

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГИГИЕНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГИБРИДНОГО ТРИКОТАЖА ПЛАТИРОВАННЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ

### RESEARCH OF HYGIENIC PROPERTIES OF HYBRID PLATED JERSEY FABRICS

УДК 677.025.5

**А.В. Чарковский, Д.И. Быковский\***

Витебский государственный технологический университет

<https://doi.org/10.24412/2079-7958-2022-1-89-98>**A. Charkovskij, D. Bykouski\***

Vitebsk State Technological University

## РЕФЕРАТ

*ГИБРИДНЫЙ ТРИКОТАЖ, ПЛАТИРОВАННОЕ ПЕРЕПЛЕТЕНИЕ, ГИГИЕНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, МУЛЬТИФИЛАМЕНТНАЯ НИТЬ, ГИГРОСКОПИЧНОСТЬ, КАПИЛЛЯРНОСТЬ, СКОРОСТЬ СУШКИ*

*Предметом исследования являются гигиенические свойства гибридного трикотажа платированных переплетений. Объект исследования – гибридный трикотаж платированных переплетений. Целью данной работы было определение влияния сырьевого состава трикотажа платированного переплетения на гигиенические свойства изделий и выработка рекомендаций по выбору сырья для формирования слоев такого трикотажа. Проведены исследования гигроскопичности, капиллярности и скорости сушки образцов трикотажных полотен. Установлены значения основных показателей гигиенических свойств трикотажа платированных переплетений как для трикотажа из одного вида сырья, так и для трикотажа из конкретных сочетаний гидрофобных и гидрофильных наиболее распространенных видов текстильных нитей. Приведены рекомендации по выбору сырья для формирования влагопринимającego и влаговпитывающего слоев гибридного трикотажа с повышенными гигиеническими свойствами. Полученные результаты могут быть использованы в трикотажном производстве.*

## ABSTRACT

*HYBRID JERSEY FABRICS, PLATED STRUCTURE, HYGIENIC PROPERTIES, HYGROSCOPICITY, CAPILLARITY, DRYING SPEED*

*The subject of the research is the hygienic properties of jersey plated fabrics. The objects of research are jersey plated fabrics.*

*The aim of the work is to estimate the influence of raw materials composition of jersey plated fabrics on its hygienic properties. It is necessary to formulate recommendations on the choice of raw materials for the formation of layers of jersey plated fabrics. A research of hygroscopicity, capillarity and drying rate of samples of knitted fabrics was carried out. The values of hygienic properties of jersey plated fabrics were determined both for fabrics made of one type of raw material and for fabrics made of specific combinations of most common hydrophobic and hydrophilic types of textile yarns.*

*Recommendations on the choice of raw materials for the formation of moisture-transferring and moisture-absorbing layers of hybrid knitted fabrics with improved hygienic properties are presented. The results can be used in knitting production.*

Гибридные текстильные материалы сочетают в себе нити, волокна из разных видов сырья. Благодаря этому можно совмещать полезные свойства различных нитей, волокон для целенаправленного формирования функциональных

свойств изделий. Одним из видов таких текстильных материалов является гибридный трикотаж.

Гибридный трикотаж – это трикотаж, содержащий элементы петельной структуры, образованные из нитей разного вида, волокнистого

\* E-mail: [denisbykouskij@yandex.ru](mailto:denisbykouskij@yandex.ru) (D. Bykouski)

состава. В последние годы интенсивно разрабатываются технологии образования трикотажа путем создания в его структуре слоев, состоящих из различных по свойствам нитей [1, 2, 3, 4].

Для создания трикотажа с улучшенными гигиеническими свойствами (белье, спортивные изделия, маски медицинские и т. д.) в его структуре формируют как минимум два слоя. Внутренний прилегающий к телу влагопринимающий слой состоит из гидрофобных синтетических нитей. Эти нити, не впитывая влагу, передают ее во внешний влаговпитывающий испаряющий слой, сформированный из гидрофильных нитей. С внешнего испаряющего слоя влага передается в окружающее пространство. Таким образом, создается эффект «сухости» изделия в условиях повышенного потоотделения [1, 2, 3, 4].

В работе [1] изучался трикотаж для производства влаговыводящего и комбинированного термобелья. Образцы трикотажа для влаговыводящего термобелья, описанные в статье, состояли полностью из синтетических видов сырья. Образцы трикотажа для комбинированного термобелья состояли из двух слоев: один, прилегающий к телу влагопринимающий, – из синтетических гидрофобных видов сырья, второй, внешний влаговпитывающий, – из натуральных гидрофильных видов сырья. Автором работы выявлено, что трикотаж для комбинированного термобелья имеет наибольшее потопоглощение, обусловленное гигроскопическими свойствами, а трикотаж для влаговыводящего термобелья имеет наибольшую потоотдачу, обусловленную капиллярными свойствами. Комбинированное термобелье обеспечивает «эффект сухости» и согревающее действие.

