

## РАЗРАБОТКА КУЛИРНОГО ТРИКОТАЖА ИЗ ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ И МУЛЬТИФИЛАМЕНТНЫХ ПОЛИЭФИРНЫХ НИТЕЙ

### DEVELOPMENT OF KNITWEAR FROM LINEN YARN AND MULTIFILAMENT POLYESTER YARN

УДК 677.025.072/76: 677.017

**А.В. Чарковский\***, **Е.М. Лобацкая**

*Витебский государственный технологический университет*

<https://doi.org/10.24411/2079-7958-2019-13613>

**A. Charkovskij\***, **E. Lobatskaya**

*Vitebsk State Technological University*

#### РЕФЕРАТ

*КУЛИРНЫЙ ТРИКОТАЖ, ЛЬНЯНАЯ ПРЯЖА, МУЛЬТИФИЛАМЕНТНЫЕ ПОЛИЭФИРНЫЕ НИТИ, СТРУКТУРА ТРИКОТАЖА, СВОЙСТВА ТРИКОТАЖА*

*Целью работы является получение и исследование свойств трикотажных полотен с использованием льняной пряжи и мультифиламентных полиэфирных нитей.*

*В качестве объекта исследования выбран трикотаж, предназначенный для изготовления верхних изделий. Были разработаны пять вариантов трикотажа с использованием льняной пряжи линейной плотностью 56 текс и полиэфирной мультифиламентной нити в разных комбинациях.*

*Проведены исследования структурных характеристик: поверхностной плотности, количество петель на 100 мм в направлении петельных столбиков и петельных рядов, длины нити в петле, толщины; физико-механических свойств: растяжимость трикотажа при нагрузках меньше разрывных, жесткости, воздухопроницаемости, паропроницаемости, водопоглощаемости разработанных вариантов трикотажных полотен.*

*Составлены рекомендации по использованию мультифиламентных полиэфирных нитей в производстве трикотажных полотен для верхних изделий. Полученные результаты могут быть использованы в процессе разработки трикотажа с заданными функциональными свойствами на производстве, в научных исследованиях, учебном процессе.*

#### ABSTRACT

*KNITWEAR, LINEN YARN, MULTIFILAMENT POLYESTER YARNS, KNITWEAR STRUCTURE, KNITWEAR PROPERTIES*

*The aim of the work is to obtain and study the properties of knitted fabrics using linen yarn and multifilament polyester yarns.*

*The knitwear for the manufacture of upper products was selected as the object of study. Five knitwear variants were developed using flax yarn with a linear density of 56 tex and a polyester multifilament yarn in various combinations.*

*Structural characteristics were studied: surface density, the number of loops per 100 mm in the direction of the hinge columns and looped rows, the length of the thread in the loop, thickness; physical and mechanical properties: tensile properties of knitwear under loads less than discontinuous, rigidity, air permeability, vapor permeability, water absorption of the accumulated variants of knitted fabrics.*

*Recommendations are made on the use of multifilament polyester yarns in the production of knitted fabrics for upper products. The results obtained can be used in the development of knitwear with given functional properties in production, in scientific research, in the educational process.*

\* E-mail: [acharkovsky@mail.ru](mailto:acharkovsky@mail.ru) (A. Charkovskij)

Лён занимает значительное место в ассортименте сырья для ткацкой промышленности в мире, такая же тенденция наблюдается и в Республике Беларусь. [1] При этом использование льняной пряжи отечественного производства в производстве трикотажа ограничено из-за отсутствия чистольняной пряжи требуемого качества. Импортная чистольняная пряжа с хорошими перерабатываемыми свойствами стоит достаточно дорого. В связи с этим целесообразно исследовать возможность сочетания льняной пряжи и мультифиламентных нитей для снижения себестоимости трикотажных изделий с одновременным улучшением их потребительских свойств.

В последние годы в Республике Беларусь предприятие ОАО «СветлогорскХимволокно» освоило производство мультифиламентных полиэфирных нитей. Такие нити перспективны для изготовления различных трикотажных изделий [2, 3, 4]. Некоторые виды их называются влагоотводящими из-за способности отлично отводить пот от поверхности тела. Одежда, выработанная из мультифиламентных нитей, сохраняет форму, практически не мнется, быстро сохнет и имеет минимальную усадку.

Целью данной работы является установление целесообразности использования заправок (лён + перспективная полиэфирная мультифиламентная нить отечественного производства) для изготовления верхних трикотажных изделий.

Для изготовления экспериментальных образцов трикотажа выбраны высококачественная итальянская льняная пряжа линейной плотностью 56 *текс* и инновационная мультифиламентная полиэфирная нить линейной плотностью 16,7 *текс* (количество филаментов  $f = 288$ ) производства ОАО «СветлогорскХимволокно». В процессе выполнения работы с целью выбора оптимального варианта сочетания льняной пряжи и мультифиламентных полиэфирных нитей в производственных условиях предприятия ООО «Овал» были наработаны пять вариантов трикотажа:

- образец № 1: переплетение ластик 1+1; состав: лён линейной плотностью 56 *текс*;
- образец № 2: переплетение ластик 1+1; состав: лён линейной плотностью 56 *текс* в 2 сложения, суммарная линейная плотность 112

*текс*;

- образец № 3: переплетение ластик 1+1; состав: лён линейной плотностью 56 *текс* в 3 сложения, суммарная линейная плотность 168 *текс*;

- образец № 4: переплетение ластик 1+1; состав: лён линейной плотностью 56 *текс* + мультифиламентная нить 16,7 *текс*, суммарная линейная плотность 72,7 *текс*;

- образец № 5: переплетение ластик 1+1; состав: лён линейной плотностью 56 *текс* + мультифиламентная нить 16,7 *текс* в 2 сложения, суммарная линейная плотность 89,4 *текс*.

