

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» / Russian journal of resources, conservation and recycling <http://resources.today>

2016, Том 3, №4 / 2016, Vol 3, No 4 <http://resources.today/issues/vol3-no4.html>

URL статьи: <http://resources.today/PDF/07RRO416.pdf>

DOI: 10.15862/07RRO416 (<http://dx.doi.org/10.15862/07RRO416>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Тюменев Ю.Я., Сучилин В.А. Анализ зависимости свойств холстопрошивного безниточного материала от показателей структуры // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Том 3, №4 (2016)

<http://resources.today/PDF/07RRO416.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

DOI: 10.15862/07RRO416

For citation:

Tyumenev Yu.Ya., Suchilin V.A. [Analysis of dependency properties (Inovatin) beznitochno material of the structure]

Russian journal of resources, conservation and recycling, 2016, Vol. 3, no. 4. Available at:

<http://resources.today/PDF/07RRO416.pdf> (In Russ.) DOI: 10.15862/07RRO416

УДК 677.026.442

Тюменев Юрий Якубович

ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет туризма и сервиса», Россия, Москва

Профессор кафедры «Сервисного инжиниринга»

Кандидат технических наук

E-mail: mite1339@rambler.ru

Сучилин Владимир Алексеевич

ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет туризма и сервиса», Россия, Москва

Профессор кафедры «Сервисного инжиниринга»

Доктор технических наук

E-mail: SuchilinV@mail.ru

Анализ зависимости свойств холстопрошивного безниточного материала от показателей структуры

Аннотация. В статье изложены результаты исследований авторов, посвященных анализу зависимости свойств холстопрошивного безниточного материала от его структурных характеристик. Определено, что повышение прочности материала при изменении угла ориентации слоя прочеса объясняется тем, что в этом случае прочность полотна по длине определяется не только прочностью пучков волокон, формирующих петли, но и прочностью волокон холста. В случае холста с поперечной ориентацией волокон, который в большинстве случаев используется для выработки безниточных холстопрошивных материалов, прочность определяется только прочностью волокон, входящих в пучки формирующие петли.

Ключевые слова: технический текстиль; нетканые материалы; холстопрошивные полотна; безниточное скрепление; методы испытаний; свойства холстопрошивного безниточного материала; структура холстопрошивного безниточного материала; фильтрация газоздушных смесей; материалы для фильтрации газоздушных смесей

Текстильные материалы нашли широкое применение во всех отраслях народного хозяйства, в том числе в сервисном обслуживании населения. На предприятиях службы сервиса используются все виды текстильных материалов: ткани, нити, трикотажные и нетканые полотна. Эти материалы используются как для производства изделий, так и для обеспечения нормального протекания технологических процессов, прежде всего для фильтрации производственного воздуха и сточных вод. Для этих целей в основном

используют холстопршивные и иглопробивные материалы [1, 2]. В настоящее время отечественной промышленностью выпускаются холстопршивные материалы различного назначения: тарные, обтирочные, фильтровальные и т.д. Значительная часть фильтровальных материалов применяется для очистки газоздушных смесей [3, 4]. Но при работе с токсичными газами применять обычные холстопршивные материалы нельзя, т.к. они характеризуются повышенной воздухопроницаемостью, особенно в местах пршивных связей [2, 5]. В этих зонах может наблюдаться чисто механический проскок частиц.

Для указанных фильтров целесообразно использовать холстопршивные безниточные материалы [6, 7]. Холстопршивной безниточный материал представляет собой материал, наполнитель которого состоит, из волокнистого холста, элементы которого скреплены системой петель, полученных из волокон самого холста [8].

Основным элементом структуры безниточного полотна является волокно. В безниточном полотне можно выделить две основные группы волокон: расположенные в холсте и в пучках, формирующих петли. Холст представляет собой массу волокон, которые расположены послойно по толщине, он подвижен, легко деформируется под действием нагрузок. Пучок волокон, формирующих петлю, представляет собой совокупность распрямленных волокон, соединенных силами трения и сцепления. Линейную плотность пучка можно представить в виде суммы линейных плотностей волокон, входящих в пучок

$$T = \sum_{i=1}^n T_{i \text{ вол}} \quad (1)$$

где T_i - линейная плотность i -того волокна, текс.

