

Исследование влияния параметров строения на свойства многофактурных льносодержащих тканей

Н. С. Акиндинова,
Н. С. Захарчук

Витебский государственный технологический университет,
Республика Беларусь

Аннотация. Физико-механические, потребительские свойства и параметры строения тканей различного назначения неразрывно связаны друг с другом, влияют не только на внешний вид изделия, комфорт его использования, но и на конкурентоспособность и экономическую стабильность предприятия. Поэтому исследование зависимостей свойств от параметров строения является актуальной задачей при проектировании тканей нового строения. В структуре разработанных многофактурных льносодержащих материалов используются переплетения с различным количеством слоёв, в которых нити располагаются на разных расстояниях друг от друга, как по основе, так и по утку. За счёт использования в таких структурах хлопчатобумажной пряжи, обладающей высокой способностью к усадке в процессе заключительной отделки, становится возможным разнообразить внешний вид ткани и придать ей большую художественную выразительность и рельеф. Применение высокоусадочной пряжи в качестве одной из систем многофактурной ткани наряду с малоусадочной, либо с нитями отличающейся линейной плотности, требует анализа взаимодействия нитей в структуре, грамотного расположения ткацких эффектов на площади раппорта жаккардового рисунка для достижения необходимых показателей физико-механических свойств и равномерной ширины.

Целью работы является определение влияния параметров строения на физико-механические свойства спроектированной многофактурной льносодержащей ткани с эффектом разноуплотнённости фрагментов жаккардового рисунка, сочетающей в своей структуре многослойные, двухслойные, полутораслойные, однослойные и гобеленовые переплетения. В статье проведён анализ результатов исследований опытных образцов тканей, однослойные переплетения которых содержат различное количество одиночных основных перекратий, образцов разработанных переплетений нового строения для производства многофактурных тканей, содержащих различное количество слоёв. Определено влияние строения и количества слоёв на физико-механические и потребительские свойства.

Ключевые слова: ткань, поверхностная плотность, линейная плотность, потребительская усадка, уработка, хлопчатобумажная пряжа, разрывная нагрузка, переплетения, структура.

Информация о статье: поступила 4 июня 2025 года.

Study of the influence of structural parameters on the properties of multi-textured flax-containing fabrics

Natallia S. Akindzinava,
Mikita S. Zakharchuk

Vitebsk State Technological University,
Republic of Belarus

Abstract. The physical, mechanical, and consumer properties as well as structural parameters of fabrics for various purposes are inextricably linked to each other, affecting not only the appearance of the product, the comfort of its use, but also the competitiveness and economic stability of the enterprise. Therefore, the study of the dependence of properties on the parameters of the structure is a vital task when designing fabrics of a new structure. The structure of the developed multi-texture flax-containing materials uses weavings with different numbers of layers, in which the threads are located at different distances from each other, both in the warp and in the weft. Due to the use of cottonin-containing yarn in such structures, which has a high ability to shrink during the final finishing process, it becomes possible to diversify the appearance of the fabric and give it greater artistic expressiveness and relief. The use of high-shrink yarn as one of the systems of multifactorial fabric along with low-shrink, or with threads of different linear density, requires an analysis of the interaction of threads in the structure, a competent arrangement of weaving effects on the area of the jacquard pattern

rapport to achieve the necessary indicators of physical and mechanical properties and uniform width.

The aim of the work is to determine the effect of structural parameters on the physical and-mechanical properties of a designed multi-textured flax-containing fabric with the effect of multi-density of jacquard pattern fragments, combining multilayer, two-layer, one-and-a-half-layer, single-layer and tapestry weaves in its structure.

The article analyzes the results of research on experimental samples of fabrics whose single-layer weaves contain different numbers of single main weaves, as well as samples of newly developed weaves for the production of multi-texture fabrics with different numbers of layers. The article determines the impact of the structure and number of layers on the physical, mechanical, and consumer properties of the fabrics.

Keywords: fabric, surface density, linear density, consumer shrinkage, working, cotton-containing yarn, breaking load, weaves, structure.

Article info: received June 4, 2025.

Введение

Современные тренды развития текстильной промышленности ориентированы на создание материалов, сочетающих экологичность, функциональность и эстетику. Особое внимание уделяется льносодержащим тканям, обладающим уникальными физико-механическими свойствами, биоразлагаемостью и гипоаллергенностью. Инновационные технологии ткачества, включая использование гибридных волокон и цифрового проектирования, позволяют создавать материалы с улучшенными эксплуатационными характеристиками, такими как повышенная износостойкость и терморегуляция. Исследования направлены на оптимизацию структур, методов обработки и внедрение инновационных технологий для расширения ассортимента текстильных материалов. Актуальность вопроса получения качественных текстильных материалов различного сырьевого состава демонстрируют результаты проведенных исследований: авторская методика прогнозирования устойчивости структуры к раздвижке нитей в швах [Лапшин и др., 2021], зависимость коэффициента отражения от коэффициента наполнения ткани [Akgun, Becerir and Alpay, 2010], улучшенные показатели разрывной нагрузки и разрывного удлинения ткани полотняного переплетения из вторичного хлопка [Turmanov et al., 2023]. Исследования подтверждают, что механические характеристики льносодержащих тканей тесно связаны с их структурой и составом. Проведена оценка образцов льняных и полуньных тканей при многоцикловых изгибах. Установлено, что чисто льняные ткани полотняного переплетения обладают высокой прочностью и низкой эластичностью. Авторы разработали метод, позволяющий выявить зависимость эксплуатационных свойств от поверхностной плотности и архитектуры волокон [Бондарева Е.В., Буркин А.Н., 2015]. Предложен метод трёхточечного прогиба

