

На правах рукописи



**КАРЕРА ПРАЙМ**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ЧЕСАНИЯ  
В ЗОНЕ ШЛЯПОК**

Специальность 05.19.02 – технология и первичная обработка  
текстильных материалов и сырья

**Автореферат**  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2015

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна»

Научный руководитель: **Ашнин Николай Михайлович**  
доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна», профессор кафедры технологии и проектирования текстильных изделий

Официальные оппоненты: **Битус Евгений Иванович**  
доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет технологий и управления», профессор кафедры прядения и нетканых материалов

**Оренбах Семен Борисович**  
кандидат технических наук, директор ООО Межотраслевой научно-технический центр «Текма»,  
г. Москва

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ивановский государственный политехнический университет»

Защита состоится «09» июня 2015 года в 11<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 212.236.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна» по адресу: 191186, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская д.18, ауд. 241.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. [www.sutd.ru](http://www.sutd.ru).

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 2015 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Витковская Раиса Федоровна

## **Общая характеристика диссертационной работы**

**Актуальность темы исследования:** В настоящее время процесс совершенствования работы чесального оборудования состоит в основном из модернизации и улучшения изготовления основных его узлов и деталей. Получаемый шляпочный очес кроме сорных примесей и пороков содержит более 90% прядомых волокон, уходящих в отходы.

Химические волокна не имеют сорных примесей, поэтому их потеря в шляпочном очесе не рациональна.

Сокращение количества шляпочных очесов возможно при уменьшении числа шляпок, участвующих в чесании и обладающих определенной волоконемкостью, чтобы при этом не ухудшилось качество прочеса, необходимо значительно повысить эффективность работы остальных шляпок. Это может быть достигнуто за счет использования электростатических сил, способствующих подъему волокон из глубины гарнитуры главного барабана и более интенсивного их прочесывания гарнитурой шляпок.

**Цель и задачи работы.** Целью работы является разработка шляпок с опытной гарнитурой, позволяющей приподнять полиэфирные волокна из глубины гарнитуры главного барабана благодаря зарядам, возникающим при трении для снижения процента шляпочных очесов чесальной машины.

Соответственно, решение этой задачи велось в следующих направлениях:

- изучение процесса чесания на шляпочной чесальной машине;
- исследование электризации полиэфирных волокон;
- разработка лабораторного стенда для исследования трибозарядов волокон;
- обоснование выбора параметров лабораторного стенда;
- разработка и исследование опытных шляпок для интенсификации процесса чесания на чесальной машине в зоне главный барабан-шляпки при переработке полиэфирных волокон (лавсан штапельный);
  - проведение экспериментов, доказывающих эффективность установки опытной гарнитуры шляпок;
  - определение комплексных оценок качества пряжи с помощью построения диаграммы качества;
  - расчет экономической эффективности.

**Методы и средства исследования.** Работа содержит экспериментальные и теоретические исследования, проводившиеся с целью снижения процента шляпочных очесов без ухудшения физико-механических свойств пряжи. Применены элементы физического моделирования процесса трибозаряда химических волокон в процессе чесания. Постановка технологических экспериментов осуществлялась в производственных условиях ООО «Советская звезда». В качестве объекта исследований использовалась модернизированная чесальная машина типа 4С фирмы «Unirea». Проверка физико-механических показателей пряжи проводилась на разрывной машине Устер-Тензорapid. Неровнота по линейной плотности

проверялась на приборе КЛА на кафедре технологии и проектирования текстильных изделий СПГУТД.

Для обработки результатов измерений и определения аналитических зависимостей использовались методы математической статистики, регрессионного анализа и стандартные программы, позволяющие проводить обработку результатов измерений и их визуализацию. Достоверность полученных результатов и выводов обеспечена согласованностью результатов теоретических и экспериментальных исследований, обоснованным объемом выборок, применением стандартных методов математической статистики.

### **Научная новизна**

– Создан лабораторный стенд, позволяющий исследовать возможность применения экспериментальных шляпок на чесальной машине, и дано обоснование параметров его работы.

– С помощью физического моделирования процесса трибозаряда химических волокон в процессе чесания установлена целесообразность применения шляпок с альтернативной гарнитурой.

– Доказано, что в результате трибозаряда химических штапельных волокон возникают электростатические силы, способствующие подъему волокон над поверхностью главного барабана, что повышает эффективность чесания на традиционных шляпках.

– Установлено, что применение экспериментальных шляпок позволяет при том же качестве чесальной ленты, уменьшить количество шляпочного очеса.

