

Исследование технологии выработки стеклоткани с целью снижения её уровня дефектности

Т. П. Бондарева^{1,a}, А. В. Кузнецова²

¹Витебский государственный технологический университет,

²ОАО «Полоцк-Стекловолокно», Республика Беларусь

^atanikabond58@mail.ru

Аннотация. Объектом исследования в работе является технологический процесс производства электроизоляционной стеклоткани 771 (90) в условиях ОАО «Полоцк-Стекловолокно». Стеклоткань марки 771 (90) предназначена для изготовления гибкой изоляции. Ткань 771 (90) вырабатывается на пневматическом станке Jat 710 с высоким уровнем дефектности – 2,51 порока на 100 метров. Нарботано девять вариантов электроизоляционной ткани 771 (90) с различным заправочным натяжением нитей основы и частотой вращения главного вала станка. Установлено, что снижение уровня натяжения нитей основы с 637 до 578 Н позволяет сократить уровень дефектности стеклоткани 771 (90) с 2,51 до 1,63 пороков на 100 м ткани, то есть на 34,2 %. При этом можно увеличить частоту вращения главного вала станка с 650 мин⁻¹ до 700 мин⁻¹.

Ключевые слова: стеклоткань, гибкая изоляция, ткачество, оптимизация, уровень дефектности.

Research of Technology of Fiber Glass Fabric to Decrease Its Deficiency

T. Bondareva^{1,a}, A. Kuznetsova²

¹Vitebsk state technological university,

²JSC «Polotsk-Steklovolokno»

^atanikabond58@mail.ru

Abstract. A research object in work is a technological process of production of electroinsulating fiber glass fabric 771 (90) at facilities of ОАО “Polotsk-Steklovolokno”. Fiber glass fabric of brand 771 (90) is designed for production of flexible isolation. Fabric 771 (90) is produced on the Jat 710 pneumatic machine with the high level of deficiency – 2.51 defects per 100 meters. Nine types of electroinsulating fabric 771 (90) are produced with various warp threads filling tensions and rotation frequencies of the machine’s main shaft. It is determined that decrease of warp threads tension 637 to 578 N allows to reduce the deficiency level of fiber glass fabric 771 (90) from 2.51 to 1.63 defects per 100 m of fabric, i.e. by 34.2%. At the same time it is possible to increase the rotation frequency of the machine’s main shaft from 650 min⁻¹ to 700 min⁻¹.

Keywords: fiber glass fabric, flexible isolation, weaving, optimization, deficiency level.

Мир технического текстиля очень разнообразен [1]. Производство тонких электроизоляционных тканей для ОАО «Полоцк-Стекловолокно» является важным направлением ассортимента. Особое внимание уделяют совершенствованию технологии выработки таких тканей, так как при их производстве на предприятии наиболее часто встречается несоответствие качества выпускаемых тканей требованиям поставщиков и нормативным документам. Поэтому в качестве объекта исследования в работе выбрана технология производства тонких электроизоляционных стеклотканей типа 771 (90) в условиях ОАО «Полоцк-Стекловолокно».

Производство данных тканей осуществляется с использованием малокрученых нитей собственного производства. Ткани для электроизоляционных материалов вырабатываются в соответствии с

НТК № 21-2006.

При исследовании на предприятии показателей качества стеклоткани марки 771 (90) были обнаружены дефекты, преобладающими из которых являются сеченая нить утка, поднырки, неподработка и склейки основы. Уровень дефектности стеклоткани составил 2,51 порока на 100 метров, что указывает на большое количество пороков и низкий уровень качества исследуемой стеклоткани.

Целью выполнения работы является исследование технологии выработки электроизоляционной стеклоткани типа 771 с целью снижения её уровня дефектности в ткачестве.

Производство тканей из стеклонитей является сложным процессом, на который оказывают влияние множество факторов: от характеристик самих нитей до различных параметров подготовки нитей и выра-

ботки тканей на станке.

Опытный образец ткани 771 (90) вырабатывается на пневматическом ткацком станке Jat 710 фирмы Toyota (Япония). Благодаря микропроцессорному управлению и системе программирования, пневматический ткацкий станок Jat 710 может производить быструю переналадку. Установочные параметры легко оптимизируются при помощи микропроцессора и передаются от станка к станку посредством системы программирования.

Выделение основных причин недоброкачества продукта и их наглядное представление можно провести эффективно при помощи диаграммы «Парето». Построение диаграммы «Парето» обнаруживает закономерность, названную «закон 80/20». Она формулируется следующим образом: в массовом производстве, как правило, около 80 % дефектов связано с 20 % всех возможных причин.