Выбор переплетения ластик 1+1 обусловлен широким использованием его в производстве верхних трикотажных изделий [5, 6].

Наработка образцов осуществлялась на плосковязальной машине CMS фирмы STOLL 12 класса. Использование данных машин сравнительно высокого класса позволяет экономически обоснованно организовать производственный процесс, минимизировать затраты на изготовление продукции, повысить рентабельность производства. Кроме того, они обеспечивают широкие ассортиментные возможности, многообразие узоров, что позволяет удовлетворить разнообразные вкусы потребителей.

Для наработанных вариантов трикотажных полотен были выбраны показатели физико-механических свойств, которыми должны обладать трикотажные полотна для верхних изделий.

Выбраны следующие показатели физико-механических свойств трикотажных полотен:

- поверхностная плотность трикотажного полотна;
- количество петель на 100 *мм* в направлении петельных столбиков и петельных рядов;
- длина нити в петле;
- толщина;
- растяжимость трикотажа при нагрузках меньше разрывных;
- жесткость;
- воздухопроницаемость;
- паропроницаемость.

Все испытания проводились по стандартным методикам [7, 8].

Результаты испытания поверхностной плотности образцов трикотажных полотен представлены в виде гистограммы на рисунке 1.

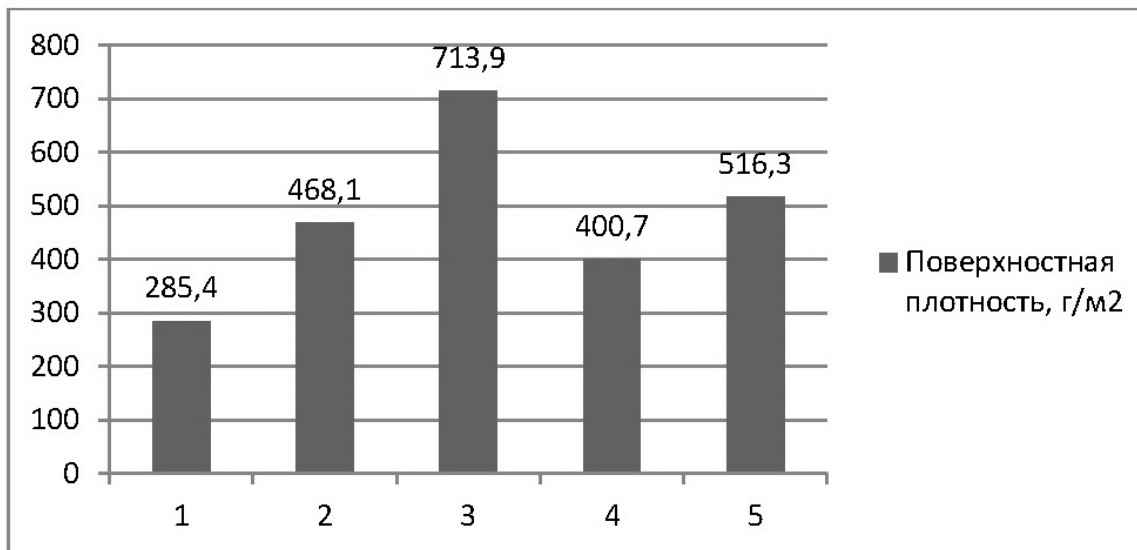


Рисунок 1 – Результаты испытания поверхностной плотности наработанного трикотажа

Как видно из результатов диаграммы, поверхностная плотность наработанных трикотажных образцов изменяется от 285,4 г/м<sup>2</sup> до 713,9 г/м<sup>2</sup>. Эти значения соответствуют диапазону значений поверхностной плотности трикотажа, используемого для выпуска верхней одежды.

При определении длины нити в петле трикотажного полотна (рисунок 2) получены результа-

ты, из которых можно сделать вывод: длина нити в петле образцов колеблется от 4,9 до 7,3 мм. Полученные результаты чистольняных экспериментальных образцов демонстрируют закономерную последовательность – чем больше суммарная линейная плотность нитей (вариант 1, 2, 3), тем больше длина нити в петле. Добавление мультифиламентных нитей к одиночной льняной