### **Практическая значимость и реализация результатов работы**

– Разработаны шляпки с опытной гарнитурой, позволяющие уменьшать процент шляпочных очесов без ухудшения свойств пряжи.

– Выявлено снижение процента шляпочных очесов при установке ворсовых шляпок на 25 %, при установке шляпок с покрытием оргстеклом на 55 %.

– Экономия сырья за счет применения шляпки с опытной гарнитурой составила 112 руб. на одну тонну пряжи при применении ворсовых шляпок на чесальной машине и 241 руб. на одну тонну пряжи при применении шляпки с покрытием оргстеклом, применительно к условиям ООО «Советская звезда».

– Разработанные шляпки могут быть использованы на прядильных фабриках при переработке химических волокон.

**Личный вклад автора** состоит в создании лабораторного стенда, позволяющего исследовать возможность применения экспериментальных шляпок на чесальной машине и в обосновании параметров его работы;

модернизации чесальной машины с помощью разработанных шляпок с опытной гарнитурой, проведении экспериментов в производственных условиях, в анализе полученных результатов, формировании выводов и рекомендаций.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы были доложены на следующих конференциях:

– Межвузовские научно – технические конференции аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности» (Поиск 2011), (Поиск 2012), Иваново 2011, 2012.

– Расширенное заседание кафедры технологии и проектирования текстильных изделий, СПГУТД, 2014.

**Публикации.** По результатам проведенных исследований опубликовано 4 работы, в том числе две статьи в журналах, входящих в перечень ВАК РФ.

**Структура и объём работы.** Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы, включающего 116 источников. Общий объем работы изложен на 120 страницах текста, включая 22 рисунка, 11 таблиц и 10 приложений.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

*Во введении* обоснована актуальность темы, сформулирована цель исследования, определены объект и предмет исследования, научная новизна и практическая значимость.

*В первой главе* проведён анализ научно – технической литературы, в которой рассматриваются пути повышения эффективности работы узлов чесальной машины. Как видно из литературного обзора, многие задачи в кардочесании решены не полностью. На основании обзора литературы сформулированы основные задачи диссертационной работы.

В этой же главе проведен анализ электризации полиэфирных волокон в процессе чесания. Установлено, что при трении возникает возможность появления трибозарядов. Следовательно, становится возможной интенсификация процесса чесания.

*Во второй главе* был разработан и исследован лабораторный стенд для изучения трибозаряда волокон в зоне «барабан – датчик (пластина из оргстекла)» для определения трибозаряда волокон в процессе их обработки.

Известно, что один из основных вопросов, которые необходимо решить при изучении возможности электризации полиэфирных волокон: какой заряд нужен, чтобы поднять волокно из гарнитуры. Эффект генерации трибозарядов на волокнах в процессе их обработки позволяет решить практические задачи процесса кардочесания.

Для исследования электризации полиэфирных волокон и оценки величины поверхностной плотности заряда, приобретаемой благодаря трению ПЭ волокна о поверхность датчика (оргстекла), разработана экспериментальная установка, схема которой представлена на рисунке 1.

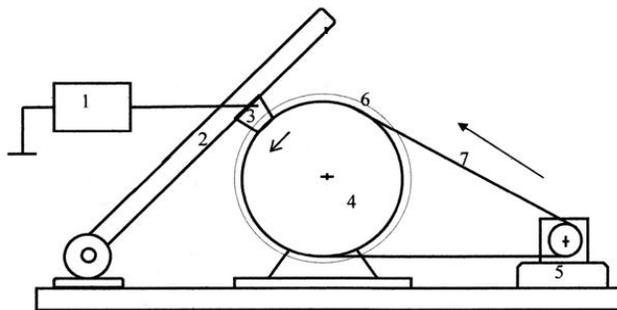


Рисунок 1 – Схема установки для измерения заряда электростатической индукции

На стенде установлен барабан (4) диаметром 8,2 см и шириной 1 см. Его частота вращения  $300 \text{ мин}^{-1}$ . Рычаг (2) прислоняется к барабану для прижатия датчика (3) (диэлектрика) к слою полиэфирного волокна (6). Волокно заряжается трением о датчик из оргстекла, одновременно измеряется его потенциал емкостным методом, с помощью электростатического вольтметра (1).

Параметры заправки стенда определены, исходя из следующих условий:

1. Линейная плотность слоя волокон на барабане стенда равна линейной плотности волокон на главном барабане чесальной машины.
2. Среднее число взаимодействий волокон с экспериментальными шляпками должно соответствовать длительности экспериментов на стенде.

