МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ Учреждение образования

«Витебский государственный технологический университет»

Д.Б. Рыклин С.С. Медвецкий

Share Cocker Tock The Sock The ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ НИТЕЙ И ПОЛУФАБРИКАТОВ монография С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРОВ USTER TESTER

Витебск 2017

УДК 677.017 ББК 37.23 Р 94

Рецензенты:

кандидат технических наук, генеральный директор ООО «Сервисный центр Текстильтехника» Филипьев А.Ф.;

кандидат технических наук, директор НИРУП «Центр научных исследований легкой промышленности» Силич Т.В.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № $\underline{9}$ от $\underline{30.11.2016}$.

Рекомендовано к изданию Советом УО «ВГТУ», протокол № $\underline{6}$ от 31.01.2017.

Рыклин, Д. Б.

Р 94 Оценка качества текстильных нитей и полуфабрикатов с использованием приборов Uster Tester : монография / Д. Б. Рыклин, С. С. Медвецкий ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2017. – 168 с.

ISBN 978-985-481-464-3

В монографии рассмотрены модификации приборов Uster Tester, применяемые методы измерения, показатели качества текстильных нитей и полуфабрикатов прядильного производства, определяемые с использованием данных приборов, методы их анализа.

Издание предназначено для специалистов текстильных предприятий и студентов, изучающих технологию текстильного производства.

УДК 677.017 ББК 37.23

СОДЕРЖАНИЕ

| Введение | 6 |
|--|----|
| 1 ПРИБОРЫ USTER TESTER | 7 |
| 2 СУЩНОСТЬ ЕМКОСТНОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ | 13 |
| 3 ПОКАЗАТЕЛИ НЕРОВНОТЫ ПРОДУКТОВ ПРЯДЕНИЯ ПО | |
| ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ | 15 |
| 3.1 Диаграмма масс | 15 |
| 3.2 Гистограмма отклонений масс отрезков (Mass Histogram) | 18 |
| 3.3 Численные показатели неровноты продуктов прядения по | |
| линейной плотности | 20 |
| 3.4 Градиент внешней неровноты | 22 |
| 3.5 Долгосрочные наблюдения за показателями неровноты пряжи | 25 |
| 4 СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ | |
| НЕРОВНОТЫ ПРОДУКТОВ ПРЯДЕНИЯ | 26 |
| 4.1 Доверительный интервал коэффициента вариации CV _m | 26 |
| 4.2 Статистически значимая разница между двумя значениями | |
| CV _m | 28 |
| 4.2.1 Сравнение двух партий пряжи при использовании | |
| одного испытательного прибора. | 28 |
| 4.2.2 Сравнение показателей CV _m со значениями, полученными | _0 |
| на других приборах или с USTER®STATISTICS | 30 |
| 4.2.3 Проведение серии испытаний одного и того же | 50 |
| волокнистого продукта | 33 |
| 4.2.4 Статистически значимые различия дисперсий показателей | 33 |
| CV _m | 33 |
| 5 ЧАСТО ВОЗНИКАЮЩИЕ ПОРОКИ ПРЯЖИ | |
| 5.1 Группы часто возникающих пороков | 36 |
| 5.2 Определение утоненных участков | 38 |
| 5.3 Определение утолщенных участков | 38 |
| 5.4 Определение непса | 39 |
| 5.5 Уровни чувствительности, устанавливаемые при проведении | 3) |
| испытаний | 40 |
| 5.6 Выбор установок «long staple» (длинноштапельное волокно) | 70 |
| или «short staple» (короткоштапельное волокно) | 42 |
| 5.7 Значение информации о часто возникающих пороках пряжи в | 75 |
| текстильном производстве | 44 |
| 5.8 Статистика часто возникающих дефектов | 46 |
| 6 USTER STATISTICS КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОЦЕНКИ | 40 |
| КАЧЕСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ НИТЕЙ И СЫРЬЯ | 48 |
| 7 СУЩНОСТЬ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА НЕРОВНОТЫ | 40 |
| ПРЯЖИ | 55 |
| 7.1 Спектрограмма как основной инструмент выявления | 55 |
| причины возникновения периодической неровноты | 55 |
| • | 33 |
| 3 | |

| 7.2 Структура спектрограммы | 57 |
|---|------------|
| 7.3 Нормальная и идеальная спектрограммы | 57 |
| 7.4 Примеры реальных спектров неровноты | 59 |
| 7.5 Влияние периодических дефектов на внешний вид | |
| спектрограммы | 60 |
| 7.6 Отображение околопериодических дефектов на | |
| спектрограмме | 62 |
| 7.7 Влияние периодических колебаний линейной плотности на | |
| внешний вид тканей и трикотажных полотен | 62 |
| 7.8 Обнаружение дефектного рабочего органа по спектру | |
| неровноты пряжи | 63 |
| 7.9 Причины появления множественных пиков на спектрограмме | |
| неровноты продуктов прядения | 71 |
| 7.10 Практические примеры периодических дефектов | 75 |
| 8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОРСИСТОСТИ ПРЯЖИ НА ПРИБОРЕ | |
| USTER TESTER. ПОКАЗАТЕЛИ ВОРСИСТОСТИ | 78 |
| 8.1 Значение ворсистости в текстильном производстве | 78 |
| 8.2 Принцип измерения и характеристики датчика ОН | 79 |
| 8.3 Определение ворсистости на основе применения датчика HL . | 85 |
| 8.4 Использование информации о ворсистости в прядильном | |
| производстве | 86 |
| 8.5 Факторы, влияющие на показатели ворсистости пряжи | 87 |
| 8.5.1 Влияние строения початка на ворсистость пряжи | 88 |
| 8.5.2 Влияние крутки пряжи на ворсистость | 90 |
| 8.5.3 Влияние частоты вращения веретена на ворсистость пряжи | 91 |
| 8.5.4 Влияние продолжительности эксплуатации бегунка на | 0.0 |
| ворсистость пряжи | 92 |
| 8.5.5 Влияние процесса перематывания на ворсистость пряжи | 92 |
| 8.5.6 Влияние линейной плотности пряжи на ее ворсистость | 93 |
| 8.5.7 Влияние цвета пряжи на результаты измерения ее | 0.4 |
| ворсистости | 94 |
| 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ В ПРЯЖЕ | 0.6 |
| ИНОРОДНЫХ ЧАСТИЦ | 96 |
| 9.1 Принцип измерения | 96 |
| 9.2 Классификация инородных примесей в пряже | 97 |
| 9.3 Представление результатов испытаний | 100 |
| 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ В ПРЯЖЕ СОРНЫХ | 1.02 |
| ПРИМЕСЕЙ И ПЫЛИ НА ПРИБОРАХ USTER TESTER | 103 |
| 10.1 Практическое использование результатов измерения | 10 |
| засоренности | 104 |
| 10.2 Оценка влияния скорости перематывания пряжи на | 107 |
| содержание сорных примесей и пыли | 107 108 |
| то эт истограмма засоренности | 1 () ? |

| 11 ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРЯЖИ С ПОМОЩЬЮ | |
|---|-----|
| МОДЕЛИРОВАНИЯ ВНЕШНЕГО ВИДА ПРЯЖИ И ТКАНИ | 110 |
| 11.1 Моделирование внешнего вида пряжи на черной доске | 111 |
| 11.2 Моделирование внешнего вида текстильных полотен | 112 |
| 12 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОФИЛЯ КАЧЕСТВА ПРЯЖИ | 117 |
| 12.1 Структура USTER® QUALIPROFILE | 117 |
| 12.2 Установка ограничений с помощью USTER® | |
| QUALIPROFILE | 120 |
| 12.3 Практические примеры использования USTER® | |
| QUALIPROFILE | 122 |
| 13 МЕТОДЫ ОТБОРА ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ | |
| ИСПЫТАНИЙ | 127 |
| 13.1 Сущность выборочного метода наблюдений | 127 |
| 13.2 Случайный метод отбора образцов пряжи и полуфабрикатов | |
| при проведении испытаний | 128 |
| 13.3 Систематический метод отбора образцов | 128 |
| 13.4 Нормативы времени для систематической проверки каждого | |
| рабочего места | 131 |
| 13.5 Отбор образцов от малых партий пряжи | 132 |
| 14 СТРУКТУРА ОТЧЕТА ОБ ИСПЫТАНИЯХ ПРОДУКТОВ | |
| ПРЯДЕНИЯ НА ПРИБОРАХ USTER TESTER | 133 |
| 14.1 Описание отчета об испытаниях | 133 |
| 14.2 Объяснение статистических характеристик в нижней части | |
| отчета об испытаниях | 144 |
| 15 ПРОГРАММА USTER®QUALITY EXPERT | 146 |
| 15.1 Характеристика программы USTER® QUALITY EXPERT | 146 |
| 15.2 Панель инструментов. | 149 |
| 15.3 Центр предупреждений | 151 |
| 15.3.1 Обзор предупреждений | 151 |
| 15.3.2 Список предупреждений | 152 |
| 15.3.3 Пояснения к предупреждению. | 153 |
| 15.3.4 Анализ работы фабрики | 155 |
| 15.4 Оценка технологичности пряжи при ее последующей | |
| переработке | 159 |
| 15.4.1 Внешний вид ткани | 159 |
| 15.4.2 Устойчивость к образованию пиллинга | 160 |
| 15.4.3 Обрывность пряжи в ткацком производстве | 162 |
| 15.5 Экспериментальные исследования | 163 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 167 |

ВВЕДЕНИЕ

Качество текстильной продукции является важнейшим фактором, определяющим ее конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках. В то же время традиционные для отечественной промышленности подходы к оценке качества текстильных нитей существенно отличаются от подходов, принятых в мировой практике.

Современное лабораторное оборудование для сырьевых и производственных лабораторий текстильных предприятий позволяет получать комплексную информацию, которая необходима технологу для принятия решений, связанных с корректировкой параметров технологических процессов производства и последующей переработки пряжи.

В настоящем учебном пособии рассмотрены современные показатели качества текстильных нитей, принцип действия и конструкции приборов USTER TESTER для их испытаний, примеры применения различных методов анализа (градиент неровноты, спектральный анализ и т. д.) для решения широкого круга технологических задач.

Учебное пособие предназначено для студентов различных специальностей, изучающих технологические процессы текстильного производства. Также оно будет полезно для специалистов текстильных предприятий, научных работников, занимающихся исследованиями технологий производства и переработки текстильных нитей различной структуры и сырьевого состава.

Авторы выражают благодарность компании Uster Technologies AG за материал, предоставленный для использования при написании учебного пособия.

1 ПРИБОРЫ USTER TESTER

Систематическая оценка показателей исходного сырья, полуфабрикатов и готовой продукции является одним из условий обеспечения ее качества. Однако перечень контролируемых показателей определяется возможностями применяемого испытательного оборудования.

В настоящее время для большинства видов пряжи техническими условиями устанавливаются требования на следующие ее свойства:

- отклонение линейной плотности от номинального значения;

- условиями устанавлива.

 отклонение линейной плотности от номина.

 относительная (удельная) разрывная нагрузка;

 коэффициент вариации по разрывной нагрузке;

 сооффициент вариации по линейной плотности - коэффициент вариации по линейной плотности на отрезках дли-

Также в технические условия могут быть включены дополнительные требования, например, максимальное значение крутки (или коэффициента крутки), содержание пороков, определяемое по внешнему виду пряжи на черной доске, минимальное относительное разрывное удлинение.

С учетом представленного перечня минимальный комплект испытательного оборудования в производственной лаборатории прядильной фабрики включает мотовило, круткомер, электронные весы и разрывную машину.

Анализ представленного перечня показателей пряжи позволяет сделать вывод о том, что данные характеристики не в полной мере характеризуют качество пряжи, так как существует множество показателей, разработанных и широко используемых в мире, которые оказывают значительно большее влияние на комплекс потребительских свойств текстильных полотен, вырабатываемых из испытываемой пряжи.

Конечно, определение разрывной нагрузки пряжи является важнейшей составляющей процесса оценки ее качества, так как именно разрывную нагрузку можно рассматривать в качестве комплексного критерия эффективности прядильного производства. Разрывная нагрузка пряжи снижается в случае неправильно выбранной сортировки, неравномерности пряжи по составу и линейной плотности, пониженной или повышенной крутки, повышенной ворсистости пряжи и т. д.

Однако данное свойство пряжи не в полной мере характеризует качество пряжи. В настоящее время все большее внимание уделяется таким характеристикам текстильных нитей, как неровнота по линейной плотности и ворсистость. Однако информации о неровноте, измеренной в результате взвешивания 100-метровых пасм пряжи, явно недостаточно, так как на внешний вид полотен и обрывность пряжи в ткацком и трикотажном производстве оказывает влияние, в первую очередь, неровнота на коротких отрезках.

В связи с этим абсолютное большинство фабрик в разных странах мира повышают степень оснащенности лабораторий, укомплектовывая их не только тем минимальным перечнем испытательного оборудования, но и приборами для определения более широкого комплекса характеристик текстильных нитей и сырья.

Первый прибор, который позволял осуществлять оценку неравномерности пряжи и полуфабрикатов прядильного производства, был прибор GGP (рисунок 1.1), выпущенный компанией Zellweger Uster (Швейцария) в 1948 г.



Рисунок 1.1 – Внешний вид прибора GGP

В настоящее время данная компания носит название Uster Technologies AG и является одним из лидеров по производству испытательного оборудования для текстильных предприятий. На Международной выставке текстильного оборудования ITMA-2015, состоявшейся в Милане, был представлен прибор седьмого поколения Uster Tester 6 (рисунок 1.2), который позволяет не только определять комплекс показателей неровноты пряжи и полуфабрикатов, но и оценивать ворсистость пряжи, ее загрязненность, диаметр и другие характеристики.

Традиционно приборы USTER® *TESTER* выпускаются в базовой комплектации, а также могут иметь ряд дополнительных опций.

Прибор USTER $^{\text{®}}$ TESTER 6 в базовой комплектации имеет следующие функции:

- определение колебания массы отрезков пряжи, ровницы, ленты емкостным методом;
- определение количества часто возникающих пороков емкостным методом;
- интегрированная система USTER® *QUALITY EXPERT* для сбора информации от других испытательных приборов и онлайн мониторинга;
- функция оповещения об отклонениях свойств полуфабрикатов и пряжи;
 - анализ, оценка и хранение результатов измерения;
- автоматическая оценка результатов с данными USTER $^{\otimes}$ STATISTICS;
- редактирование формы отчетов и установка ограничений с учетом принятых на фабрике требований;
- система отбора данных для их быстрого поиска и составления долгосрочных отчетов;
- моделирование внешнего вида пряжи на черной доске, тканей и трикотажных полотен.



Рисунок 1.2 – Внешний вид прибора USTER[®] *TESTER 6*

Измерительная система прибора USTER[®] TESTER 6 в базовой комплектации представляет собой комплект, состоящий из 4 емкостных датчиков CS для определения отклонений масс отрезков продуктов прядения от среднего значения и для выявления часто возникающих пороков пряжи. Диапазон измерения данного комплекта датчиков составляет от 1 текс до 12 ктекс и зависит от вида волокон в испытываемом продукте. Скорость проведения испытаний – до 800 м/мин.

Принцип измерения, реализованный с использованием емкостных датчиков, представлен в главе 2.

Кроме емкостных датчиков для определения колебаний линейной плотности пряжи и полуфабрикатов базовая комплектация прибора содержит интегрированный датчик для определения температуры и относительной влажности воздуха. Погрешность измерения при температуре 20 °C:

- температура: $\pm 0,3 \%$;
- относительная влажность: ±3 %.

Фактическая температура и влажность воздуха в процессе тестирования отображаются в протоколах испытаний. Это необходимо для того, чтобы иметь возможность проверки соответствия условий проведения испытаний установленным требованиям:

- температура воздуха 20 °C;
- − относительная влажность воздуха − 65 %.

Кроме датчиков, имеющихся на приборе в базовой комплектации, по желанию специалистов прядильных фабрик на приборе в качестве опции могут быть установлены датчики, информация о которых представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Датчики, устанавливаемые на приборах USTER® *TESTER* (опции)

| Обозначение | Назначение датчика | | | | | |
|-------------|--|--|--|--|--|--|
| датчика | пазначение датчика | | | | | |
| ОН | Измерение ворсистости волокнистых продуктов в диапазоне линейных плотностей от 5 до 1000 текс | | | | | |
| HL | Измерение длины ворсинок пряжи линейной плотности от 5 до 100 текс с разделением ворсинок на 7 классов длины | | | | | |
| OM | Измерение диаметра, круглости сечения и плотности пряжи линейной плотности от 5 до 200 текс | | | | | |
| OI | Оценка засоренности и запыленности пряжи линейной плотности от 5 до 200 текс | | | | | |
| MS120 | Измерение неровноты ленты большой линейной плотности от 12 до 80 ктекс | | | | | |

Датчик ОН для определения ворсистости пряжи мог быть установлен и на приборе USTER[®] TESTER 5, в то время как датчик HL является новым для подобных приборов. Эти датчики являются не взаимозаменяемыми, а взаимодополняющими друг друга. Если датчик ОН позволяет определять наиболее широко применяемый показатель ворсистости H, характеризующий суммарную длину ворсинок на 1 см пряжи, то датчик HL дает возможность оценить распределение ворсинок по классам длины.

Датчики ОМ и ОІ также предлагались к установке на приборе USTER $^{\text{®}}$ TESTER $^{\text{Б}}$ в качестве опции. Датчики ОМ позволяют определять неравномерность пряжи по ее диаметру, круглости сечения и плотности. Эти данные дают возможность максимально точно прогнозировать внешний вид текстильных полотен из данной пряжи.

Датчик ОІ позволяет определять засоренность и запыленность пряжи. Определение этих показателей и внесение корректировок в организацию технологического процесса позволяет уменьшить обрывность в ткачестве, увеличить срок службы игл вязального оборудования, повысить эффективность очистки при формировании пряжи пневмомеханическим способом прядения.

Одним из наиболее ценных инструментов, применяемых на приборах USTER® TESTER 5 и 6, является система KBS (Knowledge Based System), то есть система, основанная на знаниях. Это специальное программное обеспечение, которое позволяет инженеру без проведения каких-либо расчетов определять место возникновения периодической неровноты продукта прядения. Устанавливаемая версия программы на приборе USTER® TESTER 6 позволяет значительно упростить анализ спектрограмм. Достаточно одного клика на спектрограмме для отображения дефекта рабочего органа.

Как и в прошлой модификации прибора, имеется возможность моделирования внешнего вида различных видов текстильных полотен, которые могут быть выработаны из протестированной пряжи, а также внешнего вида пряжи на черной доске. Смоделированный образец может быть сравнен с образцом из эталонной пряжи.

Также на приборе USTER® *TESTER 6* имеется новая опция Smart View, которая позволяет выявить партии с существенным отклонением качественных показателей пряжи.

Необходимо отметить существенное повышение удобства работы с прибором USTER® *TESTER* 6. Особенностью прибора является наличие сенсорного экрана и упрощенного пользовательского интерфейса, который позволяет даже неопытному пользователю быстро освоить основные приемы работы с прибором и сфокусироваться на анализе получаемых результатов.

Важным достоинством программного обеспечения прибора $USTER^{\circledast}$ *TESTER* 6 является то, что он позволяет обобщать результаты

испытаний продуктов прядения, полученных на различных этапах процесса производства пряжи, что позволяет выявить источники возникновения технологических проблем.

В связи с этим упростился анализ свойств полуфабрикатов и пряжи с точки зрения их оценки по USTER® *STATISTICS*. Кроме использования традиционных номограмм, на которых отображается уровень качества для каждого конкретного свойства продукта прядения, появилась возможность проследить, как изменяется уровень качества по переходам технологического процесса.

Одной из главных особенностей прибора USTER[®] *TESTER* 6, отличающей его от всех предыдущих моделей, является то, что именно он собирает данные о качественных показателях полуфабрикатов и пряжи, определяемые всеми другими приборами лаборатории предприятия, а также системами онлайн мониторинга, имеющихся на технологическом оборудовании. USTER[®] *TESTER* 6 позиционируется изготовителем как единый испытательный центр, позволяющий аккумулировать и анализировать все данные, определяемые приборами и датчиками фирмы Uster Technologies AG. Причем доступ к программному обеспечению и данным испытаний возможен не только непосредственно на приборе USTER[®] *TESTER*, но и через мобильные устройства.

Особенностью нового программного обеспечения прибора USTER® TESTER 6 является функция Assistant Q. Assistant Q — это помощник, который дает советы, касающиеся способов устранения возникающих технологических проблем, то есть программное обеспечение содержит перечень возможных проблем и перечень путей их устранения. Если на предприятии возникает проблема, которая отсутствует в списке или если найдено новое действие, способствующее ее устранению, соответствующая информация заносится в базу данных Assistant Q для того, чтобы в будущем было возможно найти это решение и воспользоваться им.

Еще одна возможность, предоставляемая прибором USTER® *TESTER* 6, заключается в градации качества пряжи с точки зрения прогнозирования результатов ее переработки. Система прогнозирует внешний вид полотна из протестированной пряжи, пиллингуемость полотна, а также обрывность пряжи в ткацком производстве. Получаемые данные могут быть использованы для совершенствования технологического процесса производства пряжи.

Более подробно работа системы USTER® QUALITY EXPERT описана в главе 15.

2 СУЩНОСТЬ ЕМКОСТНОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ

Как указывалось ранее, основные датчики приборов USTER® *TESTER* для оценки равномерности ленты, ровницы или пряжи работают по принципу измерения емкости конденсатора (емкостной метод). Этот метод основан на допущении о том, что существует линейная взаимосвязь между массой участка волокнистого продукта между пластинами измерительного конденсатора и создаваемым сигналом, то есть сигнал от датчика прямо пропорционален массе отрезка продукта.

Данный метод измерения в первую очередь предназначен для следующих областей применения:

- определение неровноты продуктов прядения по линейной плотности на отрезках нестандартной длины;
- определение неровноты по линейной плотности ровницы и ленты на отрезках такой длины, для которых невозможно применить весовой метод из-за большого объема образца;
- определение неровноты по линейной плотности в пределах паковки и между паковками.

Емкостной метод легко воспроизводим, стабилен и может использоваться не только для измерения вариаций массы пряжи по её длине, но и ровницы и ленты с любого перехода прядильного производства.

Электрическое поле высокой частоты генерируется датчиком между парой пластин конденсатора (рисунок 2.1). Если масса продукта, проходящего между этими пластинами, меняется, то изменяется и электрический сигнал, исходящий из датчика.

Изменение электрического сигнала датчика пропорционально изменению массы продукта, проходящего между пластинами конденсатора. Этот аналоговый сигнал переводится в цифровой, анализируется компьютером прибора и используется для расчета всех показателей неровноты продуктов прядения, описанных ниже.

Необходимо отметить, что емкостной метод невозможно использовать для определения линейной плотности пряжи или полуфабрикатов. Номинальное или фактическое значение линейной плотности вводится оператором непосредственно перед тестированием. В начале процесса испытания в течение некоторого времени на основании информации от емкостного датчика определяется среднее значение сигнала, которое принимается соответствующим средней линейной плотности, а затем оцениваются отклонения сигнала от полученного среднего значения.

Для определения фактического значения линейной плотности необходимо обязательно производить взвешивание отрезков образца определенной длины. В качестве опции на приборах USTER[®] TESTER 5 может устанавливаться модуль FA для автоматического определения линейной плотности пряжи весовым методом.



Для определения фактической линейной плотности пряжи прибор USTER® TESTER 5 связан со стандартными электронными весами. Требуемая длина образца вводится оператором. В процессе испытаний участок пряжи установленной длины вырезается и пневматически перемещается на весы, взвешивается и автоматически удаляется. Весовой метод позволяет определять как линейную плотность образца, так и неровноту по линейной плотности на отрезках значительной длины.

В таблице 2.1 приведено сопоставление емкостного и весового методов измерения.

Таблица 2.1 – Сопоставление емкостного и весового методов измерения

| Метод измерения | Весовой | Емкостной |
|---------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Единицы измерения | Nm, Nec, New, текс, дтекс, г/м, | Безразмерная величина |
| линейной плотности | денье и др. | (относительное отклонение |
| | | линейной плотности) |
| Применяемый | DIN 53830, часть 1 | DIN 53817, часть 2 |
| стандарт | | J. |
| Место проведения | Испытательная лаборатория | Испытательная лаборатория |
| испытаний | текстильного предприятия | текстильного предприятия |
| Факторы, | – длина отматываемого образ- | - колебания состава волокни- |
| оказывающие | ца (натяжение пряжи в про- | стого материала в процессе |
| влияние на точность | цессе сматывания, эластич- | испытания; |
| измерения: | ность пряжи, точность изго- | - колебания влажности мате- |
| | товления рамки мотовила); | риала |
| | – влажность волокна | |
| Ограничения облас- | – зависящие от объема тести- | Незначительные ограничения, |
| ти применения | руемого материала; | связанные со скоростью и |
| | - зависящие от диапазона из- | временем проведения |
| | мерения весов | испытаний |

3 ПОКАЗАТЕЛИ НЕРОВНОТЫ ПРОДУКТОВ ПРЯДЕНИЯ ПО линейной плотности

Неровнота продуктов прядения может оцениваться с использованием следующих показателей и характеристик:

- диаграмма масс;
- гистограмма масс;
- квадратическая неровнота CV;
- линейная неровнота U;

- линейнал - индекс неровноты, - градиент неровноты. паречисленные харак Перечисленные характеристики связаны друг с другом, несут взаимодополняющую информацию, что позволяет получить более полное представление о неровноте продуктов прядения при использовании только одного показателя.

3.1 Диаграмма масс

Диаграмма масс является важной составляющей процесса испытаний продуктов прядения на неровноту. Она содержит информацию, которая не может быть получена при анализе спектрограммы, значений линейной и квадратической неровноты (U и CV) или при подсчете количества местных пороков пряжи.

Использование диаграммы масс является наиболее полезным для выявления следующих проблем:

- редко встречающиеся пороки;
- колебания масс отрезков большой длины;
- периодические изменения масс отрезков при длине волны более 100 м, которые не могут быть обнаружены на спектрограмме;
 - утолщенные и утоненные участки повышенной длины;
- случайно встречающиеся утолщенные и утоненные участки, которые имеют тенденцию группироваться;
 - медленные изменения средней массы отрезка;
- при оценке периодических дефектов диаграмма масс позволяет определить, являются ли они равномерно распределенными или появляются только группами;
- при проведении измерений в пределах паковки могут быть выявлены редко возникающие дефекты, а также может быть обнаружено изменение средней линейной плотности, имеющее место на отрезках длиной в несколько километров.

Нормальная диаграмма (рисунок 3.1) является разновидностью диаграммы масс и содержит всю информацию, на основании которой определяются другие результаты испытаний (CV, спектрограмма и др.).

Вертикальная ось показывает отклонение в большую (+) и меньшую (–) стороны масс отрезков тестируемого материала. Нулевая линия соответствует среднему значению массы отрезка. Это значение определяется на основе информации, получаемой при прохождении первых метров тестируемого материала через датчик. Горизонтальная ось показывает длину материала (в метрах или ярдах), которая была протестирована.

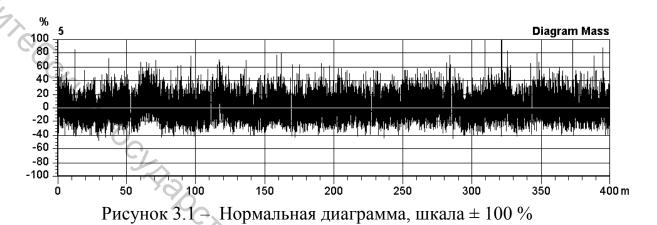


Диаграмма масс показывает, имеют ли место существенные случайные отклонения массы отрезков или происходит увеличение колебаний массы отрезков вдоль тестируемого образца.

В ряде случаев именно диаграмма масс может указать на проблему, которая не может быть выявлена при использовании численных показателей неровноты. Например, по диаграмме, изображенной на рисунке 3.2, можно сделать вывод о том, что пряжа имеет периодический де —

фект, вызванный в свою очередь дефектом переднего цилиндра кольцевой прядильной машины. Таким образом, дефект появляется периодически через каждые 60 метров как результат возвратнопоступательного движения водилки.

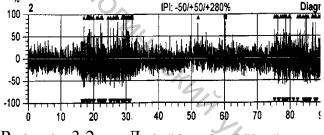


Рисунок 3.2 — Диаграмма масс пряжи с периодическим дефектом

Для того чтобы упростить выявление отклонений масс длинных отрезков, на приборе $USTER^{*}$ TESTER создана возможность выделения существенных отклонений красным цветом (рисунок 3.3).

Если длина отрезка, для которого определяется отклонение массы, отличается от нормальной длины (1 см), то диаграмма выглядит иначе. Короткие отклонения исчезают, а длинные — становятся более заметными.

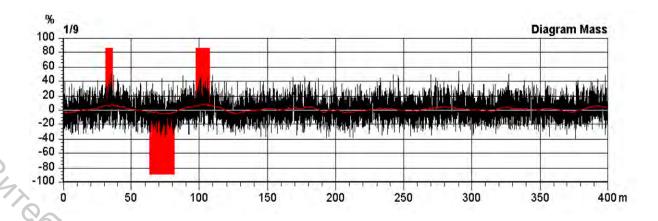


Рисунок 3.3 – Нормальная диаграмма с отмеченными отклонениями

Три диаграммы, представленные на рисунках 3.3, 3.4, 3.5 получены для одной и той же пряжи. Для построения диаграммы были выбраны следующие три длины отрезка: 10 м, 1 м, 0,01 м (нормальная диаграмма).



Рисунок 3.4 — Диаграмма масс, построенная для отрезков длиной 10 м, шкала \pm 20 %

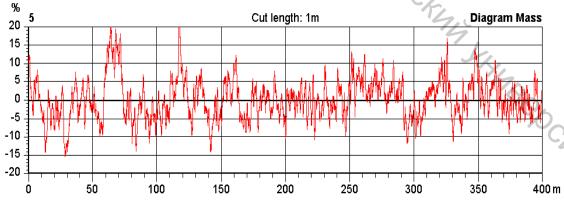


Рисунок 3.5 — Диаграмма масс, построенная для отрезков длиной 1 м, шкала \pm 20 %

3.2 Гистограмма отклонений масс отрезков (Mass Histogram)

Гистограмма представляет собой частотную диаграмму отклонений масс отрезков. Она показывает в сжатой графической форме информацию обо всех измеренных отклонениях массы отрезков на длине тестируемого образца.