В работе [2] изучались трикотажные полотна различных переплетений из различных гидрофобных синтетических видов сырья. В одном из образцов дополнительно использовалась гидрофильная шерсть. Результаты авторов говорят о том, что трикотажные полотна из одного и того же вида сырья, но разных переплетений, имеют отличные друг от друга гигроскопичность и капиллярность. Это говорит о влиянии вида переплетения на свойства трикотажа. Также в работе показано сильное увеличение (с 3 % до 7,2 %) гигроскопичности гибридного трикотажа, содержащего 75 % гидрофобных волокон ПАН и

25 % гидрофильных волокон шерсти, по сравнению с трикотажем, содержащим 100 % ПАН.

В работе [3] изучался трикотаж плюшевого переплетения для производства чехлов-носок протезов нижней конечности с повышенными гигиеническими свойствами. Плюшевое переплетение позволяет создавать три слоя. Первый слой – влагопринимающий. Он состоит из гидрофобных нитей и соприкасается с кожей. Второй слой – наружный испаряющий, сформированный теми же нитями, что и влагопринимающий. Он отдает влагу в окружающую среду. Третий слой – влаговпитывающий из гидрофильных волокон. Он расположен между первым и вторым слоями и представляет собой «депо» для впитывания влаги. В отличие от работы [1], влагопринимающий, влаговпитывающий и испаряющий слои такого трикотажа образуются не несколькими самостоятельными полотнами, а одним за счет особенностей плюшевого переплетения.

Важную роль в обеспечении гигиенических свойств изделия играет сырье, из которого оно произведено. Распространенным гидрофильным сырьем для производства трикотажных изделий является хлопчатобумажная пряжа, импортируемая в Республику Беларусь. Гидрофильным сырьем отечественного производства является льняная пряжа. Традиционный гидрофобный вид сырья для изготовления трикотажа – полиэфирные нити. Белорусское предприятие ОАО «СветлогорскХимволокно» в последние годы выпускает новые виды полиэфирных нитей с различным числом филаментов. Актуальной является задача создания трикотажа с улучшенными гигиеническими свойствами с применением сырья отечественного производства.

В работе [4] рассматривалась структура трикотажа футерованного переплетения для производства медицинских масок с повышенными гигиеническими свойствами. Предложено в качестве футерной нити использовать мультифиламентные нити производства ОАО «СветлогорскХимволокно», в качестве грунтовой – хлопчатобумажную пряжу. Футерная нить в этом случае формирует влагопринимающий слой, хлопчатобумажная пряжа – влаговпитывающий.

Таким образом, получить трикотаж с наличием влагопринимающего и влаговпитывающего слоев возможно, используя разные виды пере-

плетений. Простейшим таким переплетением является гладкое платированное. На рисунке 1 приведена схема структуры одинарного кулирного трикотажа платированного гладкого переплетения.

Петли образованы из двух нитей: грунтовой *a* и платировочной *b*. Платировочная нить образует петли 2 на лицевой стороне, а грунтовая – петли 1 на изнаночной стороне трикотажа [5].

Целью данной работы было определение влияния сырьевого состава трикотажа платированного переплетения на гигиенические свойства изделий и выработка рекомендаций по выбору сырья для формирования слоев такого трикотажа.

На однофонтурной кругловязальной машине AUTOSWIFT были изготовлены 16 вариантов экспериментальных образцов гибридного трикота-

жа платированного переплетения. В образцах скомбинированы между собой гидрофильные и гидрофобные виды сырья. В качестве гидрофильных выбраны льняная и хлопчатобумажная пряжа, в качестве гидрофобных – полиэфирные нити с числом филаментов 48 и 288 производства предприятия ОАО «СветлогорскХимволокно». Вид сырья и линейная плотность нитей образцов трикотажных полотен представлены в таблице 1.

В соответствии с ГОСТ 8845–87 [6] определена поверхностная плотность образцов трикотажа (таблица 1). Результаты измерений представлены на рисунке 2.

Минимальная поверхностная плотность у образца № 16 составляет  $146,4 \text{ г/м}^2$ . Максимальная – у образца № 11, составляет  $266,8 \text{ г/м}^2$ . Относительная разница между ними составляет 45 %.

