

УДК 677.025

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_5\_171

**О ВОЗМОЖНОСТЯХ ДВУХФОНТУРНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ МАШИН  
ДЛЯ ВЯЗАНИЯ ВЕРХА ОБУВИ**

**POSSIBILITIES OF DOUBLE KNITTING MACHINES  
FOR PRODUCING OF SHOE UPPERS**

*Н.Р. ХАНХАДЖАЕВА, Д.У. ХАМИДОВА, Р.Б. ЕРМАТОВ, М.М. АБДУРАХИМОВА*

*N.R. KHANKHADJAEVA, D.U. KHAMIDOVA, R.B. YERMATOV, M.M. ABDURAKHIMOVA*

*(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)*

*(Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan)*

*E-mail: nilufar.khankhadjaeva@bk.ru; dilyaz88@mail.ru; rustamreg44@gmail.com;  
kholkhodjaevamaftunakhon@gmail.com*

*В данной статье изучены исследовательские работы, посвященные разработке трикотажных изделий функционального назначения. Рассмотрены возможности получения верха обуви на плосковязальных машинах. Исследовались технологические возможности плосковязальных машин LONG XING, предназначенных для вязания изделий и купонов (готовых изделий) из трикотажа. Разработаны 5 вариантов новых структур трикотажных переплетений. Проведен эксперимент образцов. Определены технологические параметры и физико-механические свойства. Все результаты эксперимента введены в таблицу. Также в статье приведен анализ изменений параметров и свойств. Даны необходимые рекомендации по применению новых вариантов структур трикотажа. Варианты образцов рекомендованы для верха обуви при изготовлении спортивного и летнего ассортимента.*

*In this article, research works devoted to the development of knitwear for functional purposes are studied. The possibilities of obtaining the upper shoes on flat knitting machines are considered. The technological capabilities of LONG XING flat knitting machines, designed for the manufacture of knitwear and coupons (finished products) were studied. Five variants of new structures of knitted structures have been developed. An experiment of samples was carried out. Technological parameters and physical and mechanical properties are determined. All experimental results are added to the table. The article also provides an analysis of changes in parameters and properties. The necessary recommendations on the use of new variants of knitwear structures are given. Sample options are recommended for uppers in manufacturing of sports and summer assortment.*

**Ключевые слова:** трикотаж, переплетение, плосковязальная машина, технологический параметр, свойство, поверхностная плотность, объемная плотность, деформация, трикотаж для верха обуви.

**Keywords:** knitwear, structure, flat knitting machine, technological parameter, property, surface density, volume density, deformation, knitting for shoe upper.

### *Введение*

Опережающими темпами развивается производство трикотажных изделий, применяются новые технологии и расширяется ассортимент трикотажа. В источнике [1] приводятся различные способы производства трикотажных изделий, также уделяется внимание цельновязаным спортивным трикотажным изделиям. Рекомендуется различный вид оборудования и раскрыта широкая технологическая возможность непрерывного вязания купонов изделия. Подробно изложена технологическая возможность плосковязальных машин STOLL и SHIMA-SEIKI. Также имеются научные труды ученых [2...4], в которых всесторонне описан принцип работы таких машин. Возможность вязания цельновязаных изделий и сокращение отходов до минимума также увеличивает интерес к таким машинам. В условиях Узбекистана в промышленности, торговле и сфере услуг настоятельно требуется выпуск трикотажных изделий, сочетающих высокую технологичность и низкую себестоимость с хорошими потребительскими свойствами. Поэтому решение вышеуказанных проблем в технологии трикотажного производства приобретает особое значение и является необходимым.

Одна из тенденций преобразования современного промышленного производства, вызванного изменением спроса населения – постоянное сокращение удельного веса однотипных видов изделий массового производства и одновременный рост доли изделий мелкосерийного производства.

Для продолжения исследований изучены несколько источников в сети интернет, где расположена информация по направлению вязания трикотажа на плоско-

вязальных машинах для верха обуви при изготовлении спортивного и летнего ассортимента.

В компании "Адвентум Технолджис" используют мембранные материалы для обуви [5]. Для спортивной обуви, обуви сферы аутдор или технической (спецобуви) используются уже синтетические материалы, которые обладают более высокими эксплуатационными характеристиками: быстрее высыхают, имеют более легкий вес, лучше защищают от воды, ветра, холода и не подвержены биологическим воздействиям (плесени, моли и т. п.), в сравнении с натуральными.