Следовательно, число волокон в пучке является одним из показателей структуры полотна наряду с поверхностной плотностью, плотностью прошива по длине и ширине, расположением волокон в прочесе и др. [9].

Целью настоящей работы является изучение структуры полотна и ее влияние на механические свойства.

Для исследования структуры холстопршивного безниточного полотна на вязально-пршивной машине ВП-180 10 класса были наработаны образцы полотен из анионообменного модифицированного капронового волокна КМ-А1. Назначение полотна – изготовление фильтрующих элементов респираторов по очистке газоздушных смесей от хлористого водорода. Требования, предъявляемые к такому материалу, наряду с высокими сорбционными свойствами предполагают высокую механическую прочность.

По стандартным методикам были определены показатели структуры. Полученные значения приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Показатели структуры и свойств холстопршивного безниточного
 полотна из волокна КМ-А1**

Плотность прошива по ширине, $P_{ш}$, петель/50 мм	Поверхностная плотность, m_s , г/м ²	Плотность прошива по длине, P_d , петель/50 мм	Число волокон в петле, n	Разрывная нагрузка полотна при растяжении, Н	
				по длине	по ширине
20	200	10	65	35	62
		20	58	43	81
		30	53	54	92
	300	10	79	41	76
		20	67	53	89
		30	55	78	103

Плотность прошива по ширине, $\Pi_{ш}$, петель/50 мм	Поверхностная плотность, m_s , г/м ²	Плотность прошива по длине, Π_d , петель/50 мм	Число волокон в петле, n	Разрывная нагрузка полотна при растяжении, Н	
				по длине	по ширине
400	400	10	100	81	92
		20	84	94	100
		30	70	125	140
10	200	10	61	30	72
		20	55	42	84
		30	50	50	96
	300	10	80	39	72
		20	65	50	82
		30	54	80	87
	400	10	96	81	95
		20	81	100	116
		30	68	115	133

Разработано автором

На основании анализа данных получены зависимости числа волокон в петле от поверхностной плотности и плотности прошива по длине (рис. 1 и 2).

С увеличением плотности прошива по длине число волокон в петле уменьшается. Это объясняется тем, что при прохождении иглы с пучком волокон через холст часть волокон холста, окружающих иглу увлекается вслед за пучком, вокруг создается микрizona с волокнами, ориентированными по направлению хода иглы. При увеличении плотности прошива по длине увеличивается вероятность попадания иглы в микрizonу с переориентированными волокнами. Число волокон, попадающих в петлю, уменьшается, что значительно влияет на прочность полотна.

Из данных таблицы 1 видно, что прочность материала по ширине в 1,5-2 раза выше прочности по длине. Для повышения прочности необходимо определить оптимальную структуру материала. Такая структура получается, если каждое волокно в последующем ряду формирует петлю со сдвигом на 1 петельный шаг.