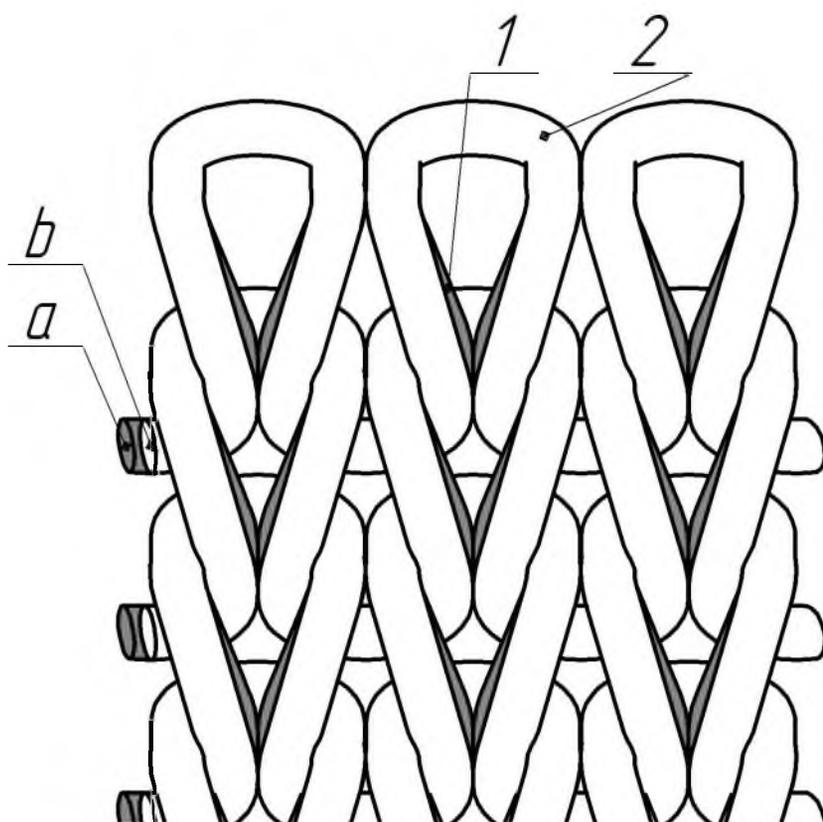


Рисунок 1 – Схема структуры одинарного кулирного трикотажа платированного гладкого переплетения

Таблица 1 – Характеристика сырьевого состава образцов трикотажа

| Вариант | Вид и линейная плотность нитей, текс |                                     |
|---------|--------------------------------------|-------------------------------------|
|         | Платировочная нить трикотажа         | Грунтовая нить трикотажа            |
| 1       | Хлопчатобумажная пряжа 36 текс       | Льняная пряжа 30 текс               |
| 2       | Льняная пряжа 30 текс                | Хлопчатобумажная пряжа 36 текс      |
| 3       | Полиэфирные нити (16,7 текс f288)×2  | Хлопчатобумажная пряжа 36 текс      |
| 4       | Хлопчатобумажная пряжа 36 текс       | Полиэфирные нити (16,7 текс f288)×2 |
| 5       | Полиэфирные нити (18,5 текс f48)×2   | Льняная пряжа 30 текс               |
| 6       | Льняная пряжа 30 текс                | Полиэфирные нити (18,5 текс f48)×2  |
| 7       | Хлопчатобумажная пряжа 36 текс       | Полиэфирные нити (18,5 текс f48)×2  |
| 8       | Полиэфирные нити (18,5 текс f48)×2   | Хлопчатобумажная пряжа 36 текс      |
| 9       | Полиэфирные нити (16,7 текс f288)×2  | Льняная пряжа 30 текс               |
| 10      | Льняная пряжа 30 текс                | Полиэфирные нити (16,7 текс f288)×2 |
| 11      | Полиэфирные нити (16,7 текс f288)×2  | Полиэфирные нити (18,5 текс f48)×2  |
| 12      | Полиэфирные нити (18,5 текс f48)×2   | Полиэфирные нити (16,7 текс f288)×2 |
| 13      | Хлопчатобумажная пряжа 36 текс       | Хлопчатобумажная пряжа 36 текс      |
| 14      | Льняная пряжа 30 текс                | Льняная пряжа 30 текс               |
| 15      | Полиэфирные нити (18,5 текс f48)×2   | Полиэфирные нити (18,5 текс f48)×2  |
| 16      | Полиэфирные нити (16,7 текс f288)×2  | Полиэфирные нити (16,7 текс f288)×2 |

Гигроскопичность – важное свойство текстильных материалов, контактирующих с телом [3, 7]. Проведены исследования гигроскопичности образцов трикотажных полотен, указанных в таблице 1, в соответствии с действующей нормативной документацией ГОСТ 3816-87 [8]. На рисунке 3 представлена диаграмма гигроскопичности образцов.

Трикотаж из полиэфирных нитей (варианты 11, 12, 15, 16) имеет самые низкие показатели гигроскопичности от 0,89 до 1,36 % среди всех вариантов. Трикотаж из хлопчатобумажной пряжи (вариант 13) или льняной пряжи (вариант 14), а также сочетающий эти виды пряжи (варианты 1, 2), имеет самые высокие показатели гигроскопичности от 6 до 8,4 %. Трикотаж из льняной или хлопчатобумажной пряжи в сочетании с полиэфирными нитями (варианты 3–10) составляет среднюю группу с показателями гигроскопичности от 3,84 до 5,51 %.