Графическая иллюстрация соотношения между диаграммой и гистограммой масс представлена на рисунке 3.6.



Рисунок 3.6 – Принцип построения гистограммы масс

Каждая точка, показанная на диаграмме масс, учитывается при определении частотности конкретного отклонения от среднего значения, которое отображается на горизонтальной оси гистограммы.

Отклонения масс отрезков, как правило, распределены приблизительно по нормальному закону (рисунок 3.7). Гистограмму массы можно сравнить с нормальным распределением для выявления проблем в технологическом процессе (асимметричное распределение, распределение с двумя пиками и т. д.).

При уменьшении количества волокон в сечении пряжи гистограмма незначительно отклоняется от нормального закона, максимум гистограммы смещается влево, а отклонения в большую сторону от среднего значения увеличиваются по сравнению с отклонениями в меньшую сторону.

Существенное отклонение от симметричности описанного характера может возникать при увеличении количества пороков пряжи, например, в случае переработки льняного волокна (рисунок 3.8).

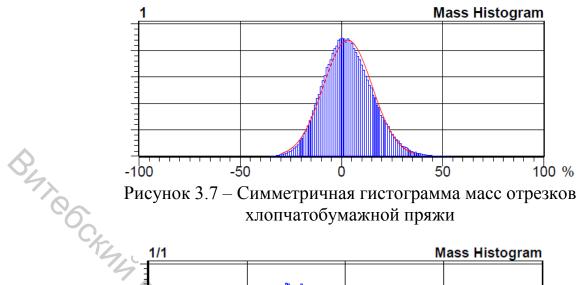


Рисунок 3.7 – Симметричная гистограмма масс отрезков хлопчатобумажной пряжи

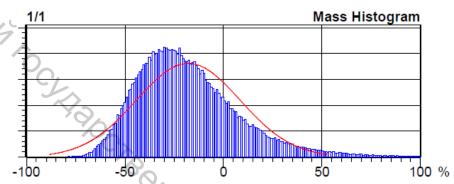


Рисунок 3.8 – Асимметричная гистограмма масс отрезков льняной ижкип

Характерный вид приобретает гистограмма массы комбинированной нити в случае неполного покрытия волокном значительного количества участков стержневой нити. Для таких нитей на гистограмме можно выделить две зоны (рисунок 3.9):

- зона, соответствующая участкам со средним количеством волокон в сечении покрытия (-15 % - 0 %);
- зона, соответствующая участкам с отсутствием покрытия (для представленного примера – около – 50 %).

При получении подобных гистограмм необходимо выработать мероприятия по устранению описанного дефекта комбинированных нитей.

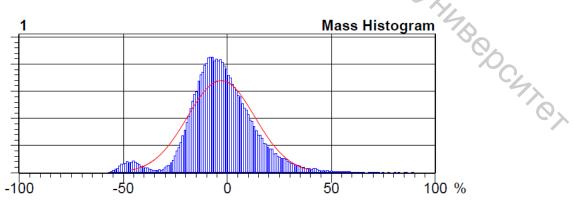


Рисунок 3.9 — Асимметричная гистограмма масс отрезков комбинированной нити

3.3 Численные показатели неровноты продуктов прядения по линейной плотности

Для полного анализа неровноты продуктов прядения диаграммы масс недостаточно. Необходимым также является определение какойлибо численной величины, характеризующей неровноту продукта по массе отрезков (то есть, по линейной плотности). Для этой цели могут быть использованы 2 статистических показателя: коэффициент вариа-NI. ции (квадратическая неровнота) CV и линейная неровнота U.

Коэффициент вариации CV_m

Коэффициент вариации CV_m определяется на основе среднего квадратического (стандартного) отклонения. Из-за того, что коэффициент вариации может быть рассчитан и для других характеристик материалов, таких как диаметр, разрывная нагрузка и т. д., коэффициент CV_m называют неровнотой по массе. Как правило, чем ниже коэффициент вариации CV_m, тем лучше внешний вид текстильных полотен.

Коэффициент вариации CV_m (в %) рассчитывается по формуле

$$CV = \frac{s}{\overline{x}} \cdot 100 \%,$$

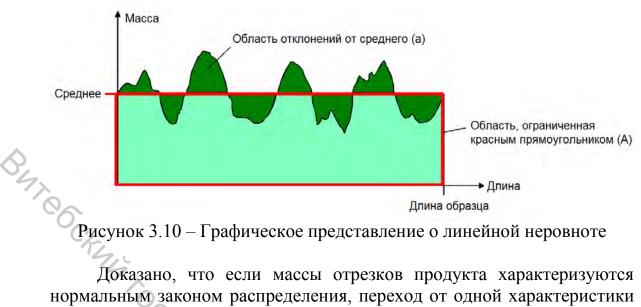
где \bar{x} – среднее значение массы отрезка длиной 1 см, г; s – среднее квадратическое отклонение массы отрезка той же длины, г.

Линейная неровнота $oldsymbol{U}$

Линейная неровнота U была первой статистической характеристикой для оценки неравномерности пряжи и комплексных химических нитей. В настоящее время неровнота всех видов в текстильной технологии обычно характеризуется коэффициентом вариации CV. Но линейная неровнота U все еще широко распространена. Компания Uster Technologies АС рекомендует использовать исключительно коэффициент вариации CV_т для определения неровноты волокнистых продуктов по линейной плотности.

Для понимания линейной неровноты U_m рассмотрим рисунок 3.10. Линейная неровнота U_m – это отношение площади областей отклонений от среднего 'а' (выделены темным цветом) к площади, ограниченной прямоугольником 'А'. То есть

$$U_{m} = \frac{a}{A} \cdot 100 \%.$$



Доказано, что если массы отрезков продукта характеризуются нормальным законом распределения, переход от одной характеристики к другой возможен по следующим формулам:

$$rac{\mathrm{CV_m}}{\mathrm{U_m}} = \sqrt{rac{\pi}{2}} = 1.25$$
 или $\mathrm{CV_m} = 1.25 \cdot \mathrm{U_m}$.

Если распределение масс отрезков не соответствует нормальному закону, то использование представленных соотношений может привести к получению ошибочных результатов.

При использовании прибора USTER® TESTER возможно одновременно определять значения линейной неровноты U_m и коэффициента вариации CV_m .

Индекс неровноты

Кроме квадратической и линейной неровноты приборы USTER® TESTER позволяют определять такую численную характеристику, как индекс неровноты. Данная характеристика возникла на основе идеи о том, что существует минимально возможная (предельная) неровнота волокнистого продукта, состоящего из волокон определенной длины.

Для расчета минимальной неровноты идеального волокнистого продукта из хлопка и химических волокон (в %) наибольшее распространение получила простая формула, предложенная Мартиндейлом (Martindale),

$$CV_{lim} = \frac{100}{\sqrt{n}},$$

где n — среднее количество волокон в сечении продукта, рассчитываемое как

$$n = \frac{T}{T_p}$$

где T – линейная плотность продукта, текс; T_B – линейная плотность волокна, текс.

Для шерстяной и полушерстяной пряжи в формулу вводятся коэффициенты, характеризующие неровноту волокон по диаметру.

Основным следствием из формулы Мартиндайля является вывод о том, что более тонкие продукты характеризуются большей неровнотой по линейной плотности.

Индекс неровноты показывает, во сколько раз фактическая неровнота реального продукта CV_{Φ} , испытанного на приборе USTER[®] *TES-TER*, превышает минимально возможное значение CV_{lim} , то есть

$$I = \frac{CV_{\Phi}}{CV_{\text{lim}}}.$$

Индекс является показателем того, насколько хорошо работает прядильная машина, не ухудшилась ли ее работа в течение определенного периода времени.

При переработке полуфабрикатов прядильного производства их линейная плотность, как правило, на каждом переходе уменьшается, что приводит к повышению неровноты. Однако если технологический процесс протекает нормально, то индекс неровноты на каждом переходе снижается.

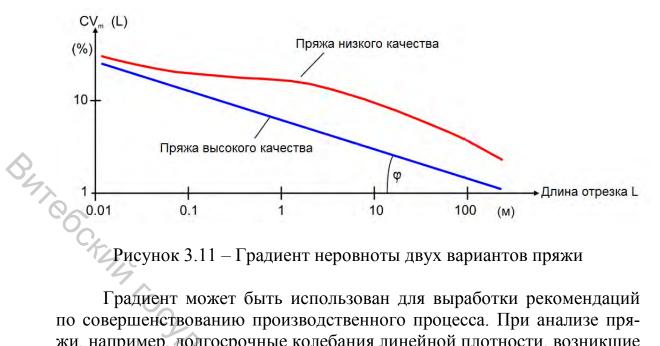
3.4 Градиент внешней неровноты

Еще в 1950 году проводились интенсивные исследования с целью определения того, можно ли использовать другие показатели, кроме CV, для более детального анализа изменений масс отрезков. Результатом этих исследований стал градиент внешней неровноты (variance—length curve).

Градиент показывает, как изменяется квадратическая неровнота по массе отрезков пряжи или полуфабриката при изменении длины отрезка. Примеры градиентов неровноты, построенные для пряжи разного качества, представлены на рисунке 3.11.

Использование градиента внешней неровноты позволяет осуществлять сравнение между собой пряжи или полуфабрикатов:

- полученных по различным технологиям (с использованием разного оборудования или по разным технологическим режимам);
 - из разного исходного сырья;
 - от разных поставщиков.



Градиент может быть использован для выработки рекомендаций по совершенствованию производственного процесса. При анализе пряжи, например, долгосрочные колебания линейной плотности, возникшие на одном из предшествующих переходов, приводят к повышению CV на соответствующей длине отрезка. Градиент неровноты волокнистого продукта низкого качества располагается выше, чем градиент, построенный для качественного продукта.

Как показано на рисунке 3.7, градиент неровноты качественной пряжи, построенный при использовании логарифмической шкалы по обеим осям, имеет вид прямой с постоянным углом наклона ф. Поэтому любые отклонения градиента от прямой указывают на проблемы, связанные со свойствами сырья или организацией технологического процесса. Кроме того, более пологие участки градиента свидетельствуют о проблемах, имеющих место на одном или нескольких технологических перехода.

На рисунке 3.12 представлены диаграммы, построенные для отрезков длиной 1 м, и соответствующие им градиенты неровноты. Можно отметить, что образец, характеристики которого представлены на рисунке 3.12~a, имеет самую высокую неровноту на коротких отрезках (около 20 %). Однако по градиенту можно увидеть, что с увеличением длины отрезка неровнота по линейной плотности существенно снижается, и на отрезках длиной 50 м данный образец более равномерен, чем образец б. По диаграмме масс сделать подобный вывод не представляется возможным.

Диаграмма масс, представленная на рисунке $3.12 \, \delta$, характеризуется более высокой долгосрочной неровнотой, что приводит к появлению более пологого участка на градиенте. Из-за этого пряжа, относительно равномерная на коротких отрезках, является самой неравномерной из-всех рассмотренных образцов на отрезках длиной более 10 м.

Наиболее равномерным по линейной плотности является образец, характеристики которого представлены на рисунке 3.12 в. Он обладает наименьшей неровнотой на отрезках длиной 2 см и существенным снижением неровноты с увеличением длины отрезка, что отражается на форме градиента.

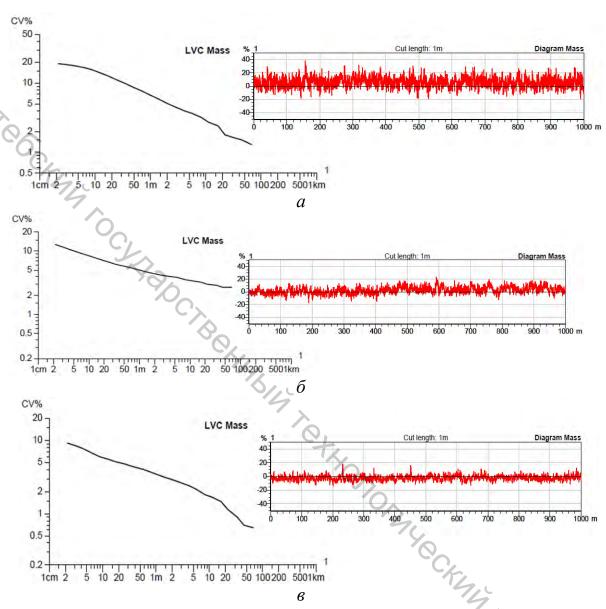


Рисунок 3.12 – Градиенты неровноты и соответствующие им диаграммы, построенные для отрезков длиной 1 м

С помощью прибора USTER® TESTER могут быть построены трехмерные градиенты неровноты для всех образов в серии испытаний (рисунок 3.13). Это делает возможным сравнение образцов между собой. В этом случае резко выделяющиеся початки с пряжей легко обнаруживаются. Таким примером является образец 1/4, которому соответствует повышенный коэффициент вариации по линейной плотности на отрезках длиной 10 м, равный 3.3 %. При этом минимальную неровноту на отрезках аналогичной длины (1,85 %) имеет образец 1/1.

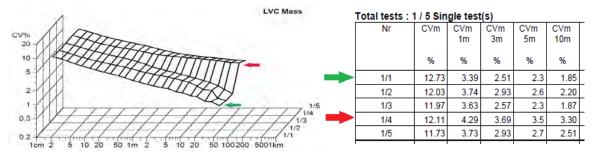


Рисунок $3.13 - \Gamma$ радиенты неровноты и соответствующие им значения квадратической неровноты(1/1, 1/2 1/3, 1/4, 1/5 – номера початков)

3.5 Долгосрочные наблюдения за показателями неровноты пряжи

Для оценки качества продуктов, которые периодически выпускаются прядильной фабрикой, сравнений с данными USTER® STATISTICS недостаточно. Целесообразно также систематически отслеживать и контролировать изменение статистически определяемых показателей качества продукции в течение длительного периода времени. Это может быть сделано автоматически посредством использования системы USTER® Lab Expert. Применение данной системы обеспечивает возможность определения на ранней стадии любых тенденций изменения свойств пряжи, которые могут быть связаны с колебаниями характеристик сырья или состоянием и режимом работы производственного оборудования. На основе результатов измерений формируется график с учетом заранее введенных настроек для определенного интервала времени. Этот график должен также содержать предварительно установленные ограничения на свойства продуктов, которые не должны превышаться.

Эти ограничения могут, например, быть установлены как утроенные значения среднего квадратического отклонения (3s), которые рассчитываются для партии пряжи требуемого качества, а затем отображаются на графике.

Для каждой точки также определяется среднее квадратическое отклонение с целью выявления любых изменений неравномерности характеристик продукции (рисунок 3.14).

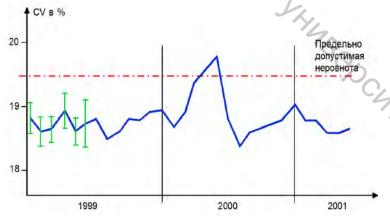


Рисунок 3.14 – Долгосрочный отчет

4 СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕРОВНОТЫ ПРОДУКТОВ ПРЯДЕНИЯ

4.1 Доверительный интервал коэффициента вариации CV_m

Существует достаточно много случаев, когда в производственных условиях приходится сравнивать характеристики нескольких различных партий пряжи, например, при замене одной сортировки на другую, при корректировках параметров технологического процесса, при получении партий пряжи от разных поставщиков и т. д. В этих случаях, как правило, полученные численные значения показателей неровноты отличаются друг от друга. Но эти значения являются лишь точечной оценкой показателей, интересующих технологов. Вполне вероятно, что исследуемые партии пряжи различаются незначительно, так как разброс значений показателей в пределах одной партии выше, чем разница показателей, определенных по выборке при проведении испытаний.

Следовательно, для исследования качества пряжи и полуфабрикатов прядильного производства знание только средних значений показателей недостаточно. Более целесообразно объединить эту меру точности с интервальной оценкой необходимого параметра качества. Это можно сделать, используя знания о теоретическом распределении вероятности выборочного параметра для того, чтобы вычислить доверительный интервал (Confidence Interval) для выбранной величины.

Доверительный интервал расширяет оценку в обе стороны на некоторую величину, кратную стандартной ошибке данного показателя.

Важной предпосылкой правильного выполнения статистических расчетов является знание о законах распределения значений CV_{m} . Многочисленные исследования показали, что расчет доверительных интервалов коэффициента вариации по линейной плотности может быть основан на предположении о нормальном распределении. Установлено, что если объем выборки достаточно большой, то для нее можно применять законы нормального распределения.

В текстильной промышленности, как правило, рассчитывают 95 % – ный доверительный интервал. Можно вычислить и другие доверительные интервалы, например 99 %-ный.

Доверительная вероятность $Q_{95\%}$ означает, что если сделать еще несколько выборок из этой же совокупности, то интервал будет содержать истинное среднее значение в 95 % случаев.

Нормальный закон распределения для CV_m проиллюстрирован на рисунке 4.1 на следующем примере. Тестированию подвергались 100 початков гребенной хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 15

текс и 100 початков кардной пряжи той же линейной плотности. Были получены графики частотного распределения значений CV_m .

Расчет доверительного интервала основан на нормальном законе распределения. В первую очередь, для проведения расчетов необходимо определить среднее значение $\overset{-}{x}$ и среднее квадратическое отклонение s.

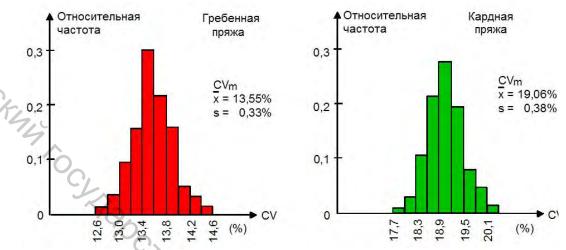


Рисунок 4.1 – Частотные распределения коэффициента вариации

Расчет данных показателей осуществляется прибором USTER $^{\text{®}}$ *TESTER* автоматически. С вероятностью 95 % доверительный интервал рассчитывается по формуле

$$Q_{95\%} = \overline{x} \pm (k \cdot s).$$

Коэффициент k зависит от значения $\frac{t}{\sqrt{n}}$ и может быть принят из таблицы 4.1 в зависимости от объема выборки n (t – табличное значение критерия Стьюдента).

Таблица 4.1 – Значения коэффициента k в зависимости от объема выборки

| Объем выборки п | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 100 |
|-----------------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| Коэффициент k | 1.24 | 0.715 | 0.467 | 0.373 | 0.32 | 0.284 | 0.198 |

Рассмотрим порядок расчета на следующем примере. Из партии, содержащей 100 тысяч початков хлопчатобумажной кардной пряжи линейной плотности 11,8 текс, было отобрано и испытано 10 початков. Получены следующие значения коэффициента вариации $C_{\rm Vm}$ единичных образцов:

14.6, 12.8, 12.7, 15.0, 13.1, 14.5, 14.9, 12.9, 13.4, 13.3 %.

Результаты расчетов:

- среднее значение квадратической неровноты $\bar{x} = 13.7 \%$.

среднее квадратическое отклонение s = 0.87 %.
 Таким образом, с вероятностью 95 % доверительный интервал:

$$Q_{95\%} = \overline{X} \pm (k \cdot s) = 13,7 \pm (0,715 \cdot 0,87) = (13,7 \pm 0,62)\%.$$

Если протестировать все прядильные початки из партии, то можно получить фактическое значение коэффициента вариации. Однако, так как мы испытывали только 10 початков, мы можем определить только пределы, в которых должно находиться истинное значение показателя. Погрешность результатов будет тем меньше, чем больше объем выборки.

Таким образом, с вероятностью 95 % можно заключить, что фактическое значение показателя находится в интервале от 13,08 % до 14,32 %.

В этом случае вероятность того, что мы сделали ошибку, составляет 5 %. Если же мы хотим получить более точное значение, необходимо увеличивать объем выборки. Доверительный интервал указанных показателей рассчитывается прибором $USTER^{®}$ *TESTER* автоматически.

4.2 Статистически значимая разница между двумя значениями CV_m

4.2.1 Сравнение двух партий пряжи при использовании одного испытательного прибора

Если для двух партий пряжи получены средние значения C_{Vm} , соответственно, равные \overline{x}_1 и \overline{x}_2 , то они могут не совпадать, как это показано на рисунке 4.2.



Рисунок 4.2 – Сравнение распределений показателей образцов пряжи, полученных на разных прядильных машинах

В этом случае нас интересуют пределы, в которых разница между двумя распределениями случайна, и за пределами которых она статистически значима. Для того чтобы определить эти пределы, необходимо рассчитать средние значения показателей х1 и х2 для каждой партии и их средние квадратические отклонения. Затем можно рассчитать значение критерия Стьюдента t_{cal} по следующей формуле (при одинаковом объеме выборок для каждой партии n):

$$t_{cal} = |\bar{x}_1 - \bar{x}_2| \cdot \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{s_1^2 + s_2^2}}.$$

 $t_{\rm cal} = |x_1 - x_2| \cdot \sqrt{s_1^2 + s_2^2}$ Далее расчетное значение показателя отмечается на рисунке 4.3.



Например, для одного потребителя 3 месяца назад была произведена партия гребенной хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 11,8 текс. В результате испытаний 50 початков из этой партии получены следующие результаты. Среднее значение коэффициента вариации составило $x_1 = 12.8 \%$, среднее квадратическое отклонение – $s_1 = 0.46 \%$.

Для того же потребителя из того же сырья в настоящее время выпущена еще одна партия пряжи. В результате испытаний 50 початков из этой партии получены следующие результаты: $x_1 = 12,5 \%$, $s_2 = 0,58 \%$.

Необходимо выяснить, является ли разница между этими двумя партиями статистически значимой.

$$t_{cal} = \left| \overline{x}_1 - \overline{x}_2 \right| \cdot \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}} = \left| 12,8 - 12,5 \right| \frac{\sqrt{50}}{\sqrt{0,2116 + 0,3364}} = 0,3 \cdot 9,56 = 2,87.$$

Если это значение поместить на рисунок 4.3, то оно попадет в область статистически значимых различий. Из этого следует вывод о том, что или исходное сырье, или технологические процессы ухудшились. Всегда рекомендуется использовать одинаковый размер выборки для обеих партий, так как иначе правила, по которым выполняется расчет, нельзя использовать.

Если для двух партий, описанных выше, протестировать по 10 початков, то расчетное значение критерия Стьюдента t_{cal} может составить 1,92. Это приведет к неверному выводу о том, что различия статистически незначимы. Из этого следует, что размеры выборки должны быть достаточно большими. Для больших партий, например, выборки могут составляться в течение нескольких дней.

4.2.2 Сравнение показателей C_{Vm} со значениями, полученными на других приборах или с USTER $^{\text{\tiny ®}}$ STATISTICS

При сравнении значений C_{Vm} с результатами измерений на других приборах или с USTER $^{\text{®}}$ STATISTICS необходимо знать не только доверительный интервал, но и погрешность прибора. При сравнении результатов испытаний на двух приборах принимается в расчет погрешность в 1 %. Указанное отклонение справедливо при нормальном состоянии лабораторного оборудования. В этом случае можно применить те же подходы, что и в предыдущем разделе, с той лишь разницей, что доверительный интервал должен быть расширен на величину погрешности прибора (рисунок 4.4), так как обе эти величины оказывают влияние на статистическую значимость.

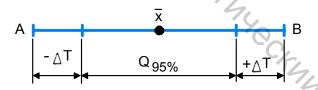


Рисунок 4.4 – Графическое представление доверительного интервала и погрешности прибора

Рассмотрим порядок расчета на нескольких примерах.

Пример 1: Сравнение с USTER® STATISTICS

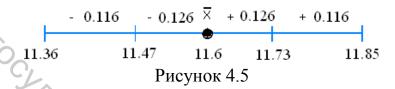
20 початков гребенной пряжи линейной плотности 15,4 текс отобраны из партии и протестированы на приборе USTER[®] *TESTER*. В результате измерений получены следующие данные:

- среднее значение квадратической неровноты $\bar{x} = 11.6 \%$.
- среднее квадратическое отклонение s = 0.27 %.

Доверительный интервал:

$$Q_{95\%} = \overline{x} \pm (k \cdot s) = 11.6 \pm (0.467 \cdot 0.27) = (11.6 \pm 0.126)\%.$$

Максимальное отклонение значения CV, полученное на двух приборах USTER® *TESTER*, составляет 1 %. С учетом полученных результатов определена погрешность: $\pm 0.01 \cdot 11.6 = \pm 0.116$. Доверительный интервал ± 0.126 откладывается с двух сторон от среднего значения $\bar{x} = 11.6$ %. Дополнительно откладывается погрешность, составляющая 1 % от среднего значения (рисунок 4.5).



Полученный диапазон $11,36 \div 11,85$ изображен для пряжи линейной плотности 15,4 текс на номограмме USTER *STATISTICS* (рисунок 4.6), по которой видно, что по исследуемому показателю пряжа находится между линиями 5% и 25% по USTER *STATISTICS*, то есть можно утверждать, что произведенная партия пряжи по своей неровноте лучше, чем 75% аналогичной пряжи, выпускаемой в мире.

Более подробное описание номограмм USTER® *STATISTICS* представлено в главе 6.

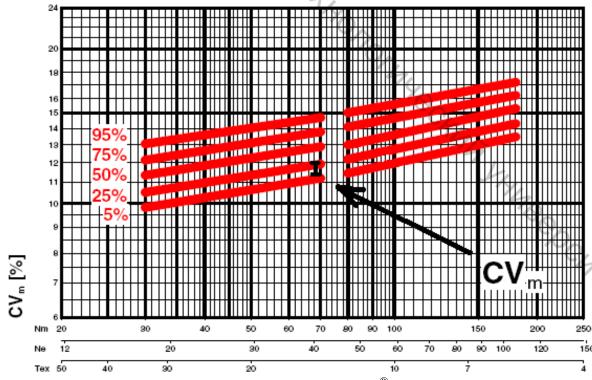


Рисунок 4.6 – Номограммы USTER[®] STATISTICS для хлопчатобумажной гребенной пряжи

Пример 2: Сравнение результатов, полученных на двух разных приборах.

Выборка из 20 початков, отобранная из партии гребенной хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 10 текс, была протестирована на приборе USTER® TESTER. В результате получены следующие результаты:

- среднее значение квадратической неровноты x = 13.1 %.

- среднее квадратическое . Такая же пряжа была произведена на другои фаориле. 20 початков из этой партии пряжи дали следующие результаты: $\overline{x} = \frac{13,5}{6}$ Такая же пряжа была произведена на другой фабрике. Испытания

- среднее значение квадратической неровноты $\bar{x} = 13.5 \%$.

Является ли разница между полученными результатами статистически значимой? Для получения ответа на этот вопрос могут быть использованы следующие методы:

- если разность $|\overline{x}_1 \overline{x}_2|$ средних значений C_{Vm} меньше, чем максимальное различие показаний двух приборов USTER® TESTER (1 %), то различия незначимы. Это значит, что значения находятся в пределах максимальных отклонений показаний приборов;
- если разность $|\overline{x}_1 \overline{x}_2|$ больше максимального различия показаний двух приборов, то большее из средних значений должно быть уменьшено на величину максимального отклонения:

$$\bar{x}_{2}^{*} = 0.99 \times 13.5 = 13.36.$$

Далее рассчитывается критерий Стьюдента t с учетом значения $\overset{-}{x_2}$.

$$t_{cal} = \left| \overline{x}_1 - \overline{x}_2^{\star} \right| \cdot \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}} = \left| 13, 1 - 13, 36 \right| \frac{\sqrt{20}}{\sqrt{0,38 + 0,29}} = 2,43.$$

Если отложить полученное значение на рисунке 4.3, то увидим, что положение точки показывает отсутствие статистически значимых различий между двумя результатами. В этом от принимать каких-либо изменений в отношении параметров работы обо-

4.2.3 Проведение серии испытаний одного и того же волокнистого продукта

В некоторых случаях особый интерес представляет последовательное проведение испытаний нескольких участков пряжи с одного початка. Например, когда есть подозрение на то, что веретено или прядильная камера имеет дефект. При производстве комплексных химических нитей, например, возможно использовать этот метод для выявления качественных изменений на длинных отрезках, а также для обнаружения редко возникающих дефектов (рисунок 4.7). Для определения доверительного интервала здесь также может быть применен нормальный закон распределения случайной величины.



Рисунок 4.7 – Испытания образцов с одного прядильного початка

Пример. Проведена серия испытаний пряжи пневмомеханического способа прядения линейной плотности 50 текс. В результате серии единичных измерений получены следующие значения коэффициента вариации: 13,82 %; 13,54 %; 14,08 %; 13,21 %; 14,28 %; 13,98 %; 14,44 %; 14,85 %; 13,85 %; 13,56 %.

Следовательно:

- среднее значение квадратической неровноты $\bar{x} = 13.96 \%$.
- среднее квадратическое отклонение s = 0.46 %.

$$Q_{95\%} = \overline{X} \pm (k \cdot s) = 13,96 \pm (0,715 \cdot 0,46) = (13,96 \pm 0,33)\%.$$

Таким образом, для данного прядильного блока установлены пределы среднего значения х коэффициента вариации от 13,63 % до 14,29 30C4707 % с вероятностью 95 %.

4.2.4 Статистически значимые различия дисперсий показателей Сут

Иногда особую важность приобретает вопрос о том, значимой ли является разница между дисперсиями показателей неровноты двух образцов. Возможен случай, когда средние значения неровноты х двух

образцов совпадают или отличаются незначительно, но достаточно существенной является разница дисперсий, определенных для этих образцов.