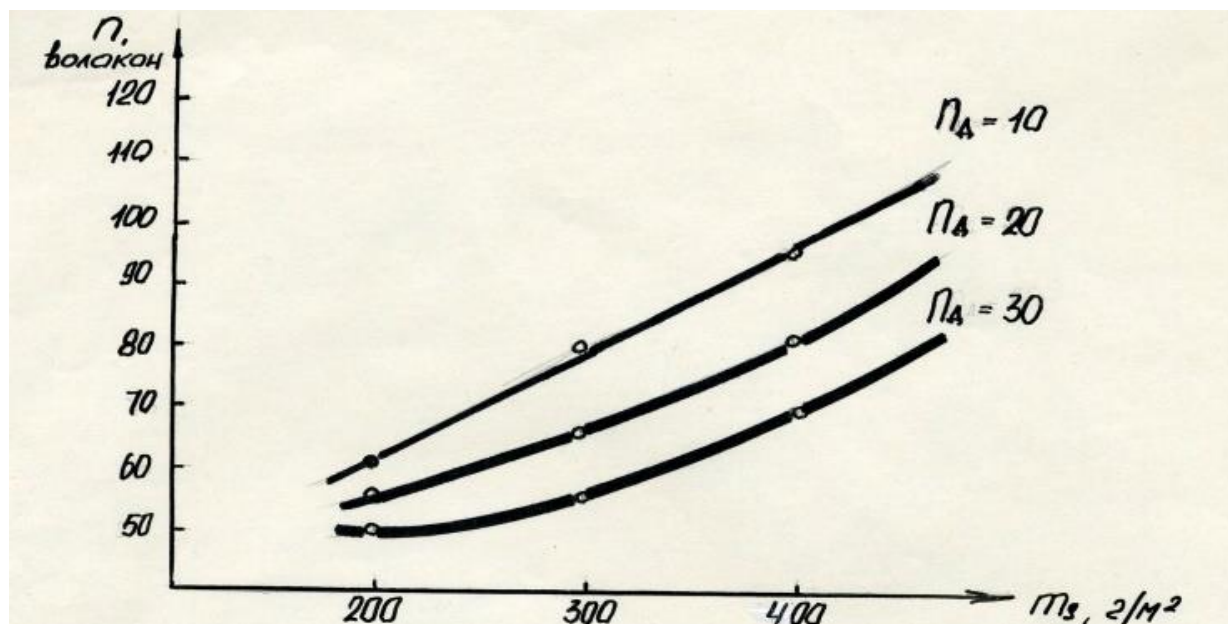


Рисунок 1. Зависимость числа волокон в петле от поверхностной плотности материала ($\Pi_{ш}=10$) (разработано автором)

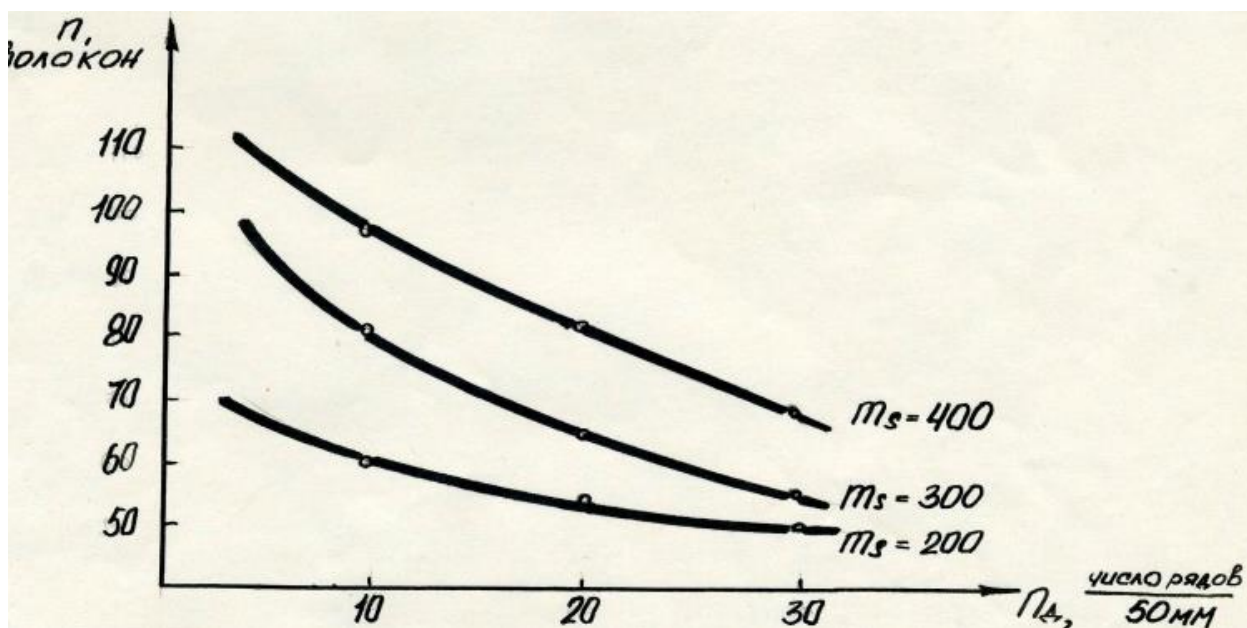


Рисунок 2. Зависимость числа волокон в петле от плотности прошива по длине ($\Pi_{ш}=10$) (разработано автором)

Для определения оптимальных параметров структуры был проведен анализ процесса формирования холстопршивного безниточного полотна с использованием методики, предложенной немецкими исследователями Офферманом и Мегелем. Требуемое расположение волокна в слое прочеса перед иглами машины можно описать уравнением

$$F(y) = \operatorname{tg} 2 \varphi;$$

$$\varphi = t i \quad (2)$$

где t - игольный шаг;

$i = 0, 1, 2, \dots, n$ - номер петельного столбика;

φ - угол расположения прочеса в холсте.

