ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ФУТЕРОВАННОГО ТРИКОТАЖА И ВИДА СЫРЬЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПРЕССИОННОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА

Абдурахимова М.М., Мухтарова Н.Ф.,
Алимова Н.Р., Кулметов М.К.
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, г.Ташкент, Узбекистан

Аннотация. *В статье представлены результаты исследования влияния раппорта структуры футерованного трикотажного переплетения и вида используемого сырья на физико-механические свойства полотна, предназначенного для изготовления компрессионных чулочно-носочных изделий. Для проведения исследований разработаны пять вариантов трикотажных полотен, отличающихся раппортом футерного переплетения и соотношением компонентов сырья. В качестве сырья использовали хлопчатобумажную пряжу линейной плотности 30 текс, латексную нить и спандекс линейной плотности 75D/40F. Образцы были выработаны в производственных условиях на современных чулочных автоматах с учётом технологических возможностей оборудования. Определены разрывная нагрузка и относительное удлинение при разрыве в продольном и поперечном направлениях. Установлено, что изменение раппорта футерного переплетения, величины сдвига футерных протяжек и количества эластомерных нитей оказывает существенное влияние на прочностные характеристики трикотажа. Полученные результаты могут быть использованы при разработке ресурсосберегающей технологии производства функционального компрессионного трикотажа.*

Ключевые слова: *компрессионный трикотаж, футерованное переплетение, спандекс, латексная нить, хлопчатобумажная пряжа, раппорт, разрывная нагрузка, относительное удлинение, физико-механические свойства, чулочные изделия.*

1. Введение

Современное развитие трикотажной промышленности характеризуется расширением ассортимента изделий функционального назначения, к которым относятся медицинские, спортивные, профилактические и компрессионные изделия. Особое значение при производстве компрессионного трикотажа имеет обеспечение комплекса эксплуатационных характеристик, позволяющих изделию сохранять заданную форму, обеспечивать необходимую степень

растяжимости и восстанавливать первоначальные размеры после снятия нагрузки. Физико-механические свойства трикотажного полотна определяют условия его дальнейшего использования и во многом зависят от особенностей формирования петельной структуры [1–3]. В отличие от обычных трикотажных полотен, материалы для компрессионных изделий должны обладать сочетанием достаточной прочности, эластичности, способности к обратимой деформации и стабильности размеров. Кроме того, для изделий, непосредственно контактирующих с кожей человека, важными характеристиками являются воздухопроницаемость, гигроскопичность и комфортность[4–6] .

Одним из перспективных направлений создания функционального трикотажа является применение футерованных переплетений в сочетании с эластомерными нитями. Такая структура позволяет целенаправленно изменять свойства полотна за счёт варьирования расположения футерных протяжек, их длины, величины сдвига и состава сырья. При этом изменение структуры может не только обеспечивать требуемые свойства готового изделия, но и оказывать влияние на расход сырья и технологические параметры его производства [7-9].

В связи с этим представляет научный и практический интерес исследование влияния различных раппортов футерованного переплетения и сочетаний хлопчатобумажной, латексной и спандексной нитей на прочностные и деформационные характеристики трикотажного полотна.

2. Цель и задачи исследования

Целью настоящей работы является определение влияния элементов структуры футерованного трикотажа и состава используемого сырья на физико-механические характеристики полотна, предназначенного для изготовления компрессионных чулочно-носочных изделий.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- разработать различные варианты футерованных структур трикотажного полотна;
- установить влияние величины сдвига футерных протяжек на прочностные характеристики;
- исследовать влияние количества эластомерных нитей на разрывную нагрузку;
- определить разрывную нагрузку и относительное удлинение при разрыве в продольном и поперечном направлениях;
- выявить структуру, обеспечивающую рациональное сочетание прочности и деформационных свойств;

- определить возможность применения исследованных структур для производства компрессионных чулочно-носочных изделий.