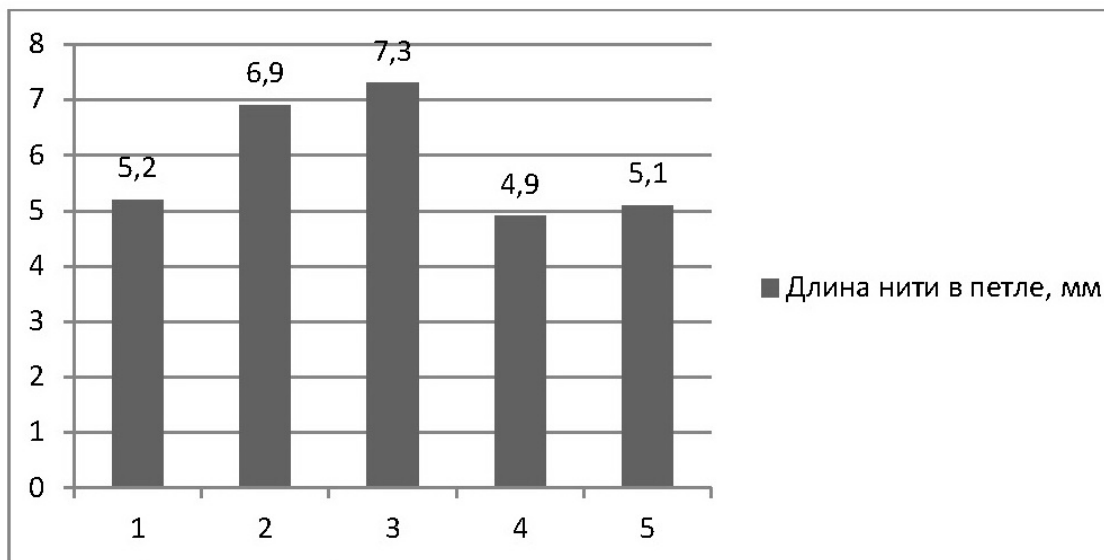


Рисунок 2 – Результаты испытания длины нити в петле

пряже практически не увеличивает длину нити в петле (варианты 1, 4, 5).

Также были проведены испытания по определению толщины экспериментальных образцов трикотажа. Результаты испытаний представлены на рисунке 3.

При определении толщины трикотажа получены результаты, из которых можно сделать вывод: толщина образцов колеблется от 0,92 до

1,92 мм. Анализ полученных результатов демонстрирует известную закономерность – чем больше суммарная линейная плотность нитей, тем больше толщина трикотажа одного и того же переплетения.

Результаты определения количества петель на 100 мм в направлении петельных столбиков и петельных рядов представлены на рисунке 4.

Изучение релаксационных характеристик

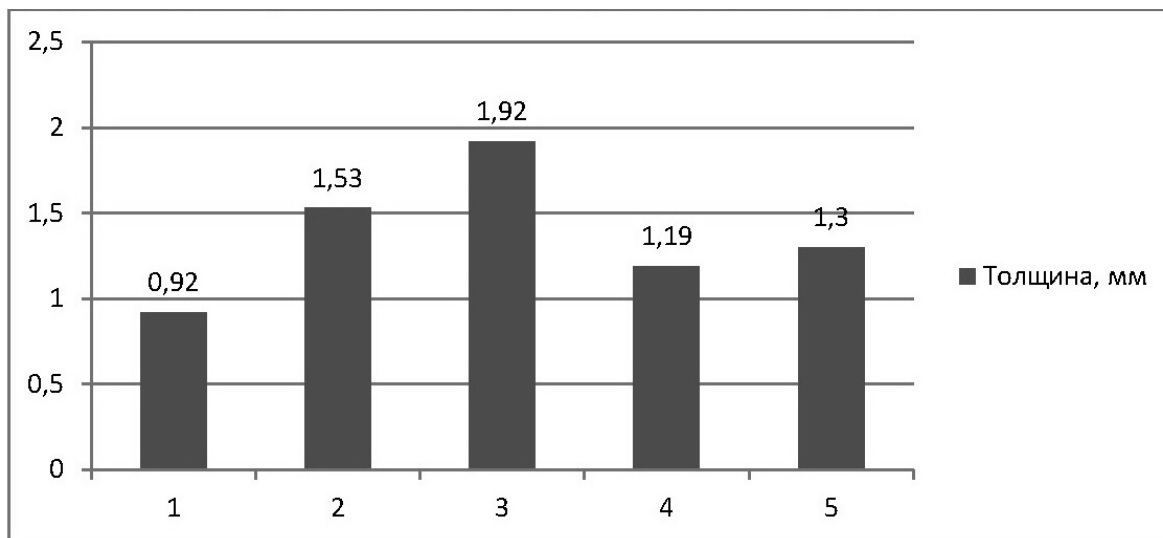


Рисунок 3 – Результаты испытания толщины трикотажа

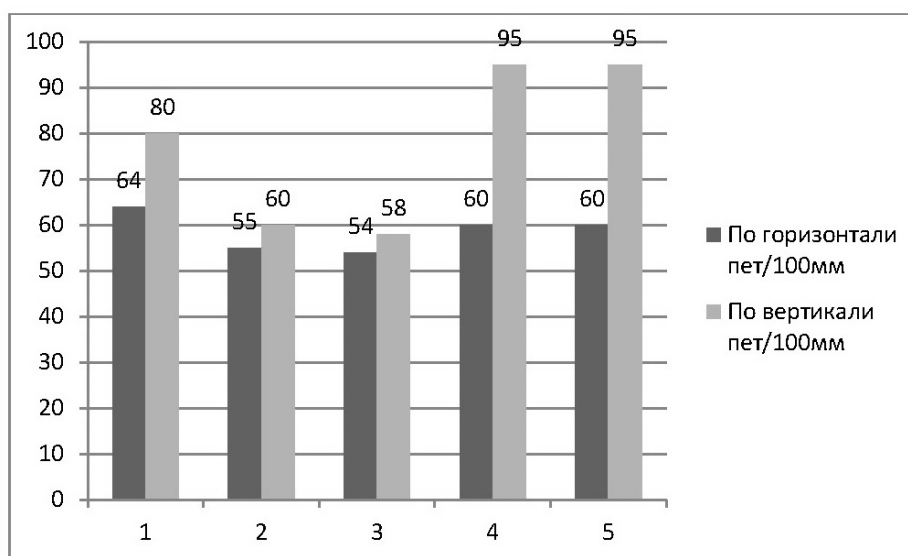


Рисунок 4 – Результаты определения количества петель на 100 мм в направлении петельных столбиков и петельных рядов

трикотажных полотен при растяжении очень важно для оценки их формоустойчивости.

