

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН,
ПОЛУЧЕННЫХ РАЗНЫМИ СИСТЕМАМИ ПРЯДЕНИЯ**

**COMPARATIVE ANALYSIS
OF PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF KNITTED FABRICS
OBTAINED BY DIFFERENT SPINNING SYSTEMS**

Г.Ю. КАЛДЫБАЕВА, Э.К. КЫРТАЙ, Г.К. ЕЛДИЯР, И.А. НАБИЕВА
G.YU. KALDYBAEVA, E.K. KIRTAI, G.K. ELDYAR, I.A. NABIEVA

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан)
(M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: gkaldybaeva@mail.ru; gulzinat@mail.ru

Быстрое развитие технологий в наше время позволило использовать пряжу, полученную с применением разных способов производства в трикотажной промышленности. Разные способы производства придают пряже различные свойства, и таким образом могут быть получены трикотажные полотна с неодинаковой поверхностью. Для настоящего исследования наиболее важными из прядильных систем являются кольцевые и роторные.

Полученные свойства пряжи влияют на качество полотна на ощупь, внешний вид и эксплуатационные характеристики полотна, на которые в свою очередь в дополнение к выбранной системе прядения также влияют номер пряжи и трикотажное переплетение. Когда оценивается только номер пряжи, поддерживается постоянство других параметров; изменение номера пряжи оказывает влияние на свойства полотен. Трикотажные полотна различных переплетений, которые связаны из пряжи одного и того же номера, по одной и той же системе прядения, демонстрируют различный внешний вид, качество полотна на ощупь и эксплуатационные характеристики.

Были проведены исследования физико-механических свойств трикотажных полотен определенных конструкций с различным номером пряжи, полученных разными системами прядения. Для этой цели в качестве исходных материалов были выбраны наиболее часто используемые пряжа и трикотажные полотна определенных переплетений. Использовали джерси и ластичное трикотажные полотна из гребенной, кардной и пневмомеханической пряжи. Также в ходе исследования были проанализированы эффекты системы производства пряжи, номер пряжи и структуры трикотажного полотна на физико-механические свойства трикотажа. Был проведен статистический анализ, а полученные результаты обобщены в графической форме.

The rapid development of technology in our time has allowed the use of yarn obtained with the use of different production technologies in the knitting industry. Different methods of production give the yarn different properties and thus can be obtained knitted fabrics with different surfaces. For the present study, the most important of the spinning systems are ring and rotor.

The resulting properties of the yarn affect the quality of the fabric to the touch, appearance and performance of the fabric, which in turn, in addition to the chosen spinning system also affect the number of yarn and knitted weave. When it comes to estimating only the number of the yarn to maintain the constancy of the other parameters; changing the yarn affects the properties of the paintings. Knitted fabrics

of different weaves, which are connected from the yarn of the same number, according to the same spinning system, demonstrate different appearance, quality of the fabric to the touch and performance.

The physical and mechanical properties of knitted fabrics of certain designs with different yarn numbers obtained by different spinning systems were studied. For this purpose, the most commonly used yarn and knitted fabrics of certain weaves were chosen as starting materials. Were used Jersey and rib knitted fabric made of combed, carded and rotor yarn. Also in the course of the study, the effects of the yarn production system, the number of yarn and the structure of the knitted fabric on the physical and mechanical properties of knitwear were analyzed. The statistical analysis was carried out and the results were summarized in graphical form.

Ключевые слова: кольцевая пряжа, пневмомеханическая пряжа, гребенная пряжа, физико-механические свойства, полотна, системы прядения, номер пряжи, анализ.

Keywords: ring yarn, rotor yarn, combed yarn, physico-mechanical properties of the fabric, systems of spinning, yarn number, analysis.

Прогнозируемые свойства полотна, важные для потребителей, которые определяются системами прядения, проверяются в лабораторных условиях. Методы испытаний определяются международными стандартами, в результате которых можно определить системы прядения пряжи [1].

В работе были исследованы физико-механические свойства трикотажных полотен разнообразных переплетений с различным номером пряжи, полученных в разных производственных системах прядения. Для этой цели в качестве исследуемых материалов были выбраны наиболее часто используемые пряжа и тканевые структуры [2].

