

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ОДИНАРНОГО КУЛИРНОГО ГИБРИДНОГО ТРИКОТАЖА ПЛАТИРОВАННЫХ ПЕРЕКИДНЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ

INFLUENCE OF 3D PRINTING PARAMETERS ON THE DIMENSIONAL ACCURACY OF PRINTED MODELS

УДК 677.025.1:687

**А.В. Чарковский¹, Д.И. Быковский^{1*},
В.А. Гончаров²**

¹ Витебский государственный технологический университет

² ОАО «Алеся»

<https://doi.org/10.24411/2079-7958-2020-13814>

**A. Charkovskij^{1*}, D. Bykouski^{1*},
V. Goncharov²**

¹ Vitebsk State Technological University

² JSC «Alesja»

РЕФЕРАТ

ГИБРИДНЫЙ ТРИКОТАЖ, ПЛАТИРОВАННОЕ ПЕРЕКИДНОЕ ПЕРЕПЛЕТЕНИЕ, ТОЛЩИНА НИТЕЙ, НИТЬ, ФОРМА ПЕТЕЛЬ, 3D-МОДЕЛИ, РАЗМЕР ПЕТЕЛЬ

Предметом исследований является влияние толщины нитей в двухслойном трикотаже на форму петель.

В ходе работы проанализированы образцы гибридного трикотажа платированного перекидного переплетения с нитями разной толщины и образцы трикотажа платированного перекидного переплетения с нитями одинаковой толщины. Спроектированы трехмерные модели данных образцов.

Трикотаж, образованный из нитей одинакового вида, имеет одинаковые петли и равномерную структуру. Использование для вязания трикотажа нитей с различающимися свойствами (гибридного) приводит к изменению размера и формы петель, образованных этими различными нитями – различие размеров и форм петель тем больше, чем больше различие в свойствах нитей. Полученные 3D-модели наглядно демонстрируют степень влияния свойств нитей на структуру трикотажа.

ABSTRACT

3D PRINTING, ADDITIVE MANUFACTURING, 3D PRINTING PARAMETERS, 3D PRINTER, FDM, 3D PRINTING ACCURACY, 3D PRINTING QUALITY

The subject of research is the influence of the thickness of the threads on the shape of the loops in two-layer knitwear.

In the course of the work, samples of hybrid knitted cross-over knitwear with threads of different thicknesses and samples of knitted cross-over knitwear with threads of the same thickness were analyzed. Three-dimensional models of these samples were designed.

Knitwear made from threads of the same kind has the same loops and uniform structure. The use of threads with different properties for a knitwear leads to a changes in the size and shape of the loops formed by these different threads i.e the greater the difference in size and shape of the loops, the greater the difference in the properties of the threads. The obtained 3D-models clearly demonstrate the degree of influence of the properties of the threads on the structure of knitwear.

Целью работы является исследование особенностей структурообразования одинарного кулирного гибридного трикотажа платированных перекидных переплетений, связанного из различных по свойствам нитей.

Платированные переплетения находят широкое применение в производстве трикотажных изделий [1]. Переплетение является важнейшей структурной характеристикой трикотажа. Внешний вид, толщина, поверхностная плотность, рас-

* E-mail: denisbykouskij@yandex.ru (D. Bykouski)

тяжимость, упругость, прочность, распускаемость, воздухопроницаемость, теплозащитные и другие свойства во многом определяются переплетением трикотажа. В свою очередь переплетение трикотажа представляет совокупность элементов петельной структуры, соединенных в определенной последовательности. Трикотаж перекидных платированных переплетений содержит два элемента петельной структуры: петли и увеличенные протяжки. Элементы структуры трикотажа одного и того же переплетения могут быть изготовлены из одинаковых нитей или же из разных по видам и свойствам (гибридный трикотаж).

В данной работе рассматривается изменение характеристик элементов структуры трикотажа одного и того же перекидного платированного переплетения в зависимости от вида используемых для вязания нитей (рисунок 1).

На рисунке 2 изображена схема структуры одинарного кулирного трикотажа перекидного платированного переплетения из одинаковых нитей. Элементами структуры являются петли **Г** из грунтовой и **П** из покровной нитей, а также увеличенные протяжки **ПР**. Петли **Г** и **П** одинаковы по размеру и форме, благодаря этому структура трикотажа достаточно равномерная [2].

