

## СТРУКТУРА ТРИКОТАЖА ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ ПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

### KNITTED FABRIC STRUCTURE FOR FILM MATERIALS REINFORCEMENT FOR SPECIAL PURPOSE

**Р.В. Окунев\*, А.В. Чарковский**

*Витебский государственный технологический университет*

УДК 677.025.1:687.1

**R.V. Okunev\*, A.V. Charkovskij**

*Vitebsk State Technological University*

#### РЕФЕРАТ

*КУЛИРНАЯ ГЛАДЬ, ПЕТЕЛЬНАЯ СТРУКТУРА, ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТРИКОТАЖА, МАТЕРИАЛ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ*

*В работе авторами выполнен анализ образца трикотажного полотна производства «Химволокно», г. Светлогорск. Проведен расчет и сравнение параметров петельной структуры трикотажа по различным геометрическим моделям. Установлено, что использование геометрической модели петли Ф. Пирса позволит улучшить качество трикотажа для основы материала специального назначения за счет более равномерной петельной структуры.*

#### ABSTRACT

*PLAIN STITCH, LOOP STRUCTURE, GEOMETRIC MODEL OF KNITTED FABRIC, MATERIAL FOR SPECIAL PURPOSE*

*The knitted fabric pattern of «Chimvolokno» production from Svetlogorsk is analyzed. The loop structure parameters of knitted fabric are calculated and compared according to different geometric models. It is determined that the using of F. Pirs geometric model of loop can allow improving knitted fabric quality for the basis of material for special purpose thanks to more proportional loop structure.*

#### ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения безопасных условий труда пожарных-спасателей при ликвидации аварий, связанных с воздействием аварийных химически опасных веществ в жидком и газообразном состоянии, токсичных пылевидных частиц, а также непосредственного контакта с горячей или холодной водой применяются специальные водотермостойкие костюмы.

В качестве материала верха для специальных водотермостойких костюмов применяются различные виды термостойких полимеров на трикотажном полотне.

При проектировании материалов, применяемых для создания такой одежды, возникает необходимость в изучении свойств компонентов, входящих в их состав, в ходе которых учиты-

ваются условия эксплуатации разрабатываемого материала.

Целью работы является анализ образца трикотажного полотна производства ОАО «СветлогорскХимволокно», предназначенного для основ искусственных кож, и проектирование таких характеристик структуры трикотажа, при которых возможные отклонения состояния трикотажа от равновесного или фиксированного состояния при носке, чистке такой одежды были бы минимальными. Полученное трикотажное полотно должно быть устойчивым к продольному и поперечному растяжению приблизительно в одинаковой степени, иметь равномерное заполнение поверхности петельной структуры.

#### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

На разных стадиях технологического процес-

\* E-mail: [vstu@vitebsk.by](mailto:vstu@vitebsk.by) (R.V. Okunev)

са выработки, в готовых трикотажных изделиях, на фигуре при эксплуатации трикотаж находится, как правило, в неравновесном (деформированном) состоянии [1].

Существует также равновесное состояние трикотажа, при котором он не проявляет стремления к дальнейшему изменению размеров и имеет наиболее высокую устойчивость. Под равновесным понимается состояние, к которому трикотаж приходит после релаксации в нем напряжений. Параметры равновесного или фиксированного состояний трикотажа принимаются за отправные при изучении строения свойств и поведения трикотажа в эксплуатационных условиях.

Трикотаж одного и того же переплетения, имеющий одинаковые типы петель (открытые или закрытые) в равновесном или фиксированном состоянии может иметь различную форму петель. Форма, которую принимают петли в трикотаже данного переплетения, зависит от многих качественных факторов, среди которых важнейшими являются следующие:

- вид нитей (пряжи), используемых для выработки трикотажа;
- условия процесса выработки трикотажа;
- условия отделки трикотажа.

На рисунке 1 представлена фотография образца трикотажного полотна (арт. 105 К, ТУ ВУ 400031289.024-2009), произведенного на предприятии ОАО «СветлогорскХимволокно».