В источнике приводится технология вязания верха обуви с использованием кругловязальных машин [6]. Вяжется переплетение с прокладыванием уточной нити, используя два вида сырья: шерстяную пряжу и полипропиленовую с образованием различной разновидности узора на изделии. Одна из нитей – натуральное сырье, а другая – синтетическая, использована для придания объема. В следующем источнике [7] также приведена информация о вязании верха обуви на кругловязальных машинах. По сравнению с основовязальными машинами кругловязальные машины создают материал верха обуви, который обеспечивает лучшую воздухопроницаемость, больше возможностей для дизайна и меньше отходов. Большинство материалов верха обуви изготавливается из пористой и рыхлой структуры трикотажа. Это невероятно дышащая структура, которая хорошо рассеивает тепло и влагу благодаря 3D-структуре, которая соединяет два слоя переплетений с пряжей таким образом, что создает воздушный поток. Изучен еще один источник [8], в котором раскрывается про-

цесс изготовления обувных изделий с трикотажным верхом. Верх формируется в процессе вязания и включает несколько участков, изготовленных из разного вида сырья и переплетения, чтобы обеспечить участки с разными физическими свойствами. В тех частях верха, где участки, образованные из разного вида сырья, находятся в разных столбиках, для соединения участков, используется прессовая петля с набросками. В этом способе используется многосистемная кругловязальная машина, которая работает так, чтобы связать бесшовную структуру верха обуви. Вязальная система, где каждая из систем обеспечивается несколькими видами сырья, вяжет участки с различными физическими свойствами. Следует отметить, что при вязании верха обуви на кругловязальных машинах используется кроеный способ, а в процессе раскроя увеличивается процент отходов, что влияет на себестоимость продукции.

Конечно, вязаный верх обуви сейчас развивается в новых направлениях [9]. Естественные дышащие модели в сочетании с эластичными и нерастяжимыми волокнами открывают новые возможности для технологов и дизайнеров обуви. С этой целью Shima Seiki [10] продемонстрировала новейшие применения компьютеризированной технологии плосковязальных машин, чтобы продемонстрировать свой вклад в эту область. Также компания Stoll вступает в проект по радикальному сокращению сроков разработки и производства обуви [11]. Оптимизация, дальнейшие разработки и инновации являются неотъемлемой частью деятельности STOLL [12]. Лидер отрасли в области технологии плоского вязания недавно представил новое предложение в виде определенных инновационных пакетов. Цель здесь состоит в том, чтобы сделать высокую инновационную силу STOLL еще более очевидной и позволить клиентам быстрее извлечь из нее выгоду. Все разработанные решения могут быть легко интегрированы в существующие машины STOLL.

Проведенный выше анализ источников показывает, что данное направление технологии трикотажа является актуальным и

перспективным в Узбекистане. Следует продолжать и развивать исследования, изучая и используя технологические возможности плосковязальных машин, установленных на производственных предприятиях Республики.

#### *Методы*

На кафедре технологии текстильных полотно ведутся исследовательские работы, связанные с изучением и расширением технологических возможностей современных трикотажных машин. Компьютерная оснащённость машин позволяет осуществить индивидуальный отбор игл при создании раппорта переплетений, используя различные цвета и виды сырья, а также размер и форму создаваемого узора. При вязании трикотажных переплетений отбор игл или других рабочих органов на вязальных машинах осуществляется в заранее установленной последовательности с разными целями, например, для полного петлеобразования, для получения прессовых набросков, для обеспечения нерабочего положения игл или для переноса петель. Способ отбора игл определяет характер и раппортные возможности образуемой структуры переплетения и обеспечивается соответствующими конструкциями механизмов отбора, применяемых на вязальных машинах.

Исследования проводились на плосковязальных машинах LONG XING [13]. Плосковязальные машины предназначены для изготовления деталей и купонов (готовых изделий) из трикотажа. Широкие функциональные возможности позволяют создавать эксклюзивные изделия и значительно расширяют возможности производственных мощностей на предприятии. Плосковязальная автоматическая машина может выполнять следующие виды вязания: гладкое, жаккардовое, перенос петли, интарзия. Сдвиг игольницы управляется сервомотором, максимальный сдвиг 2" влево или вправо. Имеется автоматическая аварийная остановка машины и подача звукового сигнала в случае разрыва нити, повреждения иглы, ошибки в программе. Шаблоны могут быть загружены на USB диск и сохранены в память машины. Удобство при эксплуатации и обслуживании в том, что

напряжение 220 В, русский интерфейс, программа создания шаблона в комплекте.