Если разброс значений становится больше обычного, то причинами данного явления могут быть нестабильность технологического процесса, повышенный износ деталей машин и т. д. Если есть подозрение, что различия разбросов значений для двух образцов существенны, дан- $_{1}^{106}$ критер $_{1}^{2}$ и $_{2}^{2}$. ное предположение проверяется путем анализа дисперсий с помощью критерия Фишера F. Для этого определяется отношение двух дисперсий

$$F_{cal} = \frac{S_1^2}{S_2} (S_1^2 > S_2^2).$$

Расчетное значение критерия Фишера F_{cal} должно сравниваться с табличным значением $F_{99\%}$. В результате можно сделать следующие выводы:

- если F_{cal} < $F_{99\%}$ различия случайны, то есть незначимы;
- если $F_{cal} > F_{99\%} -$ различия не случайны, то есть значимы.

Для того, чтобы определить, значимы различия показателей неровноты или нет, используется кривая, представленная на рисунке 4.8.

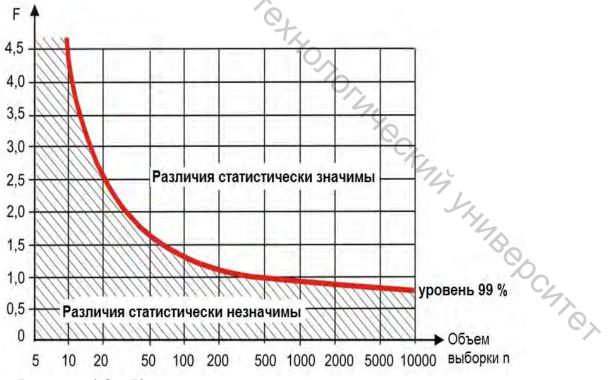


Рисунок 4.8 – Кривая для оценки значимости разницы между дисперсиями

Пример. Испытание двух образцов пряжи одинаковой линейной плотности, полученных на одной прядильной машине, должно показать, являются ли значимыми различия дисперсий показателей неровноты образцов, выработанных на разных веретенах.

В процессе 30 измерений для каждого образца получены следующие результаты: $s_1 = 0.35 \%$, $s_2 = 0.28 \%$.

$$F_{\text{cal}} = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{0.35^2}{0.28^2} = 1.56$$

$$F_{cal} = 1,56 < 2.43 = F_{99\%}$$

 $F_{cal} = -\frac{1}{s_2^2} = 0.28^2$ Сравнение с соответствующими табличными данными показало: $F_{cal} = 1,56 < 2.43 = F_{99\%}.$ Различия дисперсий оказалось статистически незначимым, то есть нет существенной разницы в работе двух веретен.

Описанные в данной главе подходы применимы не только к неровноте по линейной плотности пряжи, но и ко всем другим показателям ее качества.

5 ЧАСТО ВОЗНИКАЮЩИЕ ПОРОКИ ПРЯЖИ

5.1 Группы часто возникающих пороков

Пряжа, выработанная из натуральных или химических волокон, имеет пороки, которые подразделяются на три группы:

- утоненные участки (Thin places);
- утолщенные участки (Thick places);
- узелки или непсы (Neps).

Причины возникновения этих пороков могут быть связаны как со свойствами исходного сырья, так и с несовершенством процессов переработки волокнистых материалов. Надежный анализ этих дефектов, таким образом, не только создает возможность для достижения оптимальных условий организации различных производственных процессов, но может также предоставлять информацию о качестве используемого сырья.

Утоненные и утолщенные участки, которые могут классифицироваться как пороки, характеризуются толщиной, отклоняющейся от среднего значения на величину, превышающую –30 % или +35 %. Узелком или непсом считается участок пряжи, толщина которого превышает номинальное значение на величину, большую 100 %.

Анализируя гистограмму масс отрезков пряжи, представленную на рисунке 5.1, можно отметить, что указанные отклонения массы отрезка от среднего значения действительно характеризуются высокой вероятностью, то есть подобные пороки появляются достаточно часто.



Рисунок 5.1 – Определение частоты появления пороков на гистограмме масс отрезков пряжи

Утолщенные участки, толщина которых превышает установленное ограничение, обозначаются на верхней линии диаграммы USTER $^{\text{®}}$ *TESTER 5* красными треугольниками (рисунок 4.2). Непсы, размеры которых превышают ограничения, обозначаются синими квадратами, а утоненные участки – красными треугольниками на линии – 100%.

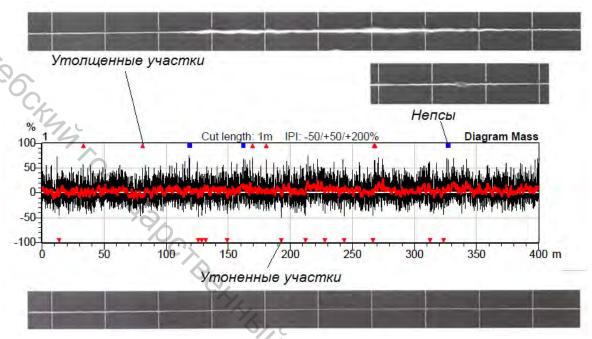


Рисунок 5.2 – Обозначение пороков на диаграмме массы пряжи

На приборе USTER® *TESTER* 6 обозначения часто возникающих пороков изменены (рисунок 5.3). Утолщенные участки, толщина которых превышает установленное ограничение, обозначаются на верхней линии диаграммы масс красными треугольниками. Непсы, размеры которых превышают ограничения, обозначаются черными квадратами, а утоненные участки – красными треугольниками на линии – 100 %.

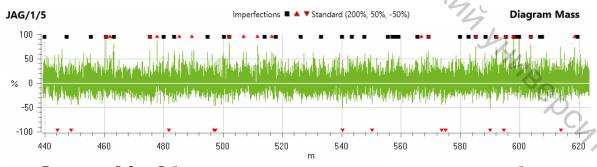


Рисунок 5.3 — Обозначение местных пороков пряжи на приборе $USTER^{@}$ TESTER 6

5.2 Определение утоненных участков

Прибор USTER® *TESTER* позволяет устанавливать следующие пороги чувствительности для определения утоненных участков: -30% / -40% / -50% / -60%. Каждый раз при превышении выбранного ограничения утоненный участок учитывается в общей сумме пороков.

Для утоненных участков не установлено минимального ограничения по длине. Подсчет более тонких участков в пределах более длинного утоненного отрезка предотвращается за счет того, что возможность учета следующего утоненного участка появляется только после того, как линейная плотность увеличивается до принятого ограничения (рисунок 5.4).

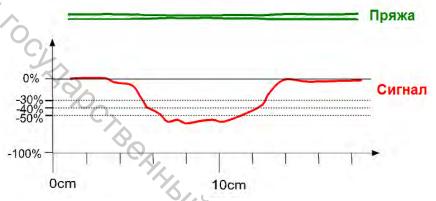


Рисунок 5.4 – Утоненный участок пряжи и соответствующий ему сигнал

5.3 Определение утолщенных участков

Прибор USTER® *TESTER* позволяет устанавливать следующие уровни чувствительности для определения утолщенных участков: +35% / +50% / +70% / +100%. Учет каждого утолщенного участка происходит при превышении установленного ограничения (рисунок 5.5).

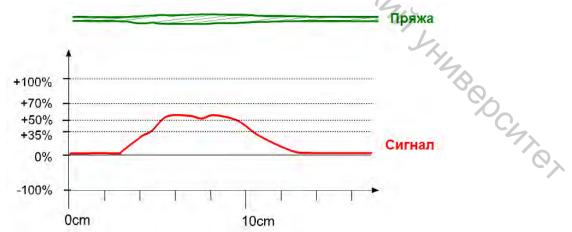


Рисунок 5.5 – Утолщенный участок пряжи и соответствующий ему сигнал

Так как утолщенные участки и непсы должны подсчитываться отдельно, необходимо дифференцировать эти два типа дефектов. Часто возникающие утолщенные участки имеют длину, которая соответствует средневзвешенной длине волокна. Таким образом, измерительное оборудование должно быть запрограммировано таким образом, чтобы различать пряжу из короткоштапельных волокон (хлопок, смеси хлопка с химическими волокнами) и из длинноштапельных волокон (шерсть,

смеси шерсти с даше.

5.4 Определение непса

Непс — это очень короткий утолщенный участок пряжи. Он может маелком из спутанных волокон, или фрагментом раздроблентовытым волокон, или соринкой другого

Прибор USTER® TESTER позволяет устанавливать следующие уровни чувствительности для определения непсов: +140 % / +200 % / +280 % / +400 %. Учет каждого непса происходит при превышении установленного ограничения (рисунок 5.6). Максимальная длина непса составляет 4 мм. Необходимо обратить внимание на то, что выявление непса зависит не только от отклонения его толщины от средней толщины пряжи, но и от длины узелка.

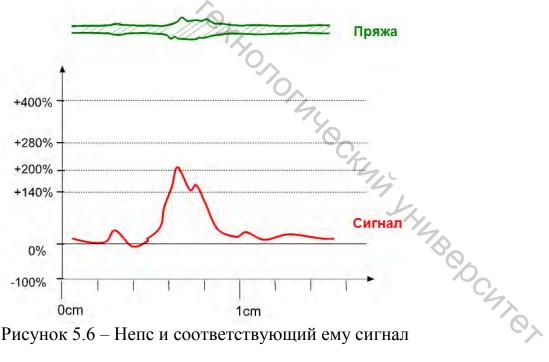


Рисунок 5.6 – Непс и соответствующий ему сигнал

Оценка превышения установленного ограничения осуществляется относительно участка пряжи длиной 1 мм. Превышение на 100 % на участке длиной 3 мм соответствует превышению на 300 % на участке длиной 1 мм, в этом случае непс учитывается в группе +280 %.

Рассмотрим два непса идеальной формы, представленные на рисунке 5.7. Если привести первый непс в соответствие с длиной 1 мм, то он станет идентичным второму непсу. Поэтому прибор USTER $^{\text{®}}$ TESTER учитывает первый непс в группе +400 %. Это связано с тем, что изображенные два непса проявляются в виде одинаковых дефектов, как в ткани, так и в трикотажном полотне.

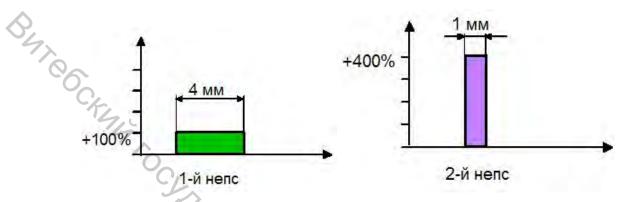


Рисунок 5.7 – Два непса идеальной формы

5.5 Уровни чувствительности, устанавливаемые при проведении испытаний

Человеческий глаз может обнаружить только такие утолщенные участки пряжи, линейная плотность которых превышает среднее значение на величину, большую +35 %. С другой стороны, утоненные участки заметны только тогда, когда они тоньше на величину, превышающую -30 %.

Если оценка количества пороков и неровноты пряжи по линейной плотности осуществляется с использованием «черной доски», то расстояние, на котором она может рассматриваться, может обычно изменяться от нескольких метров до минимальной дистанции.

При большом расстоянии до доски выявляются наиболее значительные пороки, в то время как в случае ее приближения могут быть определены минимальные дефекты пряжи. Установка различных уровней чувствительности на приборе USTER $^{\text{®}}$ TESTER позволяет добиться соответствия испытания этим двум методам оценки (таблица 5.1).

Многочисленные исследования показали, что количество тонких мест, утолщений и непсов в образцах пряжи, полученных различными способами прядения, зависят непосредственно от уровня чувствительности.

 Таблица 5.1 – Характеристики пороков, обнаруживаемых при установке различных уровней чувствительности

| | таолица 5.1 – Характеристики пороков, обнаруживаемых при установке различных уровней чувст | | | |
|--------------------------------------|--|--|--|--|
| Тип порока | Уровень чувствительности | Определение порока | Описание порока | |
| Утоненные участки (Thin places) | -60 % | Линейная плотность участка составляет не более 40 % от средней линейной плотности пряжи | Значительное утонение. Легко обнаруживается на черной доске на расстоянии в несколько метров | |
| | -50 % | Линейная плотность участка составляет не более 50 % от средней линейной плотности пряжи | Достаточно существенное утонение. Легко обнаруживается на черной доске на расстоянии в 1 метр | |
| | -40 % | Линейная плотность участка составляет не более 60 % от средней линейной плотности пряжи | Небольшое утонение. Заметно на черной доске с близкого расстояния | |
| | -30 % | Линейная плотность участка составляет не более 70 % от средней линейной плотности пряжи | Незначительное утонение. Едва различимо на черной доске | |
| Утолщенные участки (Thick places) | +100 % | Линейная плотность участка составляет не менее 200 % от средней линейной плотности пряжи | Значительное утолщение | |
| | +70 % | Линейная плотность участка составляет не менее 170 % от средней линейной плотности пряжи | Достаточно существенное утолщение. Легко обнаруживается на черной доске на расстоянии в несколько метров | |
| | +50 % | Линейная плотность участка составляет не менее 150 % от средней линейной плотности пряжи | Небольшое утолщение. Заметно на черной доске с близкого расстояния. | |
| | +35 % | Линейная плотность участка составляет не менее 135 % от средней линейной плотности пряжи | Незначительное утолщение. Едва различимо на черной доске | |
| Непсы (Neps) | +400 % | Линейная плотность непса составляет не менее 500 % от средней линейной плотности пряжи | Очень большой непс | |
| | +280 % | Линейная плотность непса составляет не менее 380 % от средней линейной плотности пряжи | Достаточно большой непс. Легко обнаруживается на черной доске на расстоянии в несколько метров | |
| | +200 % | Линейная плотность непса составляет не менее 300 % от средней линейной плотности пряжи | Небольшой непс. Различим на черной доске с близкого расстояния | |
| | +140 % | Линейная плотность непса составляет не менее 240 % от средней линейной плотности пряжи | Очень маленький непс. Различим на черной доске только при внимательном рассмотрении | |

Можно предположить, что для любого конкретного уровня чувствительности можно сделать вывод о качестве пряжи (например, высокое, среднее или низкое), который будет справедлив и при любом другом уровне чувствительности. По этой причине в $USTER^{®}$ STATISTICS ранее были предоставлены данные только для уровней чувствительности, которые стали стандартными (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Стандартные уровни чувствительности, устанавливаемые при испытаниях пряжи, полученной различными способами прядения

| Вид дефекта | Способ прядения | | |
|-----------------------------------|-----------------|--------------------|--|
| 1/2. | кольцевой | пневмомеханический | |
| Утоненный участок (Thin Places) | −50 % | -50 % | |
| Утолщенный участок (Thick Places) | +50 % | +50 % | |
| Непс (Neps) | +200 % | +280 % | |

Во многих случаях возникает необходимость добавления столбцов в отчет для получения более полных данных о пряже. Особенно это важно для таких видов текстильных нитей, у которых количество утоненных участков (-50 %) на 1 км не превышает 10, например, для гребенной пряжи или швейных ниток.

Так как неровнота по линейной плотности пряжи существенно снизилась в течение последних двух десятилетий, количество пороков, определенное при указанных уровнях чувствительности, также снизилось. Поэтому в бюллетене USTER® *STATISTICS 2001* впервые опубликованы результаты определения количества пороков при других уровнях чувствительности: для утоненных участков -40%, для утолщенных участков +35%, для непсов +140% (в случае пневмомеханического прядения: +200%).

5.6 Выбор установок «long staple» (длинноштапельное волокно) или «short staple» (короткоштапельное волокно)

Утолщенные и утоненные участки имеют длину, приблизительно равную средневзвешенной длине волокон в пряже (рисунок 5.8). Утолщенными и утоненными считаются участки, линейная плотность которых превышает минимальные уровни чувствительности, соответственно, +35 % и -30 %, и длина которых приблизительно равна средней длине волокон. Более длинные утолщенные и утоненные участки рассматриваются как колебания линейной плотности и не учитываются прибором в общей сумме пороков.

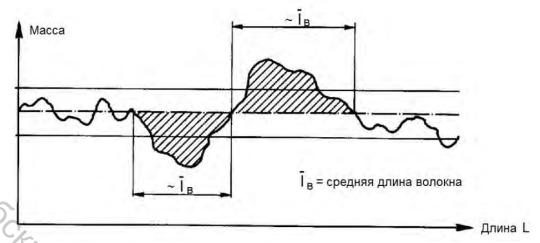


Рисунок 5.8 – Определение длины утолщенного и утоненного участка

Так как длина утоненного или утолщенного участка, относимого прибором USTER® *TESTER* к соответствующей группе часто возникающих пороков, сопоставима со средней длиной волокна в пряже, необходимо обратить внимание на правильность установки параметров тестирования. Если при проведении испытаний хлопчатобумажной или шерстяной пряжи этот вопрос решается однозначно, то при тестировании смешанной пряжи в ряде случаев может возникнуть вопрос: какой тип исходного сырья (короткоштапельное или длинноштапельное) должен быть установлен на приборе перед началом испытания пряжи?

Выбор правильного варианта установки для любого вида пряжи может быть сделан на основе анализа спектрограммы. Взаимосвязь между средней длиной волокна $l_{\rm B}$ и положением максимума спектрограммы записывается в следующем виде:

$$\lambda_{max} = 2.82 \cdot l_B$$
.

Можно считать, что пряжа получена по системам прядения короткоштапельных волокон, если средняя длина волокна оказалась короче 40 мм. Соответственно системе прядения длинноштапельных волокон соответствуют образцы пряжи со средней длиной волокна более 40 мм. Основываясь на приведенном выше соотношении для расчета λ_{max} , может быть найдено следующее решение. Если максимум спектрограммы находится левее следующей длины волны:

$$\lambda_L = 2.82 \cdot 4 \approx 11 \text{ cm},$$

то необходимо при выборе параметров тестирования указывать «short staple» (λ_1) (короткоштапельное волокно). Если максимум располагается справа от длины λ_L (рисунок 5.9), то измерения должны быть проведены при установке «long staple» (λ_2) (длинноштапельное волокно).

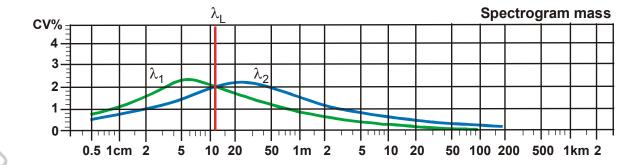


Рисунок 5.9 – Оценка режима проведения испытания с использованием спектрограммы

5.7 Значение информации о часто возникающих пороках пряжи в текстильном производстве

Необходимо отметить, что не только частота появления пороков влияет на качество выпускаемой продукции, но их размеры и количество оказывают существенное влияние также на стабильность переработки пряжи.

С одной стороны, утоненные и утолщенные участки пряжи весьма значительно влияют на внешний вид ткани или трикотажного полотна. Кроме того, увеличение числа этих пороков является показателем того, что качество исходного сырья или процессов его переработки ухудшилось. С другой стороны, в случае повышения количества утоненных участков можно сделать вывод о том, что время простоя ткацкого или трикотажного оборудования будет увеличено в той же степени из-за повышения обрывности нитей. Утоненные участки характеризуются обычно более высокой круткой (из-за меньшего количества волокон в их поперечном сечении снижается жесткость при кручении). Прочность участка пряжи снижается не прямо пропорционально количеству волокон в его сечении.

С утолщенными участками имеет место обратное явление. Увеличение количества волокон в сечении приводит к повышению их жесткости. Поэтому утолщенные участки во многих случаях имеют меньшую крутку, чем средняя крутка пряжи. Прочность этих участков в очень редких случаях пропорциональна количеству волокон в их сечениях. Эти утверждения справедливы в основном для пряжи, полученной кольцевым способом прядения.

Непсы могут влиять на внешний вид тканей или трикотажных полотен весьма значительно. Кроме того, узелки определенного размера могут привести к проблемам при переработке пряжи, трудностям обработки, особенно в трикотажном производстве.

Необходимо обратить внимание на то, что понятие непса или узелка применяется как в оценке качества сырья и полуфабрикатов, так

и в оценке качества текстильных нитей. Однако в этих случаях речь идет о несколько отличающихся понятиях, хотя и связанных между собой. Если мы говорим о количестве непсов в исходном сырье или прочесе, мы имеем в виду узелки, состоящие из спутанных волокна или из спутанных волокон и твердых фрагментов хлопчатника, например, раздробленных семян. В этом случае зажгученность волокнистого продукта оценивается количеством непсов, приходящихся на единицу массы (на 1 г) или на единицу площади прочеса (на 1 см² или на 1 дюйм²).

Количество непсов на пряже оценивается в штуках на 1 километр.

Очевидно, что с увеличением количество узелков в полуфабрикатах прядильного производства количество непсов в пряже также повышается, что подтверждается данными, представленными на рисунке 5.10.

Таким образом, снижение количества непсов в прядильном производстве является одной из фундаментальных технологических проблем, решение которой значительно облегчается применением приборов USTER® TESTER.

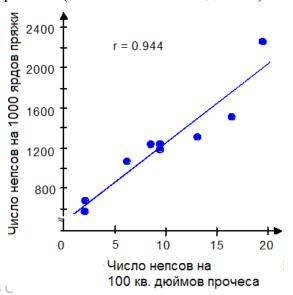


Рисунок 5.10 — Взаимосвязь зажгученности прочеса и количества непсов на поверхности пряжи

Непсы могут подразделяться на две основные категории:

1. Непсы, появление которых связано со свойствами исходного сырья.

Непсы, наблюдаемые на поверхности хлопчатобумажной пряжи, могут быть результатом наличия в исходном сырье растительных примесей и незрелых волокон. Влияние свойств сырья на процесс формирования непсов при переработке шерсти и синтетических волокон незначительно.

2. Непсы, возникающие в процессе переработки.

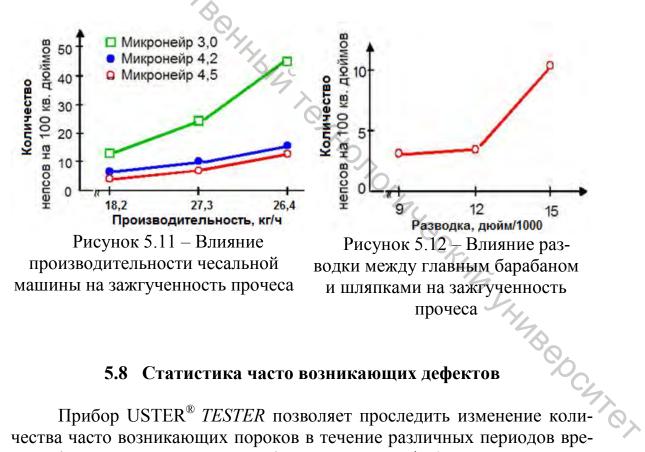
Непсы могут возникать при джинировании хлопка-сырца, а также в процессе кардочесания на шляпочных и валичных чесальных машинах и аппаратах. На их формирование оказывает влияние тип гарнитуры чесальных машин, разводка между главным барабаном и шляпками или валиками рабочих пар и скорость выпуска на машине. Существует множество исследовательских работ, в которых доказано, что количество непсов в прочеса увеличивается при повышении производительности

чесальных машин, при увеличении разводки между главным барабаном и шляпками.

Также на зажгученность прочеса существенное влияние оказывает состояние гарнитуры, которой обтянуты рабочие органы чесальных машин.

Графики, представленные на рисунках 5.11 и 5.12, указывают также на то, что свойства сырья оказывают влияние в сочетании с параметрами технологического процесса. Так, менее зрелое волокно, характеризующееся меньшим значением показателя Микронейр, более склонно к зажгучиванию. Также при переработке незрелого волокна зажгученность прочеса увеличивается при повышении частоты вращения приемного барабана, в то время как для зрелого волокна подобной зависимости не выявлено.

Следовательно, существует ряд факторов, связанных со свойствами исходного сырья и процессами его переработки, которые должны быть приняты во внимание для того, чтобы уменьшить содержание непсов в пряже до минимального значения. При оптимизации технологических процессов USTER® TESTER является ценным инструментом.



5.8 Статистика часто возникающих дефектов

Прибор USTER® TESTER позволяет проследить изменение количества часто возникающих пороков в течение различных периодов времени (дни, недели, месяцы, годы) на прядильной фабрике или на группе фабрик и таким образом определить существующие тенденции.

Результаты измерений затем отображаются графически для соответствующих интервалов времени с указанием заранее определенных допустимых пределов для каждого типа пороков. Эти пределы устанавливаются как утроенные значения среднего квадратического отклонения (3s) относительно значений, полученных для партии качественной пряжи. Для каждой точки измерения также может быть отображено среднее квадратическое отклонение (рисунок 5.13).

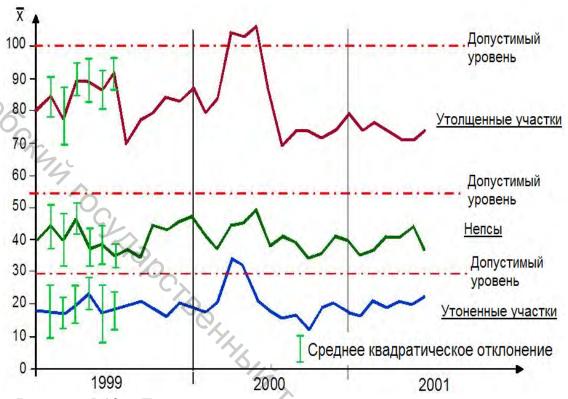


Рисунок 5.13 – Долгосрочный отчет о часто возникающих пороках

Анализа долгосрочных отчетов позволяет определить причины выявленных тенденций на основе информации о средних значениях величин и их распределении. В целом можно различать три возможных типа изменений:

- постоянно изменяющееся среднее количество $x \square$ местных пороков с неизменным значением среднего квадратического отклонения s свидетельствует о повышении степени износа оборудования;
- неизменное среднее значение при изменении среднего квадратического отклонения подтверждает, что техническое обслуживание машин осуществляется на высоком уровне; изменение квадратического отклонения свидетельствует о колебаниях свойств исходного сырья;
- изменяющиеся средние значения количества пороков и непостоянное стандартное отклонение указывает на недостаточную эффективность очистки и колебания климатических условий на прядильной фабрике, а также на непостоянство качественных показателей перерабатываемого сырья.

6 USTER® *STATISTICS* КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ НИТЕЙ И СЫРЬЯ

Термин «качество» имеет ряд определений, вошедших в стандарты, учебники, словари. В стандарте ГОСТ 15467 — 79 под качеством понимается совокупность свойств продукции, обусловливающих её пригодность удовлетворять определённые потребности в соответствии с её назначением.

В стандарте ИСО 8402-86 «Качество — совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности потребителя».

В стандарте ГОСТ ISO 9001 - 2011 «Качество – степень соответствия совокупности присущих характеристик требованиям».

Можно отметить, что даже определения, записанные в стандартах, имеют некоторые смысловые различия. Однако в этом нет существенного противоречия. Термин «качество» может быть использован в различных ситуациях, в связи с чем его смысл может несколько меняться.

С точки зрения специалистов компании Uster Technologies AG возможно несколько различных подходов к оценке качества:

- 1. Для трикотажного или ткацкого предприятия, имеющего значительный опыт по переработке пряжи определенного состава, линейной плотности и назначения, можно считать, что качество партии пряжи, получаемой от одного поставщика, означает стабильность ее основных свойств, так как именно постоянство свойств обеспечивает максимальную эффективность переработки пряжи. Эта идея заложена в расчете Индекса прядильной стабильности (Spinning Consistency Index) при составлении сортировок хлопкового волокна на приборе HVI.
- 2. Наработанный предприятием опыт также может быть обобщен в виде совокупности требований, устанавливаемых на свойства пряжи, например при построении Профиля качества (Quality Profile), что обеспечивает поиск новых поставщиков пряжи, традиционной для данного предприятия. Принцип построения Quality Profile представлен в главе 12 данного учебного пособия.
- 3. Для предприятия, которое ищет поставщика пряжи, ранее не перерабатывавшейся на данном производстве, выбор требований к качеству пряжи основывается на анализе сведений, получаемых извне. То есть предприятие должно иметь источники информации о том, какими свойствами характеризуется пряжа различной линейной плотности, назначения и состава, выпускаемая максимально широким кругом производителей.

Именно таким источником информации является справочник (ранее бюллетень) USTER $^{\text{®}}$ STATISTICS. Первое издание USTER $^{\text{®}}$ STATISTICS было выпущено в 1957 году и включало информацию о неровноте

пряжи, получаемую на приборах компании Zellweger Uster. Издание данного справочника явилось мощным маркетинговым решением, так как потребители пряжи начали включать в перечень требований, предъявляемых к поставляемой пряже, и уровень качества по $USTER^{®}$ STA-TISTICS (USP).

В последующие годы было выпущено множество изданий Uster Statistics, в которых включалась не только постоянно обновляемая информация о неровноте пряжи, но также данные о всех свойствах текстильных волокон, полуфабрикатов и пряжи, которые стало возможным определять на приборах компании Zellweger Uster (в настоящее время Uster Technologies AG).

Четкой периодичности выпуска Uster Statistics не существует. Компания принимает решение об издании данного справочника с учетом появления новых приборов для оценки качества нитей и сырья, а также с учетом изменения свойств текстильных нитей, выпускаемых прядильными фабриками в мире. Как правило, новый выпуск USTER $^{\text{®}}$ STATISTICS появляется каждые 5-7 лет. При этом между выпусками новых изданий компания издает обновленные (дополненные) версии текущих выпусков USTER $^{\text{®}}$ STATISTICS.

На данный момент последний выпуск $USTER^{\otimes}$ *STATISTICS* издан в 2013 году. Он содержит следующие сведения:

- свойства хлопкового волокна, определяемые на приборах HVI и AFIS;
- показатели неровноты хлопчатобумажной и хлопкополиэфирной ленты с последнего перехода ленточных машин;
- показатели неровноты ровницы различного состава (хлопок, вискоза, полиэфирное волокно, шерсть);
- показатели пряжи, определяемые на приборах USTER[®] *TESTER*, USTER [®] *Zwiegle HL400*, USTER[®] *TENSORAPID*, USTER[®] *TENSOJET*, USTER [®] *Zwiegle TWIST TESTER*.