В проведенных тестах были использованы однослойные трикотажные полотна из: N20/1, N30/1, N40/1 гребенной пряжи; N20/1, N30/1, N40/1 кардной пряжи; N20/1, N30/1 пневмомеханической пряжи.

Полотна из пряжи, полученные разными системами прядения, имеют отличительные свойства, такие как: внешний вид, износостойкость, драпируемость, пиллинг, прочность на разрыв [3].

В соответствии с наиболее распространенными технологиями производства хлопчатобумажную пряжу можно классифицировать следующим образом:

- гребенная хлопчатобумажная трикотажная пряжа;
- кардная хлопчатобумажная трикотажная пряжа;

- пневмомеханическая хлопчатобумажная трикотажная пряжа.

Гребенная пряжа характеризуется ровной чистой поверхностью и ярким внешним видом. Изготавливается из N30/1 и N 40/1. Прочность гребенной пряжи на 10...15% выше, чем прочность кардной пряжи [4].

Кардная хлопчатобумажная трикотажная пряжа без гребнечесания, как правило, по качеству ниже, чем гребенная. Пряжа содержит короткие волокна и различные примеси. По этой причине внешний вид и значения прочности более низкие по сравнению с гребенной. Полотна из кардной пряжи плотнее на ощупь и производятся из пряжи N10/1, N 12/1, N 30/1.

Пневмомеханическая хлопчатобумажная трикотажная пряжа представляет собой пряжу, полученную путем подачи ленты из рамы непосредственно на ротор. Пневмомеханическая пряжа составляет конкуренцию кардной [5]. Из-за более высокого содержания волокон в пневмомеханической пряже она более объемная, более мягкая и более гибкая, но имеет более низкую прочность по сравнению с кольцевой пряжей.

Трикотажные полотна, изготовленные из высококачественной пневмомеханической хлопчатобумажной пряжи, имеют те же характеристики, что и трикотажные полотна, изготовленные из кардной, кольцевой пряжи. Однако на ощупь они различны.

Самое простое переплетение получено с помощью одного слоя на вязальных машинах, известное как LL-вязание или "single-knit".

Прямые стежки на лицевой стороне, обратные стежки появляются на обратной стороне. Способность полотна растягиваться в поперечном направлении высока, его можно легко деформировать. Структура полотна симметрична и может быть удалена как с верхнего, так и с нижнего края.

RR-вязание или Риб-вязание, также известное как RR-вязание или резиновое вязание, производится только на двойных вязальных машинах. Структура полотна может быть получена путем изменения номеров игл. Обе поверхности имеют одинаковый внешний вид и представляют собой сбалансированные структуры, поэтому скручивания краев полотна не происходит. Поперечная эластичность высока, но продольное удлинение ограничено. Стоимость RR-

вязания трикотажа выше, чем LL-переплетения.

Поскольку структуры несимметричны, можно удалить только последние трикотажные ряды.

Испытания физико-механических свойств, применяемых для трикотажных полотен, заключались в следующем.

Определение граммов.

Определение изменения размера с помощью стирки.

Определение вращения вязания.

Определение драпировки.

Определение прочности кругового изгиба.

Определение пиллинга.

Определение истираемости (трения).

Определение прочности на разрыв.

Материалы, полученные из пряжи различных систем прядения, приведены в табл. 1. Структурные свойства тканей, используемых в исследовании, показаны в табл. 2.

Т а б л и ц а 1

| Номер полотна | Код полотна | Тип полотна | Номер пряжи (N) | Способ производства пряжи |
|---------------|-------------|-------------|-----------------|---------------------------|
| 1 | S20Г | LL Вязание | 20/1 | Гребенной |
| 2 | S20К | | 20/1 | Кардный |
| 3 | S20ПМ | | 20/1 | Пневмомеханический |
| 4 | S30Г | | 30/1 | Гребенной |
| 5 | S30К | | 30/1 | Кардный |
| 6 | S30ПМ | | 30/1 | Пневмомеханический |
| 7 | S40Г | | 40/1 | Гребенной |
| 8 | S40К | | 40/1 | Кардный |
| 9 | R20Г | | RR Вязание | 20/1 |
| 10 | R20К | 20/1 | | Кардный |
| 11 | R20ПМ | 20/1 | | Пневмомеханический |
| 12 | R30Г | 30/1 | | Гребенной |
| 13 | R30К | 30/1 | | Кардный |
| 14 | R30ПМ | 30/1 | | Пневмомеханический |
| 15 | R40Г | 40/1 | | Гребенной |
| 16 | R40К | 40/1 | | Кардный |

