

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛУШЕРСТЯНОЙ ПРЯЖИ

ANALYSIS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF MAKING KNITWEAR FROM HALF-WOOLEN YARN

Н.В. Скобова*, А.А. Пришляк

Витебский государственный технологический университет

УДК 677.027.18:677.025

N. Skobova*, H. Prisliak

Vitebsk State Technological University

РЕФЕРАТ

ПОЛУШЕРСТЯНАЯ ПРЯЖА, ПОЛУФАБРИКАТЫ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, АППРЕТИРОВАНИЕ, СУШКА

На трикотажных предприятиях Республики Беларусь остро стоит вопрос о повышении конкурентоспособности выпускаемой продукции. Одним из путей решения этого вопроса является использование более дешевого отечественного сырья и снижение затрат на технологию изготовления изделий. Проведен анализ основных операций технологического процесса изготовления полушерстяных трикотажных изделий на примере предприятия ОАО «Алеся», в ходе которого установлено, что этапы влажно-тепловой обработки полуфабрикатов изделий требуют оптимизации режимных параметров. Проведены экспериментальные исследования процесса аппретирования трикотажных полуфабрикатов на стиральной машине с последующей их сушкой на сушильной машине, в ходе которых определены рациональные технологические режимы: температура аппретирования – 30 °С, температура сушки – 50 °С, концентрация уксусной кислоты – 7,5 %.

ABSTRACT

HALF-WOOLEN YARN, KNITTED SEMI-FINISHED PRODUCTS, PRODUCTION PROCESS, SIZING, DRYING

Competitiveness of production is a hot topic of the day at knitting enterprises of the Republic of Belarus. One way of solving this issue is the use of cheaper domestic raw material and reducing production costs. The analysis of the basic operations of technological process of making half-woolen knitted products (enterprise case JSC «Alesya») was conducted. It was established, that stages of damp-thermal processing of semifinished products require optimization of regime parameters. Experimental researches of process of dressing of knitted semifinished items in a washing machine with their subsequent drying in the dryer were held. Rational technological regimes were found out: temperature of dressing – 30 °С, temperature of drying – 50 °С, concentration of an acetic acid – 7,5 %.

Трикотажная промышленность представляет собой крупную отрасль легкой промышленности. Она вырабатывает широкий ассортимент самых разнообразных изделий, многие из которых являются незаменимыми или более желанными, чем изделия из ткани.

ОАО «Алеся» специализируется на производстве изделий верхнего трикотажа для взрос-

лых. Модели изготавливаются из пряжи, выработанной из натуральных, искусственных и синтетических волокон. Номенклатура выпускаемых моделей достаточно широка, однако имеется большая проблема конкурентоспособности отечественных брендов с зарубежными аналогами в стоимостном выражении.

Для решения указанной проблемы необходи-

* E-mail: skobova-nv@mail.ru (N. Skobova)

мо проанализировать технологический процесс изготовления верхних трикотажных изделий из полушерстяной пряжи на ОАО «Алеся», определить пути удешевления выпускаемой продукции, провести оптимизацию технологических режимов влажно-тепловой обработки трикотажных изделий.

В данной работе объектом исследования является модель мужского жилета, изготовленного из полушерстяной крученой пряжи линейной плотности $31 \text{ текс} \times 2$ (шерсть – 30 %, нитрон – 70 %). Последовательность полного технологического процесса изготовления трикотажных изделий в производственных условиях ОАО «Алеся» (г. Минск) представлена на рисунке 1. Для изготовления купонов изделий применяли хлопчатобумажную машину 14 класса, вид переплетения – кулирная гладь.

В ходе анализа всех этапов технологического процесса изготовления трикотажных мужских жилетов, выявлены несколько путей, которые позволят снизить себестоимость выпускаемых изделий: первый – за счет удешевления сырья, которое в себестоимости верхних трикотажных изделий составляет 80–90 %; второй – за счет снижения затрат на технологию изготовления изделий.