Остановимся непосредственно на свойствах пряжи, определяемых на приборе USTER[®] *TESTER*. Во-первых, необходимо отметить, что с каждым следующим выпуском компания Uster Technologies AG расширяет ассортимент пряжи, для которой приводятся данные в справочнике USTER[®] *STATISTICS*. Издание 2013 года включает сведения о различных видах пряжи, перечисленных в таблице 6.1.

Диапазон линейных плотностей пряжи, о которой содержится информация в USTER $^{\text{®}}$ STATISTICS, зависит от ее состава и системы прядения. Для кардной хлопчатобумажной пряжи этот диапазон составляет от 15 до 100 текс, для гребенной хлопчатобумажной пряжи — от 5,5 до 40 текс, а для камвольной шерстяной пряжи — от 12,5 до 33 текс.

Таблица 6.1 – Ассортимент пряжи, о котором содержатся сведения в USTER® STATISTICS 2013

| Состав пряжи | Способ прядения | Система прядения | Назначение | Паковка | Структура пряжи |
|--|--|--------------------------------|--|---|--|
| Хлопок | Кольцевой (традиционное и компактное прядение), пневмомеханический, аэродинамический | Кардная, гребенная | Для ткацкого и трикотажного производства | Прядильный поча- ток, бобина с пря- дильной и мотальной машины | Одиночная, крученая в 2 сложения |
| Полиэфирное волокно | Кольцевой, пневмомеханический, аэродинамический | | | Прядильный поча- ток, бобина с пря- дильной машины | |
| Вискозное волокно | Кольцевой, пневмомеханический, аэродинамический | | | Прядильный поча- ток, бобина с пря- дильной и мотальной машины | |
| Высокомодульное вискозное волокно, микроволокно, лиоцелл | Кольцевой | 7 | | | Одиночная |
| Полиакрилонитрильное волокно | Кольцевой | (ct. | | Правили и ий помо | |
| Шерсть | Кольцевой | Камвольная | | Прядильный поча- | |
| Лен | Кольцевой (мокрое прядение) | 1702 | | ток, бобина с мо- тальной машины | |
| Высокорастяжимая нить из хлопка и эластомерной нити | Кольцевой | 4 | *\ <u>\</u> | | |
| Различные смеси перечислен- ных волокон | Кольцевой | В зависимости от состава смеси | Cf | | |

Перечень свойств, включенных в USTER $^{\text{®}}$ STATISTICS, почти не зависит от вида пряжи и определяется только набором показателей, определяемых прибором USTER $^{\text{®}}$ TESTER.

Это показатели неровноты пряжи на отрезках от 1 см до 10 м, коэффициент вариации, определенный между различными паковками, количество местных пороков (утолщений, утонений и непсов) разного размера, показатели ворсистости Н и sh, плотность пряжи, показатель круглости ее сечения, засоренность и запыленность.

Необходимо отметить, что при составлении каждого нового выпуска USTER *STATISTICS* компания Uster Technologies AG не использует данные лабораторных испытаний, получаемых в условиях лабораторий прядильных фабрик различных стран мира, так как при проведении испытаний могут быть нарушены требования к температурновлажностному режиму, прибор может быть неоткалиброванным. Компания запрашивает у своих клиентов образцы пряжи, которые испытываются только в лабораториях Uster Technologies AG ее сотрудниками, что обеспечивает достоверность получаемой информации.

Особенностью справочника USTER $^{\mathbb{R}}$ STATISTICS является форма представления информации. В отличие от других справочников, в которых данные, как правило, представлены в виде таблиц, в USTER $^{\mathbb{R}}$ STATISTICS традиционно информация представляется графически в виде номограмм. Если речь идет о показателях качества пряжи, то по оси абсцисс откладывается ее линейная плотность (текс, Ne или Nm), а по оси ординат — соответствующее свойство пряжи.

Номограммы представляют собой прямые линии, количество которых в большинстве случаев равно пяти. Каждая из линий соответствует определенному уровню качества (USP – Uster Statistics Percentile) – 5 %, 25 %, 50 %, 75 %, 95 %. В некоторых случаях количество уровней уменьшается до трех. Необходимо обратить внимание на то, что если линия 5 % располагается выше остальных линий, то представленное на графике свойство является положительным, то есть повышенное значение свойства свидетельствует о повышении качества пряжи. Например, это касается разрывной нагрузки пряжи. Для большинства показателей, определяемых на приборе Uster Tester, например, для неровноты, ворсистости, количества пороков, увеличение значения является отрицательным эффектом. В этом случае линия 5 % располагается ниже остальных.

Если при определенной линейной плотности пряжи ее свойство попадает на линию 25 %, то есть уровень ее качества соответствует 25 %, то можно сделать вывод о том, что пряжи характеризуются высоким качество по данному свойству, так как в мире только 25 % фабрик выпускает пряжу с лучшим значением данного показателя, а 75 % фабрик выпускает пряжу, которая по данному свойству уступает протестированному образцу.

Рассмотрим пример, представленный на рисунке 6.1. При оценке качества гребенной хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 10 текс для ткацкого производства на прядильном початке, то есть до процесса перематывания, определено, что количество утолщенных участков (Thick + 50%) составляет 57 штук на 1 км пряжи. По номограммам видно, что данному количеству соответствует уровень качества USP 75%. Таким образом, можно отметить, что на 75% фабриках мира, выпускающих аналогичную пряжу, количество пороков данного вида меньше, то есть данная пряжа характеризуется относительно невысоким качеством по данному свойству.

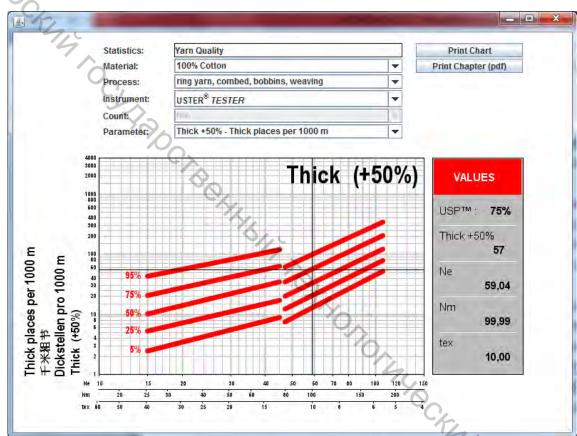


Рисунок 6.1 – Пример номограмм USTER® STATISTICS 2013

Анализируя данные номограммы, можно также отметить следующее:

– для хлопчатобумажной гребенной пряжи каждая линия номограммы имеет разрыв приблизительно на линейной плотности 12,5 текс. Этот разрыв указывает на различия в свойствах исходного сырья, из которого вырабатывается пряжа в соответствующих диапазонах линейных плотностей. На номограммах приведены сведения о пряже линейной плотности от 5,5 до 12,5 текс, выработанной из длинноволокнистого хлопка, и о пряже плотности более 12,5 текс из средневолокнистого хлопка. Для других видов пряжи подобные разрывы линий номограмм отсутствуют;

- справа от номограмм мы можем увидеть численные значения линейной плотности, количества пороков и уровня качества. Численное представление информации является очень важным, так как в большинстве случаев значение исследуемого показателя не попадает на конкретную линию номограммы, а располагается между ними. Поэтому при использовании печатной версии USTER *STATISTICS* можно сделать только приблизительные выводы об уровне качества пряжи, а электронная версия на CD позволяет оценить USP с точностью до 1 %.

В электронных версиях USTER[®] STATISTICS также имеется возможность пользоваться не номограммами, а вернуться к традиционному табличному виду представления информации. При этом пользователь может просмотреть значения показателей (Value) качества пряжи, соответствующие определенному уровню качества USP (на рисунке 6.2 уровень качества 50 %), а также оценить, какому уровню качества соответствует протестированная им пряжа (рисунок 6.3).

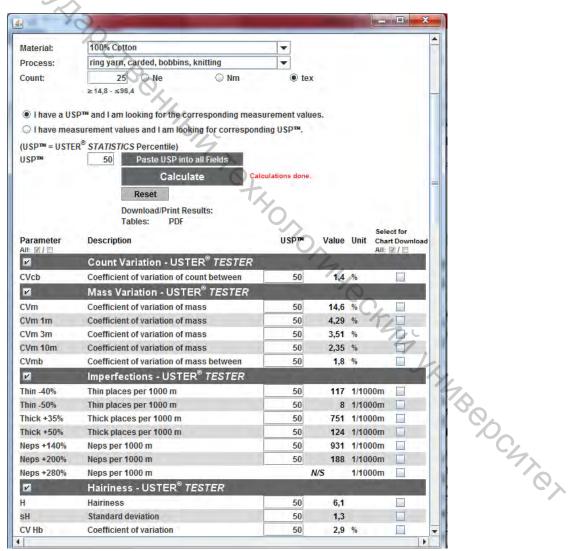


Рисунок 6.2 – Вывод информации о свойствах пряжи при (USP = 50 %)

Анализируя данные, представленные на рисунке 6.3, можно отметить, что различные свойства пряжи соответствуют различным уровням качества USP. Это утверждение справедливо для любой пряжи. Поэтому не являются оправданными запросы ткацких и трикотажных фабрик, формулирующие одинаковые требования ко всем свойствам пряжи.

D47000

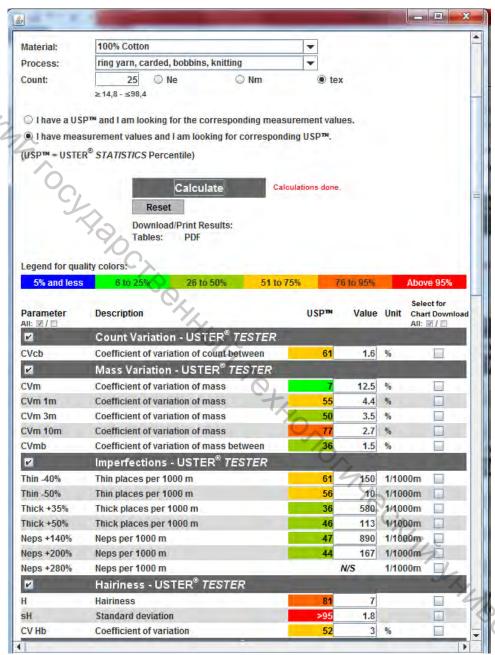


Рисунок 6.3 — Определение уровня качества пряжи по введенной информации о результатах ее испытаний

Для формирования комплекса требований по USTER $^{\text{®}}$ STATISTICS необходимо проведение глубокого анализа свойств пряжи, их влияния на стабильность технологических процессов ее переработки, а также на потребительские свойства текстильных полотен.

7 СУЩНОСТЬ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА неровноты пряжи

7.1 Спектрограмма как основной инструмент выявления причины возникновения периодической неровноты

Одной из наиболее серьезных проблем, возникающих в прядильном производстве, является периодическая неровнота продуктов прядения. Данный тип дефектов является очень распространенным как в полуфабрикатах, так и в пряже по причине дефектной гарнитуры чесальных машин, биения цилиндров и валиков вытяжных приборов, изношенных ремешков и т. д., работа которых приводит к периодическим колебаниям масс отрезков продуктов прядения.

Периодические изменения массы отрезков пряжи приводят к возникновению беспорядочных рисунков на поверхности тканей и трикотажных полотен (муарового эффекта). Их причины связаны не с характеристиками исходного сырья, а с проблемами технологического процесса. Эти проблемы необходимо выявлять как можно раньше. Для анализа периодических дефектов применяются спектрограммы неровноты, так как никакой другой показатель неровноты не позволяет настолько точно выявить источник возникновения периодических изменений, особенно в том случае, если периодических гармоник более одной.

Спектрограмма является представлением колебаний массы отрезков в зависимости от их частоты (рисунок 7.1), в то время как диаграмма показывает изменение массы отрезков во времени (рисунок 7.2).

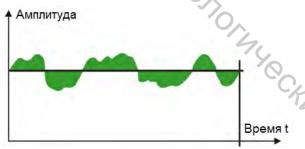


Рисунок 7.1 – Диаграмма – изменения массы отрезков во времени TO CATO

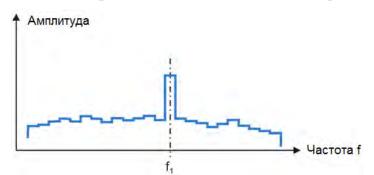


Рисунок 7.2 – Спектрограмма – колебания масс отрезков в зависимости от их частоты

Таким образом, если в волокнистом продукте появляется периодический дефект с частотой f_1 , это приводит к возникновению пика на спектрограмме на расстоянии f_1 от начала координат. Однако при испытаниях текстильных материалов частотный спектр не очень удобен. В этом случае предпочтительно отображать периодический дефект в соответствии с длиной его волны. Частота и длина волны связаны простым соотношением: Dy reg

$$f = \frac{v}{\lambda}$$
,

где f – частота, c^{-1} ; λ – длина волны, m; v – скорость проведения испытания м/с.

Длина волны непосредственно показывает, через какой интервал происходит повторение дефекта (рисунок 7.3). С помощью прибора USTER® TESTER строится кривая, точное название которой – длинноволновой спектр, а для упрощения она называется спектрограммой (рисунок 7.4).

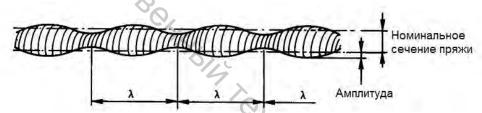


Рисунок 7.3 – Периодический дефект волокнистого продукта

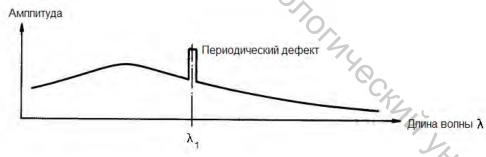


Рисунок 7.4 – Спектрограмма

Преимущества спектрограммы по сравнению с диаграммой заключаются в следующем:

- хотя на диаграмме также проявляются все виды периодических дефектов, их наличие значительно сложнее доказать без применения спектрограммы;
- если количество периодических дефектов больше одного, то они с трудом распознаются на диаграмме, в то время как явно видны на спектрограмме;

– доказательство наличия периодических дефектов во многих случаях требуют существенного снижения скорости проведения испытаний, в то время как спектрограмма может быть получена при максимальной скорости тестирования образцов.

7.2 Структура спектрограммы

Длинноволновой спектр теоретически является непрерывной кривой. Однако с технической точки зрения нет возможности при приемлемой стоимости приборов исследовать каждую частоту (или длину волны). Поэтому ограничиваются исследованиями небольшого количества частот в заданных частотных диапазонах. Частотный диапазон устанавливается посредством применения электрических фильтров. Количество фильтров (каналов) зависит от модели применяемого прибора для оценки неровноты. На первой модели прибора GGP (1948 г.) количество фильтров было равно 35, а на модели USTER® TESTER 6 (2015 г.) количество фильтров составило 220.

Каждый фильтр отвечает за построение определенной части (одного столбика) спектрограммы. Таким образом, по спектрограмме можно увидеть участки, соответствующие каждому из фильтров.

В настоящее время по оси ординат на спектрограмме откладывается не амплитуда колебаний линейной плотности, квадратическая неровнота, возникающая из-за колебаний в диапазоне длин волн, соответствующих каждому из фильтров.

7.3 Нормальная и идеальная спектрограммы

Известно, что невозможно получить волокнистый продукт с неровнотой, значение которой меньше неровноты идеального продукта. Если бы неровнота волокнистого материала снизилась до минимально возможного предела, то спектрограмма должна была бы стать идеальной. Спектрограмму идеального волокнистого продукта будем далее называть идеальным спектром. Под нормальным спектром понимается спектрограмма продукта, который технически реально получить, но который не имеет явных периодических дефектов.

На рисунке 7.5 показаны нормальный (в виде синих столбиков) и идеальный (в виде красной кривой) спектры гребенной хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 20 текс (Nm 50).

Если бы в волокнистом продукте все волокна имели одинаковое поперечное сечение и задний конец каждого волокна всегда соприка-

сался с передним концом следующего волокна (рисунок 7.6), то линейная неровнота U и коэффициент вариации CV были бы равны 0.

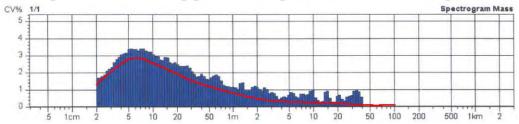


Рисунок 7.5 – Нормальная и идеальная спектрограммы

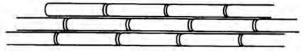
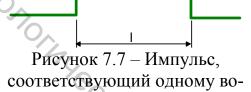


Рисунок 7.6 – Структура абсолютно равномерного по линейной плотности продукта

В этом идеальном случае спектр изображался бы в виде горизонтальной прямой линии, совпадающей с осью абсцисс.

Так как такое распределение волокон в практических условиях нереализуемо, обычно принимается, что идеальным является случайное распределении волокон, которое с технической точки зрения соответствует достижению максимально близкого количества волокон в разных сечениях продукта. Таким образом, при измерении массы участков вдоль волокнистого продукта началу каждого волокна соответствует увеличение массы, а концу – снижение массы.

Сигнал, создаваемый датчиком при испытании волокнистого материала из штапельных волокон, состоит из большого количества «массовых импульсов», каждый из которых соответствует показанному на рисунке 7.7, где длина l может находиться в пределах от нуля до максимальной длины волокна.



локну в продукте

Если все волокна имеют одну длину l_0 (например, штапельные химические волокна), до длина всех импульсов одинакова. В этом случае максимум спектрограммы неровноты пряжи находится на длине волны $2.7 \cdot l_0$ (рисунок 7.8). На длине резки l_0 спектр опускается до нуля.

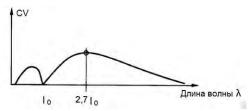


Рисунок 7.8. – Идеальный спектр продукта, состоящего из волокон одной длины

В реальности, когда пряжа вырабатывается из штапельных химических волокон, имеющих одинаковую длину резки, некоторые волокна обрываются в процессе переработки. В результате длина l_0 будет заметна на спектрограмме, но снижения до нуля происходить не будет.

Идеальная спектрограмма пряжи, состоящей из волокон, существенно отличающихся по длине, не имеет впадины, а ее максимум находится на длине волны, приблизительно в 2.82 раза превышает среднюю длину волокна l_B (рисунок 7.9). При испытаниях полуфабрикатов прядильного производства (ленты и ровницы) определено, что максимум спектрограммы имеет тенденцию смещаться вправо, потому что на предварительных этапах продукт состоит из недостаточно разъединенных волокон. Коэффициент пропорциональности в этом случае увеличивается для ленты до 3,5, а для ровницы – до 3,2.

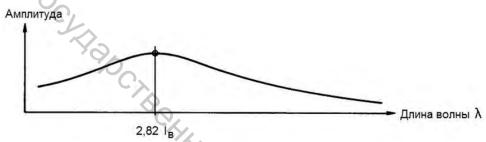


Рисунок 7.9 – Идеальный спектр продукта, состоящего из волокон разной длины

Для приблизительных расчетов компания Uster Technologies AG рекомендует принимать средние длины волокон в зависимости от используемой системы прядения, приведенные в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Ориентировочные значения средней длины волокна

| Материал | Приблизительное значение $l_{\rm B}$ | | | |
|---|--------------------------------------|--|--|--|
| Хлопок (кардная система прядения) | 22 мм | | | |
| Хлопок (гребенная система прядения) | 25 мм | | | |
| Шерсть (камвольная система прядения) | 50 мм | | | |
| 7.4 Примеры реальных спектров неровноты | | | | |

7.4 Примеры реальных спектров неровноты

В зависимости от средней длины волокна и закона распределения волокон по длине в результате испытаний могут быть получены разные виды спектрограмм. Примеры спектров представлены на рисунках 7.10 -7.13.

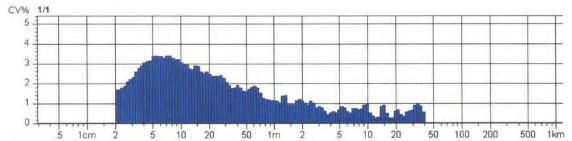


Рисунок 7.10 — Спектрограмма хлопчатобумажной гребенной пряжи, максимум спектрограммы на длине, приблизительно равной 7 см

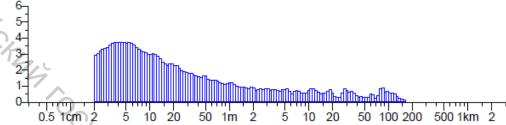


Рисунок 7.11 – Спектрограмма хлопчатобумажной пряжи пневмомеханического способа прядения, максимум спектрограммы на длине, приблизительно равной 5 см

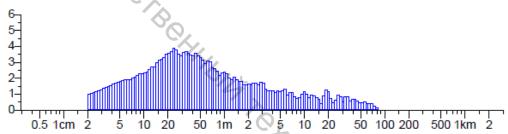


Рисунок 7.12 – Спектрограмма шерстяной пряжи, максимум спектрограммы на длине, приблизительно равной 22 см

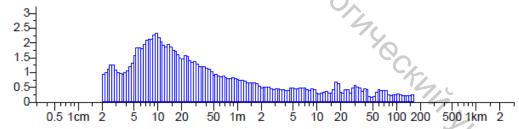
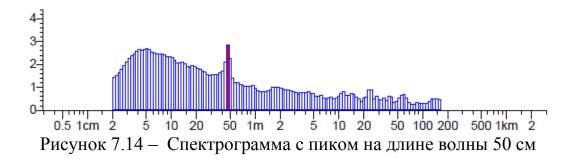


Рисунок 7.13 — Спектрограмма пряжи из химических волокон одной длины, максимум спектрограммы на длине, приблизительно равной 10 см, впадина — 3,8 см (длина резки волокна)

7.5 Влияние периодических дефектов на внешний вид спектрограммы

Если при формировании продукта возникают изменения линейной плотности с периодичностью (длиной волны) λ, то на соответствующем участке спектрограмме появляется пик (рисунок 7.14). Высота этого пика является мерой интенсивности периодического дефекта.



Пик, возникающий на спектрограмме, однозначно подтверждает наличие периодической неровноты. Поэтому именно спектрограммы используются для выявления и анализа подобных колебаний линейной плотности.

В большинстве случаев эти колебания обусловлены загрязнениями и дефектами цилиндров вытяжных приборов, а также неправильными настройками приготовительного и прядильного оборудования. Исключением является появление пиков на спектрограмме фасонной пряжи, периодическая неровнота которой не является ее дефектом и ее создание являлось одной из задач при реализации технологического процесса. На рисунке 7.15 показана спектрограмма неровноты фасонной пряжи с пиком на длине волны 4 см.



Рисунок 7.15 — Спектрограмма неровноты пряжи с периодичностью фасонных эффектов, равной 4 см

Источник возникновения периодического дефекта может быть и на машинах предыдущих технологических переходов. В этом случае продукт характеризуется длинноволновой неровнотой. Однако необходимо иметь в виду, что для того, чтобы на спектрограмме дефект быть обозначен, необходимо, чтобы он повторился в пряже не менее 20 раз.

В приставленном примере пик на длине волны выделен красным цветом, что указывает на его недопустимость. Существуют правила разграничения приемлемых и неприемлемых дефектов:

- 1. При длине волны, меньшей 2 м, пик, высота которого превышает на 50 % и более окружающие его участки спектрограммы, должен рассматриваться как неприемлемый.
- 2. При длине волны, превышающей 2 м, пик, высота которого вдвое превышает окружающие его участки спектрограммы, должен рассматриваться как неприемлемый.

7.6 Отображение околопериодических дефектов на спектрограмме

В процессе вытягивания волокнистых продуктов в вытяжных приборах могут возникать так называемые околопериодические дефекты. В отличие от истинного периодического дефекта, вытяжная волна повторяется в пределах нескольких соседних диапазонов длин волн. Дефект данного типа ведет к повышению уровня спектрограммы без появления одиночного пика, то есть соседние пики группируются.

Пример спектрограммы продукта с околопериодическими дефектами представлен на рисунке 7.16.

Среди причин возникновения околопериодических дефектов при производстве пряжи можно выделить, например, неправильно установленные разводки в зонах вытягивания или повышенное содержание в продукте коротких волокон.

Вытяжные волны не создают характерных рисунков на полотне, как показано на примере пряжи с периодическими дефектами, но приводят к снижению четкости рисунка переплетения.

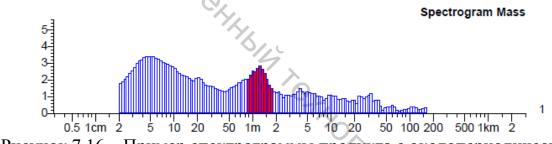


Рисунок 7.16 – Пример спектрограммы продукта с околопериодическим дефектом

7.7 Влияние периодических колебаний линейной плотности на внешний вид тканей и трикотажных полотен

Периодические колебания линейной плотности волокнистых продуктов не всегда приводят к статистически значимым изменениям показателей неровноты и к появлению недопустимых пороков тканей и трикотажных полотен. Возникающие узоры на полотнах становятся еще заметнее после крашения. Это особенно важно для гладкокрашеных полотен, а также для полотен, произведенных из комплексных химических нитей.

Степень влияния периодических изменений линейной плотности нитей на внешний вид полотен зависит не только от интенсивности дефекта, но и от ширины и типа полотна, характеристик исходного сырья, линейной плотности пряжи и других факторов.

Наиболее распространенным узором, создаваемым периодическими дефектами на полотне, является муаровый эффект (рисунок 7.17). Разновидность порока полотна зависит в первую очередь от длины волны периодического дефекта λ . С этой точки зрения различают коротковолновые, средневолновые и длинноволновые периодические колебания линейной плотности пряжи.

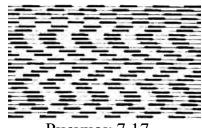


Рисунок 7.17 – Муаровый эффект

Коротковолновые периодические колебания линейной плотности в диапазоне длин волн от 1 см до 50 см обычно повторяются несколько раз в пределах ширины ткани или трикотажного полотна. Это приводит к тому, что периодические утолщенные или утоненные участки располагаются близко друг к другу. В большинстве случае следствием этого является возникновение муарового эффекта. Этот эффект виден на расстоянии от 50 см до 1 м.

Средневолновые периодические колебания в диапазоне длин волн от 50 см до 5 м не всегда возможно распознать. Данные дефекты особенно заметны, если длина волны равна ширине ткани или в два раза ее превышает, а также, если она равна длине распрямленного участка пряжи, соответствующего длине окружности трикотажного полотна, выработанного на кругловязальной машине. В этом случае вероятно образование уточных полос на ткани или «колец» на трикотажном полотне. Вероятность того, что отношение длины волны периодического дефекта к ширине ткани или к окружности трикотажного полотна будет целым числом или близка к нему, чрезвычайно мала. По этой причине существует возможность, что периодическая неровнота в указанном диапазоне длин волн не будет распознаваться.

Длиноволновые периодические колебания линейной плотности с длиной волны более 5 м могут привести к возникновению совершенно разных поперечных полос в полотнах, так как длина волны периодического дефекта больше, чем ширина ткани или окружность трикотажного полотна. Такие дефекты являются довольно легко узнаваемыми в готовом продукте, особенно на расстоянии от образца, превышающем 1 м.

7.8 Обнаружение дефектного рабочего органа по спектру неровноты пряжи

Ценность спектрального анализа как инструмента для оценки неровноты продуктов прядения состоит в том, что только его использование позволяет точно определить как наличие, так и непосредственно место расположения дефектного рабочего органа машины прядильного производства.

Если неровнота продукта прядения имеет одну периодическую составляющую, то она может быть обнаружена на диаграмме массы, а также в некоторых случаях и на градиенте неровноты. Однако в обоих случаях невозможно статистически доказать наличие периодической неровноты. В случае нескольких периодических составляющих указанные характеристики.

Сущность спектрального анализа заключается в построении спектра волн неровноты продукта прядения, выделении в нем пиков, соответствующих периодическим составляющим неровноты, определении места и причины возникновения недопустимой периодической неровноты с целью последующего ее устранения.

Если периодические изменения линейной плотности повторяются не менее 20 раз и характеризуются достаточно высокой интенсивностью, то таким изменениям соответствует пик на спектрограмме, выделяемый красным цветом. Очевидно, что периодические колебания линейной плотности продуктов прядения имеют периодическую причину. Как правило, одно колебание возникает за один оборот вращающегося рабочего органа машины или за один полный ход органа, имеющего возвратно-поступательное движение, если сам этот орган или детали его привода имеют дефект. Хотя возможны и такие случаи, что за один оборот дефектного органа возникает более одного колебания линейной плотности.

Рассмотрим вытяжной прибор кольцевой прядильной машины (рисунок 7.18), прижимной валик выпускной пары которого имеет эксцентриситет, то есть ось его вращения не совпадает с его геометрической осью. Эксцентричность (биение) валика приводит к периодическим изменением нагрузки на него, а также разводки в зоне вытягивания.

Если эксцентричность валика существенна, то за один его оборот возникает одно полное колебание линейной плотности пряжи. Таким образом, длина волны возникающих колебаний равна периметру валика, LHAB COC то есть рассчитывается по формуле

$$\lambda_{\scriptscriptstyle B} = \pi d_{\scriptscriptstyle B}$$
,

где d_B – диаметр валика.

Таким образом, если диаметр валика равен 28 мм, то его периметр равен 88 мм. То есть, если на спектре неровноты мы обнаруживаем выделенный красным цветом пик на длине волны 9 см, то вероятнее всего можно сделать вывод о том, что дефектным является выпускной валик вытяжного прибора.

Аналогично рассчитывается и длина волны периодических колебаний, возникающих из-за эксцентричности выпускного цилиндра вытяжного прибора.

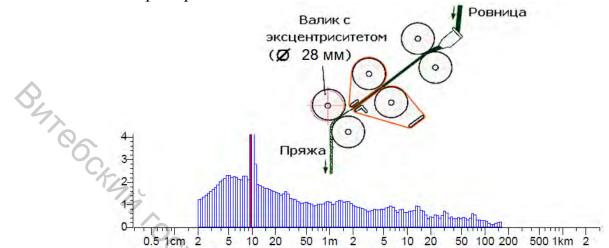


Рисунок 7.18 — Возникновение периодической неровноты из-за эксцентричности валика выпускной пары вытяжного прибора

Допустим, диметр цилиндра равен 25 мм, тогда длина волны создаваемого дефекта равна 78,5 мм (рисунок 7.19).