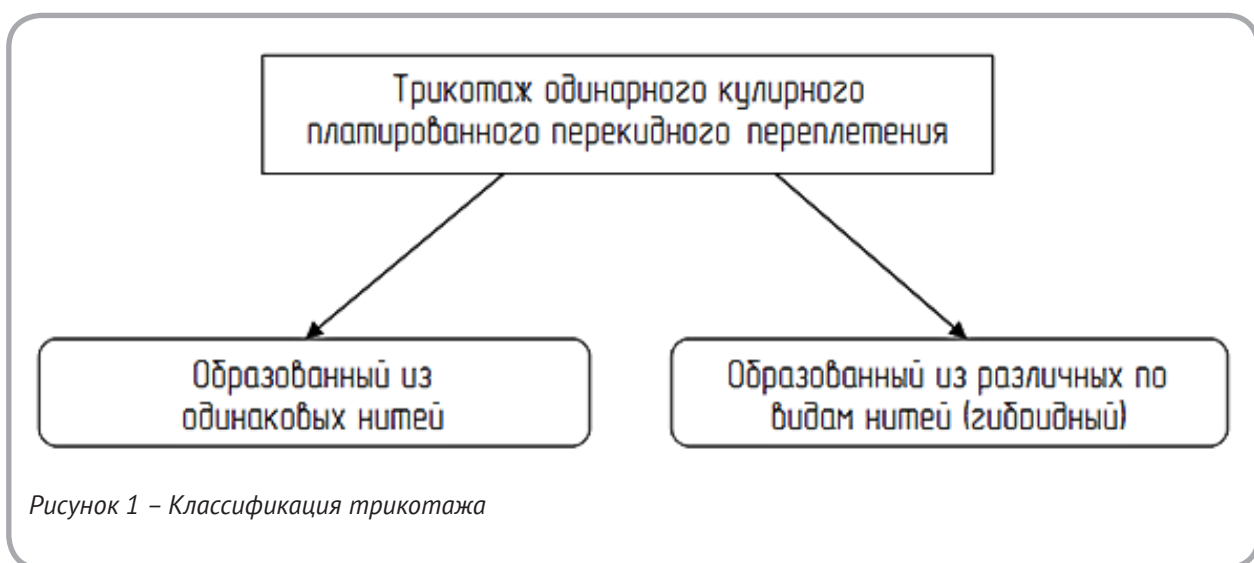


Рисунок 1 – Классификация трикотажа

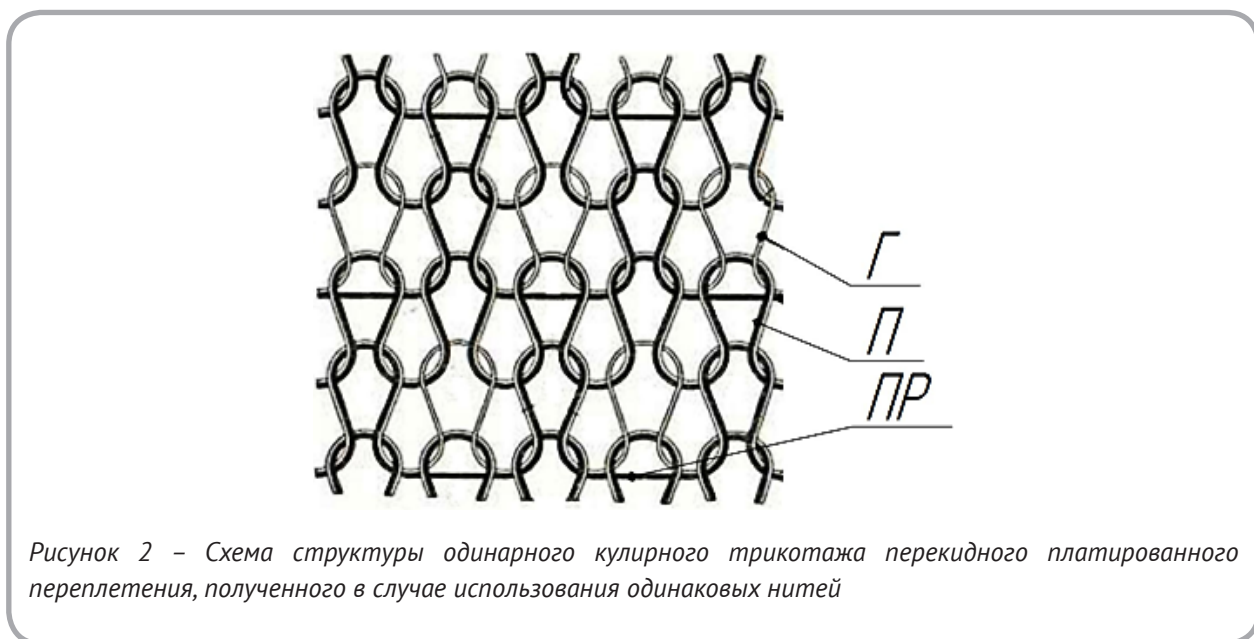


Рисунок 2 – Схема структуры одинарного кулирного трикотажа перекидного платированного переплетения, полученного в случае использования одинаковых нитей

Элементы структуры в гибридном трикотаже образуются из разных по видам нитей. На рисунке 3 приведены увеличенные обозначения структуры: а – лицевой стороны, б – изнаночной стороны одинарного кулирного гибридного трикотажа платированного перекидного переплетения, полученного из разных видов нитей. Визуализация образца трикотажа выполнена в соответствии с методиками [2, 3, 4]. В качестве грунтовой взята комплексная полиэфирная нить линейной плотностью 7,2 *текс*, а в качестве покровной – вискозная пряжа линейной плотностью 10х2 *текс* х2. Несмотря на то, что переплетение этого трикотажа одинаково

с переплетением предыдущего варианта (рисунок 2), здесь присутствуют петли различного размера и формы – из грунтовой нити петли Γ_1, Γ_2 , из покровной нити петли Π_1, Π_2 . Петли Γ_1, Γ_2 из одной тонкой нити сильно деформированы платированными петлями, состоящими из двух грунтовых и платировочных нитей, суммарная линейная плотность которых почти в шесть раз больше линейной плотности грунтовых нитей. Из-за изменения формы и размера петель Γ_2 в трикотаже образуются отверстия O (рисунок 3 б), имитирующие ажурный рисунок. Изменения размеров и формы структурных элементов приводят к изменению не только внешнего вида, но