Угол ориентации волокна в холсте (α) может изменяться от 0 (при поперечной ориентации прочеса) до некоторого критического значения $\alpha_{\text{крит}}$, определяемого геометрическими размерами иглы. Для иглы позиции 0-407.

$$\alpha_{\text{крит}} = 67^{\circ} 36'$$

При $\alpha \leq \alpha_{\text{крит}}$ волокно попадает под крючок иглы.

Зона воздействия i -ой иглы на волокно определяется также высотой крючка. Волокно в k -ом ряду петель захватывается i -ой иглой, если выполняется следующее условие

$$(kB - h_u) \leq f(y) \leq (kB + h_o) \quad (3)$$

где B - высота петельного ряда;

h_u, h_o - величина, определяющая max и min предел действия крючка иглы.

Так как длина волокна в несколько раз превышает длину петли, то одно и то же волокно может образовывать петли в нескольких соседних рядах и столбиках. Суммарная длина волокна, идущая на образование петель, определяется с учетом переходной длины. Переходная длина нужна для осуществления соединения между петельными столбиками.

$$L = n_k (l_m + t) - t + \sqrt{t^2 (i_n - i_1)^2 + B^2 (k_n - k)^2} \quad (4)$$

где n_k - число волокон, сформировавших петлю в k -ом столбике;

i_1 - номер иглы, формирующей петлю;

l_m - длина остова петли.

Результаты расчета по данной методике приведены в таблице 2.

Было установлено, что при изменении α до $\alpha_{\text{крит}}$ наиболее предпочтительными параметрами структуры являются: $P_d = 20 \dots 30$; $\alpha = 10^\circ$. Структура полотна в этом случае находится в оптимальной области.

Прочность материала по длине при изменении угла ориентации слоя прочеса до 10° повышается в 1,5 раза, по ширине - 1,2 раза (таблица 3).

Таблица 2

Число петельных столбиков и пазовых игл, и требуемая длина волокна при формировании вязально-прошивного безниточного материала ($P_d = 30$, $\alpha = 10^\circ$, длина волокна 100 мм) (разработано автором)

k	i	(kB + h _o) мм	(kB - h _u) мм	f _i мм	N (k, i)	l мм
0	0	0,6535	-0,076	0	1	8
	1			1,82	0	
1	1	2,3235	1,594	1,82	1	21
	2			3,64	0	
2	2	3,9935	3,264	3,64	1	39,27
	3			5,46	0	
3	3	5,6635	4,934	5,46	1	57,54
	4			7,28	0	
4	4	7,3335	6,604	7,28	1	75,81
	5			9,1	0	
5	5	9,004	8,274	9,1	0	94,08

k - количество петельных столбиков;

i - количество движковых игл;

N (k, i) - петля, сформированная иглой i в петельном столбике k;

B - высота петельного ряда, мм;

h_o, h_u - размеры игл;

l - длина волокна, участвующего в формировании петли.

Таблица 3

Прочность при растяжении холстопрошивного безниточного полотна в зависимости от угла α

Поверхностная плотность, m _S , г/м ²	Плотность прошива по длине, P _d , петель/50 мм	Угол ориентации волокна α , ⁰	Разрывная нагрузка полотна при растяжении, Н		Разрывное удлинение, %	
			по длине	по ширине	по длине	по ширине
400	10	0	81	92	54	89

Поверхностная плотность, m_s , г/м ²	Плотность прошива по длине, P_d , петель/50 мм	Угол ориентации волокна $\alpha, ^\circ$	Разрывная нагрузка полотна при растяжении, Н		Разрывное удлинение, %	
	20		94	100	88	86
	30		125	140	86	86
400	10	10	147	136	102	107
	20		165	154	99	103
	30		183	178	98	73

Разработано автором

Анализ данных таблицы 3 показывает, что максимальное число волокон в петле наблюдается при $\alpha = 10^0$.

Повышение прочности материала при изменении угла ориентации слоя прочеса объясняется тем, что в этом случае прочность полотна по длине определяется не только прочностью пучков волокон, формирующих петли, но и прочностью волокон холста. В случае холста с поперечной ориентацией волокон, который в большинстве случаев используется для выработки безниточных холстопршивных материалов, прочность определяется только прочностью волокон, входящих в пучки формирующие петли [10].