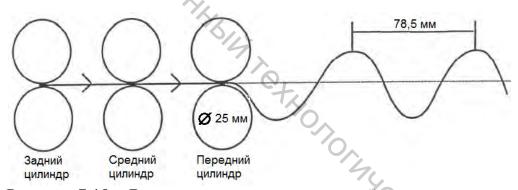


Рисунок 7.19 — Возникновение периодической неровноты из-за эксцентричности переднего цилиндра вытяжного прибора

Если диаметры цилиндра и валика приблизительно одинаковы, то соответствующие их дефектам пики могут иметь одну и ту же длину волны, что затрудняет точное определение причины возникновения периодических колебаний. Данная проблема легко устраняется в результате сопоставления нескольких спектров пряжи, произведенных на разных выпусках одной стороны прядильной машины. Если недопустимые пики отображены на всех спектрах, то дефектным является цилиндр (рисунок 7.20). В случае появления пиков на одном или нескольких выпусках и их отсутствия на других спектрах, с высокой вероятностью можно утверждать, что дефектными являются валики вытяжного прибора.

Если дефектным является не выпускной рабочий орган, то расчеты несколько усложняются. Допустим, что дефектным является средний

валик вытяжного прибора. За один его оборот создается одно колебание линейной плотности мычки, длина волны которого равна периметру валика, также как и в случае, рассмотренном выше.

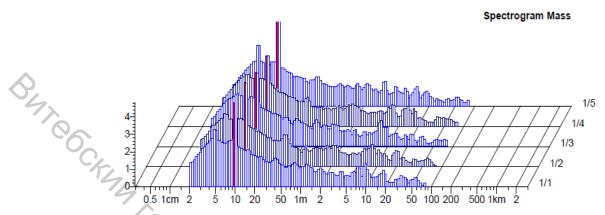


Рисунок 7.20 – Спектрограмма неровноты пряжи, полученной на машине с эксцентричным передним цилиндром вытяжного прибора

Однако в зоне основного вытягивания происходит удлинение волокнистого продукта, кратно вытяжке E_2 . При этом соответственно увеличивается и длина волны. Таким образом, дефектному среднему валику вытяжного прибора соответствуют колебания с длиной волны, определяемой по формуле

$$\lambda_{\scriptscriptstyle B} = \pi d_{\scriptscriptstyle B} E_{\scriptscriptstyle 2}.$$

Для среднего цилиндра расчет осуществляется по такому же принципу (рисунок 7.21).

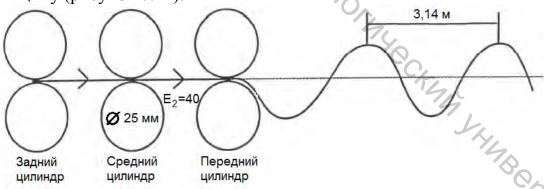


Рисунок 7.21 — Возникновение периодической неровноты из-за эксцентричности среднего цилиндра вытяжного прибора

В случае дефектных питающих валиков или цилиндров длина создаваемой волны равна произведению периметра валика (цилиндра) на общую вытяжку в вытяжном приборе (рисунок 7.22), то есть

$$\lambda_{B} = \pi d_{B} E_{1} E_{2}.$$

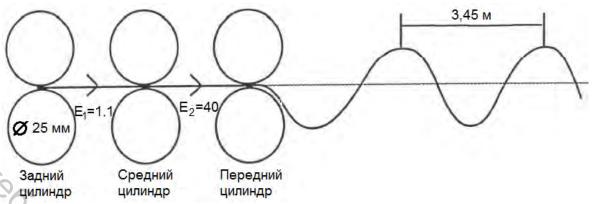


Рисунок 7.22 — Возникновение периодической неровноты из-за эксцентричности заднего цилиндра вытяжного прибора

Кроме деталей вытяжного прибора дефектными могут быть и другие детали машины. В этом случае обнаруженный пик на спектрограмме неровноты располагается на длине волны λ , не равной периметру какого-либо органа. Для определения местоположения подобных дефектных деталей при известной скорости выпуска V можно использовать простую формулу:

$$n = \frac{V}{\lambda}.$$

Из данной формулы очевидно, что дефектный цилиндр и дефектная шестерня, располагающиеся на одном валу машины, создают периодическую неровноту с одинаковой длиной волны. Примером таких дефектных деталей являются задний цилиндр вытяжного прибора и шестерня Z_5 (рисунок 7.23), приводящая его в движения.

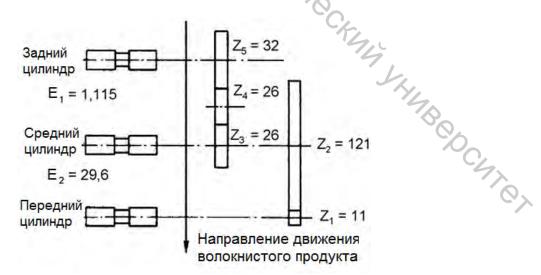


Рисунок 7.23 – Фрагмент кинематической схемы кольцевой прядильной машины

В связи с этим может возникнуть проблема точной идентификации рабочего органа, создающего неровноту продукта. Эта проблема в ряде случаев решается достаточно просто. Дефект шестерни чаще всего приводит к появлению импульсных изменений линейной плотности, что проявляется в возникновении множественных пиков на спектрограмме.

Также необходимо помнить, что эксцентричность валиков вытяжного прибора является распространенной, но не единственной причиной возникновения периодических дефектов. В процессе эксплуатации валики изнашиваются, в результате чего форма их сечения может становиться овальной. В этом случае за один оборот такого валика формируется не один, а два дефекта, то есть длина волны уменьшается в 2 раза.

Бывают случаи, когда расположение пика на спектрограмме оказывается значительно правее всех возможных его положений, определенных при расчетах, которые проведены для конкретной прядильной машины с учетом ее режима работы. В этом случае можно утверждать, что на формирование испытанных образцов пряжи не повлияли дефекты рабочих органов прядильной машины, а установленные проблемы связаны с дефектами деталей предыдущих машин.

Аналогично тому, как в процессе вытягивания увеличивается длина волны периодического дефекта, создаваемого задним валиком вытяжного прибора прядильной машины, можно сделать вывод о том, что длина волны периодической неровноты, возникшей на предварительных этапах технологического процесса, также увеличивается.

Например, если дефектным является выпускной цилиндр ленточной машины последнего перехода (рисунок 7.24), то вырабатываемая лента характеризуется периодической неровнотой с длиной волны, равной периметру цилиндра (аналогично случаю, описанному для кольцевой прядильной машины), то есть 110 мм.



Рисунок 7.24 — Возникновение периодической неровноты из—за эксцентричности переднего цилиндра вытяжного прибора ленточной машины

После вытягивания на ровничной машины данная длина увеличивается в E_1 раз и становится равной 1,21 м. Так как для испытаний отбираются не все тазы с лентой и катушки с ровницей, определенные дефекты могут быть не обнаружены на описанных этапах технологического процесса.

После вытягивания ровницы в вытяжном приборе кольцевой прядильной машины длина волны периодического дефекта увеличивается в E_1 до 40 м. Так как для характеристики периодического дефекта как недопустимого требуется, чтобы он повторился не менее 20 раз, для выявления подобных проблем необходимо подвергать испытанию не менее 800 м пряжи.

На рисунке 7.25 представлена спектрограмма неровноты пряжи с указанием возможных диапазонов длин волн, соответствующих различным технологическим переходам при производстве пряжи по кардной системе прядения хлопка.

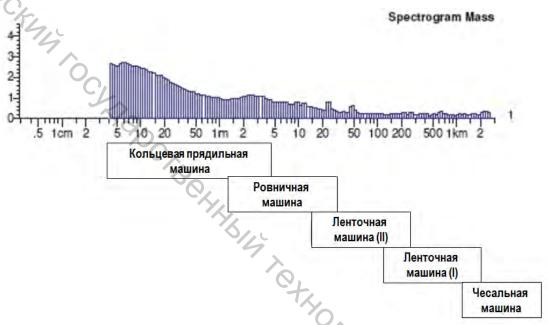


Рисунок 7.25 — Спектрограмма неровноты пряжи с указанием возможных диапазонов длин волн, соответствующих различным технологическим переходам

Анализируя данную спектрограмму, можно сделать вывод о том, что неровнота продуктов прядения по линейной плотности, создаваемая на ранних этапах технологического процесса, оказывает значительно меньшее влияние на неровноту пряжи, чем неровнота, возникающая на нескольких последних переходах. Кроме того, для получения подобной спектрограммы и получение статистически значимой информации о недопустимых периодических дефектах необходимо испытать более 50 км пряжи, что нецелесообразно.

Следовательно, выявление периодической неровноты желательно осуществлять на каждом этапе технологического процесса. Это становится возможным также с учетом установки систем мониторинга качества ленты на чесальных и ленточных машинах.

Существуют случаи, когда выявленный периодический дефект не требует проведения каких-либо мероприятий по его устранению.

Например, при проведении испытаний ленты часто выявляется дефект, равный периметру витка ленты в тазу. Он часто не рассматривается как серьезный дефект, так как в большинстве случаев исчезает на следующих этапах технологического процесса. Прибор для определения неровноты регистрирует изменение толщины ленты в местах пересечения соседних витков в тазу. Поскольку это действие повторяется, его результат часто проявляется в виде пика на спектрограмме. Пик от укладки ленты является не проявлением истинного дефекта, а результатом изменения формы ленты в местах ее перегибов.

Также при оценке качества гребенной ленты на спектрограмме явно виден пик, возникающий при спайке порций при формировании прочеса (рисунок 7.26). Длина λ_{Γ} волны, на которой располагается данный пик, определяется по формуле

$$\lambda_{\Gamma}=L_{9}E,$$

где $L_{\rm 3}$ – длина эффективной подачи прочеса (около 30 мм), E – вытяжка на участке гребнечесальной машины от отделительного прибора до лентоукладчика, приблизительно равная вытяжке в вытяжном приборе машины.

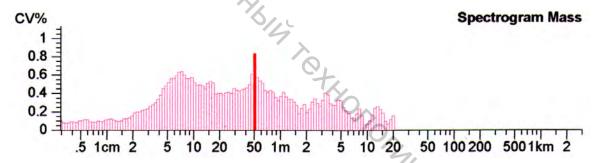


Рисунок 7.26 – Спектрограмма неровноты по линейной плотности гребенной ленты

Периодические утолщенные и утоненные участки ленты, возникающие по причине периодичности процесса гребнечесания, могут быть сглажены в результате оптимизации настроек машины, однако обычно они неизбежны. В то же время периодическая неровнота гребенной ленты не рассматривается как истинный дефект, так как она исчезает на последующем переходе ленточных машин.

В большинстве других случаев периодическая неровнота по линейной плотности продуктов прядения является серьезным дефектом и подлежит устранению.

7.9 Причины появления множественных пиков на спектрограмме неровноты продуктов прядения

Количество пиков, появляющихся на спектрограмме, не всегда соответствует количеству реальных периодических дефектов пряжи. Во многих случаях единственный периодический дефект является причиной появления нескольких пиков.

Только синусоидальные дефекты приводят к появлению одного пика, в то время как множественные пики являются отображением несинусоидальных периодических изменений масс отрезков пряжи.

Если волокнистый продукт характеризуется несинусоидальными периодически повторяющимися изменениями масс отрезков (пилообразные или импульсные дефекты), то на спектрограмме возникает набор пиков, который состоит из пика, соответствующего базовой длине волны, и пиков, соответствующих, так называемым гармоническим волнам. Длины этих волн можно определить, умножая базовую длину волны на коэффициенты 1/2, 1/3, 1/4 и т. д. базовой длины волны.

Подобные дефекты могут вызывать нежелательные явления на поверхности тканей и трикотажных полотен.

В связи с этим возникает необходимость ответа на следующий вопрос: «Являются ли два (три и более) пика проявлениями независимых дефектов или один из них соответствует верхней гармонике другого, то есть они указывают на один и тот же дефект?» Определение ложности высокочастотных пиков осуществляется при анализе спектрограмм, если изменение линейной плотности носит периодический, но не синусоидальных характер. Наиболее распространенные типы проблем, которые могут привести к появлению гармоник — это загрязненные прядильные камеры, дефектные ремешки, неисправные механизмы, создающие возвратно-поступательное движение рабочих органов.

Гармоники характеризуются следующими особенностями:

- Гармоники появляются группами из нескольких пиков на спектрограмме. Из этих пиков только один является истинным, он соответствует наибольшей длине волны, то есть располагается правее остальных. Так как гармоники имеют большие частоты, соответствующие им пики располагаются слева от истинного пика.
- Длины волн гармоник определяются делением длины волны истинного дефекта на целые числа. Например, если период истинного дефекта равен 20 м, то длины волн гармоник определяются как 10 м (20 м / 2), 6.7 м (20 м / 3), 5 м (20 м / 4) и т. д.
- В зависимости от типа дефекта, некоторые гармоники могут быть нечетно кратными истинному дефекту (1/3, 1/5, 1/7 и т. д.). Другие

типы дефектов могут проявляться в виде четно кратных гармоник (1/2, 1/3, 1/4, 1/5) истинного дефекта.

- В зависимости от типа дефекта реальный пик может быть выше пика, соответствующего его гармоникам, или ниже его. Однако в любом случае реальный пик располагается правее пиков, соответствующих гармоникам.
- Если пик соответствует гармонике, то он исчезает одновременно с реальным пиком. Если при удалении реального пика остальные пики на спектрограмме остаются, то они тоже соответствуют реальным дефектам.

Математический аппарат прибора USTER® *TESTER* и его аналогов основан на использовании рядов Фурье, то есть на разложении любой периодической несинусоидальной функции в ряды синусоидальных кривых. Эта процедура представлена на рисунке 7.27 на примере периодического прямоугольного дефекта.

На рисунке 7.27 показано, что профиль дефекта прямоугольной формы может быть представлен как сумма синусоидальных кривых. В дополнение к основной волне (с амплитудой A_1) вводится третья гармоника (с амплитудой A_3), что приводит к получению формы дефекта R, которая очень близка к реальной форме прямоугольного дефекта.

Если сложить все нечетно кратные верхние гармоники A_1 , A_3 , $A_5...A_n$, в результате можно получить прямоугольник. На спектре, представленном на рисунке 7.28, показаны амплитуды верхних гармоник прямоугольного дефекта. Как можно увидеть из данного примера, амплитуды верхних гармоник A_5 , A_7 , A_9 ... A_n становятся для каждой последующей гармоники меньше. Кривая U имеет определенную форму для каждого вида дефекта.

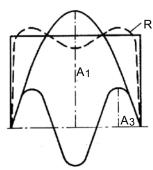


Рисунок 7.27 — Разложение прямоугольного дефекта на синусоидальные составляющие

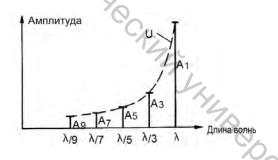


Рисунок 7.28 – Амплитудный спектр

Из рисунков 7.27 и 7.28 можно сделать пять важных выводов:

– Если волокнистый продукт имеет периодический несинусоидальный дефект, то кроме основной волны будут появляться верхние гармоники, длины волн которых кратны основной длине волны $(\lambda, \lambda/3,$ $\lambda/5$, $\lambda/7$ и т. д.) То есть при умножении длины волны гармоники на 2, 3 ... п можно получить длину волны реального дефекта.

- Верхние гармоники характеризуются меньшей длиной волны по сравнению с реальным дефектом, следовательно, соответствующие им пики располагаются слева от реального пика.
- Соотношения амплитуд верхних гармоник зависит от формы дефекта.
- В случае симметричного периодического дефекта (рисунок 7.29) появляются только нечетно кратные гармоники. К этой категории относятся прямоугольные, треугольные дефекты и т. д.
- В случае несимметричных дефектов (рисунок 7.30) появляются как нечетно, так и четно кратные гармоники. Примерами таких дефектов являются пилообразные или импульсные изменения линейной плотности продукта.

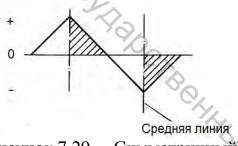


Рисунок 7.29 — Симметричный дефект

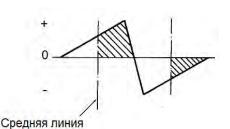


Рисунок 7.30 – Асимметричный дефект

На рисунках 7.29 и 7.30 для треугольных и пилообразных дефектов показано, как определяется их симметричность. Дефект рассматривается как симметричный в том случае, когда в положительной и отрицательной областях заштрихованные области имеют одинаковые профили и площади (рисунок 7.29). На рисунке 7.30 показан асимметричный дефект. Можно увидеть, что заштрихованные области отличаются как по форме, так и по площади. Импульсные дефекты также приводят к появлению четно и нечетно кратных верхних гармоник.

Количество и размер верхних гармоник во многих случаях позволяет выяснить причину возникновения дефекта, как это будет показано далее.

Так как каждый периодический дефект характеризуется определенным набором гармоник, информация о верхних гармониках, возникающих при часто встречающихся неполадках в работе машин текстильного производства, может во многих случаях помочь в определении образования этих дефектов. В приведенной таблице 7.2 представлены наиболее важные категории дефектов и примеры спектров, соответствующих каждой из категорий. Представленные примеры детально описаны в последующих разделах.

Таблица 7.2 - Категории периодических дефектов, характерных для пряжи из натуральных и химических волокон

| | Тип дефекта | Форма дефекта | Спектр периодиче- | Спектр | Возможная причина |
|---|---|---------------------------------------|---------------------------|-----------------|--|
| | ,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,, | · · · · · · · · · · · · · · · · · · · | ской составляющей | неровноты пряжи | возникновения де- |
| | 74 | | неровноты пряжи | 1 | фекта (пример) |
| 1 | Периодический дефект синусои- дальной формы приводит к появле- нию только одного пика на спектро- грамме на основной длине волны | ~~~ | <u> </u> | | Эксцентричный ци- линдр выпускной па- ры вытяжного прибо- ра кольцевой пря- дильной машины |
| 4 | Периодические импульсные дефекты в положительной и отрицательной области приводят к появлению пика на длине основной волны, а также пиков четно и нечетно кратных верхних гармоник. Пик, соответствующий основной волне, в этом случае ниже пиков верхних гармоник | -V-V-V6/ | λ/4 λ/3 λ/2 λ/7 λ/7 λ/2 λ | | Загрязненность желоба прядильной камеры пневмомеханической прядильной машины |
| 4 | Периодические импульсные дефекты в положительной или отрицательной области приводят к появлению пика на длине основной волны и пиков четно и нечетно кратных верхних гармоник. Пик, соответствующий основной волне, имеет максимальную высоту, но высота пика первой верхней гармоники отличается от основного пика незначительно | | λ/6 λ/3 λ/3 λ λ/7 | | Дефект верхнего ре- мешка вытяжного прибора кольцевой прядильной машины |

7.10 Практические примеры периодических дефектов

Пример дефекта категории 1

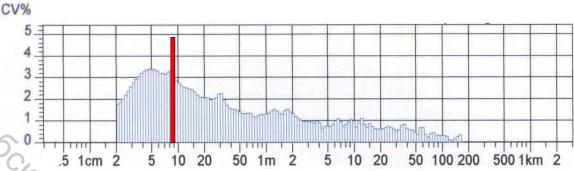


Рисунок 7.31 – Спектрограмма неровноты пряжи с одиночным пиком

Причина возникновения данного дефекта — эксцентричный валик выпускной пары вытяжного прибора прядильной машины. Диаметр валика — 2.54 см.

Периметр валика (длина периодического дефекта) — $\pi \cdot 2.54$ см ≈ 8 см.

К синусоидальному изменению линейной плотности могут приводить также эксцентричность и овальность всех цилиндров и валиков вытяжных приборов, вращающихся рабочих органов чесальных машин, дисбаланс веретен прядильных и крутильно-вытяжных машин.

Пример дефекта категории 2

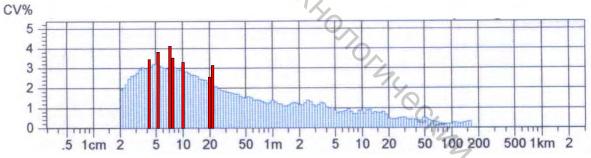


Рисунок 7.32 — Спектрограмма неровноты пряжи с множественными пиками

Данный дефект появился из-за отложения микропыли в желобе прядильной камеры пневмомеханической прядильной машины. Диаметр прядильной камеры равен 6,4 см.

Длина волны, соответствующая дефекту, равна периметру желоба прядильной камеры $\pi \cdot 6.4$ см ≈ 20 см.

В этом случае периодически возникают утоненные участки пряжи, за которыми следуют утолщенные участки. Для данного типа дефектов амплитуда основной волны ниже, чем амплитуды соответствующих ей

верхних гармоник. Например, если максимальную амплитуду имеет гармоника с длиной $\lambda/3$, то длина дефекта приблизительно в 3 раза меньше длины волны λ . Если максимальный пик располагается на спектрограмме на длине $\lambda/8$, то длина дефекта в 8 раз меньше длины волны λ и т. д. Таким образом может быть рассчитана длина периодического дефекта.

Другими причинами возникновения подобных дефектов могут являться неправильно установленные клеточки в вытяжном приборе, дефектные детали или некачественные места соединения приводных ремней или ремешков вытяжных приборов, местные повреждения эластичных покрытий валиков, люфты в реверсивных механизмах и др.

Пример дефекта категории 3

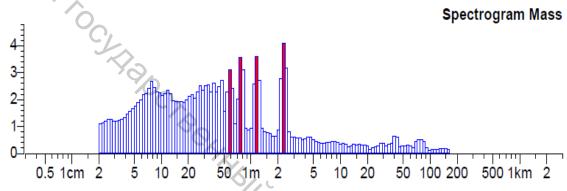


Рисунок 7.33 — Спектрограмма неровноты пряжи с множественными пиками

Причиной возникновения данного дефекта является некачественное место соединения верхнего ремешка вытяжного прибора кольцевой прядильной машины.

Длина ремешка – 12 см. Основная вытяжка – 20.

Длина периодического дефекта равна длине валика, умноженной на вытяжку в основной зоне вытягивания 12 cm * 20 = 240 cm.

Для данного типа дефектов основная волна имеет максимальную амплитуду. Амплитуды верхних гармоник тем медленнее снижаются при уменьшении длины волны, чем короче длина дефекта относительно длины волны λ . Например, если длина дефекта составляет 1/4 длины волны λ , то амплитуда верхней гармоники с длиной волны λ /3 составляет 30 % от амплитуды основной волны. Однако если длина дефекта равна 1/8 длины волны λ , то амплитуда верхней гармоники с длиной волны λ /3 становится больше, чем 90 % от амплитуды основной волны.

Другими причинами возникновения дефектов данной категории могут быть, как и раньше, некачественные приводные ремни, плохо организованный процесс спайки на гребнечесальных машинах, неточно установленные клеточки в вытяжных приборах, поврежденная гарнитура рабочих органов чесальных машин и т. д.

Также как и в случае единичных пиков, причиной возникновения множественных пиков может явиться дефект рабочего органа машины одного из предыдущих технологических переходов. На рисунке 7.34 показана спектрограмма неровноты полушерстяной пряжи, на которой в качестве недопустимых показаны пики, соответствующие длинам волн 8 м и 4 м. Представленная ниже диаграмма масс отрезков (рисунок 7.35) подтверждает, что истинная длина волны периодических колебаний составляет 8 м, а пик на длине волны 4 м соответствует верхней гармонике.

В связи с тем, что длина волны равна 8 м, поиск дефектного рабочего органа для пряжи необходимо осуществлять не на прядильной, а на ровничной машине.

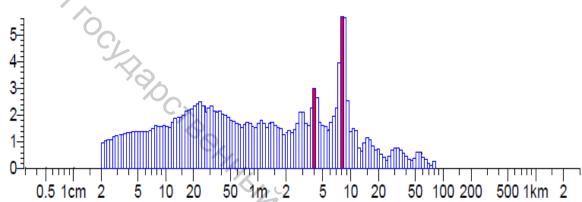
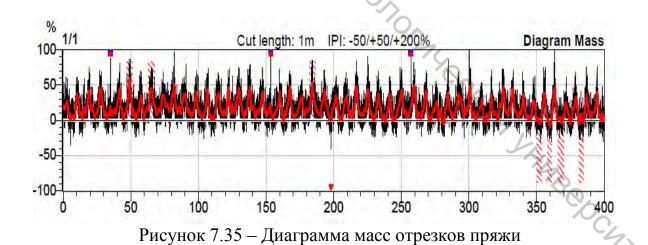


Рисунок 7.34 — Спектрограмма неровноты пряжи с множественными пиками, вызванными дефектом рабочего органа ровничной маши-



8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОРСИСТОСТИ ПРЯЖИ НА ПРИБОРЕ USTER® TESTER. ПОКАЗАТЕЛИ ВОРСИСТОСТИ

8.1 Значение ворсистости в текстильном производстве

Измерение и оценка ворсистости пряжи и ее изменений, независимо от линейной плотности и неровноты по линейной плотности, является важной частью системы контроля ее качества.

За последние 10 лет интерес к оценке ворсистости пряжи и методов ее снижения существенно повысился. Несмотря на то, что ворсистость в большинстве случаев не рассматривалась ранее как положительное или отрицательное свойство пряжи, анализ результатов многолетних исследований позволил сделать следующие выводы, касающиеся ворсистости:

- с повышением ворсистости снижается прочность пряжи;
- повышенная ворсистость пряжи приводит к росту пиллингуемости текстильных полотен, выработанных из нее;
- уменьшение ворсистости приводит к повышению четкости грифа полотна и снижению его мягкости;
- неравномерность ворсистости пряжи, также как и неровнота по линейной плотности, ведет к ухудшению внешнего вида тканей и трикотажных полотен, то есть изменения ворсистости могут приводить к снижению сортности готовой продукции.

В некоторых случаях повышенная ворсистость пряжи является желательным эффектом, например, при производстве тканей с начесом. В других случаях увеличение ворсистости приводит к повышенному пуховыделению в ткацком производстве. В связи с внедрением технологии компактного прядения инструментальная оценка ворсистости пряжи стала необходимой.

На современных модификациях приборов USTER $^{\otimes}$ *TESTER* могут устанавливаться оптические датчики двух типов, позволяющие определять показатели ворсистости пряжи:

- датчик ОН, позволяющий определять безразмерный показатель ворсистости Н и его среднее квадратическое отклонение sh;
- датчик HL, позволяющей оценивать распределение ворсинок пряжи по классам длины.

Повышенная ворсистость может являться причиной ряда проблем в ткацком и трикотажном производстве, а изменения ворсистости могут приводить к снижению сортности готовой продукции.

8.2 Принцип измерения и характеристики датчика ОН

На рисунке 8.1 представлен принцип определения ворсистости датчиком ОН. Постоянный монохромный лазерный луч освещает ворсинки, выступающие из тела пряжи, которые рассеивают параллельный свет. Тело пряжи само по себе темное, так как оно не является прозрачным. Рассеянный ворсинками свет собирается в пучок системой линз и регистрируется оптическим сенсором. В результате преломления, дифракции и отражения рассеянного света от отдельных волокон выступающие ворсинки кажутся светящимися. Получаемый электрический сигнал пропорционален интенсивности света, отраженного выступающими волокнами.

Этот сигнал преобразуется в цифровой вид и оценивается компьютером прибора $USTER^{®}$ TESTER. Если в области измерения отсутствует пряжа, то свет не падает на фотоприемник, таким образом, электрический сигнал не генерируется.

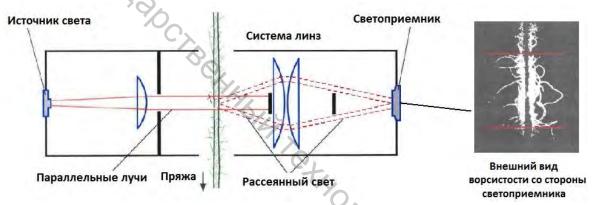


Рисунок 8.1 – Принцип измерения ворсистости

На рисунке 8.2 показаны фотографии трех образцов пряжи различной линейной плотности в том виде, в котором они видны со стороны фотоприемника.

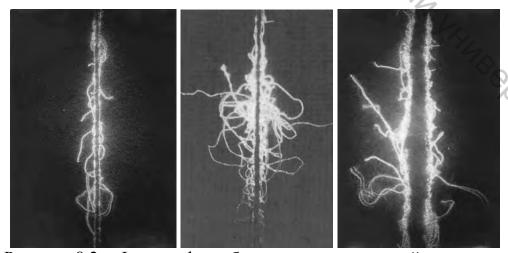


Рисунок 8.2 – Фотографии образцов пряжи с разной ворсистостью

Данный метод измерения имеет следующие достоинства:

- измерения воспроизводимы даже при использовании нескольких приборов;
- измерения могут быть осуществлены на высокой скорости (до 800 м/мин) и не требуют значительных временных затрат;
- при проведении измерений нет необходимости в определении диаметра тела пряжи;
- метод измерения нечувствителен к помехам, таким как, загрязнения, скорость тестирования и т. д.
- измерение осуществляется одновременно с другими видами измерений на приборе USTER[®] *TESTER* 5, то есть не требуется никакого дополнительного времени или перестановки бобин на другие позиции измерительного оборудования.

Датчик ОН было разработан для испытания пряжи из натуральных и химических штапельных волокон. Диаметр волокна, его блеск и прозрачность оказывают незначительное влияние на результаты измерений. Однако существуют определенные виды волокон, которые поглощают инфракрасный свет и которые могут влиять на результаты измерения ворсистости.

Устройство для измерения ворсистости определяет ее на отрезке пряжи длиной, приблизительно равной 1 см. Так как интенсивность света на фотоприемнике пропорциональна общей длине всех выступающих волокон в области измерения, для оценки ворсистости было предложено использовать показатель ворсистости H, который соответствует общей длине выступающих волокон в области измерения длиной 1 см.