для определения изгибной жесткости льняных волокон. Использование алгоритма Нелдера-Мида позволило повысить точность прогнозирования деформационных свойств [Орлов А.В., Пашин Е.Л., 2023]. Для улучшения качества изделий из льняного сырья активно применяются биохимические методы. Исследовано влияние ферментативной отварки на котонин, выявлено, что использование пектиназы и целлюлазы позволило получить волокно, сохранив его прочность. Это открывает возможности для замены хлопка в смесовой пряже [Лисовский Д.Л., Ясинская Н.Н., 2023; Ленько, К.А., Ясинская, Н.Н., Рафиков, А.С., 2024]. Повышение эксплуатационной устойчивости льносодержащих материалов остается ключевой задачей: ряд исследований посвящен оценке влияния естественной светопогоды на функционально-окрашенные ткани. Комбинированная отделка показала наивысшую стойкость к истиранию опытных образцов [Балашова, Я.П., Курденкова, А.В., Шустов, Ю.С. и др., 2024]. С целью повышения качества изделий применяются современные технологии ткачества, направленные на создание сложных структур с улучшенными свойствами. Разработанные полуторослойные жаккардовые ткани двойной ширины с дополнительным утком сочетают прочность и воздухопроницаемость, расширяя ассортимент художественного текстиля [Казарновская Г.В., Пархимович Ю.Н., 2020]. Инновационная технология гобеленовых льносодержащих тканей новых структур с использованием двухцветной основы позволяет сочетать широкие возможности колористического многообразия, характерного для основного гобелена, и использования двух однотонных навоев в заправке ткацкого станка, что способствует быстрой смене ассортимента без временных затрат на подготовительные операции и снижает себестоимость гобеленовых тканей [Акиндинова Н.С., Тихонова Ж.Е., 2021]. Разработан метод

расчета поверхностной плотности двухслойных костюмных тканей с учетом диаметра пряжи после ткачества. Усовершенствованная формула повысила точность проектирования, сократив производственные отходы [Юсупова, Н.Б., Хамраева, С.А., Ешжанов, А.А. и др., 2023]. Проведено исследование костюмных тканей. Экспериментальные данные позволили выявить математические зависимости, связывающие физико-механические свойства материалов со структурными характеристиками [Милеева Е.С., Казарновская Г.В., 2024]. Установлены рациональные значения плотности по утку, при которых опорная поверхность формируется обеими системами нитей, повышая износостойчивость льносодержащих костюмных тканей [Казарновская, Г.В. и Милеева Е.С., 2022]. Результаты эксперимента с использованием критерия Краскела-Уоллиса показали, что различия показателей свойств тканей, выработанных переплетениями с разными способами соединения слоев, являются статистически значимыми, поэтому применение разных способов соединения слоев в рисунке одной ткани приводит к снижению однородности свойств по ширине и длине [Милеева Е.С., 2024].

Современные исследования демонстрируют, что многофактурные льносодержащие материалы обладают значительным потенциалом за счет комбинации структур, таких как однослойные, полутораслойные, двухслойные, многослойные, гобеленовые, которые обеспечивают уникальное сочетание повышенной воздухопроницаемости, прочности, гибкости и визуальной сложности [Акиндинова Н.С., 2025].

Целью исследования является определение влияния параметров строения на физико-механические и потребительские свойства разработанных многофактурных льносодержащих тканей с эффектом разноуплотненности фрагментов жаккардового рисунка.

Объектом исследования являются льносодержащие многофактурные жаккардовые ткани, сочетающих в своей структуре многослойные, двухслойные, полутораслойные, однослойные и гобеленовые переплетения (основной, уточный и смешанный гобелен).

Предметом исследования являются физико-механические свойства и параметры строения тканей нового вида.

Методы и средства исследований

Для определения структурных характеристик многофактурных тканей в условиях производства РУПТП «Оршанский льнокомбинат» были наработаны опытные

образцы с различным количеством слоёв – полутораслойные, одно-, двух-, трёхслойные, многослойные, гобеленовые, разработанные при проектировании многофактурной льносодержащей ткани [Акиндинова Н.С., 2025]. В основе опытных образцов тканей сложного строения использована чистольняная пряжа мокрого способа прядения линейной плотности 56 текс, которая в процессе мокрой обработки в свободном состоянии претерпевает меньшую деформацию по сравнению с котонинсодержащей пряжей, использованной в утке. Это пряжа линейной плотности 50 текс и 110 текс, обладающая способностью к высокой усадке в процессе отделки, плотность ткани по утку установлена соответственно 250 нитей/10 см и 160 нитей/10 см. Однослойные опытные образцы с различным количеством одиночных основных перекрытий изготовлены из льняной пряжи линейной плотности 56 текс. Эксперимент проводился на установленном в производстве оборудовании: для перематывания основной и уточной пряжи использованы мотальный автомат Polar M/L фирмы «Savio»; для снования сновальная машина Warp Direct 800 фирмы «Karl Mayer»; для шлихтования применяются шлихтовальные машины Rotal фирмы «Karl Mayer», пробирание производилось на основопроборном автомате фирмы «Barber-Colman»; в ткачестве использован рапирный ткацкий станок фирмы Pikanol с жаккардовой машиной фирмы Bonas.