3. Материалы и методы исследования

Для проведения экспериментальных исследований были разработаны пять вариантов трикотажных полотен футерованного переплетения. Основное различие между образцами заключалось в раппорте футерного переплетения и количестве отдельных видов сырья, участвующих в формировании структуры.

В соответствии с принятой системой обозначений использовали следующие варианты раппорта:

- I вариант — 3/1, с = 2;
- II вариант — 3/1, с = 2;
- III вариант — 3/1, с = 2;
- IV вариант — 3/1, с = 1;
- V вариант — 3/1, с = 0.

Таким образом, в первых трёх вариантах применялся раппорт 3/1 с различным составом сырья, а в IV и V вариантах дополнительно исследовалось влияние изменения величины сдвига футерных протяжек. Вариант с = 2 соответствовал сдвигу футерной протяжки на два петельных шага, с = 1 — на один петельный шаг, а при с = 0 сдвиг отсутствовал.

В качестве сырья использовали хлопчатобумажную пряжу линейной плотности 30 текс, латексную нить и спандексную нить линейной плотности 75D/40F. Выбор указанных компонентов обусловлен необходимостью сочетания гигиенических и эластичных свойств материала [10].

Хлопчатобумажная пряжа выполняла функцию текстильного компонента, обеспечивающего необходимые потребительские свойства полотна и комфорт при контакте с кожей. Спандекс и латексная нить обеспечивали повышенную эластичность и способность полотна к восстановлению после растяжения.

В I варианте использовали один конец хлопчатобумажной пряжи и два конца спандексной нити. Во II варианте соотношение этих компонентов было изменено в обратную сторону. В остальных вариантах каждый вид сырья использовали по одному концу. Количество латексной нити во всех исследуемых вариантах оставалось одинаковым, что позволило более корректно оценить влияние изменения структуры и соотношения других компонентов на свойства полотна. Экспериментальные образцы были выработаны непосредственно в производственных условиях на чулочных автоматах. При разработке структур учитывались технологические возможности современного вязального оборудования, производительность машин и возможность практического применения полученных результатов в промышленном производстве.

Разрывную нагрузку и относительное удлинение при разрыве определяли на приборе для измерения предела прочности AG-1 по стандартной методике. Испытания проводили в продольном и поперечном направлениях полотна. Полученные экспериментальные данные использовали для сравнительной оценки влияния структуры и состава сырья на механические характеристики трикотажа.

4. Результаты и их обсуждение

Одним из наиболее важных показателей качества трикотажного полотна является его прочность при растяжении. Данный показатель нормируется для различных видов трикотажных материалов и определяется соответствующими нормативными требованиями. Разрывная нагрузка характеризует способность полотна сопротивляться внешнему механическому воздействию до момента разрушения структуры.

Установлено, что разрывная нагрузка исследованных образцов футерованного трикотажа изменяется в достаточно широком диапазоне. В продольном направлении её значения составили 268–355 Н, тогда как в поперечном направлении — 320–394 Н.

Сравнение экспериментальных данных показало, что максимальная разрывная нагрузка как в продольном, так и в поперечном направлении наблюдалась у I варианта. Минимальные значения данного показателя были получены для III варианта.

Таблица 1

Параметры		**Варианты**				
		I	II	III	IV	V
Воздухопроницаемость В, $см^3/см^2 * сек$		29,52	28,12	42,69	42,69	48,26
Разрывная нагрузка Р, N	по длине	355	325	268	321	272
	по ширине	394	394	320	380	387
Удлинение при разрыве L, %	по длине	152	262	150	160	170
	по ширине	304	106	357	340	330
Растяжимость при 6 N, Lr %	по длине	10,04	6,98	12	12,61	13,35
	по ширине	24,49	17,14	28,16	26,94	25,96
Обратимая деформация, $\varepsilon_о$, %	по длине	90	95	92	91	92
	по ширине	96	98	98	99	99
Необратимая деформация, $\varepsilon_н$, %	по длине	10	5	8	9	8
	по ширине	4	2	2	1	1
Усадка У, %	по длине	11	8	17	15	10
	по ширине	1	5	10	9	5