Для трикотажа стандартом предусмотрено определение растяжимости при нагрузке, равной  $6H$ , что соответствует средней эксплуатационной [8]. Одновременно с определением растяжимости проводят определение релаксационных характеристик при растяжении.

На рисунке 5 представлены результаты испытания растяжимости трикотажного полотна и доли необратимой деформации.

Растяжимость по ширине для чистольняных образцов (варианты 1, 2, 3) с увеличением суммарной линейной плотности льняной пряжи уменьшается. Добавление мультифиламентных нитей снижает растяжимость. С увеличением процентного содержания мультифиламентных нитей (варианты 4, 5) растяжимость уменьшается.

Доля необратимой деформации так же уменьшается с увеличением суммарной линейной плотности льняной пряжи (варианты 1, 2, 3), а также с добавлением мультифиламентной нити (варианты 4, 5).

Сравнение вариантов, близких по суммарной линейной плотности заправленных нитей (чистольняных и смешанных), варианты 1 и 4; варианты 2 и 5 показывает, что добавление мультифиламентной нити резко снижает долю

необратимой деформации. Выявленная зависимость показывает целесообразность использования смешанных заправок (лен + полиэфирная мультифиламентная нить) для изготовления трикотажа с низкой долей необратимой деформации.

Воздухопроницаемостью называют способность материала (полотен) пропускать через себя воздух. Воздухопроницаемость трикотажных полотен характеризуется коэффициентом воздухопроницаемости, который показывает количество воздуха в  $дм^3$ , проходящего через  $1 дм^2$  полотна за  $1 с$  при постоянной разности давлений по обе стороны пробы.

Значение воздухопроницаемости связано с теплозащитными свойствами верхних трикотажных изделий, поэтому целесообразно изучить влияние добавления мультифиламентных нитей в заправку на изменение воздухопроницаемости. В соответствии с требованиями Технического Регламента Таможенного Союза «О безопасности продукции легкой промышленности» (ТР ТС 017/2011) материалы для изделий и одежды второго слоя из трикотажных полотен должны иметь воздухопроницаемость не менее  $100 дм^3/(м^2 \cdot с)$  [9].

Результаты определения коэффициента воздухопроницаемости представлены на рисунке 6.