Принимаем, что линейные плотности слоя волокон на барабане стенда и на главном барабане чесальной машины должны быть одинаковыми.

Такая загрузка главного барабана чесальной машины волокнистым материалом определяется по формуле:

$$\alpha = \alpha_n + \alpha_o = \alpha_n \left( 1 + \frac{1-K_c}{K_c} \right), \quad (1)$$

где  $\alpha_n$  – загрузка питания,  $\Gamma/\text{М}$ ;

$\alpha_o$  – остаточная загрузка,  $\Gamma/\text{М}$ ;

$K_c$  – коэффициент съема,

$$\text{Примем: } \alpha_n = T_x \frac{v_n}{v_r}, \Gamma/\text{М}; \quad (2)$$

$T_x$  – линейная плотность холста, ктекс;

$v_n$  – линейная скорость питания,  $\text{М}/\text{МИН}$ ;

$v_r$  – линейная скорость главного барабана,  $\text{М}/\text{МИН}$ .

В соответствии с заправочными параметрами чесальной машины:

$$T_x = 384 \text{ ктекс}$$

$$v_n = 0,86 \text{ М}/\text{МИН}$$

$$v_r = \pi D_r n_r = 1616 \text{ М}/\text{МИН}$$

Для определения величины  $K_c$  используем известную методику экспериментального определения количества свободных волокон  $Q_c$  на главном

барабане и шляпках.

Для этого на ходу машины отключают питание машины и одновременно обрывают прочес. Из машины продолжается выход волокон, которые собирают и взвешивают.

В результате 10 кратной повторности эксперимента получена средняя величина  $Q_C = 43,5$  г.

Величина  $K_C$  определяется по формуле:

$$K_C = \frac{T_L \pi D_G V_L}{V_G Q_C}, \quad (3)$$

где:  $T_L = 3,7$  – линейная плотность ленты, ктекс;

$D_G = 1,287$  – диаметр главного барабана, мм;

$V_L$  – скорость выпуска ленты, м/мин,  $V_L = \frac{47\text{м}}{\text{мин}}$ ;

$V_G$  – скорость главного барабана;

$Q_C$  – количество свободных волокон на главном барабане;

После подстановки значений, в результате расчета  $K_C = 0,01$ .

$$\text{Тогда: } \alpha = T_x \frac{V_n}{V_G} \left( 1 + \frac{1-K_C}{K_C} \right) = 20,4 \text{ Г/м.}$$

Так как мы принимаем равенство линейных плотностей материалов на главном барабане чесальной машины и на барабане стенда, тогда:

$$m = \alpha \pi d,$$

где  $d$  – диаметр барабана установки = 0,082 м;

$m$  – масса образца;  $m = 5,25$  г.

За один оборот главного барабана чесальной машины волокна подвергнутся числу воздействий равному числу опытных шляпок в зоне взаимодействия с главным барабаном, то есть 20 раз.

Как известно, среднее число циркуляций волокна с главным барабаном (кратность чесания) равна, то есть = 100 раз.

Следовательно, среднее число воздействий электризации равно  $20 \cdot k = 2000$  раз. На лабораторном стенде за один оборот происходит одно воздействие, таким образом, число воздействий равно

$$n = n_0 \cdot t,$$

где  $t$  – продолжительность опыта, мин.

При  $n_0 = 300 \text{ мин}^{-1}$ , тогда максимальное время проведения эксперимента на стенде будет примерно равно 7 мин.

Таким образом, масса образцов ленты химических волокон, укрепляемых на поверхности барабанчика стенда, принимается равной 5,25 г, равномерно

распределяется по окружности барабанчика лабораторного стенда, что соответствует линейной плотности 20,4 ктекс. Длительность эксперимента на стенде находится в пределах 7-10 мин, с интервалом в 1 минуту и проводится в 10 повторностях с интервалом в 1 минуту.