В последние несколько лет на предприятии для изготовления жилетов использовалась полушерстяная гребенная пряжа, закупаемая у фирмы Filivivi (Италия): пряжа отличается высокими качественными показателями, однако имеет закупочную стоимость за 1 кг на 15 % выше по сравнению с отечественными аналогами. Изучив рынок сырья в Республике Беларусь, было принято решение отказаться от зарубежного постав-

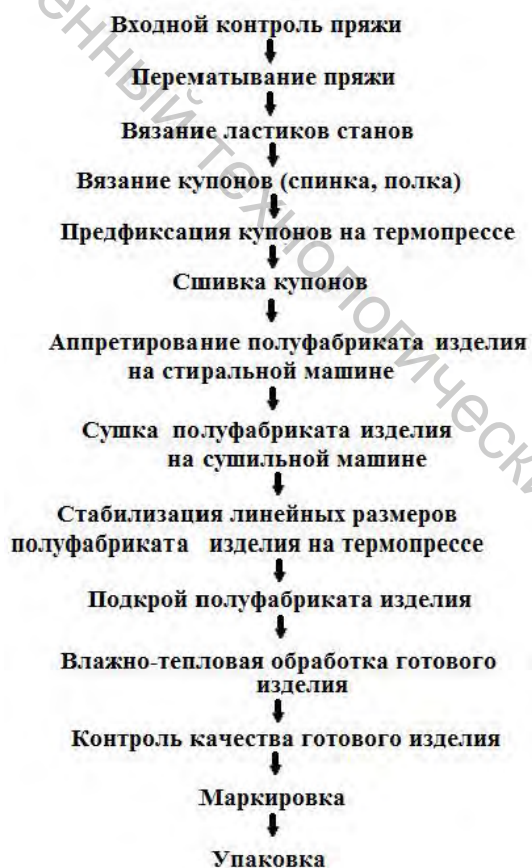


Рисунок 1 – Технологический процесс изготовления трикотажных жилетов

щика и перейти на белорусского производителя гребенной пряжи – ОАО «Слонимская камвольно-пряделная фабрика». Пряжа данного ассортимента несколько уступает по качественным показателям итальянским образцам, однако значительно дешевле.

Рассмотрена возможность удешевления выпускаемой продукции за счет снижения затрат на заключительную отделку полуфабрикатов трикотажных изделий. Анализ технологии изготовления трикотажных изделий показал, что наиболее энергозатратными в технологическом цикле являются операции влажно-тепловой обработки: предфиксация, аппретирование, сушка, стабилизация купонов и ВТО готовых изделий. Большая часть перечисленных операций осуществляется на термопрессах различных моделей, настройки технологических параметров которых показали минимальное энергопотребление. Поэтому особое внимание было уделено процессам аппретирования и сушки полуфабрикатов, осуществляемых на стиральном и сушильном оборудовании. Технологические режимы работы оборудования имели нестабильный характер и требовали оптимизации.

Таким образом, целью проводимых исследований являлось определение рациональных режимных параметров аппретирования и сушки полуфабрикатов трикотажных изделий, позволя-

ющих снизить затраты на их обработку.

Аппретирование трикотажных полотен проводится с целью придания им мягкости, формоустойчивости, малосминаемости, малоусадочности и исключения прорубки при пошиве. Рекомендуемые температура обработки 40–45 °С [1, 4].

Технологический режим процесса аппретирования полуфабрикатов трикотажных изделий в стиральной машине представлен на рисунке 2. Модуль ванны - 1:10. При анализе применяемого режима обработки в качестве варьируемых факторов выбраны температура аппретирующего раствора и концентрация уксусной кислоты. Используемый в этом процессе смягчитель Solusoft CFN и его концентрация не могут варьироваться в ходе проводимого исследования, так как являются оптимальными для данного вида продукции.