Как видно из результатов испытания, все на-

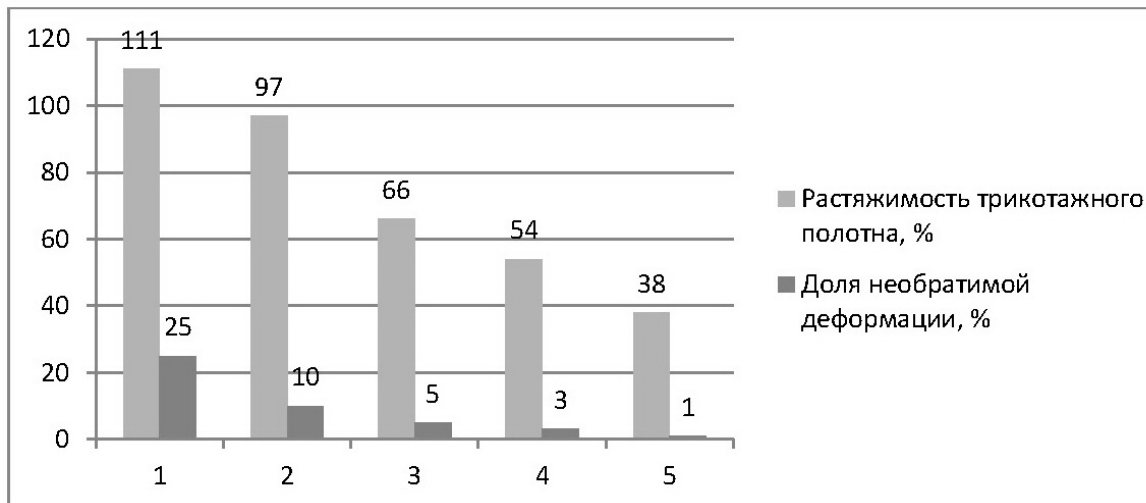


Рисунок 5 – Результаты испытания растяжимости и доли необратимой деформации

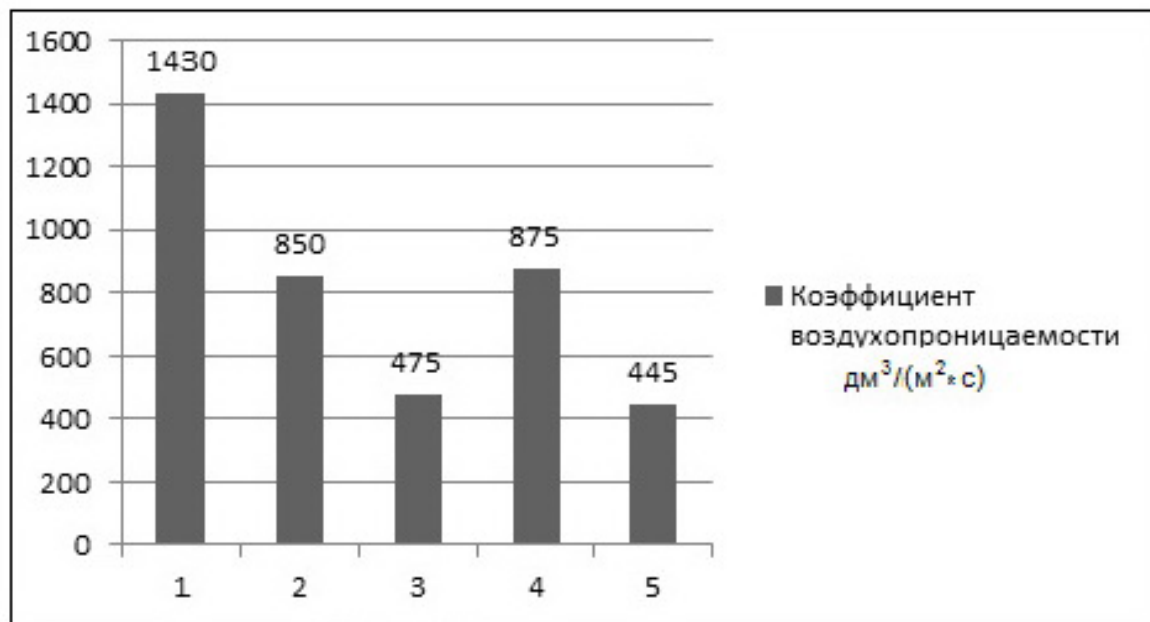


Рисунок 6 – Коэффициент воздухопроницаемости

работанные образцы соответствуют требованиям Технического Регламента Таможенного Союза «О безопасности продукции легкой промышленности» (ТР ТС 017/2011) по воздухопроницаемости. Полученные результаты показали, что наибольшее значение воздухопроницаемости составило  $1430 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  в образце номер 1. Наименьшее значение воздухопроницаемости составило  $445 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  для образца 5. Воздухопроницаемость зависит от поверхностной плотности и от размера сквозных отверстий, при уменьшении размеров сквозных отверстий воздухопроницаемость уменьшается.

С увеличением суммарной линейной плотности льняной пряжи воздухопроницаемость уменьшается (варианты 1, 2, 3). Добавление мультифиламентной нити также приводит к снижению воздухопроницаемости (варианты 4, 5).

Сравнение образцов 2 и 5 показывает, что образец 2, изготовленный из льняной пряжи большей суммарной линейной плотности чем образец 5, обладает значительно большей воздухопроницаемостью. Сравнение образцов 3 и 5 показывает, что несмотря на то, что образец 3 изготовлен из пряжи суммарной линейной плотностью почти вдвое превышающую суммарную линейную плотность пряжи и нитей образца №

5, их воздухопроницаемость практически одинакова. Таким образом установлено, что использование мультифиламентных нитей в смешанных заправках лен + мультифиламентная нить резко снижает воздухопроницаемость кулирного трикотажа.

Практически этот эффект можно объяснить тем, что большое количество филаментов мультифиламентной нити создает чрезвычайно развитую пространственную структуру трикотажа, что приводит к уменьшению сквозной пористости и, как следствие, к резкому уменьшению воздухопроницаемости [2].

Паропроницаемость характеризует способность изделий пропускать водяные пары из среды с повышенной влажностью воздуха в среду с меньшей влажностью. Паропроницаемость является одним из ценных гигиенических свойств текстильных изделий, применяемых для изготовления одежды, так как обеспечивает своевременное удаление испарений через материал и нормальный тепловой обмен организма человека с окружающей средой.

Результаты определения относительной паропроницаемости образцов трикотажа представлены на рисунке 7.

Полученные результаты показали, что наи-

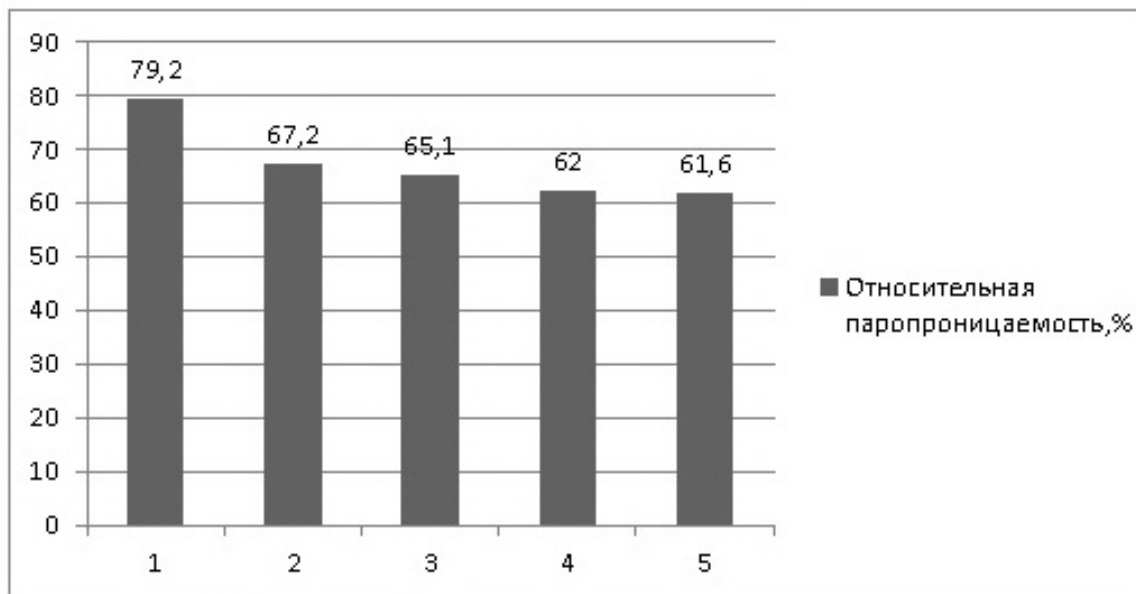


Рисунок 7 – Относительная паропроницаемость

большее значение паропроницаемости составило 79,2 % в образце номер 1. Наименьшее значение воздухопроницаемости составило 61,6 % для образца 5. Паропроницаемость зависит от поверхностной плотности и от размера сквозных отверстий, при уменьшении размеров сквозных отверстий паропроницаемость уменьшается. Проведённые испытания показали, что паропроницаемость полотна достаточно высокая (рекомендуемое значение для одёжных материалов 40–50 %) [8].