Среди образцов гибридного трикотажа, сочетающего разные виды сырья (варианты 1–12), можно выделить шесть пар, в которых трикотаж состоит из одинаковых видов сырья, располо-

женных на разных сторонах. При сопоставлении между собой диаграмм гигроскопичности (рисунок 3) и поверхностной плотности (рисунок 2) образцов одинакового сырьевого состава, например, 1 и 2, 3 и 4 и т. д., можно отметить, что большую гигроскопичность в парах имеет тот вариант трикотажа, у которого выше поверхностная плотность. Это говорит о влиянии структуры трикотажа на его гигроскопичность.

Известны нормируемые значения гигроскопичности [9]: для хлопчатобумажной пряжи – 7 %, для льняной пряжи – 10 %, для полиэфирных волокон – 1 %. Эти значения отличаются от гигроскопичности образцов трикотажа, изготовленных из этих видов сырья, исследованных в работе. Так, образец трикотажа варианта 13 из хлопчатобумажной пряжи имеет гигроскопичность 6 %, образец варианта 14 из льняной пряжи имеет гигроскопичность 6,68 %, образец варианта 15 из полиэфирных нитей с числом филаментов 48 имеет гигроскопичность 1,36 %, образец варианта 16 из полиэфирных нитей с числом филаментов 288 имеет гигроскопичность 0,89 %. Эти различия, установленные нами, объ-