Следующий после аппретирования процесс сушки полуфабрикатов производится в барабанной сушильной машине PRIMUS. Используется конвективный вид сушки. Объем подаваемого нагретого электротенами воздуха постоянный и составляет 0,95 м³/сек. Поэтому регулируемым параметром на данном типе оборудования является температура сушки, которая задается через меню с пульта управления. Численное значение выбранного параметра варьируется в

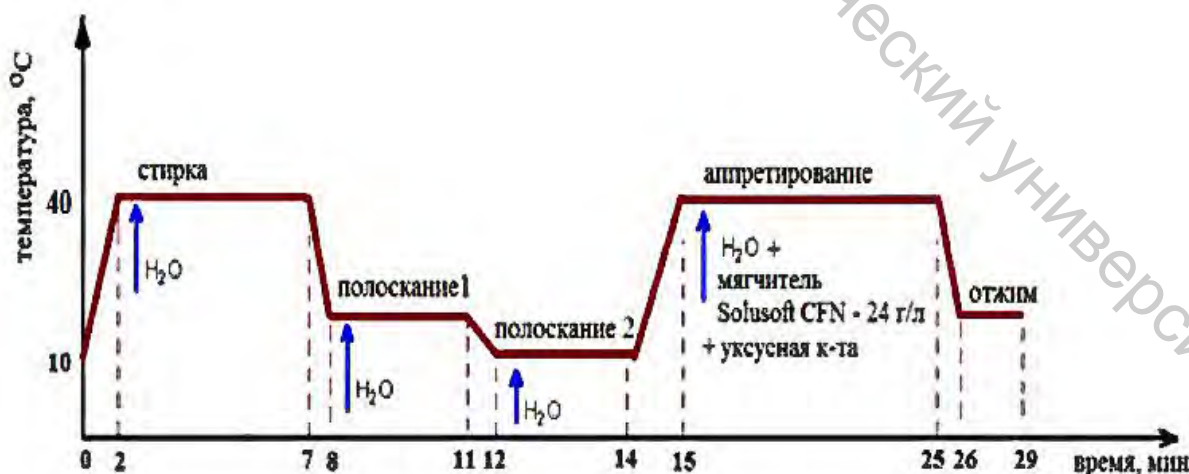


Рисунок 2 – Технологический режим процесса аппретирования полуфабрикатов трикотажных изделий на стиральной машине

широком диапазоне (максимальное значение до 70 °С), поэтому при выборе интервала варьирования фактора учитывалось, что полуфабрикаты не должны быть пересушены во избежание образования заломов.

В таблице 1 представлены уровни варьирования выбранных входных факторов. Эксперимент проводился по матрице полного факторного эксперимента 2³ с двумя повторностями опытов.

При смачивании и особенно при стирке, сопряженной с механическими воздействиями, изменяются связи между отдельными элементами петельной структуры, меняются точки контакта петель и форма петли. Набухание волокон способствует распрямлению и изменению размеров нитей. Происходит существенная перестройка структуры трикотажа, приводящая к изменению соотношения высоты петельного ряда и петельного шага и, следовательно, к усадке или притяжке полотна [2, 5]. Поэтому эффективность обработки полуфабрикатов трикотажных изделий оценивалась по показателям коэффициента драпируемости (*Kd*), линейной усадки полуфабриката по длине (*Ud*) и притяжки по ширине (*Ush*).

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

Показатель драпируемости трикотажных полуфабрикатов определяли дисковым методом на приборе ЦНИИШелка. Отбор проб проводили по ГОСТ 20566-75 «Ткани и штучные изделия текстильные. Правила приемки и метод отбора проб». Из каждой точечной пробы вырезались по три элементарные пробы диаметром 200 мм. Таким образом, общее количество проб равно 9. При дисковом методе драпируемость материалов оценивали коэффициентом драпируемости, который рассчитывали, используя результа-

ты взвешивания бумаги (с погрешностью до 0,001 г), вырезанной по проекциям недрапированной и драпированной пробы [3]:

$$K = \frac{m_o - m_n}{m_o} 100 , \quad (1)$$

где *m_o* – масса проекции исходной недрапированной пробы, г; *m_n* – масса проекции драпированной пробы, г.