Например, если ворсистость H равна 4, то это означает, что суммарная на участке пряжи длиной 1 см длина выступающих волокон составляет 4 см. Так как ворсистость H — это отношение двух длин (длины ворсинок к длине участка пряжи), этот показатель является безразмерным.

Образцы пряжи с различной ворсистостью создают различные внешние эффекты как на черной доске (рисунок 8.3), так и на поверхности початка.

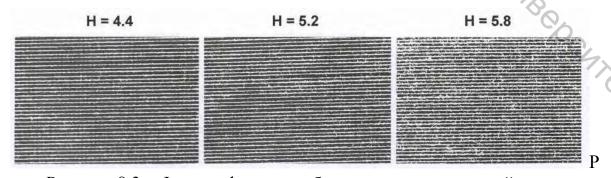


Рисунок 8.3 – Фотографии трех образцов пряжи на черной доске

Приборы USTER[®] *TESTER* определяют ворсистость вдоль участка пряжи приблизительно 100 000 раз в минуту. Полученные единичные данные могут быть представлены в виде гистограммы или частотной диаграммы, примеры которых представлены на рисунках 8.4-8.6.

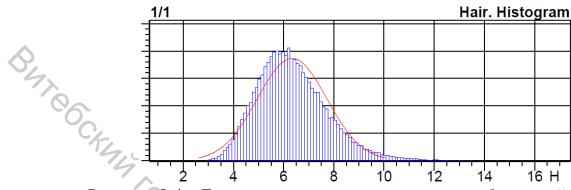


Рисунок 8.4 – Гистограмма ворсистости хлопчатобумажной пряжи

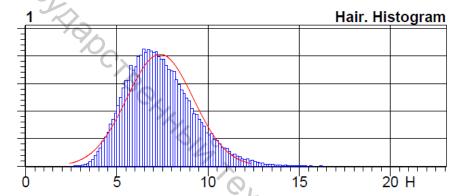


Рисунок 8.5 – Гистограмма ворсистости полушерстяной пряжи

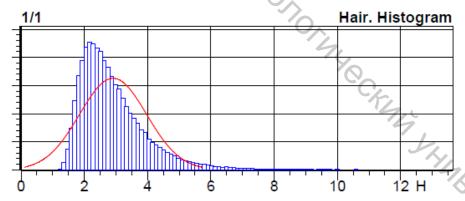


Рисунок 8.6 – Гистограмма ворсистости льняной пряжи

Гистограмма дает представление о законе распределения ворсистости относительно среднего значения, показывает, имеет ли это распределение единственный максимум, имеют ли место какие-либо незакономерные явления во внешних областях гистограммы, насколько существенно закон распределения отклоняется от нормального закона и т. д.

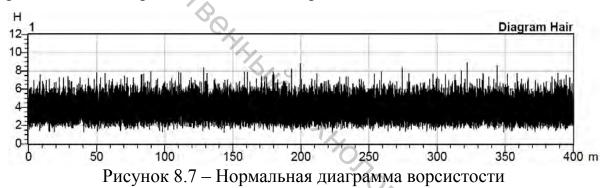
Показатель Н используется при определении других показателей ворсистости. Одной из характеристик, построенных на основании ин-

формации, полученной от датчика ОН, является диаграмма ворсистости, которая показывает колебания ворсистости в пределах определенного периода. На диаграмме длина пряжи откладывается вдоль горизонтальной оси, а ворсистость — вдоль вертикальной оси.

Для отображения диаграммы могут быть выбраны различные длины отрезков, в пределах которых определяются единичные значения ворсистости. Это делает возможным выявление краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных колебаний ворсистости. Длины отрезков выбираются из следующего списка: 0.1 м, 0.3 м, 1 м, 3 м, 10 м, 30 м, 100 м, 300 м и 1000 м.

На рисунке 8.7 показана нормальная диаграмма ворсистости, то есть диаграмма, полученная для отрезков длиной, соответствующей длине области измерения — 1 см. На такой диаграмме, как правило, отображаются краткосрочные изменения ворсистости, а среднесрочные и долгосрочные колебания ворсистости не могут быть обнаружены.

На рисунке 8.8 представлена диаграмма, построенная для того же образца пряжи при длине отрезка 3 м. На этой диаграмме ясно просматриваются долгосрочные колебания ворсистости.



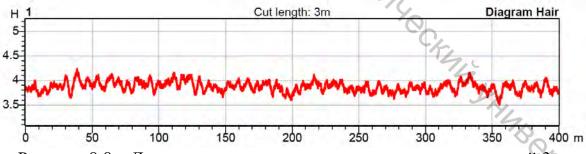


Рисунок 8.8 – Диаграмма ворсистости при длине отрезка, равной 3 м

Для оценки неравномерности ворсистости, как правило, рассчитывается не коэффициент вариации, а среднее квадратическое отклонение ворсистости sh. Данный показатель определяется по данным, полученным при длине отрезка, равной 1 см. Использование показателя "sh" позволяет оценить, насколько существенны колебаний ворсистости пряжи.

Среднее квадратическое отклонение ворсистости sh является показателем, по которому технологи могут судить об изменениях ворсистости испытываемой пряжи. Значение этого показателя определяется приборами USTER® *TESTER* по данным о ворсистости в пределах области измерения, длина которой равна 1 см. То есть значение данного показателя соответствует величине, которая могла бы быть получена, если бы образец пряжи нарезался на отрезки длиной 1 см, для каждого такого отрезка определялась длина выступающих волокон, и показатели неравномерности ворсистости рассчитывались бы по изменению длины ворсинок от одного участка пряжи к другому. То же самое действие можно произвести и с отрезками пряжи другой длины (0.1 м, 0.5 м, 1 м, 10 м, 100 м и т. д.). Чем длиннее участок пряжи, тем меньше изменения, которые имеют место от одного отрезка к другому.

При достаточном количестве измерений может быть получена кривая, представленная на рисунке 8.9, где по оси абсцисс отложены длины отрезков пряжи, а по оси ординат — среднее квадратическое отклонение ворсистости, рассчитанное для этих длин. Градиент неровноты ворсистости особенно полезен для обнаружения долгосрочных непериодических колебаний ворсистости.

Градиент неровноты также предоставляет информацию, касающуюся критического диапазона длин, потому что форма кривой указывает, где градиент тестируемой пряжи в наибольшей степени отклоняется от градиента пряжи высокого качества. Для подобных целей на прядильных фабриках может быть создана сравнительная база, включающая результаты испытаний высококачественной пряжи.

Градиент неровноты ворсистости может быть построен с достаточной точностью при максимальной длине отрезка 400 м. Максимальная длина отрезка может быть рассчитана как 1/20 длины испытываемого образца. Для сравнения различных образцов в пределах одной серии испытаний градиенты неровноты ворсистости могут также отображаться одновременно (рисунок 8.10). На основе такого представления градиентов можно оценить, существуют ли общие проблемы для всех тестируемых образцов. Для этого оценивается форма каждого из градиентов, а затем результаты сопоставляются между собой.

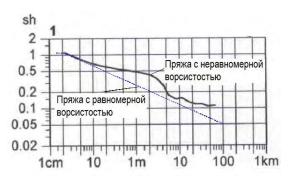


Рисунок 8.9 – Градиент неровноты ворсистости

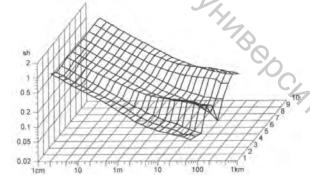


Рисунок 8.10 – Градиенты неровноты ворсистости десяти образцов пряжи

Спектрограмма ворсистости (рисунок 8.11) может дать представление о ее периодических колебаниях. Например, при характере изменения ворсистости, представленном на рисунке 8.12, на спектрограмме появляется пик на длине волны λ .

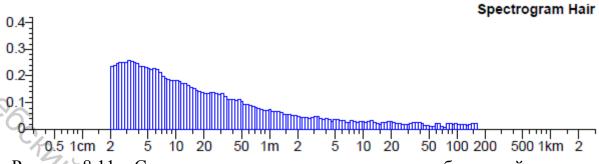


Рисунок 8.11 – Спектрограмма ворсистости хлопчатобумажной пряжи

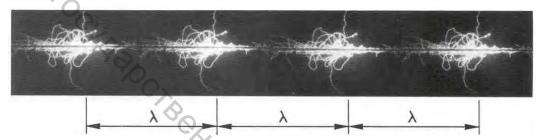


Рисунок 8.12 – Периодические колебания ворсистости

Приборы USTER® TESTER позволяют одновременно отображать спектрограммы, полученные в результате нескольких испытаний (рисунок 8.13). Значимость подобного представления спектрограмм состоит не только в уменьшении расхода бумаги, но и в возможности выявления общих причин возникновения периодической неровноты ворсистости. В представленном случае периодические колебания вызваны дефектом механизма подъема кольцевой планки.

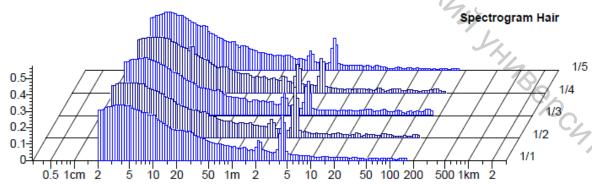


Рисунок 8.13 — Трехмерное представление спектрограмм ворсистости пяти образцов хлопчатобумажной пряжи

8.3 Определение ворсистости на основе применения датчика НЬ

Как указывалось ранее, датчик ОН позволяет получать два показателя, характеризующих среднее значение ворсистости и его колебания по длине пряжи. Однако в ряде случаев необходимо иметь более детальную информацию о том, насколько часто на пряже возникают ворсинки значительной длины. Например, одним из достоинств компактной пряжи является то, что уменьшение количества длинных ворсинок более существенно, чем снижение среднего показателя ворсистости.

В связи с важностью данного вопроса на приборах USTER[®] *TES-TER* 6 создана возможность установки датчика HL, позволяющего определять распределение ворсинок по классам длины, то есть классифицировать их.

Датчик HL создан на основе технологии, разработанной ранее компанией Zweigle. До приобретения данной технологии фирмой Uster Technologies AG одним из ее основных недостатков являлась невозможность проведения испытаний на больших скоростях. Скорость тестирования ограничивалась 50 м/мин. За последние годы технология была доработана, в результате чего был выпущен прибор Uster[®] Zweigle HL400, позволяющий проводить испытания при скорости до 400 м/мин.

Установленный на приборе USTER® *TESTER 6* датчик HL позволяет получать достаточно точные данные при скорости движения нити до 800 м/мин.

На основе информации, поступающей от датчика HL, прибор позволяет классифицировать ворсинки по 7 классам длины, представленным в таблице 8.1 и на рисунке 8.14, а также дает возможность определять 2 кумулятивные характеристики s3u и s1+2u.

По каждой из определяемых характеристик прибор отображает количество ворсинок соответствующей длины на 100 м пряжи. В отличие от датчика ОН на показания датчика НL не оказывает влияние цвет пряжи.

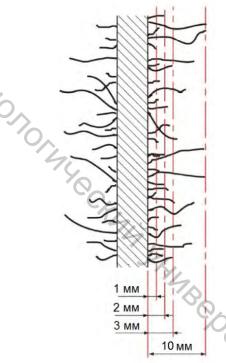


Рисунок 8.14 – Классификация ворсинок по длине

Таким образом, совместное использование датчиков ОН и HL позволяет получать комплексное представление о ворсистости пряжи.

| | Обозначение | Описание |
|----------------|-------------|-------------------------------|
| Классы длины | 1 mm | Ворсинки длиной от 1 до 2 мм |
| ворсинки | 2 mm | Ворсинки длиной от 2 до 3 мм |
| | 3 mm | Ворсинки длиной от 3 до 4 мм |
| | 4 mm | Ворсинки длиной от 4 до 6 мм |
| | 6 mm | Ворсинки длиной от 6 до 8 мм |
| | 8 mm | Ворсинки длиной от 8 до 10 мм |
| 0 | 10 mm | Ворсинки длиной более 10 мм |
| Кумулятивные | s3u | Ворсинки длиной более 3 мм |
| характеристики | s1+2u | Ворсинки длиной от 1 до 3 мм |

8.4 Использование информации о ворсистости в прядильном производстве

Отношение к ворсистости пряжи не может быть однозначным. В ряде случаев повышенная ворсистость может быть полезна и даже желательна. Однако для широкого ассортимента пряжи увеличение ворсистости приводит к отрицательным последствиям, описанным ранее. Кроме того, значительные колебания ворсистости негативно влияют на внешний вид текстильных полотен, следовательно, необходимо стремиться к минимизации изменений ворсистости.

Таким образом, измерения ворсистости могут быть полезны для нахождения и устранения причин повышения неравномерности ворсистости, а также для оценки пряжи с точки зрения ее последующего использования.

В текстильном производстве измерения ворсистости могут быть использованы для следующих целей:

- для снижения ворсистости пряжи с целью обеспечения оптимальных условий ее последующей переработки;
 - для того чтобы выровнять ворсистость пряжи в пределах паковки;
- для того чтобы снизить различия в ворсистости пряжи между различными выпусками оборудования;
 - для исключения периодических колебаний ворсистости;
- для оптимизации конструкции деталей и узлов оборудования, которые в наибольшей степени оказывают влияние на ворсистость;
- для корректировок технологического режима производства пряжи с целью изменения ее ворсистости в требуемом направлении или для ее выравнивания;
- для получения возможности оценки изменения ворсистости в процессе опаливания, крашения пряжи и т. д.;

- для обоснованного выбора параметров процессов снования и шлихтования;
- для прогнозирования поведения пряжи при последующей переработке в ткачестве и трикотажном производстве;
- для создания возможности оценки пиллингуемости текстильных полотен;
- для прогнозирования изменения внешнего вид и мягкости на

ощупь тканеи и трим.

8.5 Факторы, влияющие на показатели ворсистости пряжи

— определяемые на приборах US7 На показатели ворсистости, определяемые на приборах USTER® TESTER, оказывают влияние различные факторы, которые можно разделить на две группы:

- факторы, влияющие на фактические значения показателей ворсистости;
 - факторы, вносящие погрешность в получаемые значения показателей.

Следовательно, изучение факторов, влияющих на ворсистость, с одной стороны, позволяет правильно выбрать параметры работы оборудования, для достижения требуемой ворсистости, а с другой – позволяет правильно произвести оценку ворсистости, исключив влияние различных условий.

Основные факторы, относящиеся к первой группе, сведены в таблицу 8.2.

Таблица 8.2 – Факторы, оказывающие влияние на ворсистость пряжи

| Свойства исходного сырья | Параметры технологического процесса | Температурно- влажностные условия |
|-----------------------------|--|---|
| – штапельная длина | – крутка ровницы, | – температура, |
| волокна, | – натяжение пряжи на кольцевой прядиль- | – влажность |
| – неравномерность | ной машине, | 7/_ |
| по длине волокон, | – тип кольца и бегунка, степень их износа, | |
| - содержание ко- | – твердость эластичного покрытия прижим- | 0 |
| ротких волокон, | ных валиков, | 100 |
| – липкость | – тип пряжевыводящей воронки на пневмо- | 4 |
| | механической прядильной машине, | |
| | – крутка пряжи, | |
| | – скорость наматывания | |

Очевидно, что с увеличением длины волокна уменьшается количество волокон на участке длины пряжи и, как следствие, снижается ее ворсистость. Противоположное влияние оказывают такие параметры,

как неравномерность волокон по длине и содержание в смеси коротких волокон.

При повышении твердости эластичного покрытия прижимных валиков вытяжного прибора незначительно увеличивается ворсистость только кардной пряжи. Для гребенной пряжи подобной зависимости не выявлено.

Чем ниже влажность в процессе прядения, тем выше ворсистость. Интенсивность этого влияния может проявляться в очень широком диапазоне (в зависимости от свойств исходного сырья). Данная зависимость может быть объяснена уменьшением гибкости волокон и накоплением заряда статического электричества. Основные факторы, влияющие на фактическое значение ворсистости, будут рассмотрены далее в данной лекции.

Наибольшее влияние на погрешность определения ворсистости оказывают цвет пряжи и условия проведения испытаний. Все серии испытаний были выполнены при нормальных кондиционных условиях (температура воздуха -20° C, относительная влажность -65 %). Влияние процесса крашения в результаты оценки ворсистости представлены в п. 7.

8.5.1 Влияние строения початка на ворсистость пряжи

Очень важно при определении ворсистости с целью сравнения разных партий пряжи или режимов ее производства подвергать испытаниям образцы, сматываемые с одинаковых участков разных початков. Это требования связано с тем, что по мере наматывания пряжи на початок имеет место изменение натяжения нити и формы баллона, в результате чего ворсистость пряжи в гнезде початка отличается от ворсистости пряжи на его вершине.

На рисунке 8.15 представлены результаты серии испытаний полных початков, пряжа на которых была получена из различного исходного сырья. Закрашенные области показывают диапазон изменения ворсистости в процессе формирования початка. Верхняя линия соответствует максимальной ворсистости, а нижняя — минимальной.

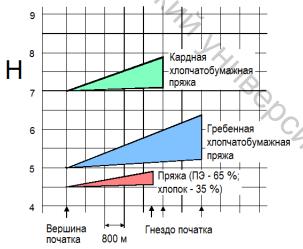


Рисунок 8.15 – Изменение ворсистости в процессе формирования початка

Увеличение ворсистости не всегда линейно, а часто возрастает более существенно в области гнезда початка. Обычно повышение ворсистости от вершины до гнезда початка составляет от 5 до 30 % в пределах одной партии пряжи.

Для компактной пряжи увеличение ворсистости в процессе формирования початка намного меньше 5 %.

При производстве пряжи пневмомеханическим способом повышение ворсистости при наработке бобины не наблюдается, так как на пневмомеханической прядильной машине условия формирования выходной паковки сохраняются постоянными.

Результаты испытания хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 27 текс, представленные на рисунке 8.16, показывают повышение ворсистости пряжи, полученной на кольцевой прядильной машине, от вершины до гнезда початка. Изменение показателя ворсистости Н составляет почти 25 %.

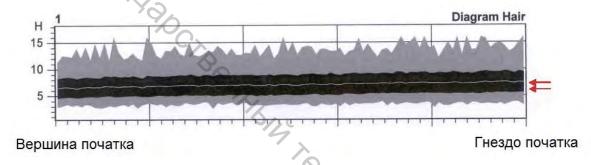


Рисунок 8.16 – Изменение показателя ворсистости H в пределах початка

Влияние описанного эффекта может проявляться в процессе испытания пряжи после ее перематывания. На диаграмме, представленной на рисунке 8.17, можно заметить резкий перепад показателя ворсистости, имеющий место на участке бобины, на котором произошла смена початков пряжи.

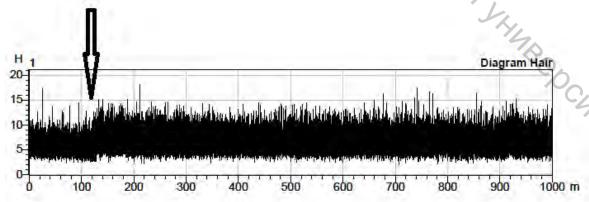


Рисунок 8.17 — Результат измерения ворсистости пряжи кольцевого способа прядения, перемотанной на коническую бобину крестовой намотки

Изменение формы баллона и натяжения пряжи имеют место также в процессе наматывания каждого слоя початка. В случае отсутствия неполадок крутильно-мотального механизма эти периодические изменения не приводят к существенным колебаниям ворсистости. С другой стороны, на необходимость устранения подобных неполадок следует обратить внимание, если на спектрограмме ворсистости появляются пики на длине волны, соответствующие длине полного слоя, то есть длине участка пряжи, наматываемого на початок за один цикл перемещения кольцевой планки вверх и вниз (рисунок 8.18).

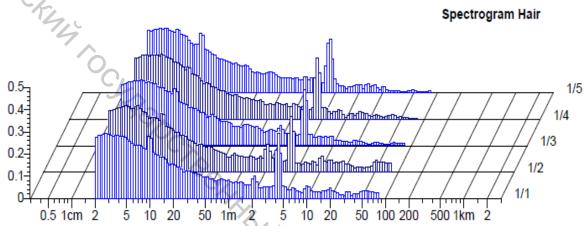


Рисунок 8.18 — Спектрограммы ворсистости, указывающие на периодические изменения условий наматывания пряжи на початок

8.5.2 Влияние крутки пряжи на ворсистость

Известно, что основным фактором, определяющим среднюю длину ворсинки пряжи кольцевого способа прядения, является длина треугольника кручения. В свою очередь, на нее оказывают влияние ширина мычки, выходящей из вытяжного прибора и крутка пряжи.

Чем меньшую крутку получает пряжа, тем более «ворсистая» она становится, так как при этом длина треугольника кручения увеличивается. Таким образом, ворсистость снижается при повышении крутки пряжи.

На рисунке 8.19~a показано влияние крутки на ворсистость вискозной пряжи линейной плотности 17 текс, выработанной из волокна с длиной резки 40~мм, а на рисунке $8.19~\delta$ — аналогичная зависимость, установленная для хлопчатобумажной гребенной пряжи линейной плотности 13~текс. На рисунке 8.19~Трi — количество кручений, приходящихся на 1~дюйм (25,4~мм) пряжи.





Рисунок 8.19 – Влияние крутки пряжи на ее ворсистость

8.5.3 Влияние частоты вращения веретена на ворсистость пряжи

С увеличением частоты вращения веретена может наблюдаться повышение ворсистости, что можно заметить по графикам, построенным в результате испытаний хлопчатобумажной гребенной пряжи линейной плотности 16 текс (рисунок 8.20). Как указывалось ранее, ворсистость в верхней области початка (В) существенно ниже, чем в нижней (А – гнездо початка), что связано с различиями в баллонировании нити. На рисунке 8.21 можно увидеть слабую зависимость среднего квадратического отклонения ворсистости sh от частоты вращения веретена и большее значение данного показателя в гнезде початка, чем на его вершине.

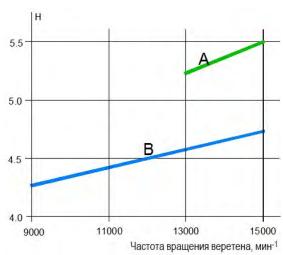


Рисунок 8.20 — Влияние частоты пряжи вращения веретена на ворсистость

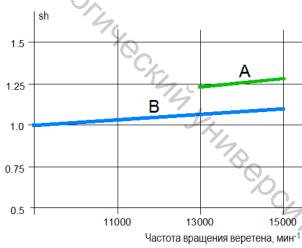


Рисунок 8.21 — Влияние частоты вращения веретена на неравномерность ворсистости

8.5.4 Влияние продолжительности эксплуатации бегунка на ворсистость пряжи

В процессе эксплуатации бегунка изменяется состояние его поверхности, что ведет к изменению ворсистости пряжи. Установлено, что для конкретной прядильной машины и конкретного выбранного бегунка ворсистость приблизительно одинакова в начале и в конце срока службы бегунка. Максимальная ворсистость наблюдается в середине срока службы бегунка. Поверхность нового бегунка недостаточно гладкая. Это ведет к тому, что некоторые выступающие волокна удаляются. Снижающее влияние на ворсистость пряжи наблюдается тогда, когда бегунок изношен. В конце срока службы его края становятся острее и срезают некоторые выступающие волокна. Продолжительность эксплуатации бегунка не оказывает статистически значимого влияния на колебания ворсистости. На рисунках 8.22 и 8.23 представлены результаты испытаний хлопчатобумажной кардной пряжи линейной плотности 20 текс.



Рисунок 8.22 – Влияние срока службы бегунка на ворсистость пряжи

Рисунок 8.23 – Влияние срока службы бегунка на неравномерность ворсистости пряжи

8.5.5 Влияние процесса перематывания на ворсистость пряжи

В процессе перематывания пряжи происходит взаимодействие ворсинок с рабочими органами мотальных автоматов и тростильных машин. В результате этого взаимодействия кончики волокон, первоначально прижатые к телу пряжи, отклоняются от него, визуально увеличивая ворсистость.

На рисунке 8.24 представлены результаты исследований влияния процесса перематывания на структуру поверхности пряжи разного состава. Скорость перематывания составляла 1150 м/мин. Результаты по-

казывают, в каком диапазоне может происходить изменение ворсистости в процессе перематывания.

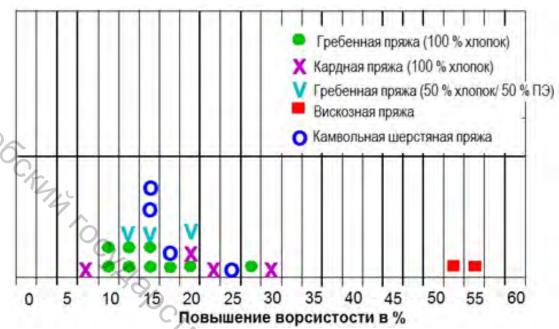


Рисунок 8.24 – Изменение ворсистости в процессе перематывания

На изменение ворсистости оказывает влияние также скорость перематывания. Статистически доказано, что с увеличением скорости перематывания показатель ворсистости Н пряжи и среднее квадратическое отклонение sh повышаются. Это явление объясняется повышением воздействия нитенатяжителей и нитепроводников на структуру поверхности пряжи.

Это исследование также объясняет значительные изменения ворсистости, которые наблюдаются на отрезках пряжи после среза нитеочистителем и вызваны постепенным разгоном мотального барабанчика до рабочей скорости.

8.5.6 Влияние линейной плотности пряжи на ее ворсистость

Если рассматривать в качестве ворсинок выступающие кончики волокон на поверхности пряжи, то можно утверждать, что каждое волокно может создавать две ворсинки.

Несмотря на то, что передний и задний кончики волокна создают ворсинки, существенно отличающиеся по длине, можно утверждать, что с увеличением количества волокон в сечении пряжи должна повышаться и ее ворсистость. Таким образом, пряжа большой линейной плотности характеризуется повышенной ворсистостью по сравнению с тонкой

пряжей. С повышением ворсистости пряжи при повышении ее линейной плотности, увеличивается и ее неравномерность.

Изображенные на рисунках 8.25 и 8.26 графики соответствуют уровню качества 50 % по USTER $^{\text{®}}$ STATISTICS.

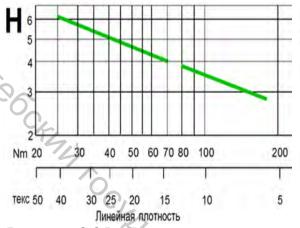


Рисунок 8.25 — Влияние линейной плотности пряжи на показатель ворсистости Н

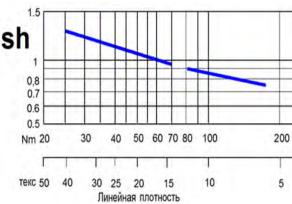
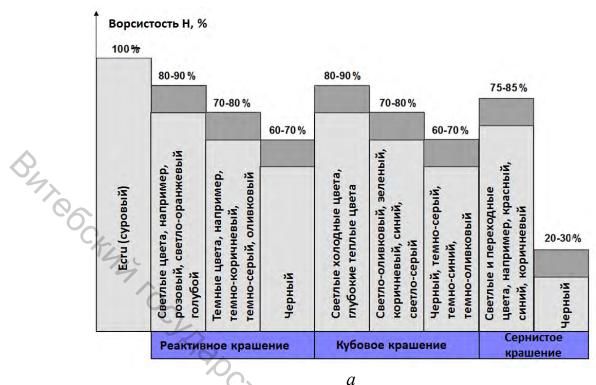


Рисунок 8.26 — Влияние линейной плотности пряжи на средние квадратическое отклонение sh

8.5.7 Влияние цвета пряжи на результаты измерения ее ворсистости

В устройстве измерения ворсистости применяются источники инфракрасного лазерного излучения. Так как некоторые текстильные красители поглощают инфракрасное излучение, может оказаться, что значение ворсистости, определенное в результате испытания окрашенной пряжи, меньше величины, полученной для белой пряжи, фактически имеющей ту же ворсистость. На рисунке 8.27 графически изображены результаты серии испытаний пряжи, окрашенной разными красителями.

Так как ворсистость пряжи изменяется в процессе крашения из-за механических напряжений, создаваемых в красильных ваннах и при перематывании, сравнение осуществлялось не с суровой пряжей, а с пряжей, окрашенной в цвет écru, соответствующий цвету сурового хлопкового волокна. Данные о ворсистости такой пряжи приняты за 100 %.



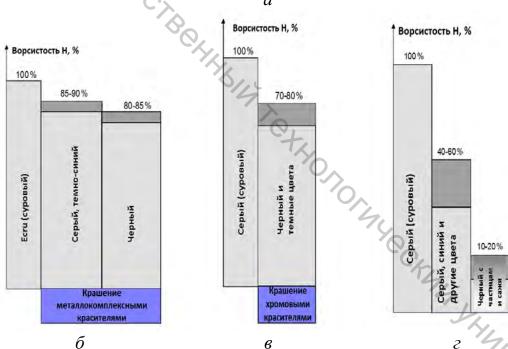


Рисунок 8.27 — Влияние крашения пряжи на результаты измерения ее ворсистости:

а – крашеная пряжа из целлюлозосодержащих волокон (хлопок, вискоза, смеси хлопка и льна); б – камвольная крашеная пряжа (шерсть, смеси шерсти с полиамидными волокнами, смеси шерсти с шелком); в – камвольная пряжа (шерсть, смеси шерсти с полиамидными волокнами, смеси шерсти с шелком), крашение осуществлено в ленте; г – пряжа из синтетических волокон (полиэтиленовые, полиакрилонитрильные, полиамидные, полипропиленовые), крашение волокна осуществлено в массе

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ В ПРЯЖЕ ИНОРОДНЫХ ЧАСТИЦ

9.1 Принцип измерения

Посторонние частицы в пряже могут содержать материалы различного происхождения и состава:

- примеси и загрязнения, имеющие отношение к хлопчатнику (фрагменты листьев, стеблей, створок коробочек, медовая роса и т. д.);
- остатки упаковочных материалов (синтетическая ткань, полимерная пленка, джутовый шпагат и т. д.);
 - прочие органические материалы (трава, перья, бумага);
 - неорганические материалы (ржавчина, проволока и т. д.);
 - химические загрязнения (масло, печатная краска, смола и т. д.).