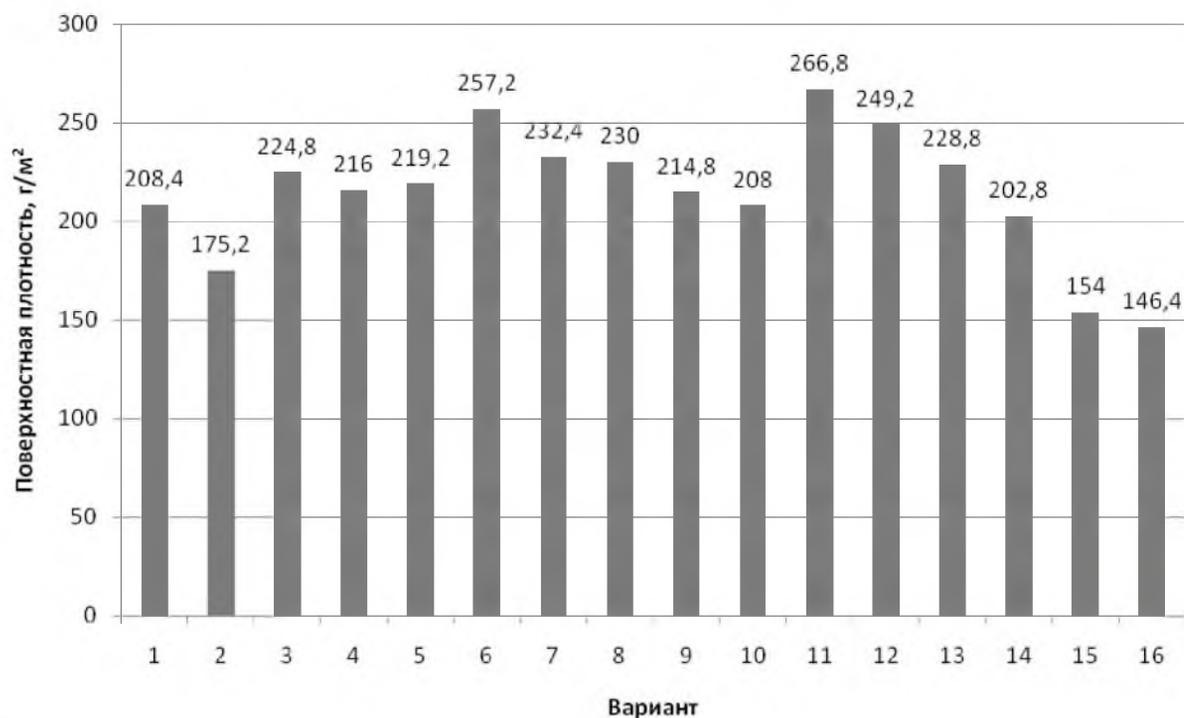


Рисунок 2 – Диаграмма поверхностной плотности образцов

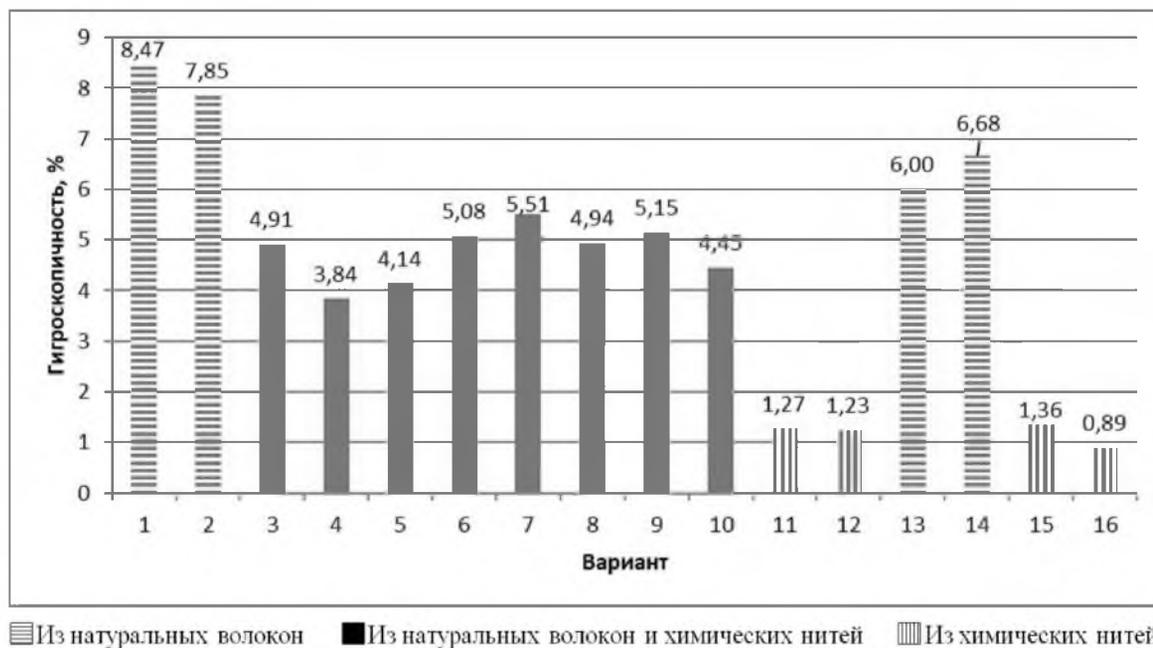


Рисунок 3 – Диаграмма гигроскопичности образцов

ясняются влиянием структуры трикотажа на его свойства.

Таким образом, результаты проведенных испытаний гигроскопичности согласуются с данными из работ [1, 2]. Полученные данные позволяют сделать вывод о возможности использования льняной пряжи для формирования внешнего влаговпитывающего слоя трикотажа платированного переплетения с повышенными гигиеническими свойствами. Учитывая, что стоимость хлопчатобумажной пряжи ниже стоимости льняной пряжи [10], экономически целесообразно для формирования внешнего влагопринимающего испаряющего слоя использовать хлопчатобумажную пряжу с более низким, чем у льняной, но близким значением гигроскопичности. Внутренний влагопринимающий слой целесообразно формировать из мультифиламентных полиэфирных нитей (вариант 16), обладающих минимальной гигроскопичностью, что является одним из условий обеспечения эффекта «сухости» внутреннего слоя трикотажа. Полиэфирные нити с меньшим числом филаментов (вариант 15) хуже подходят для этой цели, потому что их гигроскопичность выше.

Для внутреннего влагопринимающего слоя важна способность передавать влагу во внешний влаговпитывающий испаряющий слой. Таким образом, для эффективного выбора сырья помимо гигроскопичности важно учитывать капиллярность [3, 11] внутреннего влагопринимающего слоя.

Исследована капиллярность образцов трикотажа вариантов 15 и 16, полностью состоящих из видов сырья, обеспечивающих низкую гигроскопичность, в соответствии с ГОСТ 3816-87 [8]. Капиллярность трикотажа варианта 16 из мультифиламентных полиэфирных нитей с числом филаментов 288 равна 20 мм. Это число значительно выше, чем капиллярность образца трикотажа варианта 15 из полиэфирных нитей с числом филаментов 48, составляющая 2 мм. Такую разницу можно объяснить наличием в нитях из 288 филаментов множества капилляров между отдельными филаментами, которые позволяют жидкости эффективно двигаться по ним. Полученные результаты подтверждают целесообразность использования полиэфирных нитей с большим числом филаментов для формирова-

ния внутреннего влагопринимающего слоя. Помимо малой гигроскопичности они обеспечивают эффективный в сравнении с нитями с малым числом филаментов отвод влаги прилегающим к коже слоем от тела человека, что помогает усилить эффект «сухости» двухслойного трикотажа платированного переплетения.