Т а б л и ц а 2

| Код полотна | Вес, g/m ² | Длина петли, ℓ | Коэффициент частотности |
|-------------|-----------------------|----------------|-------------------------|
| S20Г | 141 | 0,326 | 20,37 |
| S20К | 175 | 0,336 | 16,16 |
| S20ПМ | 176 | 0,267 | 16,66 |
| S30Г | 137 | 0,267 | 16,62 |
| S30К | 145 | 0,274 | 16,22 |
| S30ПМ | 147 | 0,267 | 16,64 |
| S40Г | 99 | 0,261 | 14,75 |
| S40К | 107 | 0,260 | 14,80 |
| R20Г | 228 | 0,343 | 15,98 |
| R20К | 203 | 0,330 | 16,46 |
| R20ПМ | 212 | 0,340 | 15,83 |
| R30Г | 147 | 0,279 | 15,67 |
| R30К | 160 | 0,264 | 16,83 |
| R30ПМ | 157 | 0,283 | 15,89 |
| R40Г | 137 | 0,264 | 14,58 |
| R40К | 126 | 0,248 | 15,54 |

П р и м е ч а н и е. S – простое однослойное полотно LL-вязание; R – Риб-вязание, двухслойное полотно.

Значения, определенные в результате испытаний, применяемых к трикотажным полотнам, приведены в табл. 3...7.

Результаты теста изменения размера

Чтобы определить величину усадки при размерах полотна, после промывки в течение 45 мин при 40°C в бытовой стиральной

машине значения усадки (-) или удлинения (+) трикотажных полотен, которые были проведены в стандартных атмосферных условиях [6] на плоской поверхности, приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

| Код полотна | Усадка полотна в ширину, % | Усадка полотна в длину, % |
|-------------|----------------------------|---------------------------|
| S20Г | -14,5 | -4,5 |
| S20К | -21,0 | +6,0 |
| S20ПМ | -20,5 | -2,5 |
| S30Г | -4,5 | -19,0 |
| S30К | -23,5 | -1,0 |
| S30ПМ | -19,5 | -2,5 |
| S40Г | -4,5 | -24,5 |
| S40К | -6,5 | -18,5 |
| R20Г | -2,3 | -18,0 |
| R20К | +1,5 | 0 |
| R20ПМ | -1,5 | -21,0 |
| R30Г | -13,0 | -21,0 |
| R30К | -13,5 | -17,5 |
| R30ПМ | -16,5 | -15,5 |
| R40Г | -11,5 | -17,0 |
| R40К | -21,0 | -12,5 |

Значения сдвига петель в трикотажных полотнах после стирки приведены в табл. 4 (значения угла θ до и после промывки).

Результаты испытаний на пиллинг устройства Martindale на трикотажных полотнах приведены в табл. 5.

Дисперсионный анализ был выполнен для определения статистически значимого влияния типа вязания, номера пряжи и способов производства пряжи на особенности пиллинга [7].

По результатам дисперсионного анализа было установлено, что влияние типа полотна и способов производства пряжи (гребенная, кардная, пневмомеханическая) на характеристики пиллинга трикотажного полотна статистически значимо для 95%-ного доверительного уровня ($\alpha=0,05$). Установлено, что значения пиллинга трикотажных полотен, полученных из пневмомеханической пряжи, выше, чем трикотажные полотна, полученные из кольцевой пряжи.

Т а б л и ц а 4

| Код полотна | Перед стиркой | После стирки |
|-------------|---------------|--------------|
| S20Г | 1,67 | 8,00 |
| S20К | 5,33 | 3,67 |
| S20ПМ | 3,00 | 5,33 |
| S30Г | 9,67 | 2,33 |
| S30К | 8,67 | 4,00 |
| S30ПМ | 4,33 | 1,67 |
| S40Г | 13,00 | 7,33 |
| S40К | 8,00 | 12,67 |
| R20Г | 7,33 | 10,00 |
| R20К | 3,33 | 4,67 |
| R20ПМ | 5,33 | 4,00 |
| R30Г | 1,67 | 1,67 |
| R30К | 0,33 | 0,83 |
| R30ПМ | 4,33 | 4,33 |
| R40Г | 0,67 | 3,17 |
| R40К | 4,00 | 0,33 |