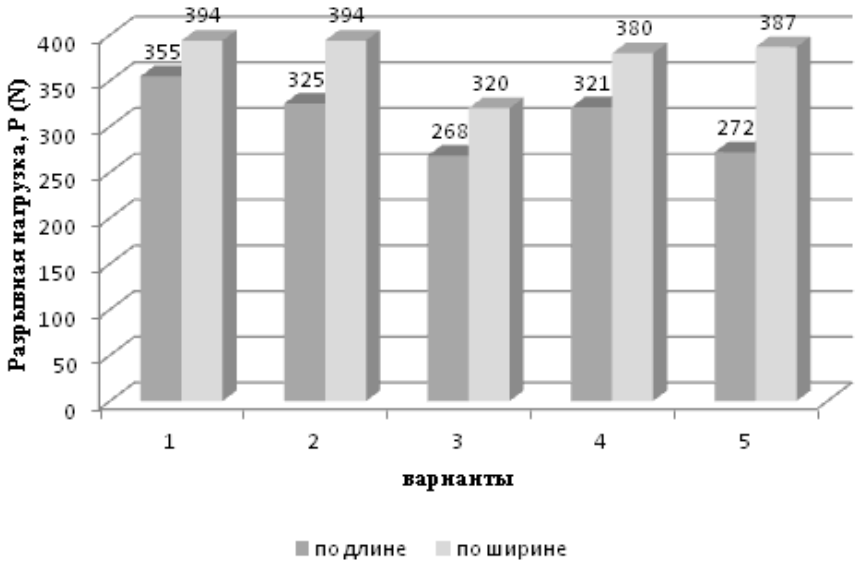


Рис.1. Диаграмма изменения разрывной нагрузки футерного трикотажа.

Полученная закономерность свидетельствует о существенном влиянии состава сырья и особенностей формирования футерного слоя на прочностные характеристики полотна. В частности, увеличение количества спандексных нитей в структуре оказывает влияние на способность трикотажа сопротивляться растягивающей нагрузке. Эластомерные нити, обладая высокой растяжимостью и упругостью, изменяют характер взаимодействия петельных элементов при приложении нагрузки.

Вместе с тем результаты показывают, что влияние спандекса нельзя рассматривать изолированно от структуры футерного переплетения. При изменении величины сдвига футерных протяжек изменяется геометрия элементов структуры и характер распределения нагрузки между петлями и протяжками.

Особенно заметно это проявляется в поперечном направлении. Установлено, что сдвиг футерных протяжек следующего петельного ряда на один или два петельных шага приводит к уменьшению разрывной нагрузки по ширине по сравнению со структурой, обеспечивающей более благоприятное расположение элементов футера.

Это можно объяснить тем, что изменение положения футерных протяжек влияет на длину и направление участков нити, а также на взаимодействие соседних структурных элементов. При увеличении сдвига меняется характер передачи растягивающей нагрузки внутри полотна. В результате отдельные элементы структуры могут воспринимать большую долю нагрузки, что отражается на общей прочности материала.

Следует отметить, что для компрессионного трикотажа высокая прочность сама по себе не является единственным критерием оценки качества. Изделие должно одновременно обладать способностью растягиваться в процессе эксплуатации и возвращаться к исходным размерам после прекращения действия нагрузки. Поэтому при выборе оптимальной структуры необходимо учитывать комплекс физико-механических и эксплуатационных характеристик.

Для компрессионных чулочно-носочных изделий особое значение имеет деформационное поведение материала. Эластомерные нити позволяют формировать требуемую растяжимость полотна и способствуют восстановлению его формы.