Для внешнего влаговпитывающего слоя желательна высокая интенсивность испарения впитанной им влаги. Таким образом, помимо гигроскопичности целесообразно оценить скорость высыхания внешнего слоя. Среди стандартов, регламентирующих исследования процесса высыхания влаги, применяемых в Республике Беларусь, используется ГОСТ 30157.1-95 [12]. Однако он не позволяет сравнить образцы по проценту массы испаренной влаги за определенное время. Поэтому процесс высушивания образцов трикотажа вариантов 13 и 14, полностью состоящих из видов сырья, обеспечивающих высокую гигроскопичность полотна, исследован по методу нанесения капли [13, 14]. Для определения скорости высыхания образцы трикотажа вариантов 13 и 14 были взвешены с использованием лабораторных весов с точностью 0,001 г. Образцы были удалены с чашки весов, и одна капля воды помещена на их изнаночные стороны. Затем образцы трикотажа были помещены на чашку весов лицевой стороной вверх и взвешены. Масса капли на льняном образце составила 88 мг, на хлопчатобумажном образце – 78 мг. Разница обусловлена невозможностью получить капли полностью одинаковой массы. Через равные промежутки времени проводилась регистрация значений массы образцов с каплей до достижения неизменной массы образцов. На основе полученных данных о массе влаги в разные моменты времени построены кривые сушки образцов, представленные на рисунке 4.

Скорость высыхания  $v$ , %/мин, оценивалась как процент испаренной влаги за период времени, прошедший с начала испытания, по формуле:

$$v = \frac{m_0 - m_t}{m_0} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $t$  – время, прошедшее с начала испытания,

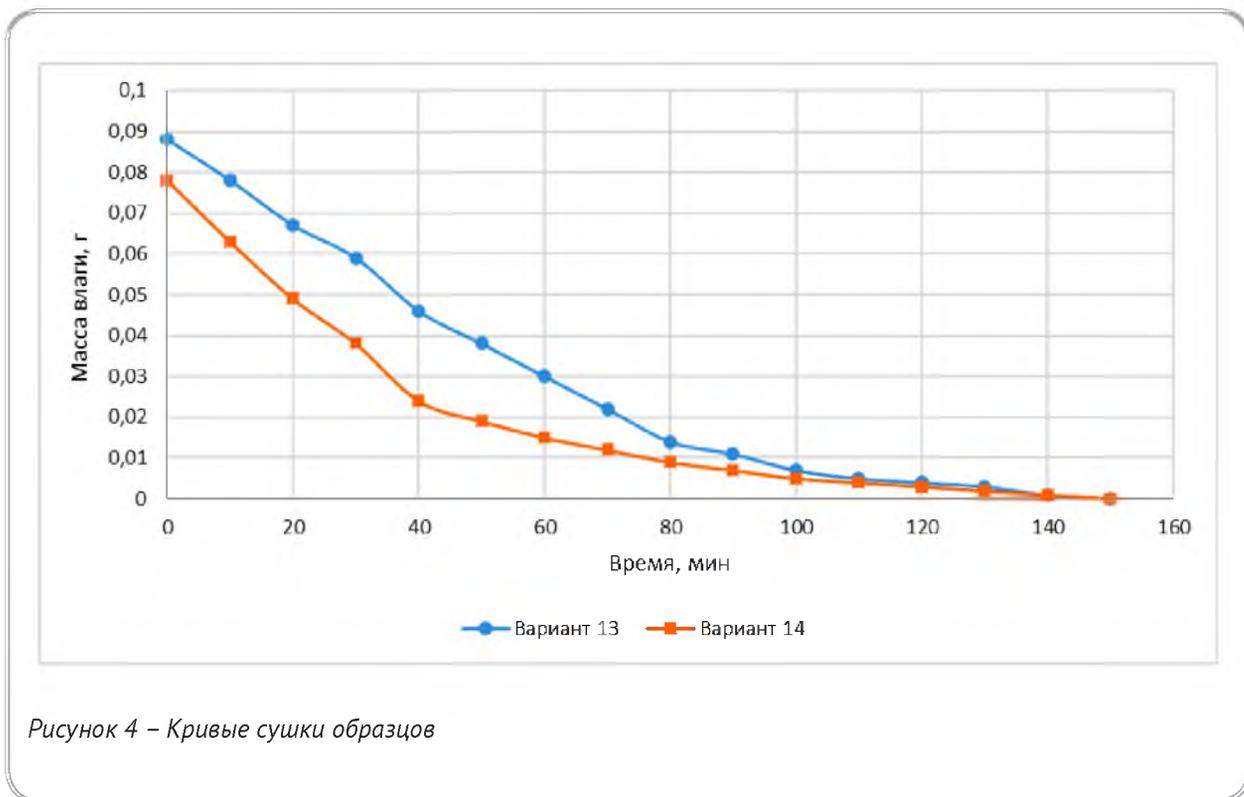


Рисунок 4 – Кривые сушки образцов

Таблица 2 – Значения средней скорости высыхания образцов

| Вариант | Средняя скорость высыхания в момент времени $t = 30$ мин, %/мин | Средняя скорость высыхания в момент времени $t = 60$ мин, %/мин | Средняя скорость высыхания в момент времени $t = 90$ мин, %/мин |
|---------|---|---|---|
| 13      | 1,10  | 1,10  | 0,97  |
| 14      | 1,71  | 1,35  | 1,01  |

$m_t$ ;  $m_t$  – масса влаги в момент времени  $t$ , г;  $m_0$  – масса влаги вначале испытания сразу после нанесения капли (в момент времени  $t = 0$ ), г.