Проведение испытаний тканей по определению показателей физико-механических свойств производилось в соответствии со стандартными методиками, в результате которых определены значения разрывной нагрузки, разрывного удлинения, стойкости к истиранию, поверхностной плотности, воздухопроницаемости и усадки в процессе заключительной отделки. В результате анализа значений полученных данных применены статистические методы обработки информации.

Результаты исследований

Для определения зависимости физико-механических свойств от параметров строения тканей однослойных переплетений разработаны и проанализированы 4 переплетения с различным количеством связей основы и утка в пределах переплетения. В структуре разработанных переплетений уменьшается количество связей основы и утка, характеризуемых количеством пересечений нитей основы нитями утка $\{\tau_y\}$, количеством пересечений нитей утка нитями основы $\{\tau_o\}$. На рисунке 1 представлено переплетение ткани (а) и отдельные

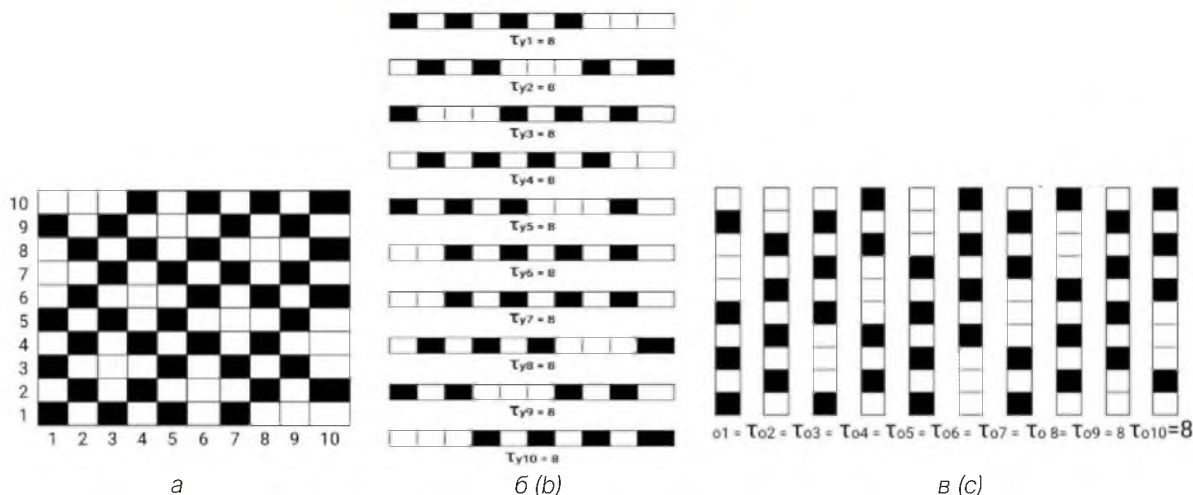


Рисунок 1 – Переpletение ткани образец № 1 (а), графическое изображение нитей утка (б) и основы (в)
Figure 1 – Fabric weave sample № 1 (a), graphic representation of weft (b) and warp (c) threads

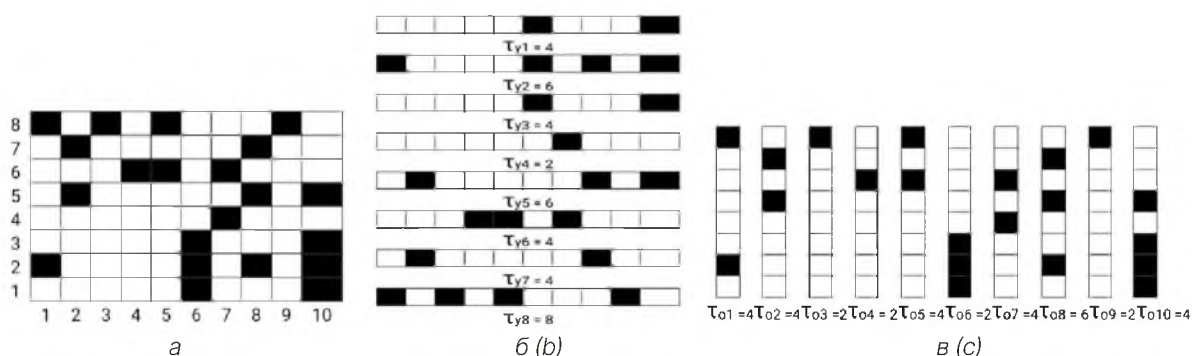


Рисунок 2 – Переpletение ткани образец № 2 (а), графическое изображение нитей утка (б) и основы (в)
Figure 2 – Fabric weave sample № 2 (a), graphic representation of weft (b) and warp (c) threads