На фотографии видно, что трикотаж имеет различные по размерам элементарные ячейки 1, 2 петельной структуры. Между тем, одним из важнейших требований к трикотажным основам для материалов специального назначения является наличие одинаковых по размерам элементарных ячеек. Очевидно, что по этому показателю трикотажное полотно производства ОАО «СветлогорскХимволокно» не в полной мере отвечает поставленным требованиям.

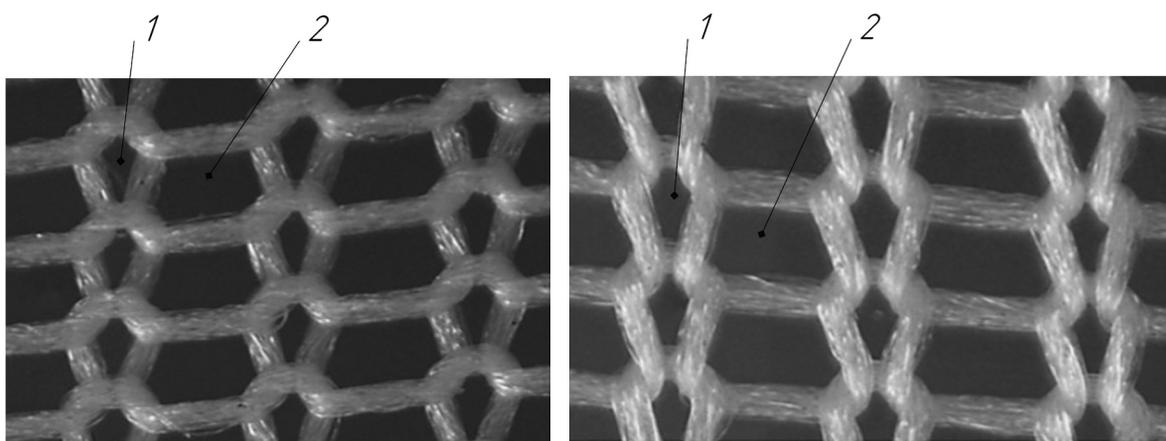
Наша задача состоит в разработке трикотажа, в котором размеры элементарных ячеек одинаковы.

Важнейшие количественные факторы, определяющие форму петли в трикотаже – длина нити в петле, толщина нити, характеристики модуля. Форма петли изменяется также при растяжении трикотажа.

Под растяжимостью трикотажа понимают изменение его размеров под действием приложенных нагрузок. В зависимости от способов деформирования образца трикотажа различают одноосную и двухосную растяжимость.

Для геометрических моделей растянутого трикотажа принимается, что сечения нити по длине петли являются неизменными, а размер их выражается условным диаметром нити  $d_y$ , предполагается также, что нить является нерастяжимой [1].

При растяжении глади по длине высота ее петельного ряда увеличивается, а петельный шаг к



а изнаночная

б лицевая

Рисунок 1 – Фотография увеличенной петельной структуры трикотажа, артикул 105 К

моменту разрушения становится минимальным:

$$A_{min} = 4d_y , \quad (1)$$

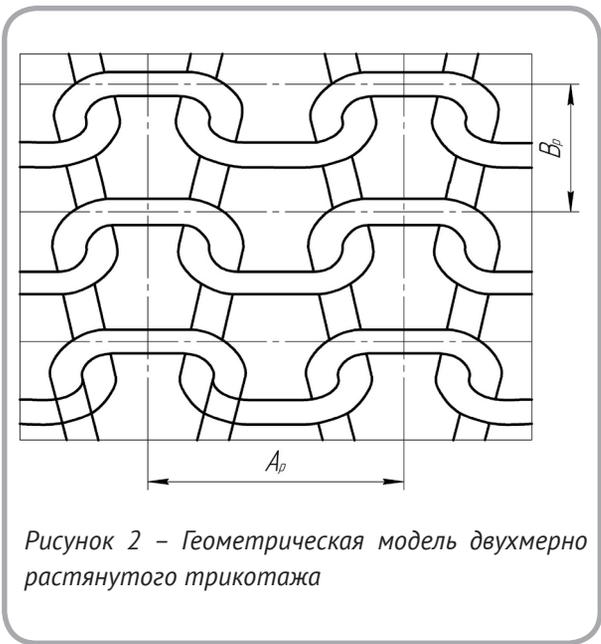
где  $d_y$  – условный диаметр нити, мм.