Включалась установка, и через минуту выключалась, снимались показания электростатического вольтметра (1). Измерение проводили по 10 раз, после чего определяли среднюю величину напряжения  $U_{cp}$  полученного в результате трения. Полученный результат  $U_{cp}$  заносился в таблицу. Затем делали аналогичные измерения для 2-х минут и повторяли точно так же до 10 минут с шагом в 1 мин. Продолжение дальнейшего эксперимента за пределами 10 минут уже не вызывает существенного изменения напряжения, поэтому ограничились 10 минутами. Емкость измерительной системы была измерена и составила  $C = 350$  пФ. На основе этого рассчитывали значение накопленного заряда  $Q_{экс} = CU$ . Заряд, снимаемый с контактной пластины, возрастает в зависимости от продолжительности трения о волокно. Результаты измерений и расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Потенциал, приобретаемый трением

$t$ , мин	$U_{cp}$ , В	$Q_{экс}$ , Кл
1	10,75±0,94	$3,76 \cdot 10^{-9}$
2	11,5±1,3	$4,03 \cdot 10^{-9}$
3	12,0±2,1	$4,20 \cdot 10^{-9}$
4	12,5±1,0	$4,38 \cdot 10^{-9}$
5	13,8±0,9	$4,83 \cdot 10^{-9}$
6	13,5±1,0	$4,73 \cdot 10^{-9}$
7	14,0±0,4	$4,90 \cdot 10^{-9}$
8	14,5±0,6	$5,08 \cdot 10^{-9}$
9	14,5±1,0	$5,08 \cdot 10^{-9}$
10	14,5±1,4	$5,08 \cdot 10^{-9}$

Величина заряда на емкости определяется как:

$$Q_{экс} = CU, \quad (4)$$

где:  $Q_{экс}$  – заряд, Кл;  
 $C$  – емкость, Ф;  
 $U$  – напряжение, В.

Проведен процесс аппроксимация кривой. Предполагаемый вид зависимости:

$$Q_{расчет} = a(1 - e^{-kt^b}) \quad (5)$$

Для получения реальных значений  $a$ ,  $k$ ,  $b$  и определения аналитических зависимостей использовались методы математической статистики, регрессионного анализа и стандартные программы, позволяющие проводить обработку результатов измерений и их визуализацию.

Величину  $Q_{расчет}$  вычисляли для некоторых начальных значений

коэффициентов  $a$ ,  $k$ ,  $b$  при всех значениях времени. Используя опцию «поиск решения» в программе «EXCEL» определяли, при каких значениях этих коэффициентов будет обеспечена минимальная величина критерия  $\sum(Q_{э i} - Q_{р i})^2$  (табл. 2).

Для расчетов была использована измеренная величина зарядов в виде:  $Q_{э} \cdot 10^{-9}$ .

Полученные после этой операции коэффициенты равны  $a = 5,85$ ;  $k = 0,94$ ;  $b = 0,33$ . Значение коэффициента «а» с учетом указанного выше измерения следует записать  $a = 5,8 \cdot 10^{-9}$

Таблица 2 – Результаты расчетов реальных значений

t, мин	U <sub>ср</sub> , в	Q <sub>э</sub> · 10 <sup>-9</sup> , Кл	Q <sub>р</sub> · 10 <sup>-9</sup> , Кл	(Q <sub>э</sub> - Q <sub>р</sub> ) <sup>2</sup> , Кл
1	10,75	3,76	3,57	3,35 · 10 <sup>-2</sup>
2	11,5	4,03	4,07	2,42 · 10 <sup>-3</sup>
3	12	4,20	4,35	2,42 · 10 <sup>-2</sup>
4	12,5	4,38	4,54	2,96 · 10 <sup>-2</sup>
5	13,8	4,83	4,68	1,97 · 10 <sup>-2</sup>
6	13,5	4,73	4,80	5,87 · 10 <sup>-3</sup>
7	14	4,90	4,89	5,71 · 10 <sup>-5</sup>
8	14,5	5,08	4,96	1,14 · 10 <sup>-2</sup>
9	14,5	5,08	5,03	1,81 · 10 <sup>-3</sup>
10	14,5	5,08	5,03	1,70 · 10 <sup>-4</sup>
$\sum(Q_{экс} - Q_{р})^2 = 1,29 \cdot 10^{-1}$				

Таким образом, окончательный вид эмпирического соотношения выглядит следующим образом:

$$Q_{расчет} = 5,8 \cdot 10^{-9} \left(1 - e^{-0,95 \sqrt[3]{t}}\right) \quad (6)$$

Ниже (рис. 2) представлена полученная зависимость накопленного заряда от времени и здесь же показаны экспериментально измеренные значения зарядов.