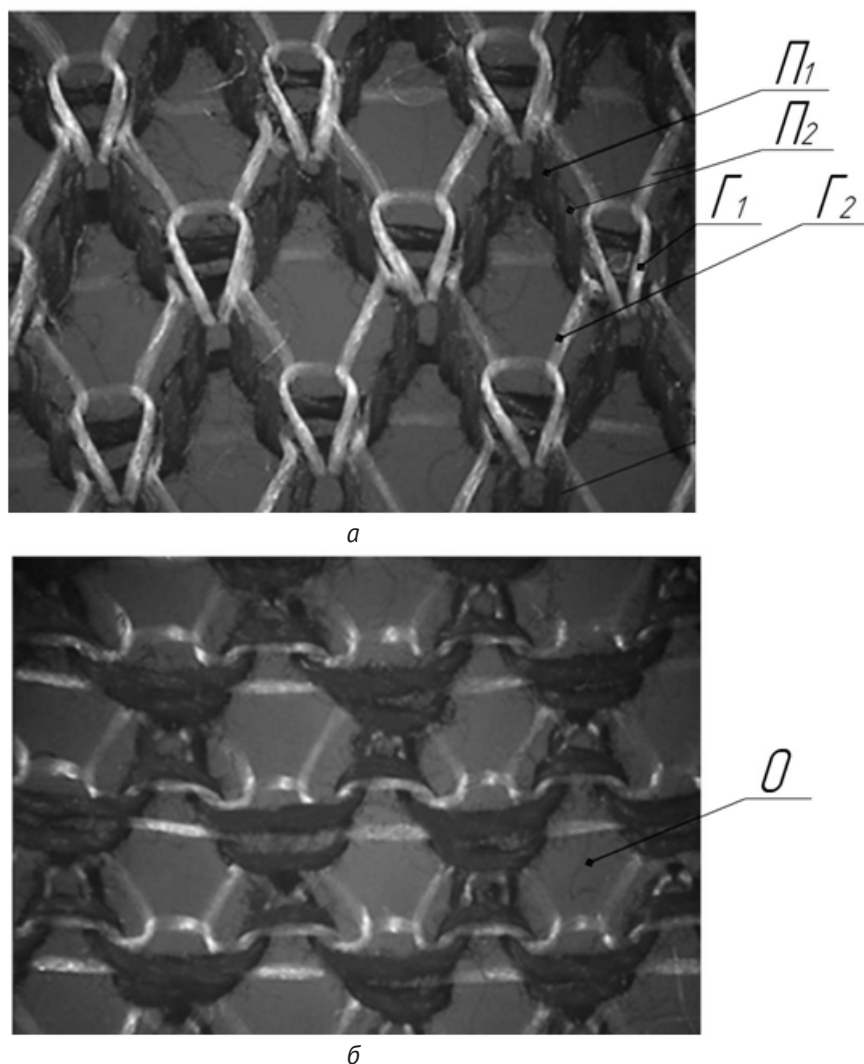


Рисунок 3 – Увеличенное изображение структуры образца кулирного гибридного трикотажа перекидного платированного переплетения из разных видов нитей: а – лицевая сторона; б – изнаночная сторона

и других свойств трикотажа [1, 5].

На рисунке 4 приведено увеличенное изображение структуры кулирного гибридного трикотажа перекидного платированного переплетения, полученного с использованием разных видов полиэфирных нитей: грунтовая нить в виде эластомерной нити линейной плотностью 2,2 *текс*, оплетенная полиэфирной нитью линейной плотностью 8,4 *текс*, а платировочная – полиэфирная мультифиламентная нить линейной плотностью 16,7 *текс* с числом филаментов $f = 288$.

В данном случае использование различных по толщине нитей для образования грунтовых и покровных петель, так же как и в предыдущем варианте, приводит к деформации грунтовых Γ и покровных Π петель (рисунок 4), однако степень изменения значительно меньше. Это можно объяснить тем, что разница в толщине грунтовых и платированных нитей меньше.

3D-модели структуры трикотажа являются новым цифровым инструментом, позволяющим лучше исследовать характеристики элементов петельной структуры и их взаимодействие [6]. Нами выполнено 3D-моделирование трикотажа с равномерной структурой, образованного из нитей с одинаковыми свойствами (рисунок 2) и

гибридного трикотажа, образованного из резко отличающихся по свойствам нитей (рисунок 3).

Для разработки 3D-моделей используются программы [7, 8], основанные на использовании дифференциальной и аналитической геометрии, вариационного исчисления, топологии и разделов вычислительной математики [9]. Нами для создания 3D-моделей применялась полнофункциональная профессиональная программная система для создания и редактирования трёхмерной графики и анимации – Autodesk 3Ds Max [10]. Полученные в результате модели представлены на рисунках. Они наглядно демонстрируют степень влияния свойств нитей на структуру кулирного гибридного трикотажа перекидных платированных переплетений.

Размер и форма грунтовых Γ и платированных Π петель в случае использования нитей с одинаковыми свойствами (рисунок 5) одинаковы, и, в общем, структура трикотажа равномерная.

В структуре трикотажа с резко различающимися свойствами (толщина нитей, образующих петли Γ_1, Γ_2 , почти в шесть раз меньше суммарной толщины нитей, образующих платированные петли Π_1, Π_2) (рисунок 6) присутствуют петли, резко отличающиеся размерами и формой.