При растяжении глади по ширине ее петельный шаг увеличивается, а высота петельного ряда к моменту разрушения достигает минимальных значений:

$$B_{min} = 2d_y . \quad (2)$$

Как видно из формул (1) и (2), кулирная гладь в ширину растягивается в два раза больше, чем в длину. Трикотаж в качестве основ материала специального назначения должен обладать невысокой растяжимостью, желательно одинаковой, в обоих направлениях. Для того чтобы уменьшить растяжимость, такой трикотаж необходимо делать из термопластичных нитей, а форму петли придавать при двухосном растяжении (рисунок 2). При таком растяжении трикотажа форма петли изменяется за счет распрямления дуг в петле и перетягивания нитей из одних участков петли в другие.

Фиксация формы петли в таком растянутом состоянии резко снижает последующую растяжимость глади при эксплуатационных нагрузках.



А.С. Далидович показал, что при двухосном растяжении трикотажа петля занимает наибольшую площадь [2]. При двухосном растяжении площадь петли будет

$$S = A_p B_p , \quad (3)$$

а петельный шаг ( $A_p$ ) и высота петельного ряда ( $B_p$ ) будут находиться по формулам

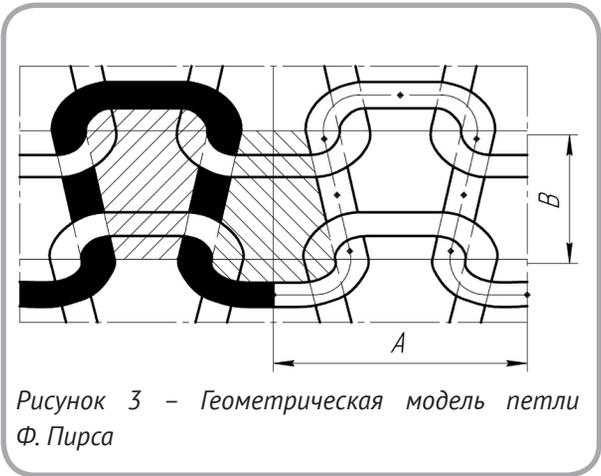
$$A_p = (l - \pi d_y) / 2 ; \quad (4)$$

$$B_p = (l - \pi d_y) / 4 , \quad (5)$$

где  $l$  – это длина нити в петле, мм.

Таким образом, видно, что для максимально растянутого трикотажа петельный шаг в два раза больше высоты петельного ряда. Из этого следует, что в двухмерно растянутом и зафиксированном состоянии трикотажа коэффициент соотношения плотностей  $C = 0,5$ .

Следует отметить, что геометрическая модель двухмерно растянутой глади соответствует модели Ф. Пирса (рисунок 3), в которой такой же коэффициент соотношения плотностей [1]. Важным для нас является то, что в трикотаже данных геометрических моделей размеры элементарных ячеек петельной структуры (на рис. 3 заштрихованы) одинаковы, что соответствует исходным требованиям.



**РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПЕТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ТРИКОТАЖА ДЛЯ МАТЕРИАЛА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Для каждого переплетения трикотажа в зависимости от формы петли существует взаимосвязь между длиной нити в петле  $l$ , толщиной нити  $d$  и размерами взаимного расположения петель в трикотаже  $A$  и  $B$ . Связь между длиной нити в петле  $l$ , петельным шагом  $A$ , высотой петельного ряда  $B$  и толщиной нити  $d$ , может быть выражена с использованием различных геометрических моделей петель трикотажа, которая с различной степенью точности опишет действительную форму петли.

Наиболее универсальный метод для определения такой взаимосвязи предложил профессор А.С. Далидович. По его предположению длина нити в петле может быть вычислена по формуле

$$l = xA + yB + zd, \quad (6)$$

где  $x, y, z$  – коэффициенты, постоянные для принятой модели петли заданного переплетения трикотажа;  $A, B$  – соответственно петельный шаг и высота петельного ряда, мм;  $d$  – средний диаметр нити в петле, мм.