Т а б л и ц а 5

| Код полотна | Степень пиллинга |
|-------------|------------------|
| S20Г | 3,5 |
| S20К | 3,3 |
| S20ПМ | 3,7 |
| S30Г | 3,3 |
| S30К | 3,3 |
| S30ПМ | 3,8 |
| S40Г | 3,7 |
| S40К | 3,1 |
| R20Г | 2,6 |
| R20К | 2,5 |
| R20ПМ | 3,3 |
| R30Г | 2,9 |
| R30К | 2,8 |
| R30ПМ | 3,4 |
| R40Г | 2,3 |
| R40К | 2,2 |

Результаты испытаний на прочность, на трение

Испытания прочности на трение трикотажных полотен проводились с использованием устройства Martindale, а оценка проводилась в соответствии с методами разрыва образца и потери веса.

Результаты испытаний на драпируемость

Чтобы определить характеристики ориентации полотна из ребристых трикотажных материалов, коэффициенты драпировки полотен измеряли с помощью измерительного устройства для измерения драпировки Кусика. Результаты испытаний приведены в табл. 6.

Т а б л и ц а 6

| Код полотна | Коэффициент драпировки, % |
|-------------|---------------------------|
| R20Г | 20,14 |
| R20К | 27,68 |
| R20ПМ | 30,02 |
| R30Г | 19,66 |
| R30К | 20,80 |
| R30ПМ | 23,69 |
| R40Г | 16,50 |
| R40К | 18,30 |

Коэффициент драпировки анализируется с увеличением общего подсчета, то есть чем тоньше пряжа, тем способность драпировки полотна увеличивается. С точки зрения методов производства пряжи можно сказать, что драпировка полотна уменьшается соответственно: из гребенной, кардной и пневмомеханической пряжи, а полотно затвердевает на ощупь. Влияние метода полу-

чения пряжи и номера пряжи на коэффициент тканевой драпировки исследовали с помощью дисперсионного анализа.

По результатам анализа, связанного с результатами теста на драпируемость, было установлено, что влияние номера пряжи и типа производства пряжи на коэффициенты драпировки тканей в RR-вязании не было статистически значимым для 95%-ного доверительного уровня ($\alpha=0,05$).

Результаты испытаний значений прочности на изгиб

Для определения многонаправленной прочности на изгиб тканей в RR-вязании трикотажных тканей результаты измерения в тесте с круговым изгибом приведены в табл. 7.

Т а б л и ц а 7

| Код полотна | Круговая прочность на изгиб (grf) |
|-------------|-----------------------------------|
| R20Г | 43,33 |
| R20К | 43,50 |
| R20ПМ | 45,50 |
| R30Г | 14,33 |
| R30К | 17,33 |
| R30ПМ | 31,67 |
| R40Г | 12,25 |
| R40К | 12,83 |

Было определено, что мягкость пряжи увеличивает мягкость тканей, полотен, полученных из гребенной пряжи, которые являются самыми мягкими, а самые мягкие полотна, изготовленные из пневмомеханической пряжи, являются самыми тяжелыми. По данным проведенного анализа статистической дисперсии эффекта только на ощупь полотна номер пряжи был определен с целью, чтобы быть статистически значимым.

В Ы В О Д Ы

Чтобы исследовать разницу между физико-механическими свойствами трикотажных полотен, полученных с использованием разных систем прядения, LL-вязание и RR-вязание, трикотажные полотна были изготовлены с использованием нитей N 20/1, N 30/1 и N 40/1 по кардной, гребенной и пневмомеханической системам прядения. После определения различных структурных

свойств, таких как масса, длина пряжи и коэффициент частотности в трикотажных полотнах, были проведены испытания на скорость вязания, изменение размера, пиллинг, стойкость к истиранию.

Влияние метода вязания, пряжи и способа получения пряжи на физико-механические свойства полотен оценивали с использованием дисперсионного анализа.

При анализе LL-вязания трикотажного полотна было выявлено, что в результате увеличения номера гребенные трикотажные полотна имеют меньшую усадку в поперечном направлении по сравнению с полотнами из кардной и пневмомеханической пряжи и увеличиваются в продольном направлении. Когда исследовали RR-вязание трикотажного полотна, наблюдалось, что увеличение поперечного направления повысилось параллельно с повышением номера во всех полотнах.