По рассчитанным параметрам структуры была наработана опытная партия полотна, из которого изготовлены фильтрующие элементы респираторов. Проведенные промышленные испытания респираторов подтвердили выводы об оптимальности структуры разработанного холстопршивного безниточного полотна для очистки газоздушных смесей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.Я. Тюменев. Материалы для изделий в сервисе индустрии моды и красоты. Часть 1. Исходные материалы в производстве услуг и работ (на предприятиях индустрии моды): Учебное пособие. М.: Издатель Степаненко А.Ю., 2011. – 240 с.
2. Тюменев Ю.Я. Материалы для процессов сервиса в индустрии моды и красоты: Учебное пособие для бакалавров / Ю.Я. Тюменев, В.И. Стельмашенко, С.А. Вилкова. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2014. – 400 с.
3. Мухамеджанов Г.К. Исследование фильтрующих характеристик нетканых воздушных фильтров. Мухамеджанов Г.К., Конюхова С.В., Тюменев Ю.Я. В кн. Сборник научных трудов по текстильному материаловедению, посвященный 100-летию со дня рождения Георгия Николаевича Кукина. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007. - 396 с. Стр. 158-162.
4. Мухамеджанов Г.К. О классификации и методах испытаний фильтровальных материалов для очистки воздуха / Мухамеджанов Г.К., Тюменев Ю.Я. В кн. Сборник научных трудов по текстильному материаловедению, посвященный 100-летию со дня рождения Алексея Николаевича Соловьёва. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008. - 101 с. Стр. 97 - 100.
5. Г.К. Мухамеджанов. Актуальные проблемы производства и применения нетканых материалов технического назначения / Г.К. Мухамеджанов, Ю.Я. Тюменев, О.Г. Мухамеджанова / В кн. «Актуальные проблемы создания и использования новых материалов и оценки их качества» - материалы 3 (ХУ) Международной научно-практической конференции «Материаловедение - 2010» - Москва, ФГОУВПО «РГУТиС», 2010. - 264 с. Стр. 213-214.
6. Тюменев Ю.Я. Дослідження властивостей нетканних фільтруючих матеріалів для очищення гарячих газів Тюменев Ю.Я., Воронцова Н.В., Сафьянов В.В., Мухамеджанов Г.К. В кн. Вістник Київського національного університету технологій та дизайну. Україна, Київ, 2008, №5 (43), стр. 148-153.
7. Тюменев Ю.Я. Текстильные материалы для фильтрации технологического воздуха на объектах сервиса. Тюменев Ю.Я., Воронцова Н.В., Мухамеджанов Г.К. В кн. Современная техника и технологии в сфере сервиса: Сборник докладов и выступлений. Часть III. - С-Пб - 2001, С. 23.
8. Gusev V.E., Tjumenev Ju.Ja. Struktura oczka uformowanego z nitki przesywajacej // Przegląd włokiennyczy 1979, №10, S. 579-580.
9. Гусев В.Е., Тюменев Ю.Я., Шошин В.В. О технологических особенностях выработки и некоторых свойствах безниточных вязально-прошивных материалов. II сб. научных трудов МТИ-ЛМТИ. - Либерец (ЧССР), 1983. С. 317-324.
10. Тюменев Ю.Я. Современная технология холстоформирования в производстве нетканых материалов. М.: Легпромбытиздат, 1990. - 40 с.

Suchilin Vladimir Alekseevich

Russian state university of tourism and service, Russia, Moscow
E-mail: SuchilinV@mail.ru

Tyumenev Yuriy Yakubovich

Russian state university of tourism and service, Russia, Moscow
E-mail: mite1339@rambler.ru

Analysis of dependency properties (Inovatin) beznitochnogo material of the structure

Abstract. The article describes the results of research, dedicated to the analysis of dependency properties (Inovatin) beznitochnogo material from its structural characteristics. It was determined that the increasing strength of the material when you change the orientation angle combing layer due to the fact that in this case the strength of cloth along the length is determined not only by the strength of the bundles of fibers that form a loop, but the strength of the fibers of the canvas. In the case of the canvas with a transverse orientation of the fibres, which in most cases is used to generate beznitochnyh holstoproshivnyh materials, strength is determined only by the strength of the fibres composing the bundles forming loops.