Показатели усадки и притяжки трикотажных купонов определялись согласно ГОСТ 30157.0-95 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения», ГОСТ 20566-75. Отбирались три пробы, от каждой отобранной точечной пробы выкраивали по шаблону элементарные пробы (по три пробы по длине и ширине). На каждой элементарной пробе в расправленном и ненатянутом состоянии наносили точки через отверстия шаблона, по размеченным точкам прошивали стежки тонкими нитками контрастного цвета. Каждый образец подвергали процессу влажно-тепловой обработки согласно плану эксперимента. После завершения испытания элементарные пробы выдерживали в климатических условиях по ГОСТ 10681 в расправленном виде в течение 120 мин, после чего измеряли линейные размеры образцов в направлении петельных столбиков и петельных рядов.

После обработки экспериментальных данных получены модели зависимости выходных параметров от варьируемых факторов:

- регрессионная модель зависимости коэффициента драпируемости от температуры аппретирования и сушки полуфабрикатов трико-

Таблица 1 – Уровни варьирования входных факторов

Параметры	Уровни варьирования			
	Натуральные значения		Кодированные значения	
Температура аппретирующего раствора, °С – <i>ta</i>	30	40	-1	+1
Концентрация уксусной кислоты, % – <i>C</i>	7.5	15	-1	+1
Температура сушки, °С – <i>tc</i>	40	50	-1	+1

тажных изделий

$$Kd = 67,07 + 0,625 \cdot t_c + 0,525 \cdot t_a ; \quad (2)$$

- регрессионная модель зависимости линейной усадки полуфабриката по длине от температуры аппретирования и сушки

$$ud = 2,697 + 0,572 \cdot t_c + 1,477 \cdot t_a - 0,442 \cdot t_c \cdot t_a ; \quad (3)$$

- регрессионная модель зависимости показателя притяжки полуфабриката по ширине от температуры аппретирования, сушки и концентрации уксусной кислоты

$$ush = -4,087 - 0,462 \cdot t_c - 0,862 \cdot C - 0,362 \cdot t_c \cdot t_a . \quad (4)$$

Для оценки статистической значимости разработанных моделей проведен дисперсионный анализ. В таблице 2 для каждого уравнения показана сумма квадратов отклонений регрессии, критерий Фишера (*F-value*), значение которого для всех рассмотренных моделей значительно больше табличного при уровне значимости $p < 0.05$, что указывает на достоверность разработанных моделей.

Анализ полученных моделей (1–3) показывает, что коэффициент драпируемости и линейная усадка по длине полуфабрикатов трикотажных изделий зависят только от температурных параметров этапов аппретирования и сушки, а на показатель притяжки по ширине одновременно влияют три варьируемых фактора. Графическая

зависимость этого показателя при различной концентрации уксусной кислоты (рисунок 3) выявила, что наименьшая притяжка образца соответствует режиму обработки при минимальной концентрации кислоты.

Для определения рациональных параметров заправки стиральной и сушильной машины для выработки полуфабрикатов трикотажных изделий, удовлетворяющих нормированным требованиям по усадочным свойствам и мягкости, построен совмещенный график линий равного уровня выходных параметров (рисунок 4).

Отмечается локализация области рациональных значений выходных факторов в зоне минимального значения температуры аппретирования 30 °С, и максимального значения температуры сушки 50 °С при фиксированном значении концентрации уксусной кислоты на минимальном уровне – 7,5 %.

В таблице 3 представлен сравнительный анализ свойств полуфабрикатов трикотажных полотен, прошедших процесс аппретирования на стиральной машине с последующей сушкой на сушильной машине по ранее существующим на предприятии технологическим режимам обработки, и по параметрам из области рациональных значений. Можно отметить, что образцы, прошедшие влажно-тепловую обработку по рациональным технологическим параметрам, обладают более высоким коэффициентом драпируемости (увеличился на 3 %); меньшей линейной усадкой по длине и притяжкой по ширине (снижение на 50 %), прочностные показатели изделий не изменились.