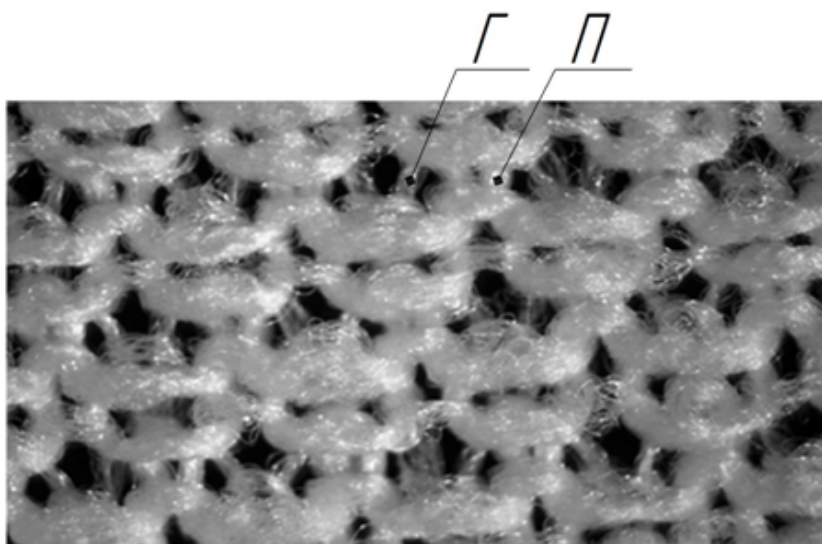
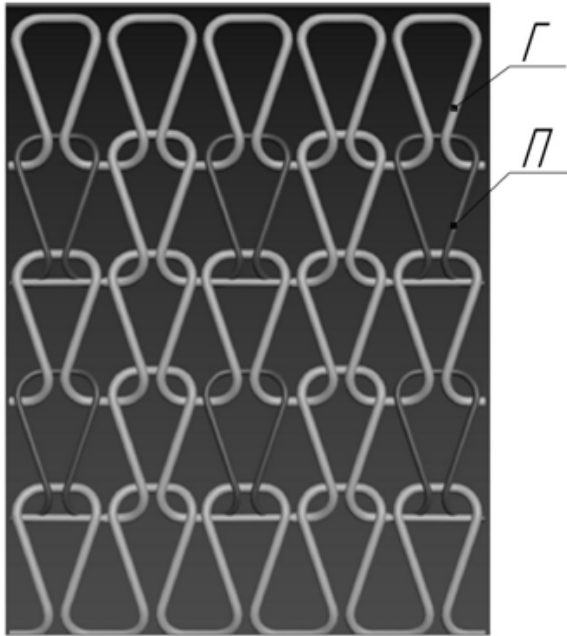


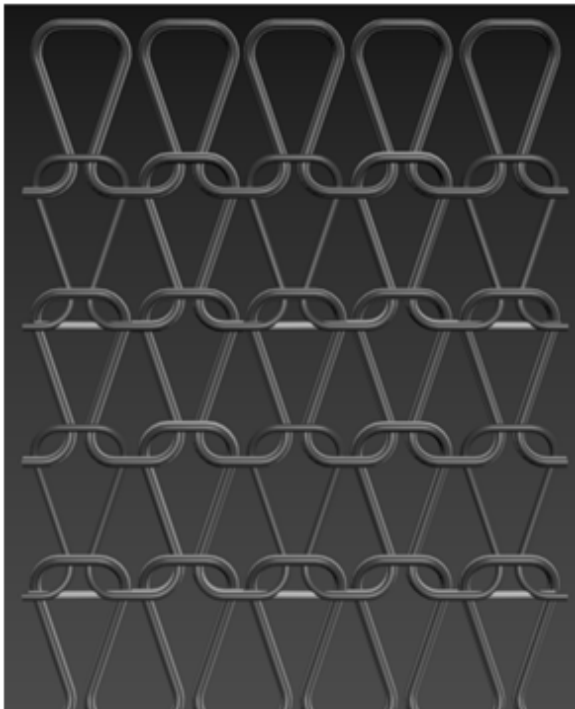
Рисунок 4 – Увеличенное изображение структуры кулирного гибридного трикотажа перекидного платированного переплетения с мультифиламентными покровными нитями