Для трикотажного переплетения кулирная гладь геометрической модели А.С. Далидовича длина нити в петле определяется по формуле

$$l = 1,57A + 2B + \pi d, \quad (7)$$

с достаточной для практических расчетов точностью при известных значениях размеров взаимного расположения петель  $A, B$  и диаметре нити  $d$ .

Расчет параметров петельной структуры будем вести применительно к условиям предприятия ОАО «СветлогорскХимволокно», данный тип трикотажного полотна предприятие изготавливает на машине 32 класса.

Характеристики вязального оборудования представлены в виде таблицы 1.

Исходя из принятой для расчета геометрической модели петли трикотажа (модель двухмерно растянутого трикотажа) величину петельного шага  $A$  примем равной игольному шагу  $T$  (такой петельный шаг будет у трикотажа вблизи игл).

Определим петельный шаг по формуле

$$A = T = \frac{25.4}{K} = 0,79 \text{ мм}, \quad (8)$$

где  $K$  – класс машины.

Поскольку для трикотажа, находящегося в двухмерно растянутом состоянии, коэффициент соотношения плотностей  $C = 0,5$ , то высота петельного ряда будет равна:

$$B = 0,5A = 0,395 \text{ мм}. \quad (9)$$

Для геометрических моделей растянутого трикотажа принимается, что сечения нити по длине петли являются неизменными, а размер их выражается условным диаметром нити  $d_y$ ,

Таблица 1 – Характеристика вязального оборудования

Марка машины	Артикул 105K
	TY – SJOW
Фирма-изготовитель	Tien Yang Knitting Machinery CO, LTD (Тайвань)
Класс	32
Количество петлеобразующих систем	96
Диаметр цилиндра (мм)	660
Скорость вязания (об/мин)	26
Количество игл	2616
Линейная плотность нити (текс)	н. п/э 5,5

определяемым по формуле

$$d_y = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\gamma}} = 0,071 \text{ мм}, \quad (10)$$

где  $T$  – линейная плотность нитей, текс;  $\gamma$  – плотность вещества нити, г/см<sup>3</sup> [3]. Для полиэфирных текстурированных нитей линейной плотностью 5,5 текс  $\gamma = 1,35$  г/см<sup>3</sup> [4].

Определим плотность по горизонтали и плотность по вертикали по формулам

$$P_z = \frac{100}{A} = 126,6 \text{ петель/100 мм}, \quad (11)$$

$$P_e = \frac{100}{B} = 253,2 \text{ петель/100 мм}. \quad (12)$$

Длина нити в петле для модели трикотажа в двумерно растянутом состоянии по А.С. Далидовичу определяется из соотношения (7):

$$l_o = 1,57 \cdot 0,79 + 2 \cdot 0,395 + 3,14 \cdot 0,071 = 2,25 \text{ мм}. \quad (13)$$

Поверхностная плотность полотна

$$\rho = 10^{-4} \cdot P_z \cdot P_e \cdot l_p \cdot T = 39,7 \text{ г/м}^2. \quad (14)$$

Для трикотажа с петельной структурой по модели Ф. Пирса длина нити в петле находится как [1]

$$l_n = A + 2B + 5,94d_y = 2,0 \text{ мм}. \quad (15)$$

Поверхностная плотность такого полотна, найденная по формуле (14), составляет  $\rho = 35,2$  г/м<sup>2</sup>.

Ширина полотна составит:

$$Ш = H \cdot A = 2067 \text{ мм}, \quad (16)$$

где  $A$  – петельный шаг,  $H$  – количество игл, установленное на машине.

В соответствии с техническим описанием ТО ВУ 400031289/228-2009 «Полотно трикотажное артикул 105 К», действующим на предприятии ОАО «Химволокно» г. Светлогорск, ширина производимого трикотажного полотна для искусственных кож должна быть  $150 \pm 3$  см и  $158 \pm 3$  см.

Проведем перерасчет параметров петельной структуры исходя из требований предприятия.