Результаты исследования водопоглощаемости образцов трикотажа (рисунок 8) показали, что у трикотажа с применением мультифиламентной нити (образцы 3, 4) она гораздо ниже, чем в чистольняном трикотаже (образцы 1, 2, 3).

Для определения жесткости текстильных материалов используется прибор ПТ-2 в соответствии с требованиями ГОСТ 10550-93 «Материалы текстильные. Полотна. Методы определения жесткости при изгибе» [10].

Предварительно готовят по пять вертикальных и горизонтальных пробных полосок размером 160×30 мм каждая. Взвешиванием определяют массу пяти пробных полосок в граммах, отдельно вертикальных и горизонтальных, с погрешностью 0,01 г.

В зависимости от жесткости пробы прогиб

образцов на приборе может быть больше или меньше. С помощью указателя прогиба по шкале определяют абсолютную величину прогиба  $f$ . За окончательный результат принимают среднее арифметическое десяти определений прогиба пробной полоски.

Жесткость текстильных материалов ( $мкН \cdot см^2$ ) вычисляют отдельно для проб горизонтального и вертикального направления по формуле:

$$EJ=42046m / A , \quad (1)$$

где  $m$  – масса 5 проб (полосок), г;  $A$  – функция относительного прогиба, определяется по таблице (ГОСТ 10550-93).

Так как трикотажные полотна отличаются значительной гибкостью, длина пробных полосок для трикотажа определялась опытным путем. Жесткость определялась по формуле Пирса:

$$EJ=10^4 \cdot m' \cdot l^3 / A , \quad (2)$$

где  $m'$  – масса 1 см пробной полоски, г;  $l$  – длина свешивающейся части полоски, см.

Исследование жесткости трикотажа (рисунок

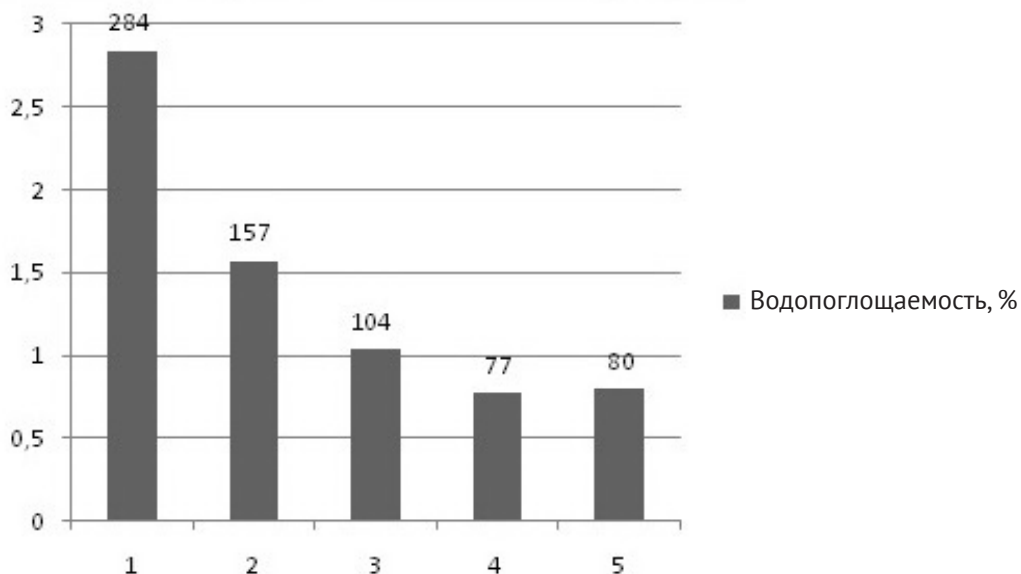


Рисунок 8 – Водопоглощаемость

9) показали, что добавления в заправку мультифиламентных нитей увеличивает жесткость трикотажа, при этом она увеличивается с увеличением доли мультифиламентных нитей (образцы 4, 5).

Согласно ЦНИИШПа [8] ориентировочные значения жесткости по ширине (горизонталь) для трикотажного полотна для костюмов должны находиться в пределах 7000–10000  $\text{мкН} \cdot \text{см}^2$ , а для трикотажного полотна для пальто – до 15000  $\text{мкН} \cdot \text{см}^2$ . Варианты 2 и 3 входят в ориентировочные пределы для трикотажного полотна для костюмов со значениями 9100  $\text{мкН} \cdot \text{см}^2$  и 7500  $\text{мкН} \cdot \text{см}^2$  соответственно. Вариант 5 может быть рекомендован для трикотажных пальто со значением 11700  $\text{мкН} \cdot \text{см}^2$ .

Оценку жесткости трикотажных полотен можно провести по обобщенному показателю жесткости, определяемому как среднее геометрическое значение между жесткостью в горизонтальном и вертикальном направлении.

Обобщенный показатель жесткости составил, для образца №1 – 3763  $\text{мкН} \cdot \text{см}^2$ ; образца №2 – 4864  $\text{мкН} \cdot \text{см}^2$ ; образца №3 – 5874  $\text{мкН} \cdot \text{см}^2$ ; образца №4 – 9693  $\text{мкН} \cdot \text{см}^2$ ; образца №5 – 16044  $\text{мкН} \cdot \text{см}^2$ .