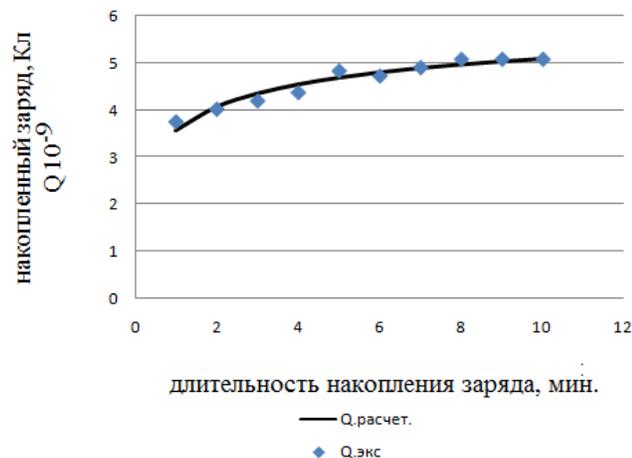


Рисунок 2 – Зависимость накопленного заряда от времени

Из графика видно, что полученное по формуле (6) значение  $Q_{расчет}$  близко к значением  $Q_{экс}$ , и данная формула может быть применена для расчета накопленного заряда волокна.

**Третья глава** посвящена исследованию по применению шляпок с покрытием с оргстеклом и ворсовых шляпок для интенсификации процесса чесания на чесальной машине в зоне «главный барабан-шляпки» при переработке полиэфирных волокон (лавсана штапельного).

На основе анализа процесса чесания волокон между главным барабаном и шляпками нами разработаны два варианта шляпочного полотна чесальной машины и проведены соответствующие исследования с целью выявления эффективности каждого из них. Испытания проводились на чесальной машине типа 4С фирмы «Unirea» при неизменном составе сырья и параметрах заправов.

Эксперимент проводился в производственных условиях, и наработка различных вариантов потребовала значительного времени. Поэтому для повышения достоверности экспериментальных данных нами были выработаны 3 холста с линейной плотностью 390 кТекс на одной трепальной машине из одной сортировки.

Эффективность работы ворсовых шляпок и шляпок с покрытием оргстеклом чесальной машины оценивалась по следующим критериям: выход шляпочного очеса, качество ровницы и пряжи.

В исследованиях сравнивались три различных варианта комплектов шляпок:

– *первый вариант* – контрольный, с обычной полужесткой гарнитурой, применяемой на ООО «Советская звезда»;

– *второй вариант* – обычные шляпки (8) через одну чередовались со шляпками, покрытыми оргстеклом (10), где вместо игольчатой гарнитуры было наклеено на колосник шляпки органическое стекло (рисунок 3).

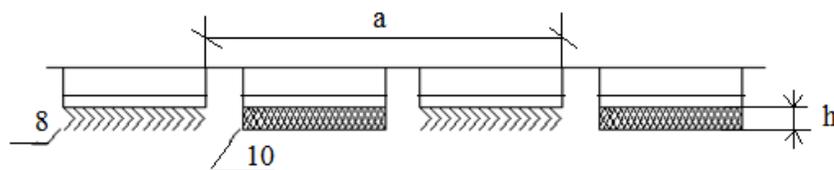


Рисунок 3 – Обычные шляпки и шляпки с органическим стеклом

– *третий вариант* – обычные шляпки (8) через одну чередовались со шляпками покрытыми ворсом (9), который наносился на колосник методом электрофлорирования. (рис. 4).

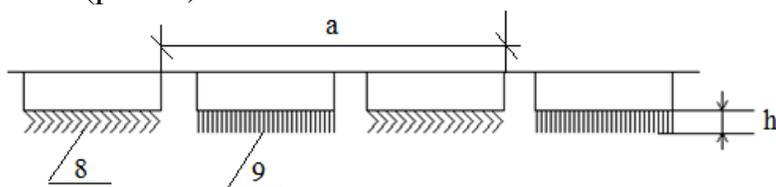


Рисунок 4 – Обычные шляпки и ворсовые шляпки

Волокна прочесываются обычными шляпками, трутся на шляпках с опытной гарнитурой, поднимается кончик волокна, и волокна лучше прочесываются на следующей обычной шляпке. С уменьшением количества обычных шляпок за счет использования шляпок с опытной гарнитурой, увеличивается  $a$  – шаг шляпок, и уменьшается процент шляпочных очесов  $P_{ш}$ , что снижает потерю волокон

$$P_{ш} = \frac{g_{ш} \cdot v_{ш} \cdot 100}{a \cdot P}, \quad (7)$$

где:  $g_{ш}$  – загрузка одной шляпки волокном, г;

$V_{ш}$  – скорость шляпок, мм/мин;

$a$  – шаг шляпок, мм;

$P$  – производительность машины, г/мин;

Волокноемкость обычных и ворсовых шляпок, то есть их свободный объем  $V_{св}$ , приходящийся на единицу поверхности рабочего органа, рассчитывается по формуле, предложенной проф. Н.М.Ашниным

$$V_{св} = 0,1h(1 - 0,25 \cdot 10^{-2} \pi \cdot d^2 \cdot \rho), \text{см}^3/\text{см}^2 \quad (8)$$

где:  $h$  – высота иглы, ворса, мм;

$d$  – диаметр иглы, ворса, мм;

$\rho$  – плотность игл, ворса,  $\text{см}^{-2}$ .