Диаграмма «Парето» позволяет выявлять и ранжировать факторы по их важности и может с успехом применяться для наглядной демонстрации эффектив-

ности проводимых мероприятий по совершенствованию технологического процесса. Для этого необходимо построить диаграмму «Парето» до и после проведения намеченных действий и сравнить их визуально.

Используется диаграмма Парето при выявлении наиболее значимых и существенных факторов, влияющих на возникновение несоответствий или брака. Это дает возможность установить приоритет действиям, необходимым для решения проблемы. Кроме того, диаграмма Парето и правило Парето позволяют отделить важные факторы от малозначимых и несущественных [2].

На основе разбраковки ткани 771 (90) на станке Jat 710 с подробным составлением дефектных листов была составлена диаграмма Парето. Ее анализ представлен в виде таблицы 1 – распределение пороков на 100 погонных метров ткани. В таблице также указана частота возникновения пороков для базового уровня дефектности стеклоткани.

Таблица 1 – Распределение пороков на 100 м ткани

№ порока на диаграмме	Наименование порока	Количество пороков	№ порока на диаграмме	Наименование порока	Количество пороков
1	Сеченая нить утка	0,30	10	Недолет	0,13
2	Заработанный пух	0,26	11	Несоответствующий уток	0,10
3	Поднырка, неподработка	0,24	12	Близна	0,07
4	Склейки основы	0,24	13	Затаски	0,07
5	Раздвижка	0,24	14	Петли	0,07
6	Разрушенная кромка	0,20	15	Раздвижка основы	0,05
7	Слет утка без петли	0,16	16	Отсутствие перевивочной нити	0,04
8	Затяжка	0,15	17	Сеченая нить основы	0,03
9	Слабонатянутые нити	0,13	18	Склейки утка	0,01

*Источник: данные ОАО «Полоцк-Стекловолокно».

Из всего количества пороков пороки основы составили 1,16 случая; пороки утка – 0,84 случая и пороки общего характера – 0,51 случая.

При существующих параметрах выработки ткани наиболее часто встречаются следующие виды пороков: сеченая нить утка; заработанный пух; поднырка, неподработка; клейки основы. Причина появления этих пороков во многом зависит от параметров выработки ткани на ткацком станке. Для проведения исследования нами были выбраны факторы, которые оказывают на качество вырабатываемой стеклоткани наибольшее влияние: 1) натяжение нитей основы в ткачестве; 2) частота вращения главного вала ткацкого станка.

Исследование влияния натяжения нитей основы на уровень дефектности выработки стеклоткани 771 (90). Известно, что основными факторами, влияющими на качество вырабатываемой ткани, являются величина и постоянство натяжения основных нитей на ткацком станке, которые создаются различными механизмами натяжения и отпуска основы. Колебания натяжения нитей основы в цикле работы ткацкого

станка являются следствием работы механизмов, участвующих в тканеформировании [3].

Ткацкие станки Jat 710 (Япония), установленные в ткацком цехе ОАО «Полоцк-Стекловолокно» оснащены негативными регуляторами отпуска и натяжения основы активного периодического действия с электронной системой управления. Система двойного скала поддерживает заданную величину натяжения основы независимо от диаметра намотки на навое. Эта система малоинерционная и отслеживает любое изменение натяжения. Данные о натяжении подаются в компьютер, и после анализа дается сигнал на управление серводвигателями механизма отпуска основы и товарного механизма.

Натяжение основных нитей задается помощником мастера при заправке станка на экране управляющего дисплея. Заданный уровень контролируется и поддерживается автоматически с помощью системы подвижного скала. Значение натяжения нитей основы является величиной справочной и зависит от разрывной нагрузки нити основы.

Согласно НТК № 21-2006 натяжение основы на станке Jat 710 устанавливается в пределах 60±20 кг (589±190 Н).

Абсолютная разрывная нагрузка нити основы

$$P_{абс.} = P_{отн.} \times T_o \text{ сН}, \quad (1)$$

где $P_{отн.}$ – относительная разрывная нагрузка нитей основы, сН/текс; T_o – линейная плотность нитей, текс.

Так как для стеклонитей линейной плотности 11 текс относительная разрывная нагрузка составляет 61 сН/текс, то абсолютную разрывную нагрузку определяем, как

$$P_{абс.} = 61 \times 11 = 671 \text{ сН}.$$

Тогда заправочное натяжение всей основы будет

$$K_3 = P_{абс.} \times 0,01 \times N_o \times a \text{ сН}, \quad (2)$$

где N_o – число нитей в основе; a – процент разрывной нагрузки нити, $a = 3-7 \%$.