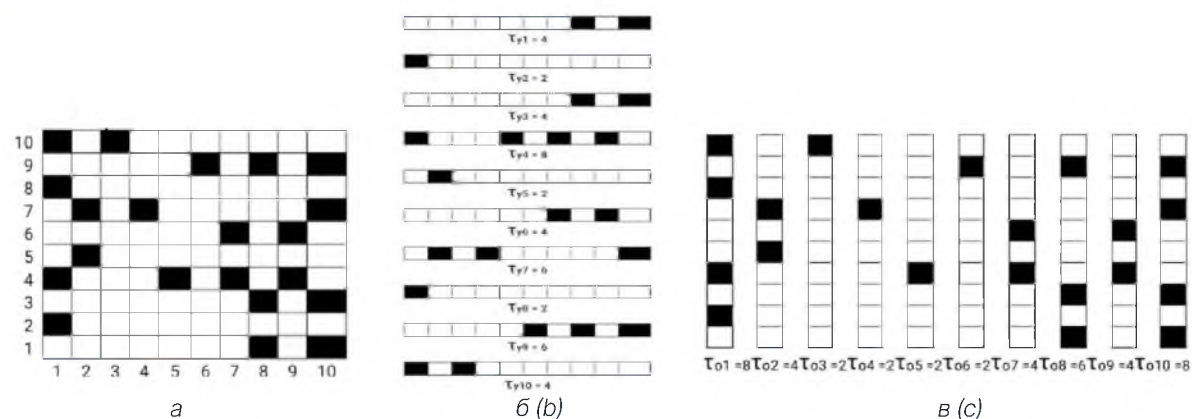


Рисунок 3 – Переpletение ткани образец № 3 (а), графическое изображение нитей утка (б) и основы (в)
Figure 3 – Fabric weave sample № 3 (a), graphic representation of weft (b) and warp (c) threads

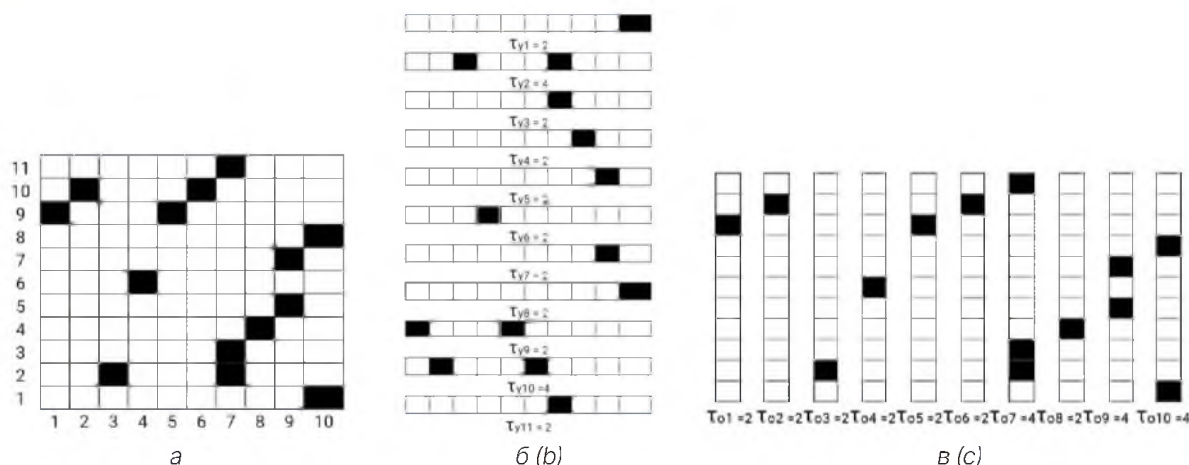


Рисунок 4 – Переплетение ткани образец № 4 (а), графическое изображение нитей утка (б) и основы (в)
Figure 4 – Fabric weave sample № 4 (a), graphic representation of weft (b) and warp (c) threads

нити основы (б) и утка (в) для определения τ_y и τ_o для каждой нити, их средних значений в пределах раппорта переплетения.

При анализе опытных образцов тканей разработанных переплетений была исследована взаимосвязь количества одиночных основных перекрытий в раппорте переплетения с потребительской усадкой и со стойкостью готовой ткани к истиранию. Так как количество основных и уточных нитей в раппорте переплетения в опытных образцах различно, то целесообразно анализировать зависимость исследуемого показателя от среднего количества одиночных основных перекрытий в раппорте. Это величина определяется отношением количества одиночных основных перекрытий к общему количеству одиночных основных и одиночных уточных перекрытий в раппорте, определяемому произведением

раппорта по основе (R_o) на раппорт по утку (R_y). Результаты исследования параметров строения и средние значения потребительской усадки приведены, в таблице 1.

На рисунке 5 представлена диаграмма зависимости стойкости готовых тканей к истиранию от среднего количества одиночных основных перекрытий в раппорте переплетения ткани.

Результаты исследования зависимости разрывной нагрузки и разрывного удлинения от параметров строения опытных образцов однослойных тканей приведены в таблице 2.

Для определения зависимости физико-механических свойств от параметров строения разработанных многофактурных тканей, разработаны 8 переплетений, содержащих различное количество слоёв.