Преимущества плосковязальных машин LONG XING – машины оснащены сенсорным дисплеем, который позволяет сделать более удобным ввод и корректировку дизайна, а также получить всю информацию о параметрах через интерфейс на русском языке. Каретка из облегченного стального сплава позволяет обеспечить высокую эффективность вязания, а функция интарзии позволяет создавать рисунки любой сложности. Высокоэффективные датчики в процессе вязания позволяют обнаружить повреждение иглы, обрыв нити и другие неисправности системы.

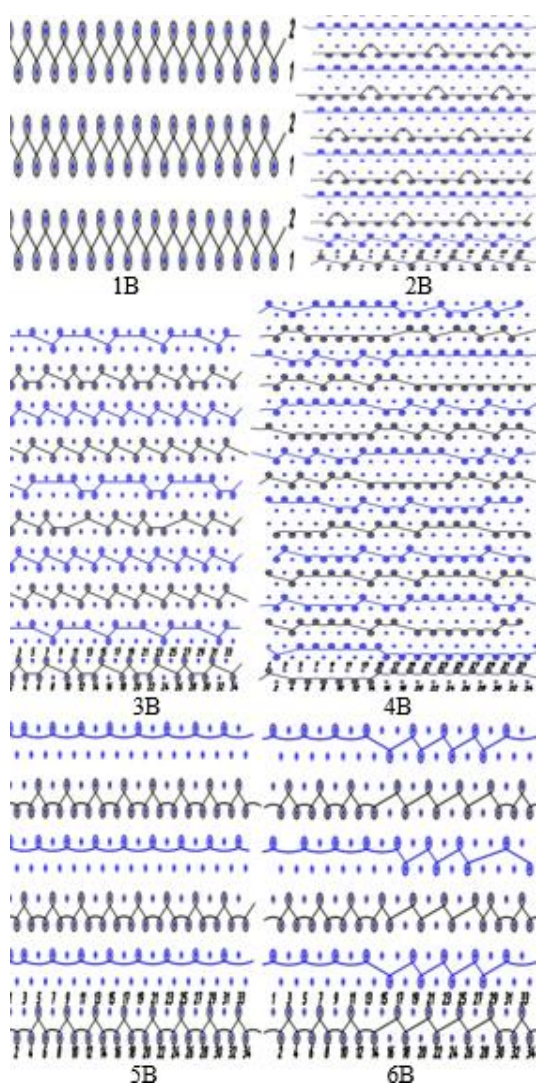


Рис. 1

Разработаны и выработаны образцы трикотажных переплетений на плосковязальной машине LONG XING. На рис. 1

представлена графическая запись, на рис. 2 программное обеспечение Вариантов 1-6. Программа составлена из элементов петельной структуры, которые участвуют в раппорте структуры. Для всех вариантов составлена графическая запись, по которой видно, в каком ряду какая игла получает нить.

Также наглядно видно, в каком ряду какой элемент петельной структуры образуется. Поэтому при составлении программы несложно определить, где и каким образом образуется тот или иной элемент, будь это петля, полупетля, набросок или прессовая петля.

