

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ НИТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕМБРАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ТРИКОТАЖНОЙ ОСНОВЕ

STUDY OF WEAR RESISTANCE OF THREAD SEAMS OF MEMBRANE MATERIALS ON A KNITTED BASE

УДК 677.017.7:687.023

Д.К. Панкевич, И.А. Буланчиков

Витебский государственный технологический университет

<https://doi.org/10.24412/2079-7958-2021-2-51-58>

D. Pankevich, I. Bulanchikov

Vitebsk State Technological University

РЕФЕРАТ

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ, НИТОЧНЫЕ ШВЫ, РЕЖИМЫ СТАЧИВАНИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ОЦЕНКА, ПРОЧНОСТЬ, МЕМБРАНА, ТРИКОТАЖ

Объектом исследования являются ниточные соединения мембранных текстильных материалов на трикотажной основе.

Предметом исследования является износостойкость швов, изменяющаяся в процессе многократного растяжения и изгиба и характеризующаяся показателем снижения прочности.

Цель работы – оценка износостойкости ниточных соединений эластичных мембранных материалов различной поверхностной плотности в широком диапазоне растягивающих усилий для обоснования режимов стачивания.

В процессе работы выполнено исследование структуры и физико-механических свойств материалов, прочности их ниточных соединений до и после воздействия многократного растяжения и изгиба вдоль и поперек шва, проанализированы его результаты.

Результат работы – выявлено, что разрывная нагрузка всех исследуемых образцов ниточных соединений практически не изменяется при росте растяжения в диапазоне от 0 до 25 %, как вдоль, так и поперек шва. Абсолютное удлинение у всех образцов снижается с увеличением процента растяжения образцов при моделировании эксплуатационных нагрузок, причем наиболее заметное снижение происходит поперек шва, но не является критическим.

ABSTRACT

WEAR RESISTANCE, THREAD SEAMS, STITCHING MODES, OPERATION MODELING, EVALUATION, STRENGTH, MEMBRANE, KNITWEAR

The article is devoted to the evaluation of the wear resistance of threaded seams of membrane materials on the knitted basis in the simulation of operation according to the criterion of reduction of strength indicators. As a result of the experiment, it has been detected that the breaking load of all the studied samples of thread seams practically does not change when the tensile strength increases in the range from 0 to 25 %, both along and across the seam. Absolute elongation of all specimens decreases with increasing percentage of specimen stretch when simulating operational loads, but it is not critical. Threaded seams of three-layer membrane materials on a knitted base made using the modes recommended in the article are characterized by stable strength and sufficient wear resistance.

* E-mail: dashapan@mail.ru (D. Pankevich)

Стачивание трехслойных мембранных материалов на трикотажной основе, которые относятся к I группе растяжимости и имеют поверхностную плотность от 240 до 330 г/м², следует проводить иглой № 70 с заточкой острия KN; используя швейные нитки № 120 с частотой 22 стежка в 5 см строчки, поскольку такие режимы обеспечивают получение износостойкого ниточного соединения, что способствует сохранению целостности и товарного вида изделия при эксплуатации.

Область применения результатов – швейная промышленность.

Износостойкость соединения деталей одежды – один из факторов, определяющих качество готового изделия. Износостойкость ниточных соединений (швов) оценивают по соответствию принятых технологических решений (вида стежка, конструкции шва, параметров строчки, вида и параметров швейных ниток и игл) условиям эксплуатации, в том числе и возникающим в одежде деформациям. Такое соответствие может быть установлено путем моделирования эксплуатации и последующей оценки возникающих в соединении деталей изменений. Если свойства соединения мало изменились в результате моделирования эксплуатации, можно считать выбранное технологическое решение приемлемым. Критерием оценки износостойкости ниточных швов является уменьшение их прочности после эксплуатационных воздействий [1, 2]. Испытания должны учитывать вектор приложения нагрузки к узлу изделия при исследовании износостойкости швов [3].