Как видно по результатам испытаний, добавление мультифиламентной нити значительно

влияет на растяжимость, воздухопроницаемость, водопоглощаемость, жесткость полученных трикотажных полотен.

Поверхностная плотность трикотажа является важнейшей характеристикой, определяющей его материалоемкость. Так как стоимость сырья составляет преобладающую часть в себестоимости трикотажного изделия, то материалоемкость оказывает сильное влияние на рентабельность производства трикотажных изделий. Исходя из вышеизложенного, целесообразно провести сравнительный анализ вариантов трикотажных полотен с близкими значениями поверхностной плотности. Сравниваем варианты 2, 4, 5 по следующим показателям качества:

Растяжимость: добавление мультифиламентных нитей в заправку резко снижает растяжимость трикотажа (97 % – вариант № 2; 54 % – вариант № 4; 38 % – вариант № 5).

Доля необратимой деформации: значительно уменьшается с добавлением в заправку мультифиламентных нитей (вариант № 2 –  $E_{\text{но}} = 10$  %; вариант № 4 –  $E_{\text{но}} = 3$  %; вариант № 5 –  $E_{\text{но}} = 1$  %). Выявленная зависимость показывает целесообразность использования смешанных заливок (лен + полиэфирная мультифиламентная нить) для изготовления трикотажа с низкой долей необратимой деформации.



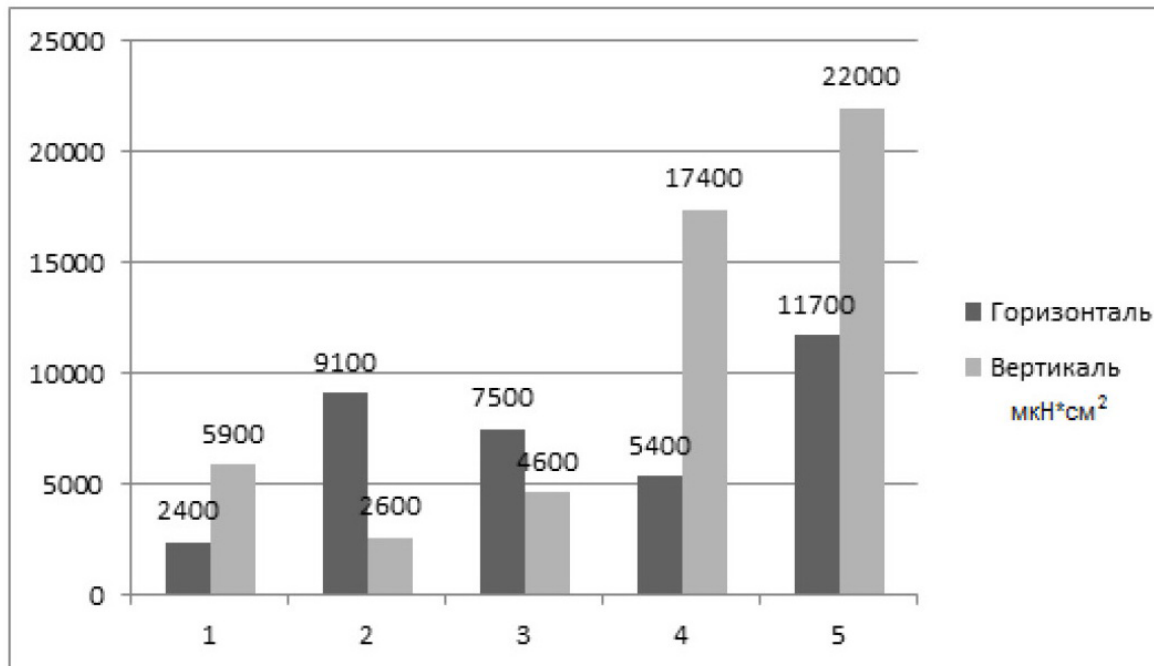


Рисунок 9 – Результаты испытания жесткости трикотажа

Воздухопроницаемость: резко снижается с увеличением доли мультифиламентной нити в заправке ( $850 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$  – вариант № 2;  $875 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$  – вариант № 4;  $445 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$  – вариант № 5).

Водопоглощаемость: в трикотаже с применением мультифиламентной нити вдвое меньше, чем в чистольняных образцах (157 % вариант № 2; 77 % вариант № 4; 80 % вариант № 5). Водопоглощаемость практически остаётся неизменной при увеличении доли мультифиламентных нитей в заправке (вариант № 4, № 5).

Жесткость: добавление в заправку мультифиламентных нитей увеличивает жесткость трикотажа ( $4864 \text{ мкН} \cdot \text{см}^2$  – вариант № 2;  $96930 \text{ мкН} \cdot \text{см}^2$  – вариант № 4;  $16044 \text{ мкН} \cdot \text{см}^2$  – вариант № 5), при этом увеличивается с увеличением доли мультифиламентных нитей.

Толщина: уменьшается с добавлением мультифиламентных нитей в заправку ( $1,53 \text{ мм}$

– вариант № 2;  $1,19 \text{ мм}$  – вариант № 4;  $1,30 \text{ мм}$  – вариант № 5), при этом толщина увеличивается с увеличением доли мультифиламентных нитей (варианты № 4 и № 5).

#### ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований установлено, что добавление мультифиламентных полиэфирных нитей к льняной пряже изменяет основные свойства трикотажа. Доля необратимой деформации резко снижается. Выявленная зависимость показывает целесообразность использования смешанных заправок (лен + полиэфирная мультифиламентная нить) для изготовления трикотажа с низкой долей необратимой деформации. С увеличением доли мультифиламентной нити в смешанной заправке резко снижается воздухопроницаемость, что рекомендуется использовать при проектировании кулирного трикотажа с высокими теплозащитными свойствами.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гришанова, С. С. (2011), Анализ свойств отечественного льноволокна, используемого для производства пряжи средних линейных плотностей, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, № 1 (20), 2011, С. 29–33.
2. Чарковский, А. В., Шевеленко, Н. Г. (2017), Использование мультифиламентных нитей для изготовления фильтровальных материалов, *Материалы докладов международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности, посвященной Году науки»*, Витебск, УО «ВГТУ», С. 90–92.
3. Чарковский, А. В., Гончаров, В. А. (2017), Использование мультифиламентных нитей в чулочно-носочном производстве, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, № 2 (33), 2017, С. 78–85.
4. Чарковский, А. В., Гончаров, В. А. (2018), Разработка высокообъемного трикотажа с использованием мультифиламентных нитей, *Витебского государственного технологического университета*, №1 (34), 2018, С.79–87.
5. Чарковский, А. В., Шелепова, В. П. (2017), *Анализ кулирного трикотажа рисунчатых переплетений с использованием визуальных изображений структуры: учебно-методическое пособие*, Витебск, УО «ВГТУ», 139 с.
6. Чарковский, А. В., Алексеев, Д. А. (2018), Создание 3D-моделей базовых структур трикотажа, *Витебского государственного технологического университета*, № 2 (35), 2018, С. 62–73.
7. ГОСТ 8846-87. *Полотна и изделия трикотажные. Методы определения линейных размеров, перекоса, числа петельных рядов и петельных столбиков и длины нити в петле*. Введен 01.01.1989, Москва, издательство стандартов

## REFERENCES

1. Grishanova, S. S. (2011), Analysis of the properties of domestic flax fiber used for the production of yarn of average linear density [Analiz svojstv otechestvennogo lnovolokna ispolzuemogo dlya proizvodstva pryazhi srednih linejnyh plotnostej], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, № 1 (20), 2011, p. 29–33.
2. Charkovskij, A. V., Shevelenko, N. G. (2017), The use of multifilament yarns for the manufacture of filter materials [Ispolzovanie multifilamentnyh nitey dlya izgotovleniya filtrovalnyh materialov], *Materials of the reports of the International Scientific and Technical Conference «Innovative Technologies in the Textile and Light Industry, dedicated to the Year of Science»*, Vitebsk, VSTU, pp. 90–92.
3. Charkovsky, A. V., Goncharov, V. A. (2017), The use of multifilament yarns in hosiery [Ispolzovanie multifilamentnyh nitey v chulochno-nosochnom proizvodstve], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, № 2 (33), 2017, P. 78–85.
4. Charkovsky, A. V., Goncharov, V. A. (2018), Development of high-grade knitwear using multifilament yarns [Razrabotka vysokoobemnogo trikotazha s ispolzovaniem multifilamentnyh nitej], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, № 1 (34), 2018, P. 79–87.
5. Charkovskij, A. V., Shelepova, V. P. (2017), *Analiz kulirnogo trikotazha risunchatyh perepletenij s ispol'zovaniem vizual'nyh izobrazhenij struktury: uchebno-metodicheskoe eposobie* [Kulir jersey analysis of patterned weaves using visual images of the structure], Vitebsk, UO «VGTU», 139 p.

- 1988, 16 с.
8. Лобацкая, О. В. (2012), *Материаловедение : учебное пособие для студентов спец. «Конструирование и технология швейных изделий» учреждений, обеспечивающих получение высшего образования, УО «ВГТУ», Витебск, 2012, 323 с.*
  9. Технический Регламент Таможенного Союза «О безопасности продукции легкой промышленности» (ТР ТС 017/2011) / принят решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года N 876.
  10. ГОСТ 10550-93. *Материалы текстильные. Плотна. Методы определения жесткости при изгибе*, Москва, Издательство стандартов, 1993, 10 с.
  6. Charkovsky, A. V., Alekseev, D. A. (2018), Creation of 3D models of basic knitwear structures [Sozдание 3D-modelej bazovyh struktur trikotazha], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Vestnik of Vitebsk State Technological University*, № 2 (35), 2018, P. 62–73.
  7. GOST 8846-87. *Fabrics and knitted products. Methods for determining the linear dimensions, skew, the number of looped rows and looped columns and the length of the thread in the loop*. Introduced January 1, 1989, Moscow, Publishing House of Standards 1988, 16 p.
  8. Lobatskaya, O. V. (2012), *Materialovedenie: A textbook for students of the special. «Designing and technology of garments» of institutions providing higher education* [Materialovedenie учебное пособие для студентов спец конструирование и технологиya shvejnyh izdelij uchrezhdenij obespechivayushchih poluchenie vysshego obrazovaniya], УО «VSTU», Vitebsk, 2012, 323 p.
  9. Technical Regulations of the Customs Union «On the safety of products of light industry» (TR CU 017/2011) / adopted by the decision of the Commission of the Customs Union of December 9, 2011, N 876.
  10. GOST 10550-93. *Textile materials. Canvases. Methods for determining bending stiffness*, Moscow, Standards Publishing House, 1993, 10 p.

Статья поступила в редакцию 18. 03. 2019 г.