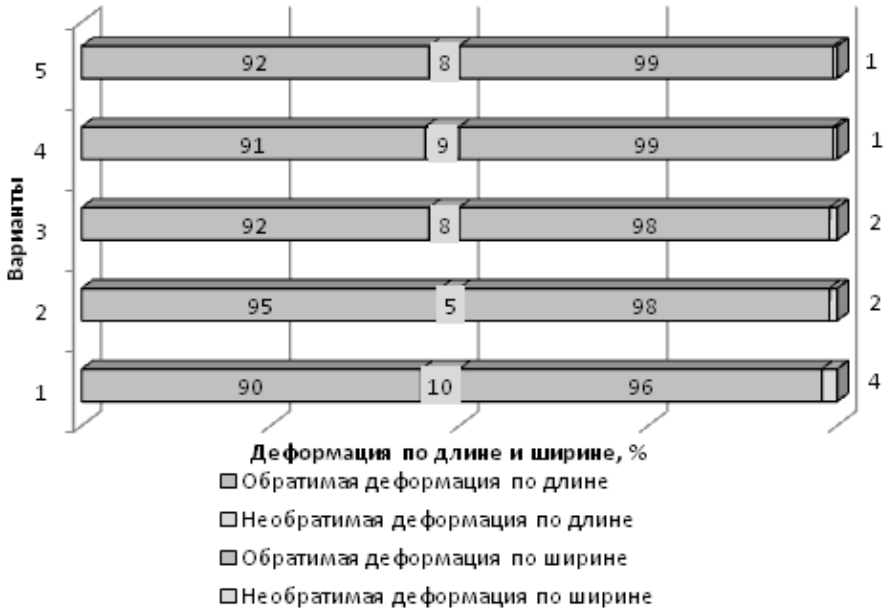


Рис.2. Диаграмма изменения деформационных свойств футерного трикотажа.

Однако чрезмерное увеличение содержания эластомерного компонента может изменять технологические параметры изготовления и расход сырья. Поэтому рациональный подбор количества эластомерных нитей и параметров футерной структуры является важной задачей.

Полученные результаты подтверждают перспективность комбинированного использования хлопчатобумажной пряжи и спандекса. Такое сочетание позволяет формировать структуру, в которой хлопчатобумажный компонент способствует обеспечению комфортности изделия, а эластомерный компонент — формированию необходимых деформационных характеристик.

Важным результатом исследования является также установление возможности регулирования свойств материала без принципиального изменения технологического процесса вязания. Изменение раппорта футерного переплетения и величины сдвига футерных протяжек может осуществляться с

учётом конструктивных и технологических возможностей вязального оборудования. Это расширяет возможности разработки специализированных структур трикотажа для изделий функционального назначения.

С точки зрения ресурсосбережения особый интерес представляет возможность получения требуемых свойств посредством рационального распределения различных видов сырья в структуре. Изменение количества нитей и характера их прокладывания позволяет управлять не только свойствами готового полотна, но и расходом сырья. Следовательно, разработка новых структур футерованного трикотажа может рассматриваться как одно из направлений повышения эффективности производства компрессионных изделий.

5. Практическое значение результатов

Результаты проведённых исследований имеют практическое значение для разработки технологии производства компрессионного трикотажа чулочно-носочного ассортимента.

Применение исследованных структур позволяет целенаправленно регулировать физико-механические свойства полотна в зависимости от назначения готового изделия. В частности, изменение раппорта футерного переплетения, величины сдвига футерных протяжек и количества эластомерных нитей создаёт возможность формирования материалов с различной степенью растяжимости и сопротивления деформации.

Разработанные структуры могут быть использованы при проектировании компрессионных чулок, гольфов и других изделий, для которых необходимы эластичность, способность к восстановлению формы и достаточная механическая прочность.