Таблица 1 – Результаты исследований опытных образцов однослойных тканей

Table 1 – Results of studies of experimental samples of single-layer fabrics

Показатель	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Общее количество одиночных основных и одиночных уточных перекрытий в раппорте	100	80	100	110
Количество одиночных основных перекрытий в раппорте переплетения	40	21	21	14
Среднее количество одиночных основных перекрытий	0,4	0,2625	0,21	0,1272
Потребительская усадка по утку, %	2,8	3,2	3,7	4,2
Потребительская усадка по основе, %	1,6	2,1	2,4	3,0

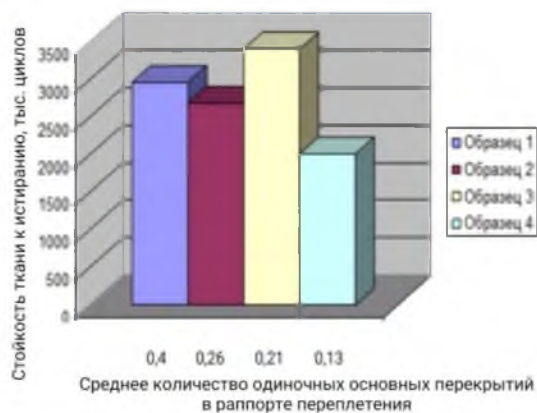


Рисунок 5 – Результаты исследования стойкости к истиранию опытных образцов однослойных тканей
Figure 5 – Results of the study of abrasion resistance of experimental samples of single-layer fabrics

Переплетение № 1 полное, состоит из пяти слоёв: верхнего слоя, переплетающегося с утком по рубчиковому переплетению и не соединённого с остальными слоями и четырёх слоёв, соединённых между собой по принципу соединения многослойных тканей, в котором одна из систем нитей выделена как прижимная, дополнительно соединяющая собой слои. Двухслойные переплетения № 2 и № 5 с дополнительными нитями утка, которые будут разуплотнять структуру ткани, верхний и нижний слои которой создают эффект полотняного переплетения. Переплетения № 3 и № 4 имеют строение смешанного гобелена на базе основных гобеленов

Таблица 2 – Результаты исследования разрывной нагрузки и разрывного удлинения опытных образцов однослойных льняных тканей

Table 2 – The results of the study of the breaking load and breaking elongation of prototypes of single-layer linen fabrics

Показатель	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Среднее количество пересечений нитей основы нитями утка (τ_y)	8	4,75	4,2	2,5
Среднее количество пересечений нитей утка нитями основы (τ_o)	8	3,4	4,2	2,6
Разрывное удлинение по утку, мм	69	69	68	67
Разрывная нагрузка по утку, Н	627	625	624	617
Разрывное удлинение по основе, мм	35	28	25	26
Разрывная нагрузка по основе, Н	506	443	436	432

с рубчиковым эффектом. Переплетение № 6 представляет собой просвечивающее переплетение с раппортом 10. Переплетение № 7 полное четырёхслойное, верхний слой которого не соединён с остальными и переплетается с утком по полотну, нижние три слоя соединены нитями утка по принципу соединения многослойных переплетений по полотняному переплетению. Переплетение № 8 представляет собой классическую пятислойную структуру, слои которой соединены между собой по полотняному переплетению.

Опытные образцы были наработаны последовательно на одном и том же ткацком станке с одинаковым количеством нитей основы в заправке, сматывание нитей основы в процессе ткачества производилось с одного навоя. В процессе формирования структур опытных образцов с различным количеством слоёв из одного и того же количества нитей, основа и уток располагались на разных расстояниях друг от друга как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении, что повлекло за собой различную плотность нитей в слоях ткани и их извитость. Показатель уработки нитей основы и утка является своеобразным индикатором применения того или иного переплетения. В таблице 3 представлены средние значения результатов исследований образцов, имеющих в своей структуре разное количество слоёв, с использованием в качестве утка котонинсодержащей пряжи линейной плотности 50 текс.

Аналогичным образом исследованы опытные образцы с использованием в утке котонинсодержащей пряжи линейной плотности 110 текс.

Таблица 3 – Результаты исследования опытных образцов готовых тканей

Table 3 – Results of the study of experimental samples of finished fabrics

№ пере- пле- тения	Разрывная нагрузка, Н		Ширина ткани, см	Плотность ткани по основе в слоях, нитей/10 см	Плотность ткани по утку в слоях, нитей/10 см	Воздухопроницаемость, дм ³ /м ² с
	По основе	По утку				
1	259	598	138	31 – верхний, 156 – нижний	140 – верхний, 140 – нижний	390
2	290	605	148	79 – верхний, 79 – нижний	130 – верхний, 130 – нижний	300
3	390	580	149	178	261(один слой)	259
4	380	569	150	177	260 (один слой)	268
5	245	490	148	90 – верхний, 90 – нижний	129 – верхний, 130 – нижний	350
6	320	592	149	178	259 (один слой)	386
7	286	558	130	50 – верхний, 151 – нижний	69 – верхний, 207 – нижний	450
8	290	582	128	202	278 (один слой)	420

Анализ полученных результатов

Из таблицы 1 видно, что при увеличении среднего количества одиночных основных перекрытий в раппорте однослойных тканей, уменьшается их потребительская усадка как по основе, так и по утку. Это связано с тем, что льносодержащая пряжа имеет большую склонность к усадке, находясь в более свободном состоянии. Необходимо отметить, что в исследуемых опытных образцах на площади раппорта одиночные основные перекрытия размещены в основном отдельно друг от друга, что увеличивает количество связей нитей одной системы с другой и требуются дополнительных исследований, так как при другом расположении основных перекрытий относительно друг друга данная зависимость, возможно, не будет подтверждена.

Анализ рисунка 1 показывает, что величина стойкости тканей к истиранию не зависит от среднего количества основных перекрытий в раппорте, так как при уменьшении этой величины, наблюдается как увеличение стойкости ткани к истиранию (образец 3), так и уменьшение этого показателя (образец 4, 2). Таким образом, необходимо исследовать зависимость стойкости

ткани к истиранию и остальных физико-механических характеристик ткани от количества пересечений нитей утка нитями основы и нитей основы нитями утка (от среднего τ_o и τ_y).

