacii tehnologij izgotovlenija sovremennykh netkanykh tekstil'nykh nanomaterialov // Mat. Mezhdunar. nauchn.-tehnic. konf.: Sovremennye problemy razvitija tekstil'noj i legkoj promyshlennosti. – M.: MGUTU im. K.G. Razumovskogo. Kniga 4. Netkanye materialy., 2012. S.162...164.

5. Munstermann Ullrich, Bitus E.I. Osvoenie intellektual'nykh sistem osnastki oborudovanija firmy "Fleissner" // Sb. nauchn. tr. Mezhdunar. konf.: Sovremennye informacionnye tehnologii v obrazovanii, nauke i promyshlennosti. Mezhdunarodnaja akademija informatizacii.– M.: RosZITLP, 2009.

6. Hugues Leclercq, Bitus E.I. Izuchenie sposobov proizvodstva netkanykh materialov na baze oborudovanija "ASSELIN-THIBEAU" // Sb. nauch. tr. MNK. – M.: RosZITLP, 2010.

7. Nonwovens. Fiber processing lines. Prospekt firmy Laroche (Francija) / Edition 2007 – Credit Photos: LAROCHE – Eric Frey – DBG Studios 3665e. /www.laroche.fr.

8. Fleissner. Better mashines. Better Fibres. High-End Fibers by Compact Spinning. Prospekt firmy Fleissner GbmH (Germanija). <http://www.truetzschler-nonwovens.de>.

9. Bitus E.I., Zajcev A.I. Metod i programma dlja opredelenija i optimizacii tehniko-jekonomicheskikh pokazatelej proizvodstva netkanykh materialov po tehnologii "Spanlejs". Registracionnoe svidetel'stvo №18392 ot 05.02.2010 g. Ministerstvo informacionnykh tehnologij i svjazi RF.

10. Rieter Perfojet. Your partner for your Nonwoven success. Prospekt firmy Rieter (Shvejcarija). May 2006. Rieter Perfojet overview.

11. Mishakov V.Ju., Muhamedzhanov G.K. Netkanye utepliteli i napolniteli dlja shvejnyh izdelij: osobennosti, svojstva, harakteristiki. – M.: RGU im. A.N. Kosygina, RJeU im. G.V. Plehanova, 2017.

Рекомендована кафедрой текстильных технологий. Поступила 15.05.17.