Использование хлопчатобумажной пряжи в сочетании с эластомерными нитями также представляет интерес с позиции создания изделий с улучшенными потребительскими характеристиками. Одновременно применение рациональных структур может способствовать более эффективному использованию сырья и расширению ассортимента конкурентоспособной трикотажной продукции.

Разработка технологии на базе производственных чулочных автоматов является дополнительным преимуществом, поскольку позволяет ориентировать результаты исследования непосредственно на промышленное внедрение. При этом параметры вязания могут корректироваться в зависимости от типа оборудования, линейной плотности используемой пряжи и требуемых характеристик готового изделия.

6. Выводы

В результате проведённых исследований установлено, что физико-механические характеристики футерованного трикотажного полотна для компрессионных изделий зависят как от состава используемого сырья, так и от особенностей формирования его петельной структуры.

1. Разработано пять вариантов футерованного трикотажного полотна на основе хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 30 текс, латексной нити и спандексной нити линейной плотности 75D/40F.

2. Образцы выработаны в производственных условиях на чулочных автоматах с учётом технологических возможностей современного вязального оборудования.

3. Установлено, что разрывная нагрузка исследованных образцов составляет 268–355 Н в продольном направлении и 320–394 Н в поперечном направлении.

4. Наибольшая разрывная нагрузка в обоих направлениях отмечена у I варианта, тогда как минимальные значения получены у III варианта.

5. Установлено, что изменение количества спандексных нитей в составе структуры оказывает существенное влияние на прочностные характеристики полотна.

6. Изменение величины сдвига футерных протяжек на один или два петельных шага приводит к изменению характера взаимодействия структурных элементов и, в частности, влияет на разрывную нагрузку в поперечном направлении.

7. Для производства компрессионного трикотажа целесообразно применять рациональное сочетание хлопчатобумажной пряжи и эластомерных нитей, обеспечивающее необходимый комплекс прочностных и деформационных характеристик.

8. Изменение раппорта футерного переплетения является эффективным технологическим способом регулирования свойств трикотажного полотна без принципиального изменения процесса его выработки.

Таким образом, результаты исследования подтверждают перспективность применения новых структур футерованного трикотажа при производстве компрессионных чулочно-носочных изделий. Рациональное сочетание параметров переплетения и видов сырья позволяет целенаправленно формировать требуемые физико-механические характеристики полотна, повысить его функциональность и создать предпосылки для ресурсосберегающего производства конкурентоспособной продукции.

Список использованных источников:

1.Кудрявин Л.А. Основы технологии трикотажного производства. — М.: Легпромбытиздат, 1992. — 496 с.
2.Мурашова А.И., Кудрявин Л.А. Технология трикотажного производства. — М.: Легкая индустрия, 1984.
3.Чаленко В.В. Технология трикотажного производства. — М.: Легкая индустрия, 1980.
4.ISO 139:2005. Textiles — Standard atmospheres for conditioning and testing. — International Organization for Standardization, Geneva, 2005.
5.ISO 13934-1:2013. Textiles — Tensile properties of fabrics — Part 1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method. — Geneva: ISO, 2013.
6.ISO 20932-1:2018. Textiles — Elastic fabrics — Part 1: Determination of force and elongation properties. — Geneva: International Organization for Standardization, 2018.
7.David K Spenser Knitting technology comprehensive hand book and practical guide Third edition 2001, Woodhead Publishing Limited and Technomic Publishing Company Inc.
8.Elyor Kholboyev, *Dilafruz* Khamidova, *Gulfiya* Gulyayeva, *Nilufar* Khankhadjaeva. Investigation of the structures of complex knitted fabrics. *International Journal of Mechanical Engineering* / Vol. 7 No. 1 January, 2022. ISSN: 0974-5823
9.Зазюк Т.А. Разработка ассортимента футерованного трикотажа для производства верхних изделий: Автореф. Дисс.. канд. техн. наук. – Москва: МГТУ, 2003. -12 с.
10.Полотно трикотажное. Общие технические условия. ГОСТ 28554-90