В таблице 2 приведены скорости высыхания образцов трикотажа в моменты времени 30 мин, 60 мин и 90 мин.

Льняной образец имеет большую скорость высыхания, чем хлопчатобумажный, на протяжении всего испытания. При этом скорость высыхания хлопчатобумажного образца близка к равномерной и изменяется на 0,13 %/мин за период времени между 30 и 90 минутами испытания. Скорость высыхания льняного образца максимальна в первые 40 минут испытания, и далее уменьшается. Она изменяется на 0,70 %/мин за период времени между 30 и 90 минутами испи-

тания. Максимальная разница скоростей высыхания в каждый момент времени не превышает 1 %/мин. Таким образом, скорости высыхания образцов близки, при этом наблюдается преимущество трикотажа из льняной пряжи перед образцом из хлопчатобумажной пряжи. Оба вида пряжи имеют свои достоинства и недостатки в качестве вида сырья для влагопринимающего слоя. Льняная пряжа имеет большую гигроскопичность и скорость высыхания по сравнению с хлопчатобумажной, у хлопчатобумажной пряжи доступнее цена, чем у льняной.

Приведенным выше рекомендациям по выбору сырья для формирования слоев соответствуют образцы трикотажа вариантов 4, 10 (таблица 1). На изнаночной стороне обоих об-

разцов расположены мультифиламентные полиэфирные нити. Большое число филаментов создает объемную пористую структуру такой нити. Для повышения гигиенических свойств изделий, изготовленных из гибридного двухслойного кулирного трикотажа платированных переплетений, слой, сформированный из этих нитей, должен быть обращен к источнику влаги, например, внутренняя поверхность бельевого изделия, обращенная к коже. Мультифиламентные нити, не впитывая влагу, передают ее во внешний слой из хлопчатобумажной или льняной пряжи. Таким образом, создается эффект «сухости» изделия в условиях повышенного потоотделения.

Научная значимость работы состоит в установлении новых данных о свойствах кулирного одинарного гибридного трикотажа платированных гладких переплетений из отечественного сырья – полиэфирных нитей с различным числом филаментов: 48 и 288, а также сочетаний этих гидрофобных нитей с наиболее используемыми в производстве трикотажа гидрофильной хлопчатобумажной пряжей и перспективной в этом отношении льняной пряжей, также производимой в Республике Беларусь.

Полученные конкретные значения капиллярности и гигроскопичности гибридного трикотажа платированных гладких переплетений могут быть использованы для формирования изделий бельевого и спортивного ассортимента.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Колесников, Н. В. (2012), Исследование влаговыводящих свойств функциональных трикотажных полотен бельевого назначения, *Технология текстильной промышленности*, № 1(337), С. 15–17.
2. Катаева, С. Б., Немирова, Л. Ф., Ташпулатов, С. Ш., Муминова, У. Т., Жилисбаева, Р. О. (2019), Исследование трикотажных полотен для термобелья повседневного использования, *Технология текстильной промышленности*, № 5(383), С. 154–158.
3. Charkovskij, A., Bykouski, D., Samoilov, A. (2022), Development of the Lower Limb Stump Prosthetic Sock, *AIP Conference Proceedings*, № 2430, С. 080001-1-080001-5.
4. Чарковский, А. В., Береснев, В. И., Быковский, Д. И. (2020), Разработка перспективной структуры трикотажного материала для изготовления медицинских масок, *Вестник витебского государственного технологического университета*, № 1(38), С. 134–141.

#### REFERENCES

1. Kolesnikov, N. V. (2012), Research of the water transpiration properties of functional knitted fabrics for underwear [Issledovanie vlagovyvodjashhjih svojstv funkcional'nyh trikotazhnyh poloten bel'evogo naznachenija], *Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti – Textile Industry Technology*, 2012, № 1 (337), pp. 15–17.
2. Kataeva, S. B., Nemirova, L. F., Tashpulatov, S. Sh., Muminova, U. T., Zhilisbaeva, R. O. (2019), Research of knitted fabrics for daily use thermal fabric [Issledovanie trikotazhnyh poloten dlja termobel'ja povsednevnogo ispol'zovanija], *Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti – Textile Industry Technology*, 2019, № 5(383), pp. 154–158.
3. Charkovskij, A., Bykouski, D., Samoilov, A. (2022), Development of the Lower Limb Stump Prosthetic Sock, *AIP Conference Proceedings*, № 2430, pp. 080001-1-080001-5.
4. Charkovskij, A. V., Beresnev, V. I., Bykouski, D. I. (2020), Development of a perspective structure of knitted material for the production of medical masks [Razrabotka perspektivoj