Соединения, выполняемые челночным стежком на универсальных швейных машинах, наиболее часто применяются швейной промышленностью Республики Беларусь для выполнения соединительных швов. Исследования, проведенные авторами статьи ранее для одного образца мембранного материала на трикотажной основе, показали, что наименьшую прорубку материалов иглой обеспечивает форма заточки острия типа KN, а наибольшую прочность и износостойкость при растяжении на 10 % от первоначальной длины соединения подобных материалов

приобретает при следующих параметрах стачивания: номер иглы – 70 с заточкой острия KN; номер ниток – 120; частота – 22 стежка в 5 см строчки [4].

Статья посвящена оценке износостойкости ниточных соединений эластичных мембранных материалов различной поверхностной плотности в широком диапазоне растягивающих усилий для обоснования режимов стачивания.

Мембранные материалы на трикотажной основе по своей структуре являются композиционными текстильными материалами и обладают уникальными свойствами: водонепроницаемостью, паропроницаемостью, ветрозащитой, растяжимостью и применяются для изготовления одежды для спорта и активного отдыха. В Республике Беларусь массово не изготавливают одежду из мембранных материалов на трикотажной основе, в том числе и потому, что они сложны в пошиве. Нет четких рекомендаций по выбору параметров ниточных соединений, отсутствуют нормативные документы, регламентирующие методы и средства оценки качества ниточных соединений таких специфических материалов, не накоплен опыт их промышленной переработки.

Выполнение ниточных соединений композиционных материалов происходит в условиях повышенного сопротивления проколу иглой и интенсивного трения иглы и швейной нитки о слою материала в процессе образования стежка. Игла швейной машины нагревается, происходит оплавление волокон текстильных слоев и повре-

ждение мембраны в месте прокола. При последующей эксплуатации швов, вследствие перетирания ниток шва кромкой полимерной пленки и связующего, а также усугубления повреждений мембраны по линии строчки из-за механического воздействия перемещающихся под действием деформирующих сил ниток, возможно значительное снижение прочности ниточного соединения.

Для реализации цели работы предложено исследовать износостойкость ниточных соединений мембранных материалов на трикотажной основе в условиях многоциклового нагружения изгибом и растяжением. По данным Н. В. Дроботун, В. П. Румянцева, А. И. Коблякова, К. Э. Разумеева и Л. А. Карцева деформация трикотажного полотна I группы растяжимости в изделиях при эксплуатации одежды составляет от 8 % до 25 % [5–8]. Обоснование режимов стачивания, описанное в источнике [4], выполняли по результатам оценки прочности соединения после многократного изгиба и растяжения на 10 % от

первоначальной длины пробы, поэтому в данном исследовании предложено моделирование эксплуатации проводить в рекомендуемом литературными источниками диапазоне – от 10 % до 25 %.

В качестве объектов исследования выбраны ниточные соединения материалов, из которых изготовлена и проходит опытную носку спортивная ветро-водозащитная экипировка. Для трех образцов материалов выполнено исследование их структуры в отраженном свете с помощью электронного стереоскопического микроскопа МС-1 (увеличение до 100 крат).

Выявлено, что по структуре все рассматриваемые образцы представляют собой трехслойные материалы, содержащие трикотажные полотна различных переплетений с лицевой и изнаночной стороны и полимерную мембрану между ними.

На рисунке 1 представлено изображение лицевой, изнаночной стороны и поперечного среза образца № 2, иллюстрирующее особенно-