а



б

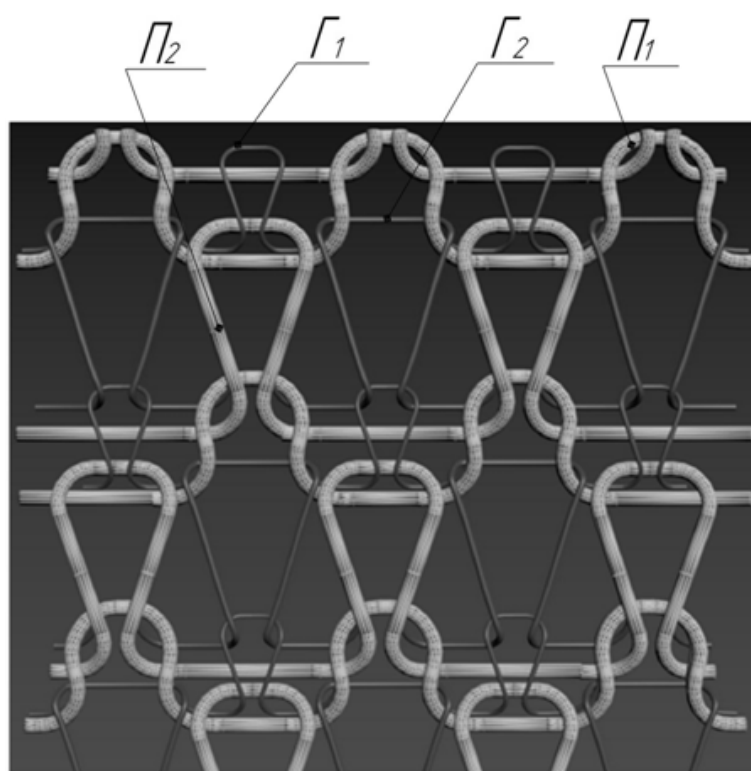


в

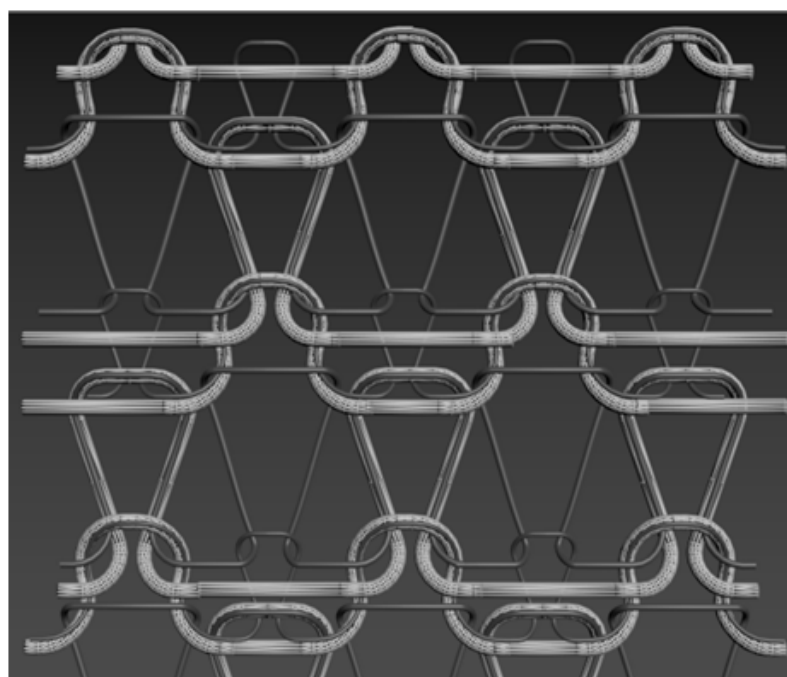


г

Рисунок 5 – 3D-модель структуры одинарного кулирного трикотажа перекидного платированного переплетения, полученного в случае использования одинаковых нитей:
а – лицевая сторона; б – вид сверху; в – изнаночная сторона; г – вид сбоку



а



б

Рисунок 6 – 3D-модель структуры одинарного кулирного трикотажа перекидного платированного переплетения, полученного в случае использования различных нитей:
а – лицевая сторона; б – изнаночная сторона

Трикотаж рисунчатых переплетений включает 16 классов, каждый из которых содержит в свою очередь множество видов. Такое многообразие структур трикотажа усложняет изучение строения трикотажа. Представление структуры трикотажа в виде трехмерной (3D) модели позволяет студентам в учебном процессе быстрее и лучше усвоить структуру трикотажа конкретного переплетения, а так как свойства трикотажа в большей степени определяются его структурой, то целенаправленно использовать рассмотренный в данной работе трикотаж для достижения заданных свойств изделия.

ВЫВОДЫ

Разработаны 3D-модели, которые наглядно демонстрируют степень влияния свойств нитей на структуру трикотажа. Модели позволяют выявить особенности структурообразования элементов петельной структуры в зависимости от толщины и других свойств нитей, из которых со-

стоят исследуемые образцы.

Форма петель одинарного кулирного трикотажа платированных перекидных переплетений зависит от свойств нитей, пряжи, используемых для его выработки. На основе проведенного анализа образцов и моделей можно заключить, что трикотаж, образованный из нитей одинакового вида, имеет одинаковые петли и равномерную структуру. Использование для вязания гибридного трикотажа нитей с различающимися свойствами приводит к изменению размера и формы петель, образованных этими различными нитями, при этом различие размеров и форм петель тем больше, чем больше различие в свойствах нитей.