Таблица 2 – Оценка значимости разработанных моделей

Эффект (<i>Effect</i>)	Сумма квадратов отклонений регрессий (<i>Sum of Squares</i>)	Критерий Фишера (<i>F-value</i>)	Уровень значимости (<i>p-value</i>)
Регрессия для модели (1)	35997,79	59697,80	0,000000
Регрессия для модели (2)	79,86	213,65	0,000065
Регрессия для модели (3)	141,71	275,17	0,000039

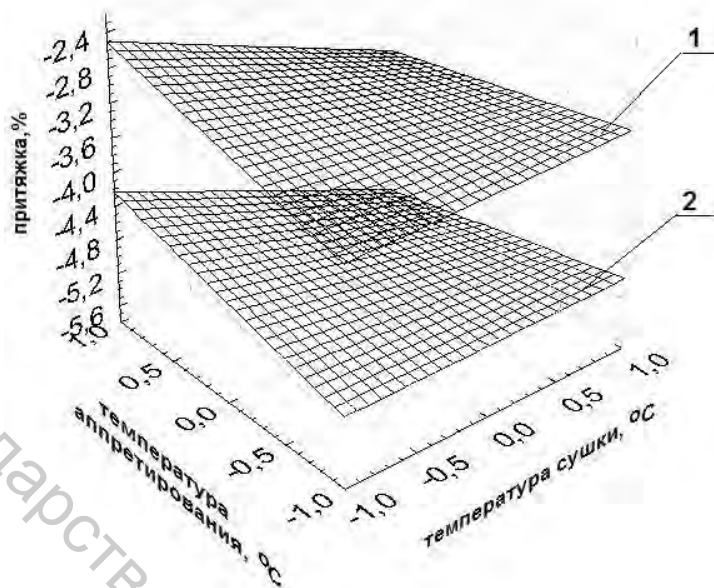


Рисунок 3 – Зависимость притяжки по ширине полуфабриката трикотажного изделия от температурных режимов отделки при концентрации уксусной кислоты: 1 – 7,5 %, 2 – 15 %

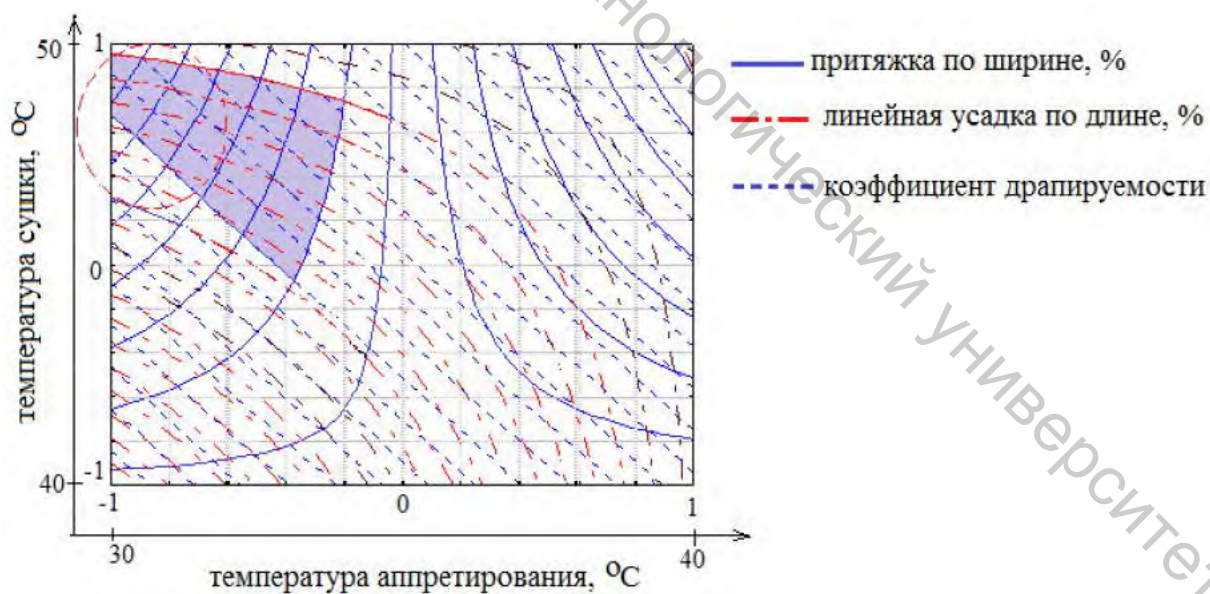


Рисунок 4 – Совмещенный график линий равного уровня при фиксированном значении концентрации уксусной кислоты 7,5 %