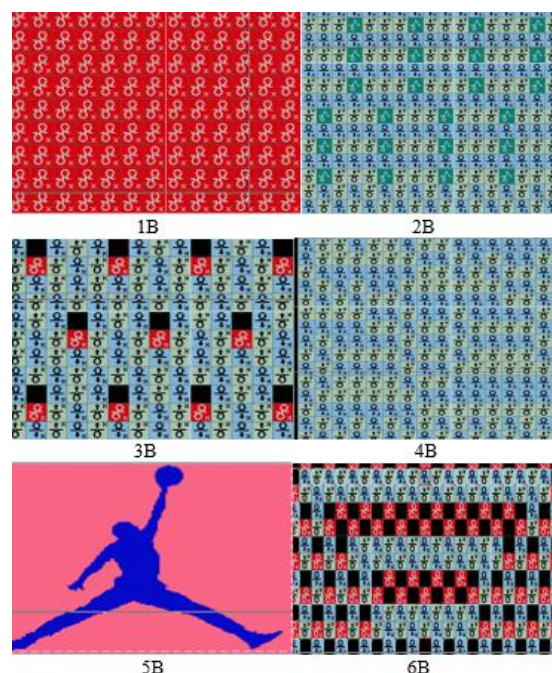


Рис. 2

В качестве базового выработан Вариант 1 переплетением ластик. Для всех образцов определены технологические параметры и физико-механические свойства. В табл. 1 и 2 приведены результаты испытаний выработанных образцов вариантов с различным раппортом. На поверхности полотна образуется определенный эффект за счет введения дополнительных элементов петельной структуры путем отбора игл в игольнице машины.

#### *Результаты и обсуждения*



Результаты испытаний приведены в табл. 1 и 2. По результатам испытаний видно, что изменение структуры трикотажа



привело к изменению петельного шага и высоты петельного ряда в среднем на 25%. Плотность по горизонтали также меняется приблизительно в такой же пропорции. Заметное изменение наблюдается в плотности по вертикали.

Т а б л и ц а 1

Варианты	1	2	3	4	5	6
Петельный шаг А, мм	1,66	1,1	1,42	1,25	1,42	1,42
Высота петельного ряда В, мм	1	0,71	0,71	0,76	1,11	0,90
Плотность по горизонтали $P_H$	30	45	35	40	35	35
Плотность по вертикали, $P_V$	25	70	70	65	45	55
Длина нити в петле, мм	5,30	4,28	4,3	4,8	4,9	4,6
Поверхностная плотность $M_S$ , г/м <sup>2</sup>	650	898	899,5	906,6	868,6	712,9
Толщина Т, мм	1,4	1,8	1,85	1,9	1,85	1,6
Объемная плотность $\delta$ , мг/см <sup>3</sup>	464,2	498	485,9	477,1	469,5	445,5

По сравнению с Вариантом 1 плотность по вертикали увеличивается в 2...3 раза. Это связано со структурой переплетений, которая отличается от базового Варианта 1, так как введены в структуру трикотажа дополнительные элементы. По графическим записям видно, что в раппорте переплетения имеются полупетли-наброски, удлиненные протяжки. Согласно раппорту имеются пропущенные иглы, в которых не образованы петли в определенных рядах. Такая технологическая последовательность приведет к изменению технологических параметров, что и наблюдается в результатах (табл.1). Длина нити в петле также меняется в зависимости от раппорта переплетений. По сравнению с базовым вариантом длина нити в петле меняется 7...19%, в новых разработанных вариантах – в пределах до 13%. Поверхностная плотность базового варианта составляет 650 г/м<sup>2</sup>, в новых разработанных вариантах этот показатель увеличивается в пределах 712,9...906,6 г/м<sup>2</sup>. Объемная плотность базового переплетения составляет 464,2 мг/см<sup>3</sup>, а в остальных вариантах этот показатель меняется в пределах 445,5...498 мг/см<sup>3</sup> (рис. 3, где  -поверхностная плотность  $M_S$  (г/м<sup>2</sup>) ;  -объемная плотность  $\delta$  (мг/см<sup>3</sup>)). Толщина новых разработанных вариантов увеличена по сравнению с базовым. Следует отметить,

что с увеличением толщины трикотажа показатель объемной плотности снижается. Это означает, что уменьшается расход сырья на единицу продукции при сохранении качественных показателей изделия.