Полученные 3D-модели структуры трикотажа могут быть использованы для проектирования трикотажа с заданными свойствами, а также в учебном процессе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 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.
2. Чарковский, А. В. (2019), *Идентификация трикотажа: монография*, Витебск, УО «ВГТУ», 285 с.
3. Кудрявин, Л. А., Шустов, Е. С. (2005), *Разработка методов визуализации структуры трикотажа при его автоматизированном проектировании*, Москва, МГТУ им. А. Н. Косыгина, 139 с.
4. Шустов, Ю. С. (2007), *Основы текстильного материаловедения: учебное пособие для вузов*, Москва, 302 с.
5. Кудрявин, Л. А. (2002), *Лабораторный практикум по технологии трикотажного производства: учеб. для вузов*, Москва, РИО МГТУ,

REFERENCES

1. Charkovskij, A. V., Shelepova, V. P. (2017), *Analiz kulirnogo trikotazha risunchatyh perepletenij s ispol'zovaniem vizual'nyh izobrazhenij struktury: uchebno-metodicheskoe posobie* [Analysis of the knitwear of patterned weaves using visual images of the structure. Tutorial], Vitebsk, 139 p.
2. Charkovskij, A. V. (2019), *Identifikacija trikotazha: monografija* [Knitwear Identification: Monograph], Vitebsk, 285 p.
3. Kudrjavin, L. A., Shustov, Ju. S. (2005), *Razrabotka metodov vizualizacii struktury trikotazha pri ego avtomatizirovannom proektirovanii* [Development of methods for visualizing the structure of knitwear in its automated design], Moscow, 139 p.
4. Shustov, Ju. S. (2007), *Osnovy tekstil'nogo materialovedenija: uchebnoe posobie dlja vuzov* [Basics of textile materials science: Textbook for high schools], Moscow, 302 p.

- 476 с.
6. Быковский, Д. И., Кузнецов, А. А., Чарковский, А. В., Гончаров, В. А., Береснев, В. И. (2019), Использование 3D-моделей для разработки трикотажа с заданными функциональными свойствами, *Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX)*, № 1–2, С. 10–17.
 7. Система трехмерного моделирования КОМПАС-3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ascon.ru/products/7/review/>, дата доступа: 18.09.2019 г.
 8. CAD для 3D-проектирования. SOLIDWORKS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.solidworks.com/ru>, дата доступа: 18.09.2019 г.
 9. Голованов, Н. Н. (2002), *Геометрическое моделирование*, Москва, Издательство Физико-математической литературы, 472 с.
 10. 3Ds Max | 3D Modeling, Animation & Rendering Software | Autodesk [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview>, дата доступа: 17.02.2020 г.
 5. Kudrjavin, L. A. (2002), *Laboratornyj praktikum po tehnologii trikotazhnogo proizvodstva: ucheb. dlja vuzov* [Laboratory workshop on knitting technology: textbook. for universities], Moscow, 476 p.
 6. Bykovskij, D. I., Kuznecov, A. A., Charkovskij, A. V., Goncharov, V. A., Beresnev, V. I. (2019), The use of 3D-models for the development of knitwear with specified functional properties [Ispol'zovanie 3D-modelej dlja razrabotki trikotazha s zadannymi funkcional'nymi svojstvami], *Fizika voloknistyh materialov: struktura, svojstva, naukoemkie tehnologii i materialy (SMARTEX) – Physics of fibrous materials: structure, properties, high technology and materials (SMARTEX)*, № 1–2, pp. 10–17.
 7. Sistema trehmernogo modelirovanija KOMPAS-3D [CAD KOMPAS-3D], (2020), available at: <https://ascon.ru/products/7/review/> (accessed 17 February 2020).
 8. CAD dlja 3D-proektirovanija. SOLIDWORKS [CAD for 3D-design. SOLIDWORKS], (2019), available at: <https://www.solidworks.com/ru> (accessed 17 February 2020).
 9. Golovanov, N. N. (2002), *Geometricheskoe modelirovanie* [Geometric modeling], Moscow, 472 p.
 10. 3ds Max | 3D Modeling, Animation & Rendering Software | Autodesk, (2020), available at: <https://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview> (accessed 17 February 2020).

Статья поступила в редакцию 14. 04. 2020 г.