Большую роль играет то, что стеклонити при растяжении имеют очень малое удлинение, особенно в сравнении с шелковыми и хлопчатобумажными нитями.

Таблица 2 – Предложенные варианты исследования

Натяжение основы, кг	Частота вращения главного вала станка, мин ⁻¹		
	600	650	700
44,1	1	2	3
58,9	4	5	6
73,7	7	9	9

Далее на ткацком станке Jat 710 проводилась наработка опытных тканей при частоте вращения главного вала 600, 650 и 700 мин⁻¹. Для каждого варианта набиралось по одному рулону ткани длиной 2000 м ткани.

При наработке, для оценки влияния исследуемых параметров, для каждого варианта набранной

Таблица 3 – Уровни дефектности на 100 погонных метров ткани всех вариантов испытаний

Натяжение основы, кг	Частота вращения главного вала станка, мин ⁻¹		
	600	650	700
44,1	1,18	1,26	1,34
58,9	1,42	1,73	1,63
73,7	2,27	2,57	2,64

Сравнивая полученные результаты дефектности ткани (табл. 3) можно отметить, что наименьшим уровнем дефектности обладает вариант ткани № 1, выработанный с натяжением основы 44,1 кг и частотой вращения главного вала станка 600 мин⁻¹.

Однако при этом произойдет снижение производительности труда на 14,3 % по сравнению с базовой тканью.

Поэтому наиболее оптимальным по результатам

исследования стоит признать вариант номер 6, с натяжением основы 58,9 кг и частотой вращения главного вала 700 мин⁻¹. При таких параметрах заправки станка также произошло снижение уровня обрывности основы в ткачестве с 0,3 обр./м до 0,2 обр./м и увеличение производительности оборудования за счет увеличения коэффициента полезного времени с 0,746 до 0,781.

1 вариант

$$K_3 = 671 \times 0,01 \times 3 \times 2154 = 43360 \text{ сН} = 433 \text{ Н} = 44,1 \text{ кг}.$$

2 вариант

$$K_3 = 671 \times 0,01 \times 4 \times 2154 = 57813 \text{ сН} = 578 \text{ Н} = 58,9 \text{ кг}.$$

3 вариант

$$K_3 = 671 \times 0,01 \times 5 \times 2154 = 72267 \text{ сН} = 723 \text{ Н} = 73,7 \text{ кг}.$$

Исследование влияния частоты вращения главного вала на уровень дефектности выработки стеклоткани 771 (90). Для установления влияния частоты вращения главного вала ткацкого станка Jat 710 на уровень дефектности стеклоткани 771 (90) предложено увеличить скорость работы станка по сравнению с базовым вариантом, который составил 650 мин⁻¹.

Для исследования предложены скоростные режимы работы: 600 мин⁻¹, 650 мин⁻¹ и 700 мин⁻¹.

Таким образом, было предложено выработать 9 вариантов электроизоляционной ткани 771 (90) с различной величиной натяжения нитей основы и скоростью станка (табл. 2).

ткани составлялись подробные дефектные листы. Далее были построены диаграммы Парето распределения пороков по видам для 9 вариантов тканей.

В таблицу 3 сведены уровни дефектности на 100 погонных метров ткани всех вариантов испытаний.

Данный опытный вариант был рекомендован для

дальнейшей работы на предприятии ОАО «Полоцк-Стекловолокно» в качестве основного.

Снижение уровня натяжения нитей основы с 65 кг (у базовой ткани) до 58,9 кг (у опытной) позволяет сократить уровень дефектности стеклоткани 771 (90)

с 2,51 до 1,63 пороков на 100 погонных метров ткани, то есть на 35,1 %.

В таблице 4 приведено распределение пороков по видам у базовой и опытной ткани.

Таблица 4 – Распределение пороков по видам у базового и опытного образцов

№ порока на диаграмме	Наименование порока	Количество пороков	
		Базовый образец K ₃ = 65 кг при n _{г.д.в} = 650 мин ⁻¹	Опытный образец K ₃ = 58,9 кг при n _{г.д.в} = 700 мин ⁻¹
1	Сеченая нить утка	0,30	0,14
2	Заработанный пух	0,26	0,15
3	Поднырка, неподработка	0,24	0,16
4	Склейки основы	0,24	0,11
5	Раздвижка	0,24	0,04
6	Разрушенная кромка	0,20	0,14
7	Слет утка без петли	0,16	0,13
8	Затяжка	0,15	0,11
9	Слабонатянутые нити	0,13	0,08
10	Недолет	0,13	0,10
11	Несоответствующий уток	0,10	0,10
12	Близна	0,07	0,04
13	Затаски	0,07	0,04
14	Петли	0,07	0,03
15	Раздвижка основы	0,05	0,04
16	Отсутствие перевивочной нити	0,04	0,03
17	Сеченая нить основы	0,03	0,04
18	Склейки утка	0,01	0,01
	Всего	2,51	1,63