Таблица 3 – Физико-механические свойства полуфабрикатов трикотажных изделий из полушерстяной пряжи

Физико-механические свойства полуфабрикатов	Значение	
	До оптимизации	После оптимизации
Коэффициент драпируемости, %	66,8	68,7
Усадка по длине изделия, %	4,2	2,26
Притяжка по ширине изделия, %	-5,8	-2,9
Разрывная нагрузка вдоль петельных столбиков, H	18,32	19,8
Разрывная нагрузка вдоль петельных рядов, H	27,78	28,5

В ходе расчета технико-экономических показателей производства трикотажного изделия выбранного артикула по рациональным параметрам технологического процесса получен экономический эффект по отпускной цене за счет перехода на более дешевое сырье – полушерстяную пряжу производства ОАО «Слоимская КПФ», экономии расхода уксусной кислоты и снижения температуры аппретирования, который составил 0,945 руб. на одно изделие. При среднемесячном выпуске 3192 ед. данной продукции эффект составит – 3015,82 руб.

ВЫВОДЫ

В ходе многофакторного планирования эксперимента теоретико-экспериментальным путем получены математические модели взаимосвязи

технологических параметров процесса аппретирования и сушки с основными качественными показателями трикотажных изделий: коэффициентом драпируемости, линейной усадкой по длине и притяжкой по ширине изделия.

В результате проведенных исследований установлены рациональные параметры процесса аппретирования и сушки полуфабрикатов трикотажных изделий из полушерстяной пряжи, осуществляемых на стиральной и сушильной машине: температура аппретирования 30 °С, концентрации уксусной кислоты 7,5 % и температуры сушки 50 °С, позволяющие получать полуфабрикаты трикотажных изделий с улучшенными качественными показателями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Красина, И.В. (2014), *Химическая технология текстильных материалов*, Казань, КНИТУ, 116 с.
2. Чешкова, А.В. (2008), *Химические технологии и оборудование трикотажного отделочного производства*, Иваново, 113 с.
3. Бузов, Б.А., Алыменкова, Н.Д., Петропавловский, Д.Г. (2003), *Практикум по материаловедению швейного производства*, Москва, Академия, 2003, 416 с.

REFERENCES

1. Krasina, I.V. (2014), *Himicheskaja tehnologija tekstil'nyh materialov* [Chemical technology of textile materials], Kazan, 116 p.
2. Cheshkova, A.V. (2008), *Himicheskie tehnologii i oborudovanie trikotazhnogo otdelochnogo proizvodstva* [Chemical technologies and equipment production finishing of knitts], Ivanovo, 113 p.
3. Buzov, B.A., Alymenkova, N.D., Petropavlovski, D.G. (2003), *Praktikum po materialovedeniju*

4. Лукина, Л.А. (2010), Особенности оборудования влажно-тепловой обработки трикотажных изделий, *Электротехнические и информационные комплексы и системы*, 2010, № 3, т.6, С. 53-57.
5. Сичкарь, Т.В., Морозова, Л.В. (2013), Особенности технологического обеспечения качества процесса производства верхнего трикотажа, *Интернет-журнал «Науковедение»*, 2013, вып.6, С. 1-10.
- shvejnogo proizvodstva* [Workshop on materials science sewing production], Moscow, Academy, 416 p.
4. Lukina, L.A., (2010), The features of the damp-thermal equipment of knitted goods [Osobennosti oborudovanijavlazhno-teplovobjob rabotkitrikotazhnyhizdelij], *Jelektrotehnicheskie i informacionnye komplekxy i sistemy - Electrical and information complexes and systems*, 2010, № 3, vol.6, pp. 53-57.
5. Sichkar, T.V., Morozova, L.V. (2013), Technological features ensure the quality of the production process of the top jersey [Osobennosti tehnologicheskogo obespechenija kachestva processa proizvodstva verhnego trikotazha], *Internet-zhurnal «Naukovedenie» – Online Magazine «Management science»*, 2013, release 6, pp. 1-10.

Статья поступила в редакцию 23. 02. 2017 г.