Петельный шаг исходя из требуемой ширины полотна

$$A = \frac{Ш_n}{H} = \frac{1580}{2616} = 0,6 \text{ мм}, \quad (17)$$

где  $Ш_n$  – ширина готового полотна,  $H$  – количество игл, установленное на машине.

Тогда новая высота петельного ряда находится по формуле (9):

$$B = 0,5 \cdot 0,6 = 0,3 \text{ мм}. \quad (18)$$

По формулам (11) и (12) вычисляем плотности по горизонтали и по вертикали:

$$P_z = \frac{100}{0,6} = 167 \text{ петель/100 мм}, \quad (19)$$

$$P_e = \frac{100}{0,3} = 333,3 \text{ петель/100 мм}. \quad (20)$$

Определяем длину нити в петле для модели петли А.С. Далидовича по соотношению (7):

$$l_o = 1,57 \cdot 0,6 + 2 \cdot 0,3 + 3,14 \cdot 0,071 = 1,76 \text{ мм}. \quad (21)$$

Найдем длину нити в петле сурового полотна с учетом того, что коэффициент усадки полиэфирных текстурированных нитей  $k_{yc} = 0,6$ .

$$l_{сп} = l + l \cdot k_{yc} = 1,87 \text{ мм}. \quad (22)$$

По формуле (14) определяем поверхностную плотность готового полотна:

$$\rho = 10^{-4} \cdot 333,3 \cdot 167 \cdot 1,76 \cdot 5,5 = 53,8 \text{ г/м}^2. \quad (23)$$

Вычислим длину нити в петле по геометрической модели Ф. Пирса (15):

$$l_n = 0,6 + 2 \cdot 0,3 + 5,94 \cdot 0,071 = 1,62 \text{ мм.} \quad (24)$$

Длина нити в петле сурового полотна по формуле (22)

$$l_{\text{суп}} = 1,6 + 1,6 \cdot 0,06 = 1,7 \text{ мм.} \quad (25)$$

Определим поверхностную плотность готового полотна (23):

$$\rho = 10^{-4} \cdot 333,3 \cdot 167 \cdot 1,6 \cdot 5,5 = 48,9 \text{ г/м}^2. \quad (26)$$

Анализ полученных данных показывает, что расчетные значения поверхностной плотности трикотажа по модели Ф. Пирса меньше аналогичного значения для двумерно растянутого трикотажа по модели А. Далидовича.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнен анализ образца трикотажного полотна производства ОАО «СветлогорскХимволокно», предназначенного для основ искусственных кож. Выяснили, что трикотаж имеет различные по размерам элементарные ячейки петельной структуры. Предложено аппроксимировать трикотаж для армирования пленочных материалов специального назначения геометрической моделью Ф. Пирса, имеющей одинаковые по размеру элементарные ячейки. Выполненный расчет параметров петельной структуры с учетом граничных условий предприятия-изготовителя трикотажного полотна показал целесообразность использования данной геометрической модели.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ  
ИСТОЧНИКОВ

1. Кудрявин, Л.А., Шалов, И.И. (1998), *Основы технологии трикотажного производства*, Москва, 496 с.
2. Далидович, А.С. (1970), *Основы теории вязания*, Москва, 432 с.
3. Гусева, А.А. (1987), *Общая технология трикотажного производства*, Москва, 296 с.
4. Шалов, И.И., Далидович, А.С., Кудрявин, Л.А. (1984), *Технология трикотажного производства: Основы теории вязания*, Москва, 296 с.

## REFERENCES

1. Kudryavin, L.A., Shalov, I.I. (1991), *Osnovy tehnologii trikotazhnogo proizvodstva* [The basis of knitted manufacture technology], Moscow, 496 p.
2. Dalidovich A.S. (1970) *Osnovy teorii vjazanija* [The basis of knitting theory], Moscow, 432 p.
3. Guseva, A.A. (1987), *Obshhaja tehnologija trikotazhnogo proizvodstva* [General technology of knitted manufacture], Moscow, 296 p.
4. Shalov, I.I., Dalidovich, A.S., Kudryavin, L.A. (1984), *Osnovy teorii vjazanija* [Technology of knitted manufacture: the basis of knitting theory], Moscow, 296 p.

Статья поступила в редакцию 08. 04. 2016 г.