5. Шалов, И. И., Далидович, А. С., Кудрявин, Л. А. (1986), *Технология трикотажа*, Москва, Легпромыбытиздат, 376 с.
6. ГОСТ 8845–87. *Полотна и изделия трикотажные. Методы определения влажности, массы и поверхностной плотности*, Москва: ИПК Изд-во стандартов, 2002, 8 с.
7. Zhou, L., Zhang, P. H., Shen, W., Xie, M. D. (2011), Fiber Hygroscopicity Affects Thermo-Moisture Comfort of Elastic Knitted Fabric, *Advanced Materials Research*, T. 332-334, C. 731–734.
8. ГОСТ 3816–87. *Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств*, Москва: ИПК Изд-во стандартов, 1998, 14 с.
9. Коган, А. Г., Баранова, А. А. (2011), *Физико-механические свойства пряжи. Методические указания к выполнению курсовых и дипломных проектов для студентов специальности 1-50 01 01 «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов»*, Витебск, УО «ВГТУ», 44 с.
10. Тавгень, Е., Вразалица, А. (2021), Мировой рынок льняной продукции: обзор, *Наука и инновации*, № 8(222), С. 61–67.
11. Çil, M. G., Nergis, U. B., Candan, C. (2016), An Experimental Study of Some Comfort-related Properties of Cotton-Acrylic Knitted Fabrics, *Textile Research Journal*, 2016, T. 28, № 6, С. 917–923.
12. ГОСТ 30157.1-95. *Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки*, Москва: ИПК Издательство стандартов, 2001, 12 с.
13. Патент РФ № 2010105551/12А. *Трикотажное полотно и одежда нижнего слоя с улучшенными термозащитными свойствами, изготовленная из него*, подача заявки: 15.07.2008.
5. Shalov, I. I., Dalidovich, A. S., Kudryavin, L. A. (1986), *Tehnologija trikotazha* [Knitting technology], Moscow, 376 p.
6. GOST 8845–87. *Knitted fabrics and garments. Methods for determination of moisture, mass and surface density*, Moscow: IPK Standards Publishing House, 2002, 8 p.
7. Zhou, L., Zhang, P. H., Shen, W., Xie, M. D. (2011), Fiber Hygroscopicity Affects Thermo-Moisture Comfort of Elastic Knitted Fabric, *Advanced Materials Research*, 2011, V. 332-334, pp. 731–734.
8. GOST 3816–87. *Textile fabrics. Methods for determination of hygroscopic and water-repellent properties*, Moscow: IPK Standards Publishing House, 1998, 14 p.
9. Kogan, A. G., Baranova, A. A. (2011), *Fiziko-mehaniicheskie svojstva prjazhi. Metodicheskie ukazaniya k vypolneniju kursovyyh i diplomnyh projektov dlja studentov special'nosti 1-50 01 01 "Tehnologija prjazhi, tkanej, trikotazha inetkanyh materialov"* [Physical and mechanical properties of yarn. Methodical instructions for course and diploma projects for students of the specialty 1-50 01 01 "Technology of yarn, fabrics, knitwear and nonwoven materials"], Vitebsk, 44 p.
10. Tavgen', E., Vrazalica, A. (2021), World market for linen products: an overview [Mirovoj rynek l'njanoy produkcii: obzor], *Science and Innovation*, 2021, № 8(222), pp. 61–67.
11. Çil, M. G., Nergis, U. B., Candan, C. (2016), An Experimental Study of Some Comfort-related Properties of Cotton-Acrylic Knitted Fabrics, *Textile Research Journal*, 2016, V. 28, № 6,

14. Шелепова, В. П., Лобацкая, Е. М. (2018), Структура и свойства трикотажа для функционального белья, *Материалы докладов 51-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов в двух томах*, Т. 2, Витебск, 2018, С. 252–255.
12. GOST 30157.1-95. *Textile fabrics. Methods of measures changes determination after wet treatments and chemical cleaning. Modes of treatments*, Moscow: IPK Standards Publishing House, 2001, 12 p.
13. Patent RF № 2010105551/12A. *Knitted fabric and clothing of the lower layer with improved thermal protection properties, made of it*, filled date: 15.07.2008.
14. Shelepova, V.P., Lobackaja, E. M. (2018), Structure and properties of knitted fabric for functional underwear [Строение и свойства трикотажа для функционального белья], *Proceedings of the 51th International scientific and technical conference of teachers and students in two volumes*, V. 2, Vitebsk, 2018, pp. 252–255.

Статья поступила в редакцию 17.05.2022 г.