Keywords: technical textiles; Nonwovens; broaching cloths fabric; beznitochnoe bond; test methods; beznitochnogo (Inovatin) properties of the material; structure of (Inovatin) beznitochnogo; gas-air mixtures filtering; materials for filtration of gas-air mixtures

REFERENCES

1. Yu.Ya. Tyumenev. Materialy dlya izdeliy v servise industrii mody i krasoty. Chast' 1. Iskhodnye materialy v proizvodstve uslug i rabot (na predpriyatiyakh industrii mody): Uchebnoe posobie. M.: Izdatel' Stepanenko A.Yu., 2011. – 240 s.
2. Tyumenev Yu.Ya. Materialy dlya protsessov servisa v industrii mody i krasoty: Uchebnoe posobie dlya bakalavrov / Yu.Ya. Tyumenev, V.I. Stel'mashenko, S.A. Vilkova. – M.: Izdatel'sko-torgovaya korporatsiya «Dashkov i Ko», 2014. – 400 s.
3. Mukhamedzhanov G.K. Issledovanie fil'truyushchikh kharakteristik netkanykh vozdushnykh fil'trov. Mukhamedzhanov G.K., Konyukhova S.V., Tyumenev Yu.Ya. V kn. Sbornik nauchnykh trudov po tekstil'nomu materialovedeniyu, posvyashchenny 100-letiyu so dnya rozhdeniya Georgiya Nikolaevicha Kukina. – M.: MGTU im. A.N. Kosygina, 2007. - 396 s. Str. 158-162.
4. Mukhamedzhanov G.K. O klassifikatsii i metodakh ispytaniy fil'troval'nykh materialov dlya ochistki vozdukha / Mukhamedzhanov G.K., Tyumenev Yu.Ya. V kn. Sbornik nauchnykh trudov po tekstil'nomu materialovedeniyu, posvyashchenny 100-letiyu so dnya rozhdeniya Alekseya Nikolaevicha Solov'eva. – M.: MGTU im. A.N. Kosygina, 2008. - 101 s. Str. 97 - 100.
5. G.K. Mukhamedzhanov. Aktual'nye problemy proizvodstva i primeneniya netkanykh materialov tekhnicheskogo naznacheniya / G.K. Mukhamedzhanov, Yu.Ya. Tyumenev, O.G. Mukhamedzhanova / V kn. «Aktual'nye problemy sozdaniya i ispol'zovaniya novykh materialov i otsenki ikh kachestva» - materialy 3 (KhU) Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Materialovedenie - 2010» - Moskva, FGOUVPO «RGUTiS», 2010. - 264 s. Str. 213-214.

6. Tyumenev Yu.Ya. Doslidzhennya vlastivostey netkanikh fil'truyuchikh materialiv dlya ochishchennya garyachikh gaziv Tyumenev Yu.Ya., Vorontsova N.V., Saf'yanov V.V., Mukhamedzhanov G.K. V kn. Vistnik Kiivs'kogo natsional'nogo universitetu tekhnologiy ta dizaynu. Ukraina, Kiiiv, 2008, №5 (43), str. 148-153.
7. Tyumenev Yu.Ya. Tekstil'nye materialy dlya fil'tratsii tekhnologicheskogo vozdukha na ob'ektakh servisa. Tyumenev Yu.Ya., Vorontsova N.V., Mukhamedzhanov G.K. V kn. Sovremennye tekhnika i tekhnologii v sfere servisa: Sbornik dokladov i vystupleniy. Chast' III. - S-Pb - 2001, S. 23.
8. Gusev V.E., Tyumenev Ju.Ja. Struktura oczka uformowanego z nitki przesywajacej // Przegląd włokiennyczy 1979, №10, S. 579-580.
9. Gusev V.E., Tyumenev Yu.Ya., Shoshin V.V. O tekhnologicheskikh osobennostyakh vyrabotki i nekotorykh svoystvakh beznitochnykh vyazal'no-proshivnykh materialov. II sb. nauchnykh trudov MTI-LMTI. - Liberets (ChSSR), 1983. S. 317-324.
10. Tyumenev Yu.Ya. Sovremennaya tekhnologiya kholstiformirovaniya v proizvodstve netkanykh materialov. M.: Legprombytizdat, 1990. - 40 s.