Прибор USTER® TESTER 5 оснащен датчиком FM, который позволяет обнаружить в пряже инородные примеси, что дает дополнительные возможности при анализе ее структуры. Работа датчика основана на технологии USTER® QUANTUM и позволяет обнаружить отличающиеся по цвету инородные волокна в пряже светлых тонов. Кроме обнаружения инородных волокон датчик способен различать растительные примеси с помощью дополнительного фильтра USTER® Vegetable Filter.

Отличающиеся по цвету инородные волокна обнаруживают с помощью оптического датчика. Чтобы обнаружить растительные примеси используются и емкостной датчик для определения колебаний массы продукта, и оптический датчик (рисунок 9.1).

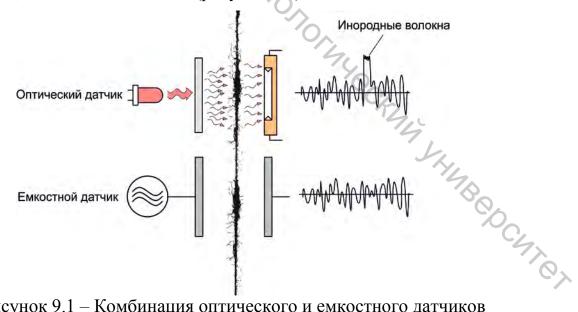


Рисунок 9.1 – Комбинация оптического и емкостного датчиков

Датчик FM выявляет отличающиеся по цвету инородные волокна в пряже светлых тонов. Он индивидуально настраивается для оценки пряжи кольцевого и пневмомеханического способов прядения.

9.2 Классификация инородных примесей в пряже

Датчик FM посторонних частиц определяет все обнаруженные в пряже инородные материалы и классифицирует их в специальной матрице (рисунок 9.2). Это означает, что при проведении испытаний не задаются требуемые уровни очистки при выявлении сорных примесей. Из классификации посторонних частиц исключается только класс A1.

По горизонтальной оси матрицы отложены градации длины посторонних частиц в см, а по вертикальной — отклонения коэффициента отражения светового пучка от базисного цвета (цвета хлопкового волокна). Например, в класс Е4 попадут посторонние частицы с длиной от 5 до 7 см с отклонением по цвету от хлопкового волокна более 30 %. В класс А2 попадут самые маленькие по длине посторонние частицы с длиной до 1 см и небольшим отклонением по цвету от хлопкового волокна от 5 до 10 %. Количество цветных точек в ячейке какого-либо класса соответствует количеству обнаруженных посторонних частиц.

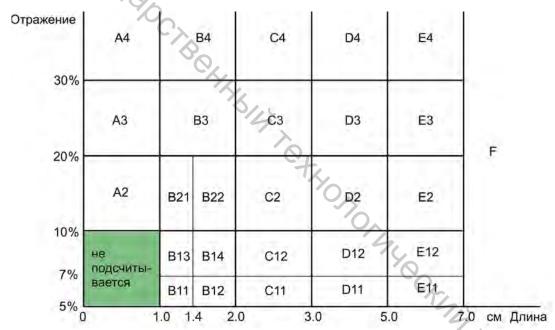


Рисунок 9.2 – Классификационная матрица посторонних частиц

Датчик FM содержит фильтр растительных примесей, назначение которого состоит в том, чтобы отделить инородные волокна, содержащиеся в пряже, от сорных примесей растительного происхождения.

В настройках фильтра примесей растительного происхождения может быть установлено три уровня чувствительности: низкий, средний и высокий. В зависимости от этого будет изменяться количество подсчитанных примесей растительного происхождения, которые определяются в общем количестве инородных примесей. В лабораторных условиях изменение уровней чувствительности необходимо для более тщательного анализа засоренности пряжи посторонними частицами.

При установке низкого уровня чувствительности только некоторые примеси растительного происхождения будут подсчитываться отдельно от остальных примесей. Средний уровень указывает на более высокую способность к отдельному подсчету примесей растительного происхождения. Установка высокого уровня чувствительности дает наилучшее выделение в отдельную группу сорных примесей растительного происхождения. На приборе USTER *TESTER 5* уровни чувствительности фильтра задаются в настройках датчика FM в редакторе тестового задания. Классификационные матрицы, полученные при испытаниях одного образца пряжи, но при различных уровнях чувствительности фильтра, приведены на рисунках 9.3 – 9.5.

При уровне чувствительности «низкий» (рисунок 9.3) получены следующие результаты:

- всего сорных примесей (FD) 450/100 км,
- из них растительного происхождения (Veg) 25/100 км.

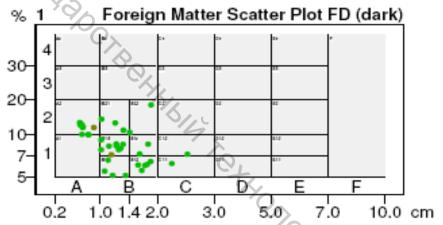


Рисунок 9.3 – Матрица при низком уровне чувствительности

При уровне чувствительности «средний» (рисунок 9.4):

- всего сорных примесей (FD) 350/100 км,
- из них растительного происхождения (Veg) 150/100 км.

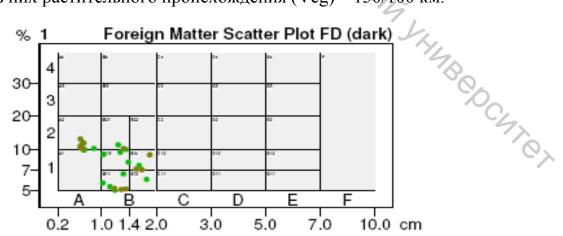


Рисунок 9.4 – Матрица при среднем уровне чувствительности

При уровне чувствительности фильтра «высокий» (рисунок 9.5):

- всего сорных примесей (FD) -463/100 км,
- из них растительного происхождения (Veg) 313/100 км.

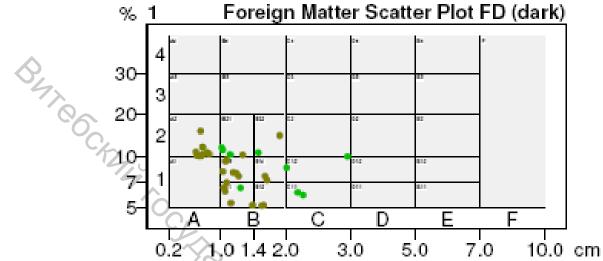


Рисунок 9.5 – Матрица при высоком уровне чувствительности

Датчик FM обеспечивает получение следующих характеристик:

1 Количество примесей темного цвета (Foreign Matter Dark, FD).

Примеси FD (темных цветов и оттенков) могут подразделяться на 23 класса посторонних частиц в классификационной матрице. Количество посторонних частиц FD в таблице отчета подсчитывается как общее количество всех сорных примесей, в том числе растительного происхождения и частиц кожицы от семян.

2 Количество сорных примесей растительного происхождения (Vegetable Matter).

Примеси растительного происхождения представляют собой остатки хлопчатника (за исключением кожицы семян) и сорных растений. В отличие от частиц искусственного происхождения, например, пластика, растительные сорные примеси характеризуются относительно большим увеличением массы и поэтому могут быть подсчитаны отдельно от других посторонних частиц. Так как примеси растительного происхождения состоят из целлюлозы, предполагается, что при последующих процессах крашения и отделки пряжи они будут отбелены. В таблице отчета показывается, сколько сорных примесей датчики распознали как примеси растительного происхождения.

3 Количество частиц кожицы от семян (Seed Coats). Значения в таблице показывают, сколько посторонних частиц было распознано датчиками как частицы кожицы от семян.

В зависимости от вида сырья и применяемой системы прядения прогнозируемое количество посторонних частиц в структуре пряжи в классе В1 может изменяться в очень широких пределах (таблица 9.1).

Таблица 9.1 – Прогнозируемое количество посторонних частиц в классе В1

| | Хлопчатобумажная гребенная пряжа | 40 – 150 штук на 100 км | | | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | Хлопчатобумажная кардная пряжа | 60 – 600 штук на 100 км | | | | | | | | |
| 0% | Камвольная шерстяная пряжа | 50-100 штук на 100 км | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | 00 | | | | | | | | | |
| 9.3 Представление результатов испытаний | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | На рисунке 9.6 в табличной форме приведены результаты испыта- | | | | | | | | | |

9.3 Представление результатов испытаний

На рисунке 9.6 в табличной форме приведены результаты испытаний пряжи на содержание посторонних примесей. В соответствии с требованиями пользователей в конфигурации отчета об испытаниях USTER® Editor можно задавать следующие параметры:

- выбор классов посторонних частиц;
- выбор длины, к которой относится количество посторонних частиц (1 км, 10 км или 100 км);
 - создание долгосрочных отчетов.

Посторонние примеси в пряже встречаются сравнительно редко и через значительные расстояния. Поэтому установлена минимальная длина образца пряжи, равная 1 км, необходимая для работы датчика FM. При выборе меньшей длине образца информация с датчика поступать не будет.

При анализе долгосрочных отчетов пользователь имеет возможность проследить, как изменялась засоренность пряжи в течение длительных периодов времени. Каждая строка в отчете показывает среднее значение засоренности по результатам серии испытаний (рисунок 9.7).

При измерении посторонних примесей в классификационной матрице отражается их общее количество (рисунок 9.8). Для каждого класса количество посторонних примесей (светло-зеленый цвет) и количество сорных примесей растительного происхождения (оливковый цвет) указывается непосредственно в соответствующей ячейке матрицы. Количество посторонних примесей в каждой ячейке является абсолютной величиной.

| | Total tests | | ngle test | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|------------|----------------|-------------------------|-------|--------|------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Nr | FD | Veg. Medium | Seed Coats Medium | A2_D | A3_D | A4_D | B11_D | B12_D | B13_D | B14_D | B21_D | B22_D |
| | | /km | /km | /km | /km | /km | /km | /km | /km | /km | /km | /km | /km |
| | 1 | 1.00 | 1.00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 2.00 | 1.00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 3.00 | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 2.00 | 2.00 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 5 | 3.00 | 1.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | 6 | 5.00 | 1.00 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 7 | 5.00 | 3.00 | 3 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | 8 | 3.00 | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | 9 | 3.00 | 1.00 | 0 | 1 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 10 | 2.00 | 2.00 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 04706 | Mean | 2.90 | 1.20 | 0.90 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.80 | 0.00 | 0.40 | 0.30 | 0.20 | 0.10 |
| 1/2 | CV | 44.37 | 76.58 | 110.5 | 133.3 | | | 141.9 | | 174.8 | 161.0 | 210.8 | 316.2 |
| 0 | s | 1.29 | 0.92 | 0.99 | 1.33 | 0.00 | 0.00 | 1.14 | 0.00 | 0.70 | 0.48 | 0.42 | 0.32 |
| _O. | Q95 | 0.92 | 0.66 | 0.71 | 0.95 | | | 0.81 | 1 | 0.50 | 0.35 | 0.30 | 0.23 |
| | IVIGA | 5.00 | 3.00 | 3.00 | 4.00 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | Min | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Рисунок 9.6 – Пример отчета по результатам ис на содержание посторонних частиц | | | | | | | | | | | тани | й | |
| | Sample ID Date+ | | Le | ngth | FD | V | eg. | Seed Coats | A2_D | A3 | _D | A4_D | |
| | | × | 9 | ١ | km | /100ki | m / | km | /km | /km | /k | m | /km |
| | 00874 | 16.11.05 1 | 3:52 | 1 | 8.0 | 12 | 5.0 | 8.0 | 0.6 | 0 | .4 | 0.0 | 0.0 |

| Sample ID | Date+ Time | Length | FD | Veg. | Seed Coats | A2_D | A3_D | A4_D |
|-----------|----------------|--------|--------|------|---------------|------|------|------|
| | You | km | /100km | /km | /km | /km | /km | /km |
| 00874 | 16.11.05 13:52 | 8.0 | 125.0 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.0 | 0.0 |
| 00876 | 16.11.05 14:13 | 8.0 | 125.0 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | 0.0 | 0.0 |
| 00877 | 16.11.05 14:34 | 16.0 | 131.3 | 0.9 | 0.8 | 0.5 | 0.0 | 0.0 |
| 00878 | 16.11.05 14:56 | 8.0 | 175.0 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.0 | 0.0 |
| 00879 | 16.11.05 15:17 | 8.0 | 137.5 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.1 | 0.0 |
| 00880 | 16.11.05 15:38 | 16.0 | 100.0 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.0 | 0.0 |
| Mean | | 64.0 | 132.3 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.0 | 0.0 |
| Min | | 8.0 | 100.0 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 0.0 | 0.0 |
| Max | | 16.0 | 175.0 | 0.9 | 0.8 | 0.6 | 0.1 | 0.0 |

Рисунок 9.7 – Долгосрочный отчет об испытаниях пряжи на засоренность



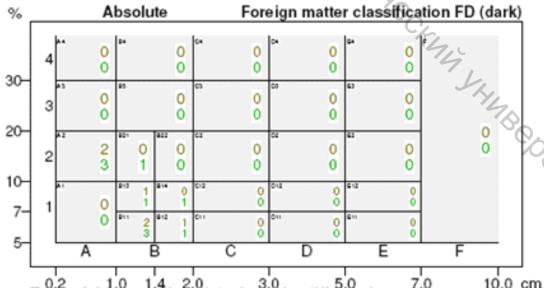


Рисунок 9.8 – Классификационная матрица посторонних примесей

Прибор USTER[®] *TESTER* 5 предоставляет возможность графического отображения засоренности пряжи в виде точечной диаграммы. На ней инородные примеси, примеси растительного происхождения и частицы кожицы от семян выделены разными цветами. Зеленым цветом выделены посторонние примеси (нерастительного происхождения), оливковым — примеси растительного происхождения, а желтым цветом — частицы кожицы от семян (рисунок 9.9).

Количество посторонних примесей FD, приведенное сверху диаграммы, показывает частицы, отличающиеся по цвету, исключая сорные примеси растительного происхождения, тогда как в таблице количество посторонних частиц FD показывает количество всех примесей. Число сорных примесей (Veg) растительного происхождения, приводятся отдельно над диаграммой. Количество частиц с кожицей от семян включено в суммарное количество примесей растительного происхождения.

Прибор USTER® *TESTER* 5 дает возможность получать точечные диаграммы распределения сорных примесей для каждого отдельного образца или общую диаграмму, включающую все примеси, содержащиеся в образцах пряжи из пробы.

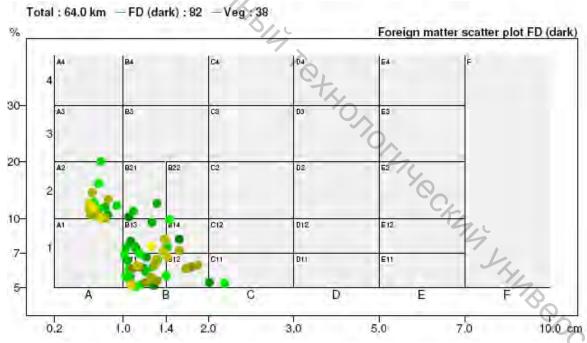


Рисунок 9.9 – Точечная диаграмма сорных примесей

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ В ПРЯЖЕ СОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ И ПЫЛИ НА ПРИБОРАХ USTER® TESTER

В составе хлопкового волокна, поступающего на прядильные фабрики, содержатся сорные примеси и частицы пыли, которые попадают в дальнейшем и в состав пряжи.

Информация о засоренности пряжи обеспечивает получение самых разнообразных сведений, касающихся параметров работы оборудования, износа отдельных механизмов и качества готовых тканей и изделий. На приборах USTER $^{\text{®}}$ TESTER 4, USTER $^{\text{®}}$ TESTER 5 и USTER $^{\text{®}}$ TESTER 6 возможно автоматическое определение содержания в пряже сорных примесей и пыли с помощью датчика OI (Оптические примеси).

Датчик ОІ определяет средний размер соринок в микрометрах. Система обнаруживает частицы с размером от 100 до 1750 мкм. На рисунке 10.1 показано, как могут выглядеть в структуре хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 20 текс соринки и частицы пыли различного размера.



Рисунок 10.1 — Влияние размеров частиц различного размера на внешний вид пряжи линейной плотности 20 текс

Датчик позволяет проводить испытания пряжи при скорости до 400 м/мин и обеспечивает воспроизводимые значения измерений независимо от скорости тестирования.

При измерении засоренности пряжи датчик OI предоставляет следующую информацию:

- количество сорных примесей на километр и на грамм (Trash count);
 - средний размер сорных примесей в микрометрах (Trash size);
 - количество частиц пыли на километр и на грамм (Dust count);
 - средний размер пылинок в микрометрах (Dust size);
- гистограммы распределения количества и размера сорных примесей и частиц пыли.

Кроме того, датчик OI может предоставить дополнительно характеристики при анализе пряжи, намотанной на черную доску, и при сравнении образцов ткани.

10.1 Практическое использование результатов измерения засоренности

Одним из преимуществ определения засоренности пряжи является оценка эффективности процесса очистки по отношению к оставшимся в пряже сорным примесям. При поставках хлопка определение его стоимости осуществляется в соответствии с его качеством, в том числе с учетом засоренности. Засоренность волокна также учитывается при определении параметров заправки оборудования. Если сортировка на фабрике не меняется, то режим работы оборудования долгое время может оставаться неизменными. В идеальном случае качество пряжи при этом также должно оставаться постоянным. Если же при этом установлено увеличение засоренности и запыленности пряжи, это указывает на недостатки технологического процесса или неполадки в работе оборудования на каком-либо технологическом переходе.

На рисунке 10.2 представлена информация об изменении засоренности и запыленности пряжи на прядильной фабрике в течение 24 рабочих дней.

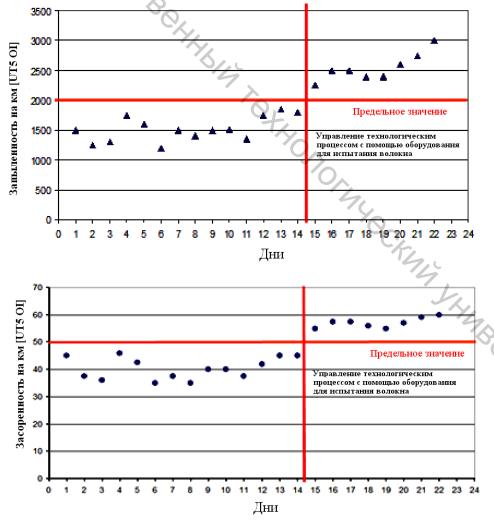


Рисунок 10.2 – Изменение содержания сорных примесей и пыли в пряже

Применение датчика OI позволяет определить целесообразность корректировки параметров технологического процесса при превышении количества сорных примесей и частиц пыли установленного на фабрике допустимого уровня.

Важным вопросом в технологии хлопкопрядения является информация о том, как изменяется засоренность хлопкового волокна в процессе переработки. На рисунке 10.3 показаны графики изменения содержания сорных примесей в процессе подготовки к прядению для гребенной пряжи кольцевого способа прядения. Диаграмма показывает, что большая часть сорных примесей удаляется в процессе кардочесания.

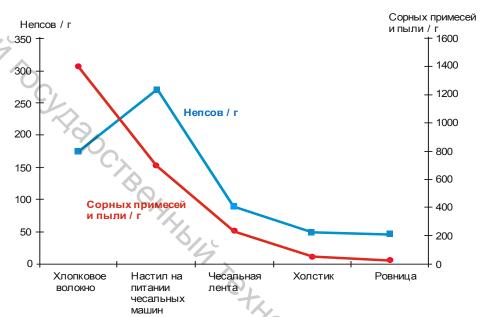


Рисунок 10.3 – Изменение засоренности в процессе подготовки к прядению

Доказано, что частицы сора и семян с кожицей могут вызвать образование в пряже опасных слабых мест и быть причиной обрывов. На рисунке 10.4 показаны различные причины образования слабых мест, обнаруженных в хлопчатобумажной пряже пневмомеханического способа прядения линейной плотности 20 текс, которые были определены при серии испытаний, состоящей из двух миллионов разрывов на разрывной машине USTER® TENSOJET.

На рисунке 10.4 показаны причины обрывности хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 20 текс пневмомеханического способа прядения, которые были определены при серии испытаний, состоящей из двух миллионов разрывов на разрывной машине USTER *TENSOJET*. Видно, что из-за наличия в структуре пряжи инородных волокон, кожицы с волокном и сорных примесей возникает 29 % обрывов.

Также существует взаимосвязь между содержанием пыли в пряже и интенсивностью износа деталей машин за счет трения. Это относится

к износу игл на вязальных машинах, нитепроводящих элементов в процессах снования и ткачества, пряжевыводящих воронок на пневмомеханических прядильных машинах, бегунков и нитепроводников на кольцевых прядильных машинах.



Рисунок 10.4 – Причины обрывности пряжи

Высокая засоренность пряжи оказывает влияние на последующие процессы ее переработки. Например, информация о засоренности пряжи может быть полезной при последующей промывке и расшлихтовке ткани. Во время этих операций оставшиеся сорные примеси растительного происхождения удаляются с помощью гидроксида натрия и сопутствующих химических реагентов при температуре 98° С. Если известна засоренность пряжи, то можно регулировать этот процесс путем изменения концентрации реагентов и продолжительности обработки.

В таблице 10.1 приведено сравнение двух образцов пряжи кольцевого способа прядения, которые были получены с различным выходом гребенного очеса.

Таблица 10.1 – Показатели качества двух образцов пряжи

| | ια 10.1 | Количество местных пороков на 1 км Количество | | | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|--|-------------|---------------|-------|-------|-------|-------------------|--------------------------------|--------------------|
| | | Количество местных пороков на 1 км | | | | | | | | |
| | Ġ | | | соринок и | | | | | | |
| | очеса | | частиц пыли | | | | | | | |
| | .0 O | | | на 1 км пряжи | | | | | | |
| | Выход гребенного | Утонения (-40 %) Утонения (-50 %) Утолщения (+35 %) Утолщения (+50 %) Непсы (+140 %) Непсы (+200 %) Непсы (+200 %) | | | | | | Непсы (+280 %) | Сорные примеси (>0.5 мм) | Пыль (<0.5 мкм) |
| Вариант 1 | 10 % | 160,3 | 4,5 | 813,3 | 130.8 | 1125 | 250,5 | 44,8 | 5,1 | 557,5 |
| Вариант 2 | 20 % | 65,6 | 1 | 318,9 | 26,4 | 320,5 | 55,1 | 7 | 1,3 | 186,4 |
| Снижение в % | Снижение в % -58 -77 -61 -80 -72 | | | | | | | -84 | -75 | -67 |
| Среднее сниже | -67 | ,5 | -70,5 | | -78 | | | -71 | | |

Из табличных данных видно, что увеличение процента гребенного очеса с 10 до 20 % ведет к уменьшению засоренности и запыленности пряжи на 71 %.

Основываясь на табличных данных, можно ответить на следующие вопросы:

- является ли 10 % гребенного очеса достаточным для производства пряжи данного назначения?
- какими будут дополнительные затраты, если увеличить выход гребенного очеса до 20?
- может дешевле выбрать такую сортировку хлопковых волокон, чтобы выход 10 % гребенного очеса позволил получить пряжу, отвечающую требованиям в отношении неровноты и засоренности?

10.2 Оценка влияния скорости перематывания пряжи на содержание сорных примесей и пыли

При перематывании пряжи количество сорных примесей может увеличиваться не только из-за их удаления в процессе обнаружения и удаления нитеочистителем, но и за счет того, что соринки и частицы пыли при воздействии центробежной силы и потоков воздуха отрываются от поверхности пряжи. В этом случае можно сделать предположение, что на изменение засоренности пряжи оказывает влияние скорость перематывания.

Для подтверждения данного предположения была проведена серия экспериментальных исследований, в ходе которых два образца хлопчатобумажной пряжи кардного способа прядения линейной плотности 20 текс (Ne30) были перемотаны с разными скоростями, а затем испытаны на приборе USTER® TESTER 5. Результаты представлены на рисунках 10.5 и 10.6.

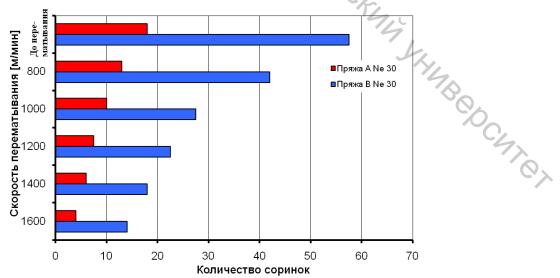


Рисунок 10.5 – Влияние скорости перематывания на засоренность

При скорости перематывания 1200 м/мин в обоих образцах пряжи содержание сорных примесей снижается в два раза по сравнению с засоренностью до перематывания. Однако в абсолютном выражении засоренность пряжи B намного выше, чем пряжи A. Причиной этого является различная структура сорных примесей, находящихся в пряже A и B. Среди них находятся как частицы кожицы с волокном, так и отдельные соринки, не связанные с волокном. Сравнение экспериментальных данных позволяет сделать вывод, что соринки с большей вероятностью отрываются от поверхности пряжи в процессе перематывания, чем частицы кожицы с волокном, которые сильнее связаны с телом пряжи.

На рисунке 10.6 показано снижение количества частиц пыли в результате процесса перематывания. В результате перематывания при скорости 1200 м/мин запыленность пряжи в бобине снижается примерно на 30 % по сравнению с пряжей до перематывания.

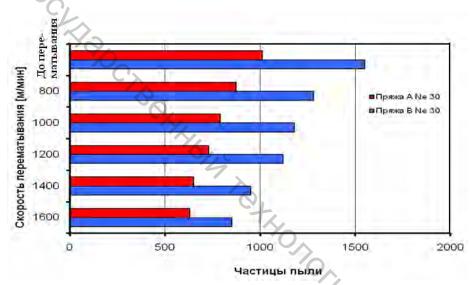


Рисунок 10.6 – Влияние скорости перематывания на содержание пыли

Снижение засоренности и запыленности пряжи при увеличении скорости перематывания подтверждает выдвинутое предположение о том, что на процесс удаления частиц пыли и сора оказывает влияние воздействие центробежных сил и воздушных потоков.

10.3 Гистограмма засоренности

"ABOOCH Гистограмма засоренности показывает, нормально ли распределены сорные примеси и частицы пыли разного размера, или наблюдается превышение частиц какого-то определенного размера. Горизонтальная шкала показывает размер частиц в миллиметрах, а логарифмическая вертикальная шкала – количество данных частиц. Если при проведении испытаний использовался прибор USTER® TESTER 5, то голубым цветом обозначена пыль, а синим – сорные примеси. На гистограмме с

прибора USTER[®] *TESTER 6* сорные примеси и частицы пыли обозначены темно-коричневым и светло-коричневым цветами.

На рисунке 10.7 показана гистограмма для пряжи с высокой засоренностью при испытаниях 10 початков с пряжей, а также отчет о проведении испытаний.

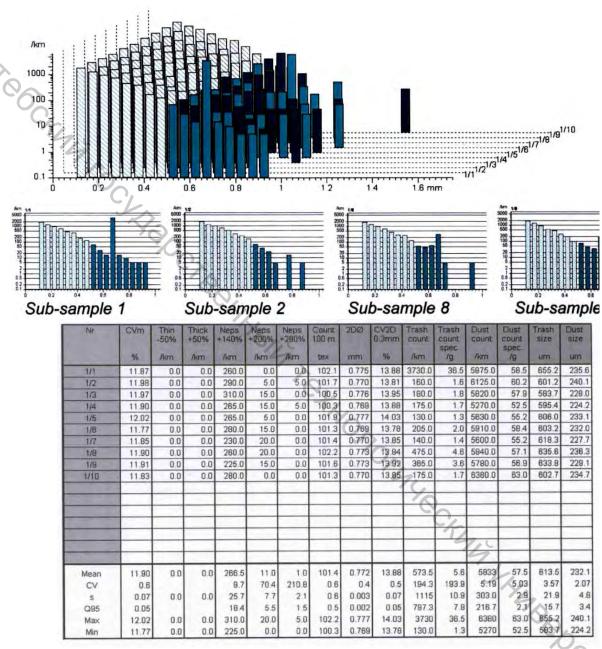


Рисунок 10.7 – Содержание сорных примесей в пряже линейной плотности 100 текс

Гистограмма позволяет осуществлять анализа для каждого отдельного образца. В представленном примере установлено, что пряжа с початков №1, 8 и 9 выделяется среди других и обладает высокой засоренностью. Большинство соринок при этом имеют размер выше 0,630 мм.

11 ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРЯЖИ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВНЕШНЕГО ВИДА ПРЯЖИ И ТКАНИ

Прибор USTER® TESTER 5 позволяет моделировать внешний вид пряжи черной доске (то есть на фоне контрастного цвета), а также внешний вид ткани, полученной из этой пряжи, на экране компьютера. Моделирование внешнего вида пряжи и ткани позволяет представить, как пряжа будет выглядеть на черной доске или в готовом изделии. Использование этой функции позволяет при проведении выходного контроля пряжи сэкономить время на намотку ее на черную доску и на наработку пробных образцов ткани или трикотажа.

При построении изображения используются данные спектрограммы, коэффициентов вариации и количества местных пороков пряжи (утолщений, утонений и непсов).

Программа для моделирования ткани Fabric simulation предоставляет следующие возможности:

- программа преобразует сигнал от датчика, поступающий при измерениях неровноты пряжи, и отображает на экране результаты моделирования ткацкого, трикотажного переплетения или внешнего вида пряжи, намотанной на черную доску;
 - изображение образца ткани может быть увеличено до 16 раз;
- для сравнения смоделированный образец ткани может располагаться рядом с другим образцом, который моделируется по данным USTER® STATISTICS в соответствии с выбранным уровнем качества по USP;
- программа позволяет распечатать результаты моделирования ткани в ее реальных размерах. Ткань может быть отображена в своем реальном размере на дисплее.