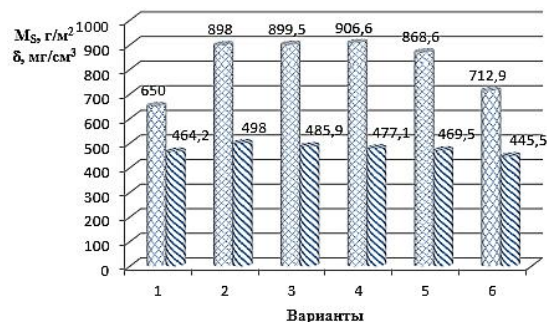


Рис. 3

Результаты испытаний физико-механических свойств приведены в табл. 2. По результатам таблицы видно, что воздухопроницаемость образцов, кроме Варианта 6, уменьшается приблизительно вдвое, которому способствовали дополнительно введенные в структуру элементы, заполняя пространство пористой структуры трикотажа. Заполненность пространства имеет значение при дальнейшей переработке полуфабриката для придания водоотталкивающих свойств, вследствие которого его можно будет рекомендовать для ассортимента осенне-весенней обуви. Разрывная нагрузка имеет хорошие показатели как по длине (908...1018 N), так и по ширине (826...981 N), что характеризует более высокий показатель прочности трикотажа. Результаты разрывного удлинения являются более интересными. Разрывное удлинение вариантов по длине имеет небольшие показатели, которые близки по значению к базовому переплетению и в переплетениях меняются в пределах 8...24%, что означает более высокую формоустойчивость разработанных вариантов по длине. Показатели разрывной нагрузки по ширине также близки к показателям по длине и уменьшены в 2...4 раза (12...36%) по сравнению с базовым переплетением по ширине (68%), что также характеризует высокую формоустойчивость образцов трикотажа по ширине. Если проанализировать результаты испытаний по растяжимости (показатель

удлинения при нагрузке 6 N), то следует обратить внимание, что образцы трикотажа почти не растягиваются по длине, так как все значения близки к нулю. Показатель



растяжимости базового варианта по ширине составляет 46%, а в остальных вариантах она колеблется в пределах 4...21%, что в 2...5 раз меньше по сравнению с базовым.

Т а б л и ц а 2

Варианты		1	2	3	4	5	6	
Воздухопроницаемость, В (см <sup>3</sup> /см <sup>2</sup> с)		100,8	40,9	58,3	61,9	42,5	104,7	
Разрывная нагрузка Р (N)	По длине	1018	1000	1000	986	1000	908	
	По ширине	826	931	944	921	981	836	
Разрывное удлинение L (%)	По длине	18	14	11	24	8	16	
	По ширине	68	18	14	36	12	29	
Растяжимость, % (6 N)	По длине	0,1	0,08	0,06	0,15	0,05	0,1	
	По ширине	46	9	11	16	4	21	
Устойчивость к истиранию, тыс. об.		30000	30000	30000	30000	30000	30000	
Деформация % (при 5% от разрывной нагрузки)	По длине	Обратимая	92	95	92	92	91	84
		Необратимая	8	5	8	8	9	16
	По ширине	Обратимая	95	91	97	95	89	86
		Необратимая	5	9	3	5	11	14

Все вышеперечисленные и проанализированные свойства разработанных новых образцов с улучшенными показателями прочности, удлинения и растяжимости могут рекомендоваться для использования в необходимой сфере изготовления изделий из трикотажа с функциональным назначением.

Из таблицы видно, что у всех вариантов трикотажа высокая устойчивость к истиранию, которая зависит больше от вида сырья, чем от структуры переплетения. В данном случае высокая устойчивость к истиранию достигнута в основном за счет применения синтетического сырья ПЭ.

В процессе исследования определены деформационные свойства образцов. На рис. 4 представлены диаграммы изменений деформационных свойств, показана обратимая  и необратимая  деформация вариантов по длине и ширине. Следует отметить, что образцы имеют удовлетворительные показатели обратимой деформации, как по длине, так и по ширине. Максимальный показатель обратимой деформации по длине имеет Вариант 2 – 95%, по ширине Вариант 3 – 97%, максимальный показатель необратимой деформации по длине – 16% и по ширине – 14% имеет Вариант 6.

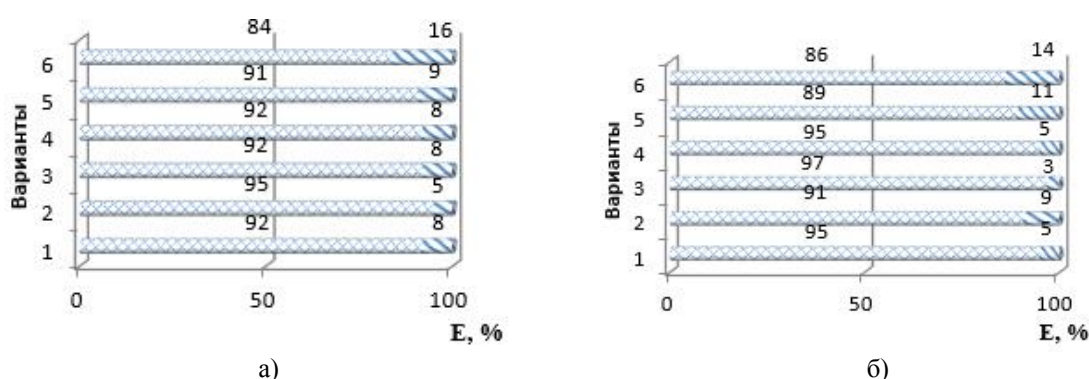


Рис. 4

## ВЫВОДЫ

На современном этапе технологии и производства изделий из трикотажа актуальным направлением исследований явля-