Анализ таблицы 2 показывает, что при уменьшении количества пересечений систем нитей, наблюдается уменьшение величины разрывного удлинения и разрывной нагрузки ткани. При условии использования декоративной ткани в качестве обивочного материала для мебели, целесообразно стремиться к увеличению значений стойкости ткани к истиранию, разрывной нагрузки и разрывного удлинения ткани как по основе, так и по утку. Поэтому при проектировании структуры и разработке переплетений для фрагментов узора разрабатываемой жаккардовой ткани необходимо использовать переплетения, содержащие наибольшее количество пересечений систем нитей. Таким образом, на основании анализа образцов однослойных переплетений, логично сделать вывод о том, что в двухслойной структуре ткани будет наблюдаться аналогичная зависимость наиболее важных физико-механических показателей от количества пересечений нитей основы нитями утка и

пересечений нитей утка нитями основы.

Средние значения плотности суровой ткани по утку для всех опытных образцов составляет 260 нитей на 10 см, по основе – 169 нитей на 10 см. Так как все опытные образцы подверглись заключительной отделке в виде стирки в свободном состоянии, то изменение плотности готового образца ткани того или иного переплетения характеризует влияние этого переплетения на внутреннюю структуру, а именно, на характер перемещения нитей в слоях.

Анализ результатов испытаний опытных образцов, имеющих в своём строении различное количество слоёв, позволяет сделать вывод о том, что при использовании многослойных переплетений (переплетения № 1, 7, 8) существенно возрастает воздухопроницаемость ткани при незначительном уменьшении разрывной нагрузки как по основе, так и по утку, что обусловлено уменьшением плотности нитей в слоях и увеличением расстояний между нитями, снижением извитости и уменьшением количества связей нитей в пределах общего раппорта. Это доказывает, что на разрывную нагрузку ткани одного и того же сырьевого состава влияют переплетения нитей в ткани, вид переплетения в верхнем и изнаночном слое, а так же характер соединения слоёв и переплетения нитей утка, которые, в свою очередь, могут быть охарактеризованы длиной уточного настила нитей, а точнее – количеством перекрываемых основных нитей одиночными уточными перекрытиями, расположенными подряд. Уменьшение ширины ткани приводит к увеличению её плотности по основе, что закономерно. При этом, чем больше плотность ткани по основе и (или) по утку, тем больше толщина в многослойных тканях из-за стремления нитей расположиться в слоях друг под другом.

При изготовлении ткани, содержащей в своей структуре переплетения, содержащие различное количество слоёв, необходимо учитывать разницу в уработке основных нитей, намотанных на один ткацкий навой, а так же изменение ширины ткани в зависимости от вида используемого переплетения с целью поддержания постоянной ширины ткани в пределах раппорта жаккардового рисунка.

Выводы

Разработанная костюмная льносодержащая ткань сложного строения с использованием в структуре переплетений с различным количеством слоёв, обладает повышенной воздухопроницаемостью, соответствующей

требованиям, предъявляемым к костюмным тканям и превышающей требуемые величины этого показателя практически в три раза, что положительно сказывается на комфортности использования и говорит о хороших гигиенических характеристиках. К тканям декоративно-го назначения этот показатель не нормируем.

Исследована взаимосвязь количества одиночных основных перекрытий в раппорте переплетения с потребительской усадкой готовых тканей и с их стойкостью к истиранию, выявлено, что величина истирания ткани не зависит от среднего количества одиночных основных перекрытий в раппорте, так как при его уменьшении, наблюдается как увеличение стойкости ткани к истиранию, так и уменьшение. Потребительская усадка увеличивается как по основе, так и по утку с уменьшением этого показателя. Поэтому данная зависимость действует относительно количества одиночных основных перекрытий, расположенных отдельно друг от друга на раппорте переплетения.

Определено, что при уменьшении количества связей нитей основы и утка в пределах раппорта переплетения, наблюдается уменьшение величины разрывного удлинения и разрывной нагрузки ткани.

При использовании котонинсодержащей пряжи линейной плотности 50 текс в качестве утка ширина ткани больше, чем при применении утка большего диаметра линейной плотности 110 текс, усиливающего фактурность рисунка переплетения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Акиндинова, Н.С. (2025). Проектирование структуры многофактурной льносодержащей ткани. *Вестник Витебского государственного технологического университета*, № 1(51), С. 38–53.

Акиндинова, Н.С. и Тихонова, Ж.Е. (2021). Льносодержащие жаккардовые ткани новых гобеленовых структур. *Вестник Витебского государственного технологического университета*, № 1(40), С. 11–21. DOI: 10.24412/2079-7958-2021-1-11-21. EDN SG6PVX.

Балашова, Я.П., Курденкова, А.В., Шустов, Ю.С. и Буланов, Я.И. (2024). Оценка изменения механических свойств функционально-окрашенных тканей после действия естественной светопогоды. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, № 5(413), С. 53–57. DOI: 10.47367/0021-3497_2024_5_53. EDN TDAVUI.

Бондарева, Е.В. и Буркин, А.Н. (2015). Свойства льняных и полульняных тканей при многоцикловых изгибах. *Вестник Витебского государственного технологического университета*, № 1(28), С. 31–40. EDN TWMCOP.