Наработанный образец ткани с наименьшим уровнем дефектности подвергли испытаниям по определению физико-механических свойств в лабораторных условиях ОАО «Полоцк-Стекловолокно». Средние значения результатов проведенных исследований

физико-механических свойств тканей представлены в таблице 5. В таблице также указан норматив данных показателей согласно допускам НТК № 8-2009 на электроизоляционную ткань.

Таблица 5 – Физико-механические свойства стеклянных тканей

Наименование показателя	Стеклоткань марки 771 (90)		
	норматив	базовая	опытная
Плотность ткани, нит/10 см: по основе	236±8	238	239
по утку	105±8	105	105
Ширина ткани, см	90±1	90,3	90,2
Толщина ткани, мм	0,045±0,008	0,044	0,046
Уработка нитей в ткани, %: по основе	–	1,0	1,1
по утку		1,2	1,3
Поверхностная плотность, г/м²	33±5	33,2	32,7
Разрывная нагрузка, Н (кгс), не менее: по основе	270 (28)	644	652
по утку	30 (3)	139	135
Содержание веществ, удаляемых при прокаливании (на замасливателе парафиновая эмульсия), %, не более	4,5	1,8	2,2

*Источник: данные ОАО «Полоцк-Стекловолокно».

Сравнение фактических значений показателей физико-механических свойств опытного образца ткани с нормативными данными показывает, что все значения находятся в пределах норматива.

Таким образом, оптимизация заправочных параметров пневматического ткацкого станка Jat 710 при выработке электроизоляционной стеклоткани марки 771 (90) позволила: 1) снизить число пороков на 100 погонных метров ткани с 2,51 порока до 1,63; 2) снизить обрывность основы в ткачестве с 0,3 обр./м до

0,2 обр./м за счет уменьшения величины натяжения основы с 65 кг до 58,9 кг; 3) увеличить производительность ткацкого станка за счет увеличения частоты вращения главного вала станка с 650 мин⁻¹ до 700 мин⁻¹ и коэффициента полезного времени с 0,746 до 0,781.

Экономический эффект от внедрения результатов работы составит 14375 рублей в годовом объеме выпуска продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондарева, Т. П. Разработка ткани с экранирующим эффектом и исследование ее свойств / Т. П. Бондарева, Е. Г. Замостоцкий, В. В. Невских // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2013. – № 25. – С. 13–18.
2. Зедгинидзе, И. Г. Контроль качества продукции : конспект лекций / И. Г. Зедгинидзе, Р. М. Жвания. – Тбилиси : Центр информатизации, 2005. – 234 с.
3. Оценка показателя напряженности процесса ткачества / Н. В. Банакова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2011. – № 5 (334). – С. 67–71.

REFERENCES

1. Bondareva, T. Development of tissue with a shielding effect and study of its properties / T. Bondareva, E. Zamostotskiy, V. Nevskiy // Vestnik of Vitebsk state technological University. – 2013. – № 25. – P. 13–18.
2. Zedginidze, I. Quality control of production : abstract of lectures / G. Zedginidze, R. Zhvaniya. – Tbilisi : Center of informatization, 2005. – 234 p.
3. Assessment of an indicator of tension of process of weaving / N. Banakova [et al.] // News of higher educational institutions. Technology of the textile industry. – 2011. – № 5 (334). – P. 67–71.

SPISOK LITERATURY

1. Bondareva, T. P. Razrabotka tkani s ekraniruyuschim efektom i issledovanie ee svoystv / T. P. Bondareva, E. G. Zamostotskiy, V. V. Nevskih // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. – 2013. – № 25. – S. 13–18.
2. Zedginidze, I. G. Kontrol' kachestva produkcii : konspekt lekciy / I. G. Zedginidze, R. M. Zhvaniya. – Tbilisi : Centr informatizacii, 2005. – 234 s.
3. Ocenka pokazatelja naprjazhennosti processa tkachestva / N. V. Banakova [i dr.] // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij // Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011. – № 5 (334). – S. 67–71.

Статья поступила в редакцию 04.11.2017