В результате расчетов получили для обычных шляпок  $V_{св} = 0,7 \text{ см}^3 / \text{см}^2$  и для ворсовых шляпок  $V_{св} = 0,2 \text{ см}^3 / \text{см}^2$ .

Таким образом, волокноемкость ворсовых шляпок в 3,5 раза меньше чем обычных.

Для проведения эксперимента были отобраны три холста одинаковой массы 16,5 кг. На одну и ту же чесальную машину поочередно устанавливались все три выше указанных комплекта шляпок. При замене шляпок проводилась полная чистка машины. Затем взвешивалась полученная из холста лента и шляпочный очес. По массе холста, ленты и шляпочного очеса рассчитывался процент шляпочного очеса в каждом варианте.

При установке ворсовых шляпок процент шляпочного очеса уменьшился на 25%, при установке шляпок и с покрытием оргстеклом на 55%. Это объясняется низкой волокноемкостью, особенно шляпок с покрытием оргстеклом.

Чесальная лента каждого варианта доводилась до пряжи номинальной линейной плотности 47,6 текс для тарных швейных ниток 150 ЛШ, 210 ЛШ.

Проверка физико-механических показателей пряжи проводилась на ООО «Советская звезда» на разрывной машине Устер-Тензорapid. Проводились также испытания пряжи на прочность на машине РМ-3-I по стандартной методике.

Результаты испытаний представлены в таблице 3. Неровнота ленты и ровницы соответствовала нормам, принятым на предприятии.

Таблица 3 – Результаты экспериментов по испытанию различных видов шляпок

Показатели	Контрольный вариант	Экспериментальные шляпки	
	Обычная гарнитура шляпок	Шляпки с покрытием м оргстекло м	Ворсовые шляпки
Волокноёмкость, $\text{см}^3/\text{см}^2$	0,7	—	0,2
Процент шляпочного очеса, %	0,51	0,23	0,38
Фактическая линейная плотность пряжи T, текс	48,8	48,0	49,0
Абс. разрывная нагрузка пряжи P, сН	1585	1450	1592
Относительная разрывная нагрузка пряжи, $P_{\text{отн}}$ , сН/текс	32,4	30,2	32,5
Коэффициент вариации по прочности пряжи, $C_p$ , %	8,8	8,6	8,1
Показатель качества пряжи $P_{\text{отн}}/C_p$	3,7	3,5	4,0
Удлинение пряжи, %	11,9	12,0	12,1
Крутка пряжи, кр. /м	459	445	463
Коэффициент вариации пряжи по линейной плотности, измеренный на приборе КЛА, $C_p$ , %	16,6	14,4	16,4

Из результатов видно:

- процент шляпочного очеса уменьшился при установке шляпок с покрытием оргстеклом и ворсовых шляпок (особенно для шляпок с покрытием оргстеклом);
- физико-механические свойства пряжи, неровнота по прочности и линейной плотности, показатель качества пряжи в опытных вариантах и контрольном практически находятся на одном уровне.

Для оценки неровноты пряжи был использован автоматизированный лабораторный комплекс КЛА – 2 на кафедре технологии и проектировании текстильных изделий, предназначенный для контроля неравномерности линейной плотности пряжи, нитей и текстильных полуфабрикатов. Исследованы 9 початков пряжи, выработанной на прядильной машине П–66–5М6 (табл. 4).

Таблица 4 – Результаты испытания неровноты пряжи на КЛА – 2

Длина отрезка пряжи, см	Cv, %		
	Обычные шляпки	Экспериментальные шляпки	
		ворсовые	с оргстеклом
0,2	16,6	16,4	14,4
1	16,2	16	14,1
3	15,5	15,2	13,4
10	12,7	12,8	11,0
25	9,2	10,1	8,6
50	8,0	8,8	7,4
1	6,9	7,9	6,4
2	6,3	7,2	5,6
3	5,9	6,7	5,3
5	5,3	5,9	4,8
10	4,5	5,0	4,4
25	2,5	3,6	2,5
50	1,6	2,6	1,6

Из таблицы видно, что неровнота пряжи, полученной с применением ворсовых шляпок, практически не отличается от контрольного варианта.