Казарновская, Г.В. и Пархимович, Ю.Н. (2020). Технология получения жаккардовых полых тканей и тканей двойной ширины полутораслойного строения. *Вестник Витебского государственного технологического университета*, № 2(39), С. 37–45. DOI: 10.24411/2079-7958-2020-13904. EDN OBSPYK.

Казарновская, Г.В. и Милеева, Е.С. (2022). Исследование влияния параметров строения тканей на уработку нитей основы и утка для проектирования крупноузорчатых переплетений. *Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности*. Т. 57, № 3. С. 63–67. DOI: 10.46418/0021-3489_2022_57_03_12. EDN WSDLWS.

Лапшин, В.В., Смирнова, Н.А., Замышляева, В.В. и Шеромова, И.А. (2021). Исследование и прогнозирование устойчивости структуры льняных костюмно-платьевых тканей. *Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса*. Т. 13, № 1, С. 163–170.

Ленько, К.А., Ясинская, Н.Н. и Рафиков, А.С. (2024). Влияние поверхностно-активных веществ на качественные показатели текстильных материалов из целлюлозных волокон после биоотварки. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, № 1(409), С. 109–116. DOI: 10.47367/0021-3497_2024_1_109. EDN LNHWWO.

Лисовский, Д.Л. и Ясинская, Н.Н. (2023). Влияние условий отварки на геометрические и прочностные свойства льняного котонина. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, № 6(408), С. 119–129. DOI: 10.47367/0021-3497_2023_6_119. EDN MBNESN.

Милеева, Е.С. и Казарновская, Г.В. (2024). Исследование влияния параметров строения котонинсодержащих костюмных тканей на их физико-механические свойства. *Вестник Витебского государственного технологического университета*, № 4(50), С. 9–25. DOI: 10.24412/2079-7958-2024-4-9-25. EDN VGMCXD.

Милеева, Е.С. (2024). Влияние способа соединения слоев в двухслойных тканях на их физико-механические свойства. *Вестник Витебского государственного технологического университета*, № 3(49), С. 20–38. DOI: 10.24412/2079-7958-2024-3-20-38. EDN LCSHPW.

Орлов, А.В. и Пашин, Е.Л. (2023). Определение изгибной жесткости льняного волокна при его прогибе. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, № 5(407), С. 45–50. DOI: 10.47367/0021-3497_2023_5_45. EDN CFAIUC.

Юсупова, Н.Б., Хамраева, С.А., Ешжанов, А.А., Езиева, М.М., Доскараева, Ж.Е. и Мухамедин, В.М. (2023). Создание двухслойной ткани костюма с определенной поверхностной плотностью. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, № 1(403), С. 104–107. DOI: 10.47367/0021-3497_2023_1_104. EDN JUKMSY.

Akgun, M., Becerir, B. and Alpaz, H.R. (2010). Assessing the relationship among fabric constructional parameters, fractional reflectances and cover factors of polyester fabrics by experimental and mathematical methods, *Fibers and Polymers*. Vol. 11, P. 291–302.

Turmanov, I., Qidirbaeva, Ja., Tolibaeva, Sh., Muratbaeva, K. and Kojametov, B. (2023). Analysis of mechanical properties of technical fabric of new composition. *Universum: технические науки*, № 5-7(110), P. 38–41.

REFERENCES

Akindinova, N.S. [2025]. Design of Multi-Texture Flax-Containing Fabric Structures [Proyektirovanie struktury mnogofakturnoy l'nosoderzhashchey tkani]. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = Vestnik of the Vitebsk State Technological University*, no. 1(51), pp. 38–53. (In Russian).

Akindinova, N.S. and Tikhonova, Zh.E. [2021]. Flax-Containing Jacquard Fabrics of New Tapestry Structures [l'nosoderzhashchie zhakkardovye tkani novykh gobelenovykh struktur]. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = Vestnik of the Vitebsk State Technological University*, no. 1(40), pp. 11–21. DOI: 10.24412/2079-7958-2021-1-11-21. EDN SGGPVX (In Russian).

Balashova, Ya.P., Kurdenkova, A.V., Shustov, Yu.S. and Bulanov, Ya.I. [2024]. Evaluation of Changes in Mechanical Properties of Functionally Dyed Fabrics After Exposure to Natural Weathering [Otsenka izmeneniya mekhanicheskikh svoystv funktsional'no-okrashennykh tkanei posle deystviya estestvennoi svetopogody]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti*, no. 5(413), pp. 53–57. DOI: 10.47367/0021-3497_2024_5_53. EDN TDAVUI (In Russian).

Bondareva, E.V. and Burkin, A.N. [2015]. Properties of Linen and Semi-Linen Fabrics Under Multiple Bending Cycles [Svoystva l'nyanykh i polul'nyanykh tkanei pri mnogotsiklovnykh izgibakh]. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = Vestnik of the Vitebsk State Technological University*, no. 1(28), pp. 31–40. EDN TWMCOP (In Russian).

Kazarnovskaya, G.V. and Parkhimovich, Yu.N. [2020]. Technology of Producing Jacquard Hollow Fabrics and Double-Width Fabrics of One-and-a-Half-Layer Structure [Tekhnologiya polucheniya zhakkardovykh polykh tkanei i tkanei dvoynoi shiriny polutoraslainogo stroeniya]. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = Vestnik of the Vitebsk State Technological University*, no. 2(39), pp. 37–45. DOI: 10.24411/2079-7958-2020-13904. EDN OBSPYK (In Russian).