ется не только трикотаж повседневного и бытового назначения, но и трикотаж специального функционального назначения. В последнее время многими учеными проводятся исследования по разработке структур

трикотажа со специальными свойствами, например, для технического трикотажа, медицинского трикотажа и т.д. В данной исследовательской работе разработаны несколько вариантов структур трикотажа, предназначенные для использования в верхней части обуви. Разработанные новые варианты образцов трикотажа изучены по технологическим параметрам и физико-механическим свойствам. Новые варианты образцов следует рекомендовать для использования при изготовлении легкой летней или весенней обуви.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Spenser D.* Comprehensive handbook of knitting technology. Textbook – USA Woodhead Publishing LTD 2001.
2. *Строганов Б.Б.* Процессы вязания и механизмы нового плосковязального автомата 848-E7 фирмы "Универсал". – М.: РосЗИТЛП, 2007.
3. *Строганов Б.Б.* Процессы вязания и механизмы нового плоскофангового автомата SES122CS фирмы "SHIMA-SEIKI". – М.: РосЗИТЛП, 2008.
4. *Hanhadjaeva N., Mukimov M.* "New Knitting Fabric Structure Made on Flat-Bed Knitting Machine" The Second International Symposium on Educational Cooperation for "Industrial Technology Education" 4.07-6.07.2008y p.353-364.
5. <https://getsiz.ru/membrannye-materialy-v-obuv-dlya-raboty-i-sporta.html>
6. <https://www.woolmark.com/industry/use-wool/product-innovations/wool-knitted-upper/>
7. <https://www.indiantextilemagazine.in/circular-knitting-machines-most-ideal-to-make-shoe-uppers/>
8. <https://patents.google.com/patent/US6931762B1/en>
9. <https://www.sneakerfactory.net/2020/04/knit-shoe-construction/>
10. <https://www.knittingindustry.com/knitted-fabrics-for-shoes-to-fit-all-occasions/>

11. <https://www.knittingindustry.com/german-companies-partner-in-knitted-shoe-solution/>
12. <https://www.indiantextilemagazine.in/innovations-and-optimizations-go-hand-in-hand-at-stoll/>
13. <http://www.imatex.ru/equipment/longxing>

#### REFERENCES

1. *Spenser D.* Comprehensive handbook of knitting technology. Textbook – USA Woodhead Publishing LTD 2001.
2. *Stroganov B.B.* Knitting processes and mechanisms of new flat knitting automate UNIVERSAL 848-E7. – M: RosZITLP. 2007.
3. *Stroganov B.B.* Knitting processes and mechanisms of new flat knitting automate SHIMA-SEIKI SES122CS. – M: RosZITLP. 2008.
4. *Hanhadjaeva N., M.Mukimov* "New Knitting Fabric Structure Made on Flat-Bed Knitting Machine" The Second International Symposium on Educational Cooperation for "Industrial Technology Education" 4.07-6.07.2008y p.353-364.
5. <https://getsiz.ru/membrannye-materialy-v-obuv-dlya-raboty-i-sporta.html>
6. <https://www.woolmark.com/industry/use-wool/product-innovations/wool-knitted-upper/>
7. <https://www.indiantextilemagazine.in/circular-knitting-machines-most-ideal-to-make-shoe-uppers/>
8. <https://patents.google.com/patent/US6931762B1/en>
9. <https://www.sneakerfactory.net/2020/04/knit-shoe-construction/>
10. <https://www.knittingindustry.com/knitted-fabrics-for-shoes-to-fit-all-occasions/>
11. <https://www.knittingindustry.com/german-companies-partner-in-knitted-shoe-solution/>
12. <https://www.indiantextilemagazine.in/innovations-and-optimizations-go-hand-in-hand-at-stoll/>
13. <http://www.imatex.ru/equipment/longxing>

Рекомендована кафедрой технологии текстильных полотен. Поступила 21.09.22.