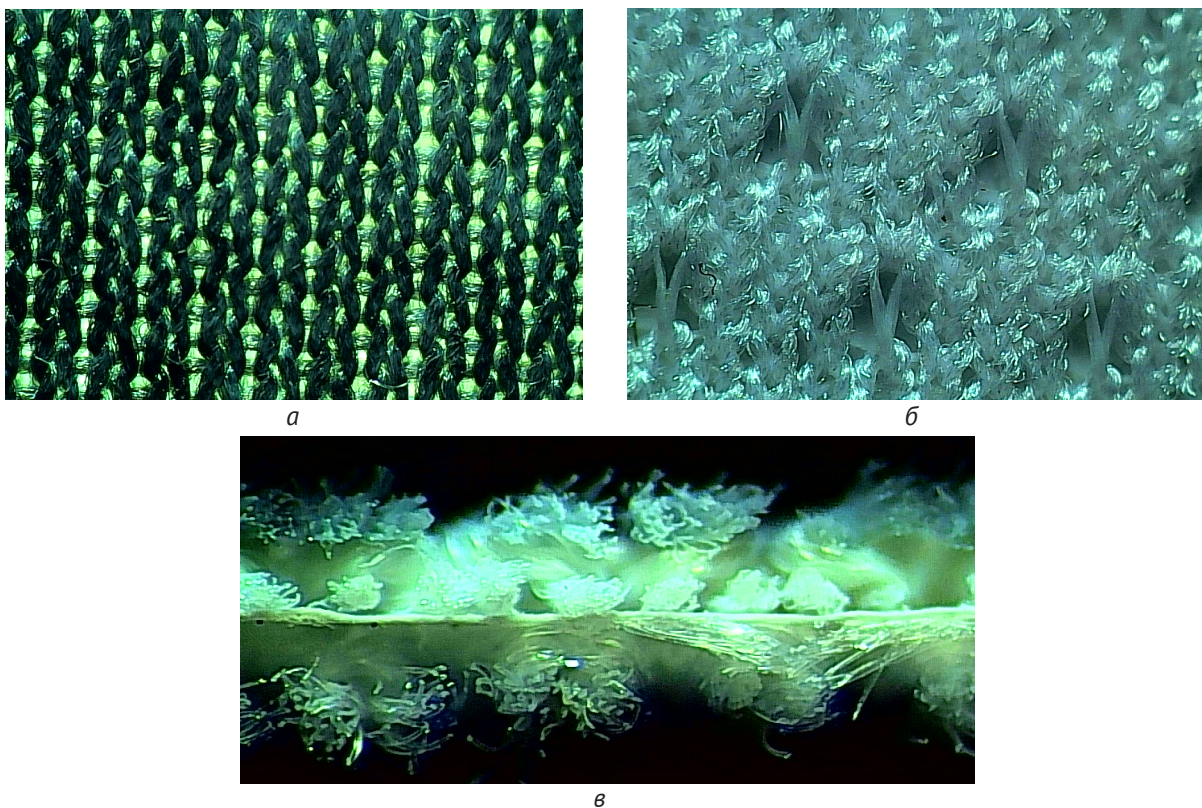


Рисунок 1 – Изображение структуры мембранного материала на трикотажной основе: а) лицевая сторона; б) изнаночная сторона; в) поперечный срез

сти структуры мембранных материалов на трикотажной основе.

Характеристика структуры образцов материалов представлена ниже.

Образец № 1. Лицевая сторона материала – трикотажное полотно одинарного поперечно-соединенного переплетения, изнаночная – трикотажное полотно двуластичного переплетения. Между полотнами тонкая листовая микропористая мембрана. Соединение полотен с мембраной точечное, по опорным поверхностям петель.

Образец № 2. Лицевая сторона материала – трикотажное полотно переплетения кулирная гладь, изнаночная – трикотажное полотно комбинированного переплетения. Между полотнами тонкая листовая микропористая мембрана. Соединение полотен с мембраной точечное, по

опорным поверхностям петель.

Образец № 3. Лицевая сторона материала – трикотажное полотно переплетения кулирная гладь, изнаночная – трикотажное полотно одинарного комбинированного переплетения, полученного сочетанием поперечносоединенного и плюшевого переплетений. Между полотнами тонкая листовая микропористая мембрана. Соединение полотен с мембраной точечное, по опорным поверхностям петель.

Показатели физико-механических свойств исследуемых материалов отражены в таблице 1.

Характеристика ниток, применяемых при выполнении соединений, представлена в таблице 2.