Kazarnovskaya, G.V. and Mileeva, E.S. [2022]. Study of the influence of fabric structure parameters on the processing of warp and weft threads for the design of large-pattern weaves [Issledovaniye vliyaniya parametrov stroeniya tkaney na urabotku nitey osnovy i utka dlya proyektirovaniya krupnouzorchatykh perepleteniy]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti = News of higher educational institutions. Technology of light industry*. Vol. 57, No. 3. Pp. 63–67. DOI: 10.46418/0021-3489_2022_57_03_12. EDN WSDLWS (In Russian).

Lapshin, V.V., Smirnova, N.A., Zamyshlyayeva, V.V. and Sheromova, I.A. [2021]. Research and forecasting of the stability of the structure of linen suit and dress fabrics [Issledovanie i prognozirovaniye ustojchivosti struktury l'nyanykh kostyumno-plat'evykh tkanej]. *Territoriya novykh vozmozhnostey. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa = The territory of new opportunities. Bulletin of the Vladivostok State University of Economics and Service*. Vol. 13, No. 1., pp. 163–170 (In Russian).

Lenko, K.A., Yasinskaya, N.N. and Rafikov, A.S. [2024]. Effect of Surfactants on Quality Indicators of Cellulosic Fiber Textiles After Bioscouring [Vliyanie poverkhnostno-aktivnykh veshchestv na kachestvennye pokazateli tekstil'nykh materialov iz tsellyuloznykh volokon posle biotvarki]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti*, no. 1(409), pp. 109–116. DOI: 10.47367/0021-3497_2024_1_109. EDN LHJWWO (In Russian).

Lisovskii, D.L. and Yasinskaya, N.N. [2023]. Influence of Boiling Conditions on Geometric and Strength Properties of Flax Cotton [Vliyanie uslovii otvarki na geometricheskie i prochnostnye svoystva l'nyanogo kotinina]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti*, no. 6(408), pp. 119–129. DOI: 10.47367/0021-3497_2023_6_119. EDN MBNESN (In Russian).

Mileeva, E.S. and Kazarnovskaya, G.V. [2024]. Study of the Influence of Structural Parameters of Cotton-Containing Suit Fabrics on Their Physical and Mechanical Properties [Issledovanie vliyaniya parametrov stroeniya kotoninsoderzhashchikh kostyumnykh tkanei na ikh fiziko-mekhanicheskie svoystva]. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = Vestnik of the Vitebsk State Technological University*, no. 4(50), pp. 9–25. DOI: 10.24412/2079-7958-2024-4-9-25. EDN VGMCXD (In Russian).

Mileeva, E.S. [2024]. Influence of the method of joining layers in two-layer fabrics on their physical and mechanical properties [Vliyaniye sposoba soyedineniya sloyev v dvukhsloynnykh tkanyakh na ikh fiziko-mekhanicheskiye svoystva].

Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = *Vestnik of Vitebsk State Technological University*, No. 3(49), pp. 20–38. DOI: 10.24412/2079-7958-2024-3-20-38. EDN LCSHPW [In Russian].

Orlov, A.V. and Pashin, E.L. (2023). Determination of Flexural Rigidity of Flax Fiber During Bending [Opredelenie izgibnoi zhestkosti l'nyanogo volokna pri ego progibe]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti*, no. 5(407), pp. 45–50. DOI: 10.47367/0021-3497_2023_5_45. EDN CFAIUC [In Russian].

Yusupova, N.B., Khamraeva, S.A., Eshzhanov, A.A., Yeziyeva, M.M., Doskaraeva, J.E. and Mukhamedin, V.M. (2023). Creation of a Two-Layer Suit Fabric with a Specific Surface Density [Sozдание dvukhsloynnoi tkani kostyuma s opredelennoi poverkhnostnoi plotnost'yu]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti*, no. 1(403), pp. 104–107. DOI: 10.47367/0021-3497_2023_1_104. EDN JUKMSY [In Russian].

Akgun, M., Becerir, B. and Alpay, H.R. (2010). Assessing the relationship among fabric constructive parameters, fractional reflections and cover factors of polyester fabrics by experimental and mathematical methods. [Assessing the relationship among fabric constructional parameters, fractional reflectances and cover factors of polyester fabrics by experimental and mathematical methods]. *Fibers and Polymers*. Vol. 11, pp. 291–302.

Turmanov, I., Qidirbaeva, Ja., Tolibaeva, Sh., Muratbaeva, K. and Kojametov, B. (2023). Analysis of mechanical properties of technical fabric of new composition. [Analysis of mechanical properties of technical fabric of new composition]. *Universum: tekhnicheskie nauki* = *Universum: Technical Sciences*, No. 5-7(110), P. 38–41.

Информация об авторах

Information about the authors

Акиндинова Наталья Станиславовна

Кандидат технических наук, декан факультета дизайна, Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь.

E-mail: akindinovanatasha@mail.ru

Захарчук Никита Сергеевич

Ассистент кафедры дизайна и моды, Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь.

E-mail: melopaque@gmail.com

Natallia S. Akindzinava

Candidate of Sciences (in Engineering), Dean of the Faculty of Design, Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus.

E-mail: akindinovanatasha@mail.ru

Mikita S. Zakharchuk

Assistant of the Department of Design and Fashion, Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus..

E-mail: melopaque@gmail.com