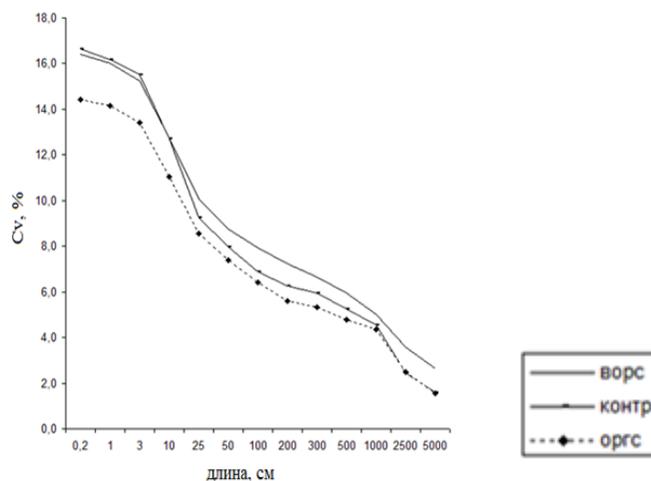


Рисунок 5 – График неровноты пряжи

Для пряжи, полученной с применением шляпок из оргстекла, наблюдается тенденция к уменьшению неровноты по коротким отрезкам(Рис.5).

**В четвертой главе** для определения комплексных оценок качества пряжи, полученной по 3 вариантам эксперимента, был использован метод построения диаграммы качества. В качестве критериев был выбран следующий комплекс показателей свойств пряжи:

$X_1$  – Относительная разрывная нагрузка пряжи,  $P_{отн}$ , сН/текс

$X_2$  – Коэффициент вариации по прочности пряжи,  $C_p$ , %

$X_3$  – Удлинение пряжи, %

$X_4$  – Коэффициент вариации пряжи по линейной плотности, измеренный на приборе КЛА,  $C_v$ , %

В таблице 5 представлены 4 показателя свойств, требуемые для определения, комплексных критериев качества пряжи.

Таблица 5 – Показатели свойств пряжи

Показатели	Контрольный вариант, обычная гарнитура шляпок	Шляпки с покрытием оргстеклом	Ворсовые шляпки
$X_1, P_{отн}, \text{сН/текс}$	32,4	30,2	32,5
$X_2, C_p, \%$	8,8	8,6	8,1
$X_3, \varepsilon, \%$	11,9	12,0	12,1
$X_4, C_v, \%$	15,9	14,1	15,4

Построены диаграммы качества с помощью значений показателей свойств пряжи (рис.6).

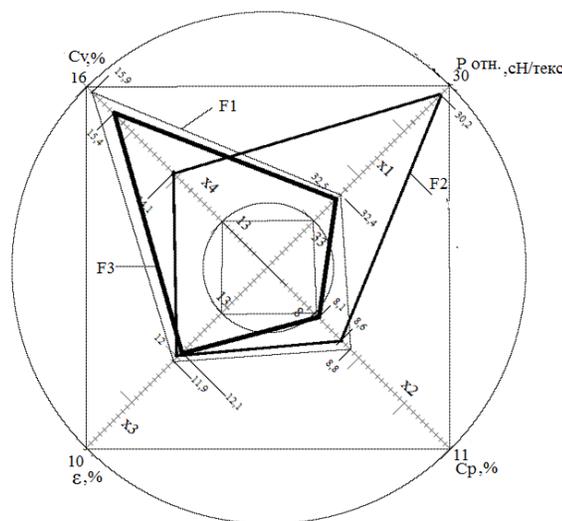


Рисунок 6 – Диаграмма качества

Величина комплексной оценки при равнозначности оцениваемых свойств определялась как площадь соответствующего многоугольника: минимальная площадь соответствовала высшей категории качества. При равной значимости свойств, площадь многоугольника была рассчитана по формуле:

$$F = 0,5 \sin \left( \frac{360^\circ}{m} \right) \sum_{j=1}^m X_j \cdot X_{j-1} \quad (9)$$

Обычные шляпки:  $F_0 = F_1 = 3366 \text{ мм}^2$ .

Шляпки с покрытием оргстеклом:  $F_2 = F_3 = 3465 \text{ мм}^2$ .