Для исследования износостойкости ниточных швов использовали установку, разработанную

Таблица 1 – Характеристика свойств объектов исследования

Наименование показателя, единицы измерения		Значение для образцов		
		№ 1	№ 2	№ 3
Состав текстильных слоев, %		ПЭ 100	ПЭ 100	ПЭ 92, ПУ 8
Число петельных рядов в 100 мм:	лицевой слой	290	200	180
	изнаночный слой	210	100	140
Число петельных столбиков в 100 мм:	лицевой слой	200	200	180
	изнаночный слой	180	160	164
Полимер мембранного слоя		ПУ	ПУ	ПУ
Поверхностная плотность, г/м ²		305	240	328
Паропроницаемость, г/м ² /24 ч		2726	1467	2344
Водонепроницаемость, кПа		168	153	175
Растяжимость при нагрузке 6 Н, % (группа растяжимости)	вдоль	6	5	6
	поперек	9 (I группа растяжимости)	8 (I группа растяжимости)	10 (I группа растяжимости)
Разрывная нагрузка вдоль, Н		770	870	856
Разрывная нагрузка поперек, Н		530	632	742
Удлинение при разрыве вдоль, %		97	107	102
Удлинение при разрыве поперек, %		130	127	146

Таблица 2 – Характеристика швейных ниток, предлагаемых для соединения деталей

Торговый номер	Состав, артикул	Линейная плотность, текс	Разрывная нагрузка, Н	Удлинение при разрыве, %
120	ПЭ 100 %, Saba	27,5	12,4	11,8

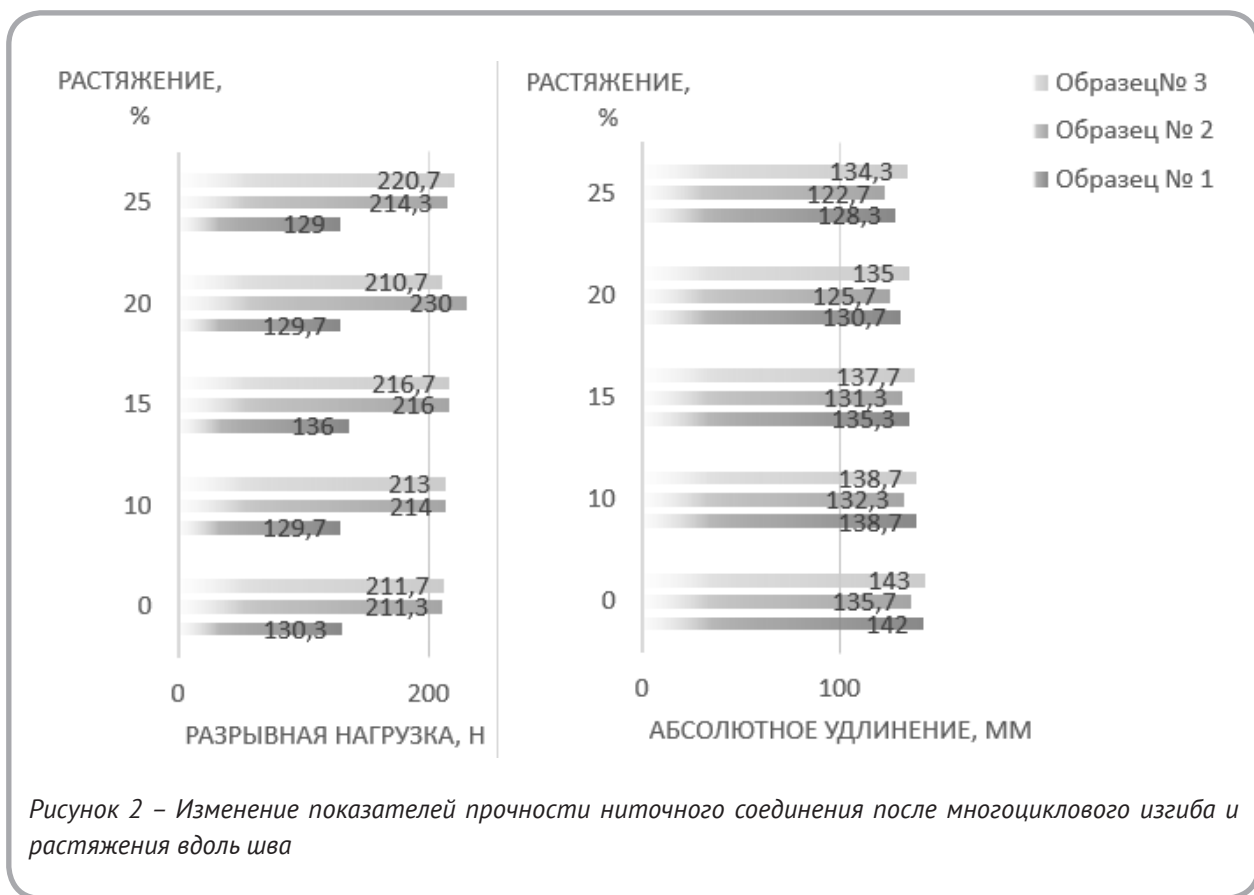
на кафедре «Техническое регулирование и товароведение» УО «ВГТУ». Установка позволяет многократно с определенной частотой подвергать образцы материалов циклическому изгибу и растяжению при различных заданных значениях деформации растяжения.