В структурном анализе, основанном на результатах испытаний на драпируемость, отмечено, что тип пряжи и номер пряжи влияют на драпируемость трикотажных полотен, а увеличение содержания драпировки повышается по мере увеличения номера пряжи в RR-вязание трикотажа.

Установлено, что значения типа пряжи и номера пряжи также являются статистически значимыми в испытаниях на круговую прочность и на изгиб.

По результатам эксперимента было выявлено, что влияние типа трикотажа и способов производства пряжи на функцию пиллинга полотна является статистически значимым. Замечено, что значения пиллинга полотен, полученных из пневмомеханической пряжи выше, чем у трикотажных полотен, полученных из кольцевой пряжи. Это явление обусловлено различием в характеристиках систем прядения пневмомеханического и кольцевого прядения и, следовательно, в структурных свойствах производимой пряжи. В пряже кольцевого прядения волокна расположены параллельно структуре пряжи, тогда как в пневмомеханической пряже волокна оседают на оси пряжи. Что касается такого явления, как волосистость пряжи, то она меньше в пряже пневмомеха-

нической системы прядения, чем в пряже кольцевой системы прядения.

В производстве трикотажных полотен важно значение выбора пряжи, выбора системы прядения, выбора переплетения полотна, которые в совокупности влияют на ожидаемые свойства полотен и на ее себестоимость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шалов И.И., Далидович Л.А., Кудрявин Л.А. Технология трикотажа. – М.: Легпромбытиздат, 2006.
2. Кудрявин Л.А., Викторов В.Н., Данилов Б.Д. и др. Лабораторный практикум по технологии трикотажного производства. – МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2002.
3. Bishimbayev V., Mukashev D., Kapsalyamov B., Anarbayev A., Yeskendirov M., Gapparova K., Zhakiyeva A. Problems of resource-saving technologies of integrated processing of mineral raw material in the aral sea region // Industrial Technology and Engineering. – №1 (26), 2018. P. 28...35.
4. Özdil N. Physical Tests Applied to Knitted Fabrics, E.Ü, Textile and Apparel Research and Application Center Publication. – 2010.
5. Kinikarslan C. Physical Tests Applied to Knitting Products, Undergraduate Thesis, Ege University Department of Textile Engineering. – 2007.
6. Duvekot E. Knit one Below. – South Dakota: RBooks, 2008.
7. Beden R.A. and Kayhan M. Yarns and Properties Used in Knitting Industry, Undergraduate Thesis, Ege University Department of Textile Engineering. – 2010.
8. Boz Y. and Özer G. Investigation of Pilling Tendencies of Cotton Flat Knitted Fabrics, Ege University Department of Textile Engineering. – 2010.

REFERENCES

1. Shalov I.I., Dalidovich L.A., Kudryavin L.A. Tekhnologiya trikotazha. – M.: Legprombytizdat, 2006.
2. Kudryavin L.A., Viktorov V.N., Danilov B.D. i dr. Laboratornyy praktikum po tekhnologii trikotazhnogo proizvodstva. – MGTU im. A.N.Kosygina, 2002.
3. Bishimbayev V., Mukashev D., Kapsalyamov B., Anarbayev A., Yeskendirov M., Gapparova K., Zhakiyeva A. Problems of resource-saving technologies of integrated processing of mineral raw material in the aral sea region // Industrial Technology and Engineering. – №1 (26), 2018. P. 28...35.
4. Özdil N. Physical Tests Applied to Knitted Fabrics, E.Ü Textile and Apparel Research and Application Center Publication. – 2010.
5. Kinikarslan C. Physical Tests Applied to Knitting Products, Undergraduate Thesis, Ege University Department of Textile Engineering. – 2007.
6. Duvekot E. Knit one Below. – South Dakota: RBooks, 2008.

7. Beden R.A. and Kayhan M. Yarns and Properties Used in Knitting Industry, Undergraduate Thesis, Ege University Department of Textile Engineering. – 2010.

8. Boz Y. and Özer G. Investigation of Pilling Tendencies of Cotton Flat Knitted Fabrics, Ege University Department of Textile Engineering. – 2010.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных материалов. Поступила 20.10.18.