Ворсовые шляпки:  $F_4 = F_5 = 2511 \text{ мм}^2$ .

Таким образом, наилучший комплексный показатель качества соответствует варианту с ворсовыми шляпками.

**В пятой главе** по результатам проведенных экспериментов была рассчитана ожидаемая экономическая эффективность от применения шляпок с покрытием оргстеклом и ворсовых шляпок на чесальной машине.

Изменение процента шляпочного очеса приведет к изменению процента выхода пряжи из смеси, а также стоимости пряжи по сырью.

Сравнивая три баланса сырья, рассчитанные для вышеописанных вариантов шляпок, можно отметить, что применительно к условиям ООО «Советская звезда» экономическая эффективность от применения ворсовых шляпок на чесальной машине составила 112 руб. на одну тонну пряжи и от применения шляпок с покрытием оргстеклом 241 руб. на одну тонну пряжи.

### **Основные результаты и выводы**

1. Проведен критический анализ способов модернизации существующего парка шляпочных чесальных машин с целью повышения их эффективности при переработке химических штапельных волокон.

2. Использование эффекта трибозаряда полиэфирных штапельных волокон в процессе чесания позволяет повысить интенсивность их взаимодействия с гарнитурой шляпок.

3. Разработана физическая модель процесса трибозаряда волокон, позволяющая в лабораторных условиях исследовать в широком диапазоне динамику накопления электростатических зарядов.

4. Создана лабораторная установка, реализующая физическую модель процесса трибозаряда перерабатываемых волокон.

5. Из условий соответствия физической модели реальным условиям обработки волокон в шляпочной чесальной машине определены основные параметры наладки лабораторной установки: линейная плотность исследуемых волокнистых образцов, среднее число воздействий датчика на образцы.

6. Показано, что за 8-10 мин работы лабораторной установки достигается заряд на волокнах в  $5,08 \cdot 10^{-9}$  Кл, достаточный для подъема волокон из глубины гарнитуры, что способствует повышению эффективности чесания.

7. Разработаны и изготовлены два типа шляпок: ворсовые шляпки и шляпки с покрытием из оргстекла, обеспечивающие возникновение электростатических зарядов на полиэфирных волокнах и интенсификацию их чесания на стандартных шляпках.

8. Проведенные исследования позволяют установить следующее:

- при использовании ворсовых шляпок процент шляпочного очеса уменьшился на 25%, при использовании шляпок с покрытием из оргстекла – на 55 %; при этом эффективность чесания не снизилась, качество прочеса осталось на прежнем уровне;
- физико-механические свойства пряжи, неровнота по прочности и линейной плотности, показатель качества пряжи в опытных и контрольном вариантах практически равны.

9. Для комплексной оценки влияния различных вариантов шляпочного полотна на показатели качества полученной пряжи построена диаграмма качества, позволяющая определить наилучший вариант.

10. Экономическая эффективность от применения ворсовых шляпок на чесальной машине составила 112 руб. на одну тонну пряжи, от применения шляпок с покрытием оргстеклом - 241 руб. на одну тонну пряжи, применительно к условиям ООО "Советская звезда".

11. Разработанные и изготовленные шляпки могут быть использованы на прядильных фабриках при переработке химических волокон.

**Основные результаты диссертационного исследования отражены в следующих публикациях:**

#### **Статьи в журналах, входящих в «перечень ВАК РФ»:**

1. *Ашнин, Н. М.* Повышение эффективности использования сырья при производстве швейных ниток / Н. М. Ашнин, А. М. Челышев, М. И. Осипов, П. Карера // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2012. – № 4. – С. 68 - 70.

2. *Карера, П.* Трибозаряд волокон в процессе их обработки / П. Карера. Н. М. Ашнин, А. А. Мороков, О. М. Иванов // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2013. – № 1. – С. 35 - 37.

#### **Другие публикации:**

3. *Карера, П.* Исследование системы автоматического регулирования деформационных свойств швейных ниток / С. В. Челышев, П. Карера, А. В. Виноградова, М. А. Каневский // Межвузовская научно-техническая конференция аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности». (Поиск 2011): сб. материалов. – Ч. 1. - Иваново: ИГТА. – 2011. – С. 7.

4. *Карера, П.* Исследование работы чесальной машины с ворсовыми шляпками при переработке химических волокон / П. Карера // Межвузовская научно-техническая конференция аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности» (Поиск 2012): сб. материалов. – Ч. 1. - Иваново: ИГТА. – 2012. – С. 5.