Элементарные пробы для испытаний выкраивали прямоугольной формы так, чтобы шов совпадал с направлением петельного ряда лицевого трикотажного полотна, а размер пробы со швом составлял 200 мм x 50 мм. Для варьирования направления приложения усилия подготавливали пробы двух видов – для исследования прочности и износостойкости шва при растяжении вдоль и поперек шва. Таким образом, получали модели основных швов в гипотетическом изделии, испытывающих деформацию растяжения и изгиба: плечевых швов, швов соединения кокеток, шва втачивания воротника в горловину. Стачивание выполняли на промышленной машине челночного стежка JK-F4 фирмы Jack (Китай), оснащенной дифференциальным двигателем ткани и тефлоновой лапкой, без закреп-

пок, располагая элементарные пробы цепочкой, при скорости вращения главного вала около 2000 мин⁻¹.

При моделировании эксплуатации задавали величину растяжения пробы в процентах от первоначальной длины пробы: 10 %, 15 %, 20 % и 25 %. Для каждого сочетания параметров опыта (значение процента растяжения и направление приложения усилия) заготавливали по 3 элементарных пробы со швами.

После моделирования эксплуатационного износа в течение 136 минут (15 000 циклов растяжения и изгиба) при заданных сочетаниях параметров, образцы испытывали на разрывной машине РТ-250 по стандартной методике для определения разрывной нагрузки шва и абсолютного удлинения шва по ГОСТ 28073-89 «Изделия швейные. Метод определения разрывной нагрузки, удлинения ниточных швов, раздвигаемости нитей ткани в швах». Результаты испытания представлены в виде гистограмм на рисунках 2 и 3.



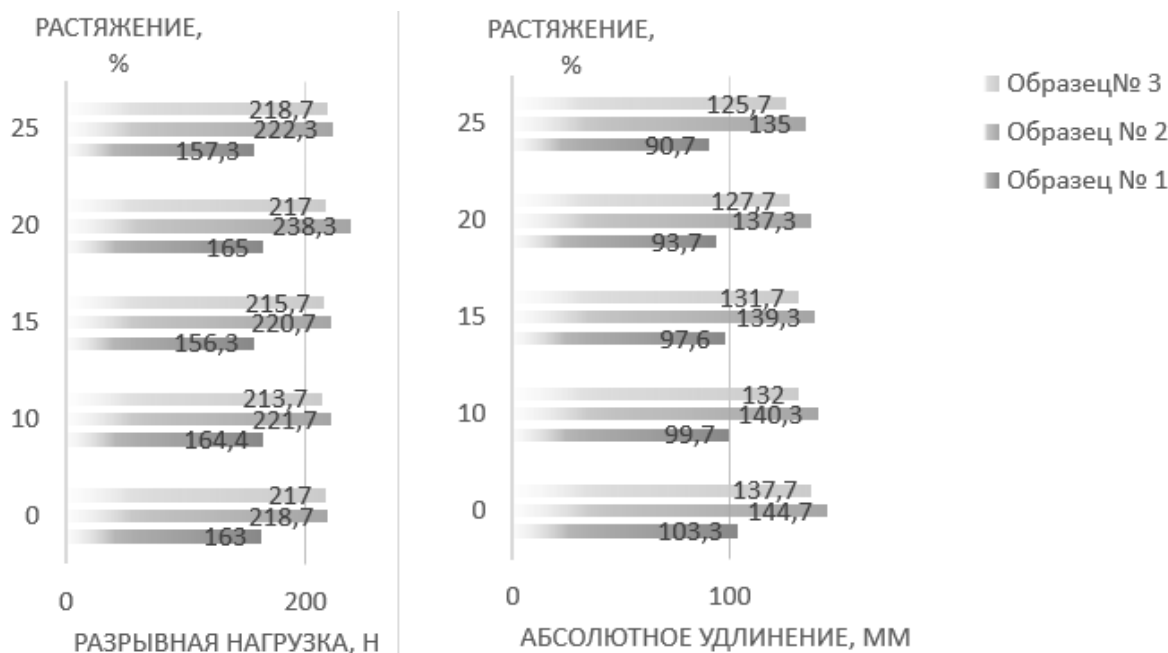


Рисунок 3 – Изменение показателей прочности ниточного соединения после многоциклового изгиба и растяжения поперек шва

Анализ результатов показывает, что разрывная нагрузка всех исследуемых образцов ниточных соединений практически не изменяется при росте растяжения в диапазоне от 0 до 25 %, как вдоль, так и поперек шва. Абсолютное удлинение у всех образцов снижается с увеличением процента растяжения образцов при моделировании эксплуатационных нагрузок, причем наиболее заметное снижение происходит поперек шва, но не является критическим.

Оценку износостойкости ниточных соединений мембранных материалов на трикотажной основе при моделировании эксплуатации проводили по критерию снижения прочности P , %, после циклического изгиба и растяжения на 25 % по формуле (1), предложенной К. Г. Гущиной [1].

$$P = \frac{100 \cdot (P_0 - P_{exp})}{P_0}, \quad (1)$$

где P_0 – начальная прочность соединения, характеризующаяся разрывной нагрузкой, H ; P_{exp} –

прочность соединения после моделирования эксплуатации (растяжение – 25 %, длительность испытания – 15 000 циклов), характеризующаяся разрывной нагрузкой, H .

Результат оценки представлен в таблице 3.

Анализ показателя износостойкости ниточных соединений позволяет сделать вывод о том, что при моделировании эксплуатации в течение 15 000 циклов нагружения прочность ниточных соединений мембранных материалов на трикотажной основе, выполненных с применением научно обоснованных параметров стачивания, незначительно снизилась у образца № 1, а у образцов № 2 и № 3 повысилась. Значение снижения прочности в пределах ± 5 % следует интерпретировать как укладывающееся в диапазон ошибки опыта, поэтому в целом экспериментально установлено, что прочность исследуемых соединений стабильна, а износостойкость достаточна.

Стачивание трехслойных мембранных материалов на трикотажной основе, которые относятся к I группе растяжимости и имеют поверхностную плотность от 240 до 330 $г/м^2$, следует

Таблица 3 – Оценка износостойкости ниточных соединений

Номер образца	Снижение прочности, %, при моделировании эксплуатации	
	вдоль шва	поперек шва
1	3,5	1,0
2	-1,6	-1,4
3	-0,8	-4,3

проводить иглой № 70 с заточкой острия KN; используя швейные нитки № 120 с частотой 22 стежка в 5 см строчки, поскольку такие режимы обеспечивают получение износостойкого ниточного соединения, что способствует сохранению целостности и товарного вида изделия при эксплуатации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гущина, К. Г., Беляева, С. А., Командирова, Е. Я. (1984), *Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки их качества*, Москва, Лёгкая и пищевая промышленность, 312 с.
2. Кокеткин, П. П. (1983), *Механические и физико-химические способы соединения деталей швейных изделий*, Москва, Легкая и пищевая промышленность, 200 с.
3. Туханова, В. Ю, Тихонова, Т. П. (2017), Исследование устойчивости конструкции узла швейного изделия, *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*, 2017, № 1 (49), С. 77–85.
4. Панкевич, Д. К., Буланчиков, И. А. (2021), Эксплуатационные свойства ниточных соединений мембранных материалов на трикотажной основе, *Технологии и качество*, 2021, № 2(52), С. 25–39.
5. Туханова, В. Ю., Тихонова, Т. П., Федотова, И. В. (2017), *Методы оценок потребительских свойств материалов и конструкций узлов*

REFERENCES

1. Gushchina, K. G., Belyaeva, S. A., Komandirova, E. Ya. (1984), *Ekspluatacionnye svojstva materialov dlya odezhdy i metody ocenki ih kachestva* [Operational properties of materials for clothing and methods of assessing their quality], Moscow, Light and Food Industry, 312 p.
2. Koketkin, P. P. (1983), *Mekhanicheskie i fiziko-himicheskie sposoby soedineniya detalej shvejnyh izdelij* [Mechanical and physicochemical methods of joining parts of garments], Moscow, Light and Food Industry, 200 p.
3. Tuhanova, V. YU., Tihonova, T. P. (2017), Investigation of the stability of the structure of the knot of the garment [Issledovanie ustojchivosti konstrukcii uzla shvejnogo izdeliya], *Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie – Modern high technologies. Regional Supplement*, 2017, № 1 (49), pp. 77–85.
4. Pankevich, D. K., Bulanchikov, I. A. (2021), Operational properties of thread connections of membrane materials on a knitted basis [Ekspluatacionnye svojstva nitochnyh soedinenij membrannyh materialov na trikotazhnoj

швейных изделий при инженерном конфекционировании: учебное пособие, Москва, Издательский дом Академии Естествознания, 144 с.

6. Дроботун, Н. В. (2009), *Разработка методов оценки упруго-релаксационных свойств высокоэластичного трикотажа и проектирования медицинских изделий компрессионного назначения: автореф. дис. ... канд. техн. наук*, С.-Петербург. гос. ун-т технологии и дизайна, СПб, 16 с.
7. Разумеев, К. Э., Юдин, Б. В., Разбродин, А. В. (2008), Модельные методы изучения деформации текстильных материалов, *Швейная промышленность*, 2008, № 2, С. 36–38.
8. Крученецкий, В. З., Калабина, А. А., Жилисбаева, Р. О., Смайлова, У. У., Нуржасарова, М. А., Рахимова, С. М. (2018), Связь деформаций текстильных материалов с их структурой и механическими свойствами, *Технология текстильной промышленности*, 2018, № 6 (378), С. 59–63.
5. Tukhanova, V. YU., Tikhonova, T. P., Fedotova, I. V. (2017), *Metody ocenok potrebitel'skih svojstv materialov i konstrukcij uzlov shvejnyh izdelij pri inzhenernom konfeksionirovanii: uchebnoe posobie* [Methods for assessing the consumer properties of materials and designs of garment knots in engineering confectioning: textbook], Moscow, Publishing house of the Academy of Natural Sciences, 144 p.
6. Drobotun, N. V. (2009), *Razrabotka metodov ocenki uprugو-relaksacionnyh svojstv vysokorastyazhimoego trikotazha i proektirovaniya medicinskih izdelij kompressionnogo naznacheniya* [Development of methods for evaluating the elastic-relaxation properties of highly stretchable knitwear and designing medical devices for compression purposes]: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk, S.-Peterb. gos. un-t tekhnologii i dizajna, SPb, 16 p.
7. Razumeev, K. E., YUdin, B. V., Razbrodin, A. V. (2008), Model Methods for Studying the Deformation of Textile Materials [Model'nye metody izucheniya deformacii tekstil'nyh materialov], *SHvejnaya promyshlennost' – Garment industry*, 2008, № 2, pp. 36–38.
8. Krucheneckij, V. Z., Kalabina, A. A., ZHilisbaeva, R. O., Smajlova, U. U., Nurzhasarova, M. A., Rahimova, S. M. (2018), Relation of deformations of textile materials to their structure and mechanical properties [Svyaz' deformacij tekstil'nyh materialov s ih strukturoj i mekhanicheskimi svojstvami], *Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti – Technology of textile industry*, 2018, № 6 (378), pp. 59–63.

Статья поступила в редакцию 18. 10. 2021 г.