Программа Fabric simulation предоставляет пользователю для моделирования следующие стандартные переплетения тканей:

- полотняное (с основой из пряжи или из комплексных химичес-LH4BOL ких нитей);
 - саржевое;
 - рогожка;
 - репс.

Также программа позволяет моделировать трикотажные полотна переплетения «кулирная гладь».

После моделирования можно просмотреть внешний вид полотна, полученного из испытанной пряжи, с помощью функции прокрутки. Длина ткани соответствует проверяемой длине пряжи. Программа также дает возможность пользователю самостоятельно задавать переплетение, ширину полотна, вид пряжи и ее ворсистость, расстояние между нитями основы и утка и другие параметры.

11.1 Моделирование внешнего вида пряжи на черной доске

Черная доска на экране монитора и на распечатке (рисунок 11.1, таблица 11.1) будет выглядеть по-разному. Пользователь самостоятельно принимает решение, какое представление пряжи лучше подходит для анализа недостатков ее структуры.

Таблица 11.1 – Параметры моделирования внешнего вида пряжи на черной доске

— На экране монитора

| 0 | На распечатке | На экране монитора |
|----------------------------|---------------|--------------------|
| Длина пряжи на доске | 195 м | 260 м |
| Количество витков на доске | 465 | 620 |
| Расстояние между витками | 0,916 мм | 0,69 мм |



Рисунок 11.1 – Результат моделирования внешнего вида пряжи пневмомеханического способа прядения на черной доске

Для более скрупулезного анализа можно вывести на монитор или на печать увеличенную часть доски с большим шагом между витками намотки пряжи.

Внешний вид реальной пряжи зависит и от других факторов, таких как ворсистость, линейная плотность пряжи и цветовой оттенок. Эти факторы не учитываются при моделировании на приборе USTER $^{\text{®}}$ TESTER 5. Тем не менее, на приборе предусмотрена возможность настройки теней и контрастности в редакторе отчетов, чтобы получить наиболее реалистичные результаты.

Прибор следующего поколения USTER[®] *TESTER* 6 для сравнения ворсистости обеспечивает получение увеличенного изображения пряжи,

намотанной на черную доску, с помощью датчиков ОН и HL. На рисунке 11.2 представлен внешний вид пряжи с разным уровнем ворсистости, намотанной на черную доску.

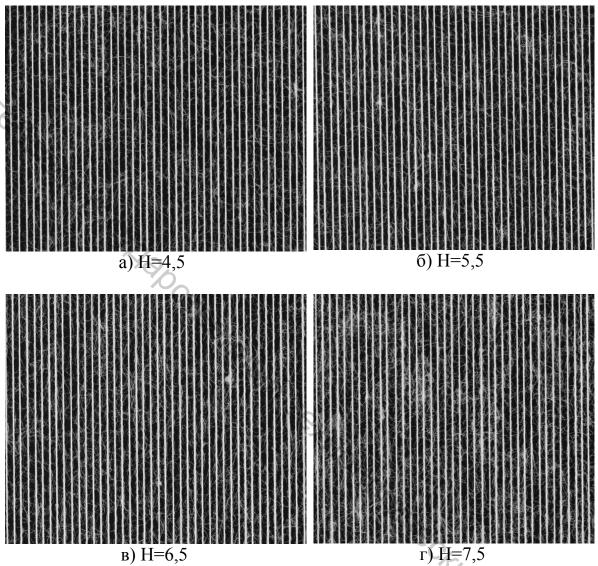


Рисунок 11.2 — Внешний вид гребенной пряжи линейной плотности 20 текс, полученный в результате моделирования на приборе USTER $^{\text{®}}$ *TESTER 6*

11.2 Моделирование внешнего вида текстильных полотен

Моделирование внешнего вида ткани основано на предположении, что основа и уток изготовлены из пряжи одинакового качества, за исключением тканей полотняного переплетения с основой из комплексных химических нитей. На рисунках 11.3 – 11.6 представлены некоторые смоделированные образцы тканей различных переплетений.

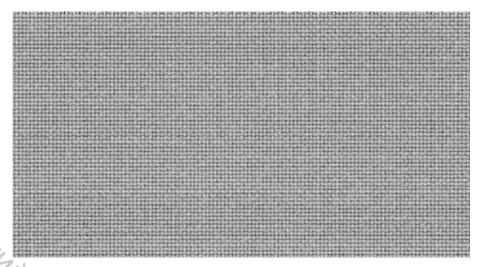


Рисунок 11.3 — Моделирование ткани полотняного переплетения (основа и уток — протестированная пряжа)

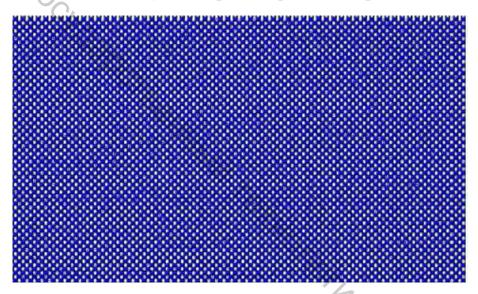


Рисунок 11.4 — Моделирование ткани полотняного переплетения (уток — протестированная пряжа, основа — комплексная химическая нить)

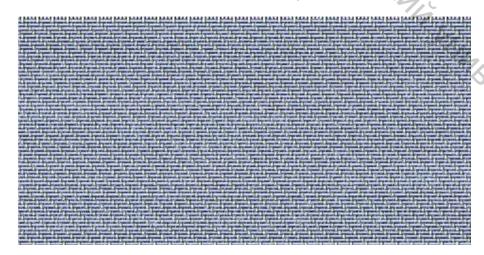


Рисунок 11.5 — Моделирование ткани саржевого переплетения 1/4

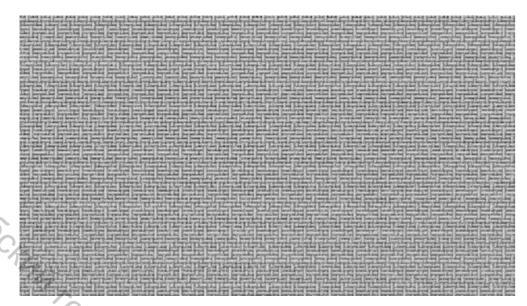


Рисунок 11.6 – Моделирование ткани крепового переплетения 1/4

При анализе результатов моделирования образцов на дисплее или в распечатанном виде хорошо видны все дефекты ткани, вызванные наличием непсов, утолщений и утонений, неоднородность структуры, вызванная неровнотой по линейной плотности, муаровый эффект и т. д. Таким образом, технолог может до переработки пряжи в изделия оценить и принять решение о наиболее целесообразном дальнейшем ее использовании.

На приборе USTER[®] *TESTER* 5 также существует возможность моделирования трикотажного полотна переплетения «кулирная гладь». При моделировании трикотажного полотна принимается предположение, что во все иглы заправлена пряжа одинакового качества (рисунок 11.7).

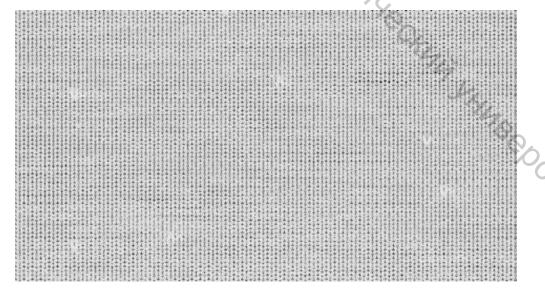


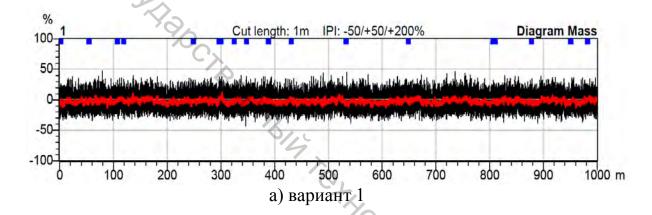
Рисунок 11.7 — Моделирование внешнего вида трикотажного полотна переплетения «кулирная гладь»

Для примера сравним результаты моделирования двух образцов хлопчатобумажной пряжа линейной плотности высокого и низкого качества и текстильных полотен, выработанных из них. Характеристики пряжи представлены в таблице 11.2. Диаграммы масс отрезков пряжи двух вариантов представлены на рисунке 11.8.

Таблица 11.2 – Характеристика образцов пряжи, используемых

при моделировании

| PP | | |
|--|------------|-----------|
| Наименование показателя | Значение п | оказателя |
| Qa | Вариант 1 | Вариант 2 |
| Линейная плотность пряжи, текс | 20 | 27 |
| Коэффициент вариации по линейной плотности C _{Vm} , % | 10,78 | 29,68 |
| Количество утоненных участков (-50 %) на 1 км пряжи | 0 | 4022 |
| Количество утолщенных участков (+50 %) на 1 км пряжи | 0 | 3246 |
| Количество непсов (+200 %) на 1 км пряжи | 19 | 1713 |



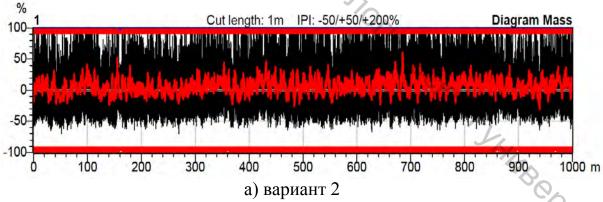


Рисунок 11.8 – Диаграммы масс отрезков пряж двух вариантов

При анализе представленных результатов моделирования, представленных на рисунке 11.9, хорошо видно, что образцы пряжи, имеющей большую неровноту по линейной плотности и количество дефектов, при переработке в ткани или в трикотажное полотно вызовут неравномерность поверхности, видимые дефекты и неприглядный внешний вид.

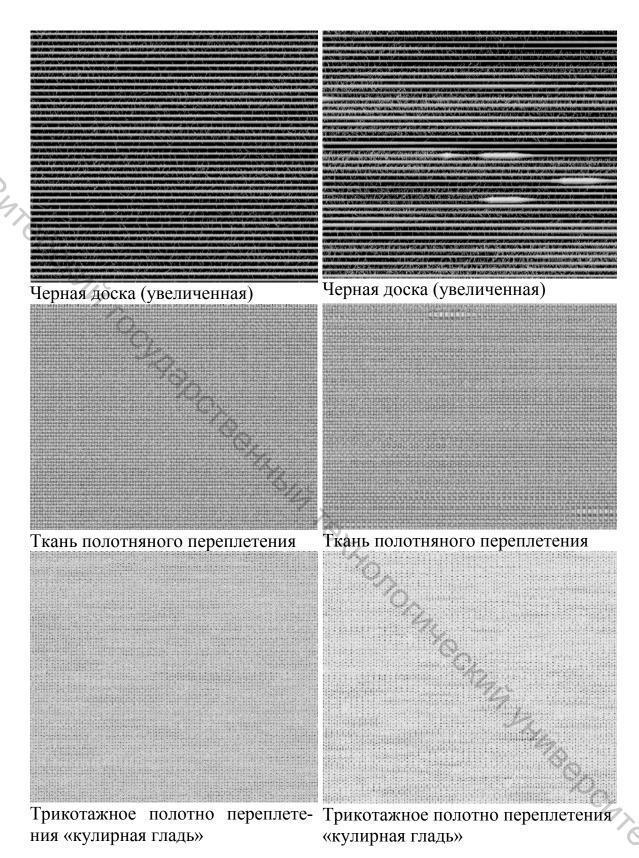


Рисунок 11.9 — Результаты моделирования внешнего вида двух вариантов пряжи и текстильных полотен из них

12 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОФИЛЯ КАЧЕСТВА ПРЯЖИ

12.1 Структура USTER® QUALIPROFILE

Современное испытательное оборудование все больше упрощает контроль качества пряжи и полуфабрикатов на прядильных фабриках. Однако в основном оценка качества пряжи базируется на анализе какихлибо численных значений, которые требуют или немедленной классификации полученных свойств, или в дальнейшем могут быть представлены в виде долгосрочных диаграмм.

Многофункциональный прибор USTER® *TESTER* 5 предлагает различные виды графической интерпретации данных об испытаниях пряжи и обеспечивает их классификацию с помощью цветового кода. Программа USTER® *QUALIPROFILE* представляет собой совершенно новое средство для характеристики качества пряжи. Профиль качества в графическом виде представляет собой результаты испытаний и одновременно позволяет проводить классификацию и оценку свойств пряжи по цветовому коду, который легко читать и интерпретировать. Главной целью данной разработки являлось получение такой диаграммы, которая даже без численных значений обеспечит простую, но исчерпывающую информацию о качестве пряжи.

USTER® QUALIPROFILE — это круговая диаграмма, которая отображает все результаты испытаний на приборе на одном графике. Программа создания профиля предоставляет пользователю возможности для изменения дизайна диаграммы в отношении удельного веса различных параметров качества пряжи и установки предельных значений для полностью автоматизированного контроля качества. Автоматический контроль измеренных значений можно провести тремя способами, перечисленными ниже:

- с помощью значений USTER® STATISTICS:
- при задании каких-либо предельных ограничений в соответствии с требованиями, установленными на прядильной фабрике;
- при сравнении с ограничениями, накладываемыми потребителями пряжи, которые рассчитываются в специальном обучающем режиме.

Пользователь может самостоятельно выбрать качественные показатели пряжи, которые будут оцениваться с помощью US- $TER^{@}QUALIPROFILE$. Для описания уровней качества пряжи используется следующий цветовой код.

- Красный цвет (плохое качество) \to Внимание, превышены ограничения качества \to Требуется вмешательство.
- Желтый цвет (сомнительное качество) \rightarrow Необходимо критически подойти к анализу качества пряжи \rightarrow Может понадобиться вмешательство.

 Зеленый цвет (очень хорошее качество) → Показатели качества находятся в пределах установленных ограничений.

Промежуточные уровни качества могут отображаться различными оттенками соответствующих цветов. Центр круговой диаграммы обобщенно показывает определенным цветом полученные результаты оценки качества пряжи для немедленного анализа.

Пример профиля качества, представленный на рисунке 12.1, получен для пряжи пневмомеханического способа прядения, неровнота по массе отрезков которой (CV_m) превышает установленное значение уровня качества 60 % по USTER STATISTICS (USP), и которая поэтому отмечена на диаграмме красным цветом. Количество непсов +280 % также считается критическим и поэтому помечено желтым цветом, так как, по крайней мере, в одном испытании из проведенной серии количество непсов превысило критический уровень.

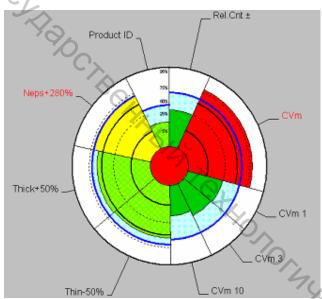


Рисунок 12.1 – QUALIPROFILE пряжи с высокой неровнотой по линейной плотности (CVm)

Дополнительно USTER $^{\text{®}}$ QUALIPROFILE позволяет определить значимость различных характеристик пряжи. Это можно сделать при увеличении или уменьшении секторов путем изменения соответствующих углов в круговой диаграмме.

Сплошные и пунктирные круговые линии на графике представляют различные уровни USTER[®] *STATISTICS*. Первая сплошная линия вокруг центра представляет собой 5-й % уровень качества USTER[®] *STATISTICS*, а внешняя круговая линия показывает 95-й % уровень. Градация между этими линиями соответствует общепринятой классификации, то есть 25 %, 50 % и 75 %—му уровням качества по USTER[®] *STATISTICS*. Сплошные синие линии представляют собой ограничения или контрольные значения, которые устанавливаются индивидуально и

определяются пользователем. Это можно сделать, используя данные USTER® *STATISTICS*, или на основании требований потребителей пряжи. На графике не будет этих черных сплошных и пунктирных линий, если для оценки результатов испытаний не выбрано сравнение с уровнями USTER® *STATISTICS*. Если же для показателя существуют установленные уровни качества по USTER® *STATISTICS*, но пользователь осуществляет оценку результатов испытаний с использованием собственных предельных значений, то синяя линия отображается немного толще.

В таблице 12.1 приведена классификация качества пряжи в соответствии с USTER® *QUALIPROFILE*.

Таблица 12.1 – Классификация качества пряжи в соответствии с USTER® *OUALIPROFILE*

| Цвет | Оценка | Характеристика пряжи |
|---------------------------------------|------------|--|
| сектора | качества | |
| Темно- | Очень | «Очень хорошая» или «отличная» по качеству пряжа пре- |
| зеленый | хорошее | восходит все установленные USTER® QUALIPROFILE ха- |
| | \ | рактеристики. Тем не менее, пряжа классифицируется как |
| | | очень хорошая, только если превышение заданных харак- |
| | | теристик на производстве наблюдается в течение опреде- |
| | | ленного периода времени. Если это так, то технолог пря- |
| | | дильного производства должен проверить, возможно, для |
| | | данной пряжи применяется слишком хорошее сырье, завы- |
| | | шена степень очистки или существует возможность повы- |
| | | сить производительность оборудования прядильного про- |
| , , , , , , , , , , , , , , , , , , , | ** | изводства без существенной потери качества |
| Зеленый | Хорошее | «Хорошая» пряжа полностью соответствует предъявляе- |
| | | мым требованиям к ее характеристикам. Этот уровень |
| | | классификации можно рассматривать как идеальное долго- |
| | | срочное качество пряжи, которое было достигнуто в техно- |
| 0 , | X 7 | логическом процессе прядильного производства |
| Салатовыи | Удовлетво- | Пряжа удовлетворительного качества по-прежнему соот- |
| | рительное | ветствует предъявляемым требованиям, но с небольшими |
| | | исключениями. Она может служить эталоном качества в |
| | | течение длительного периода времени при условии обеспе- |
| Желтый | Corgregati | чения очень строгого контроля ее характеристик |
| желтыи | Сомнитель- | Пряжа, классифицированная как «сомнительная», в зависимости от ее назначения можете считаться качественной |
| | нос | или некачественной |
| Красный | Плохое | Качество пряжи классифицируется как «плохое», если хотя |
| Краспын | 11310200 | бы один из показателей находится за границами допусти- |
| | | мых ограничений. Пряжа, которая классифицируется как |
| | | «плохая», не соответствует предъявляемым к ней требова- |
| | | ниям. В этом случае должны быть приняты незамедлитель- |
| | | ные корректирующие мероприятия в отношении перераба- |
| | | тываемого сырья или технологического процесса |
| | I | 1 F |

12.2 Установка ограничений с помощью USTER® QUALIPROFILE

Индивидуальная настройка USTER® QUALIPROFILE может быть проведена двумя различными способами – с помощью функции модификации и с помощью функции «Режим обучения». Первый способ применяется для задания предельных ограничений в соответствии с требованиями, установленными на прядильной фабрике, а второй – для задания предельных ограничений в соответствии с требованиями, накладываемыми потребителями пряжи.

На рисунке 12.2 представлено первое окно программы USTER® OUALIPROFILE с различной ссылочной информацией и параметрами настройки.

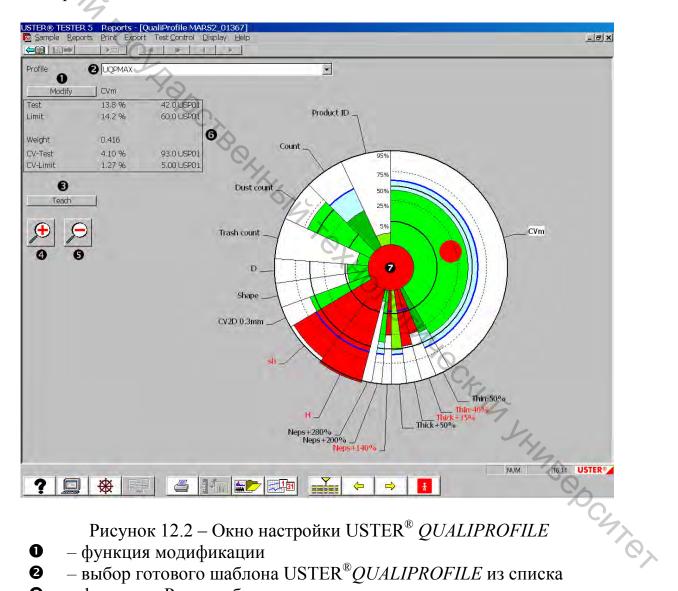


Рисунок 12.2 – Окно настройки USTER® QUALIPROFILE

- 0 – функция модификации
- выбор готового шаблона USTER® QUALIPROFILE из списка 0
- функция «Режим обучения»

При создании собственного USTER® *QUALIPROFILE* и наложения ограничений на показатели качества пряжи используется функция «Modify». При этом открывается диалоговое окно (рисунок 12.3), где задаются необходимые конкретные ограничения.

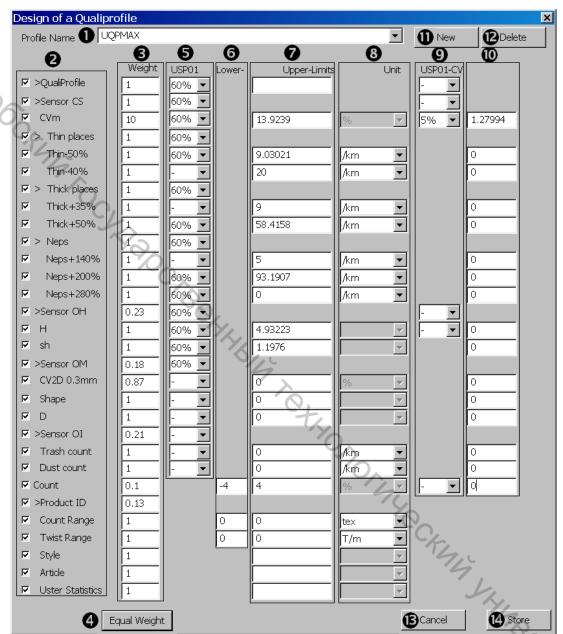


Рисунок 12.3 – Диалоговое окно USTER® QUALIPROFILE (функция модификации)

Расшифровка обозначений, показанных на рисунке 12.3, представлена в таблице 12.2.

Таблица 12.2 – Расшифровка обозначений, представленных на

рисунке 12.3

| рисунке 12.3 | |
|--------------|--|
| Обозначение | Описание |
| 1 | Выбор сохраненного профиля USTER® QUALIPROFILE из |
| | списка |
| 2 | Выбор датчиков и соответствующих им параметров |
| | качества пряжи для построения USTER® QUALIPROFILE |
| 3 | Задание удельных весов для выбранных характеристик |
| | пряжи |
| 4 | Установка равных весовых коэффициентов для всех |
| CZ | показателей качества пряжи |
| 574 | Установка обозначений на качественные показатели пряжи. |
| 7 | Существует два способа: |
| , O | $1)$ в соответствии с уровнями качества ${ m USTER}^{ m 	ext{@}}$ ${\it STATISTICS}$ |
| | с шагом 5 % (5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, 35 % и т. |
| | д.). При этом автоматически устанавливаются |
| | минимальные или максимальные ограничения в колонках |
| | (6) и (7); |
| | 2) ручной ввод ограничений в колонки (6) и (7) |
| 8 | Единицы измерения показателей качества |
| 9 | Вариация результатов измерений между паковками может |
| | быть отображена на экране в графическом виде при |
| | указании USP-CV |
| 10 | Установка предельного значения вариации между |
| | паковками путем ввода ее абсолютного значения |
| | |

12.3 Практические примеры использования $USTER^{\otimes}$ QUALIPROFILE

В следующем примере (рисунок 12.4) показаны профили качества одной и той же пряжи, полученные в течение шести недель. Оценим качество пряжи с помощью ограничений, которые предварительно определены в режиме обучения. Представленные профили $USTER^{\otimes}$ QUALIPROFILES полностью попадают в «зеленый» диапазон. Поэтому можно сделать вывод, что в течение шести недель качество пряжи соответствовало установленным требованиям.

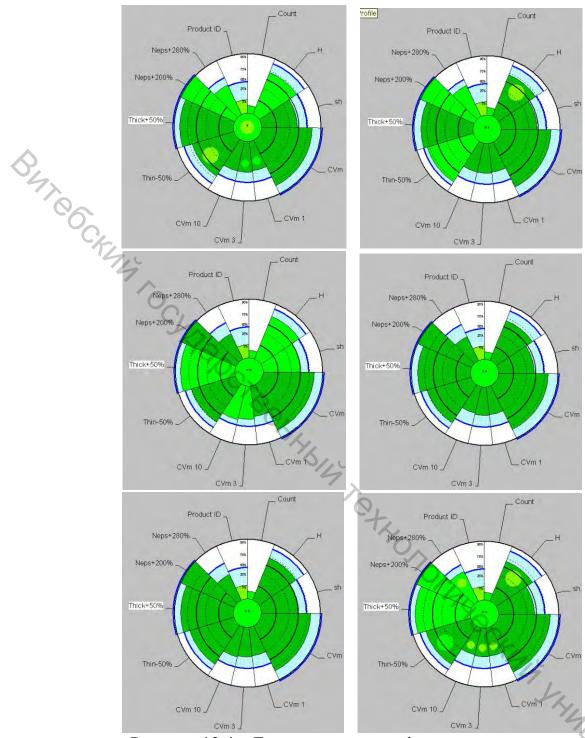


Рисунок 12.4 – Еженедельные профили качества пряжи

Во втором примере (рисунок 12.5) качество пряжи было оценено с использованием уровня качества 75 % согласно USTER® *STATISTICS*. На полученных профилях выделено много красных и несколько желтых секторов, то есть в соответствии с уровнем качества USP 75 % качество пряжи классифицировано как плохое. Однако возможно, что качество данной пряжи соответствует требованиям потребителей с учетом условий дальнейшей ее переработки.

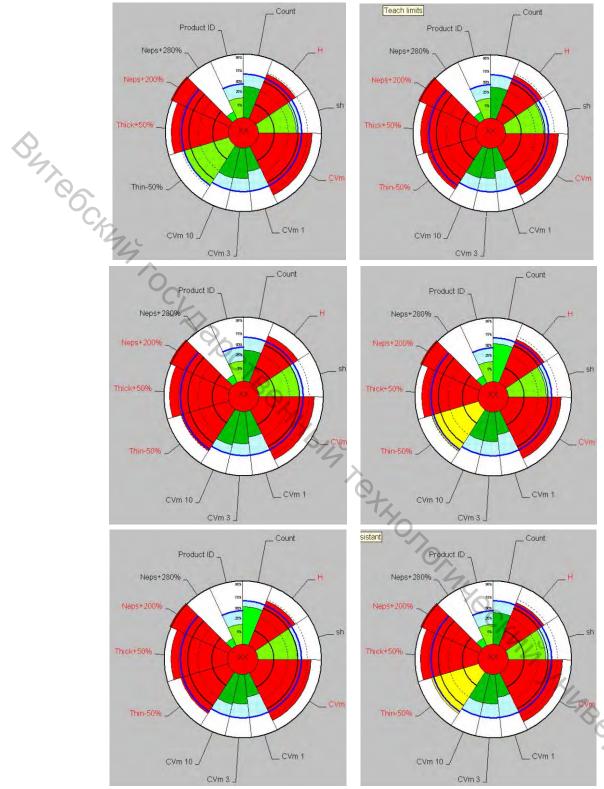


Рисунок 12.5 – Профили качества согласно уровню качества USP 75 %

Следующий пример (рисунок 12.6) приведен для партии пряжи с нестабильным качеством. Он показывает, как с помощью классификации USTER $^{\text{®}}$ QUALIPROFILE проследить изменение ее качества в течение шести недель.

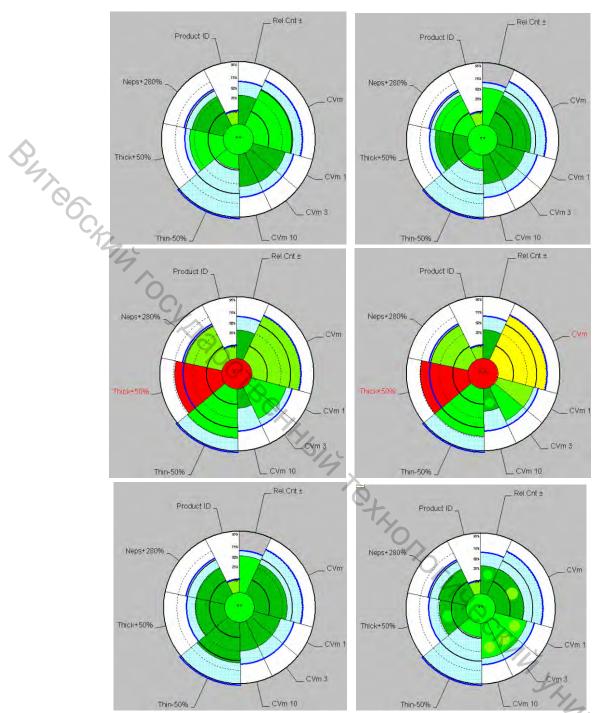
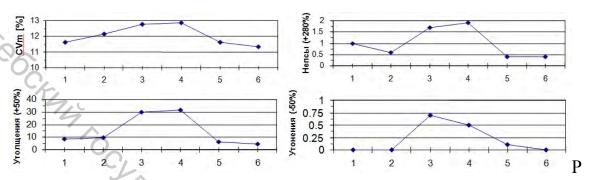


Рисунок 12.6 – Еженедельные профили качества пряжи

Ограничения на характеристики пряжи при построении диаграмм, представленных на рисунке 12.6, были предварительно установлены с помощью режима обучения. Из диаграмм видно, что качество пряжи, полученной на третьей и четвертой неделях, не соответствовало предъявляемым требованиям, и поэтому с помощью цветового кода было классифицировано как «плохое».

Соответствующие долгосрочные графики изменения показателей качества пряжи, представленные на рисунке 12.7, отчетливо показыва-

ют значительные отклонения, произошедшие на третьей и четвертой неделях, в частности, в отношении неровноты по линейной плотности CV_m и количества утолщений на 1 км пряжи. Однако для долгосрочного анализа качества пряжи гораздо удобнее использовать USTER $^{\text{®}}$ QUALIPROFILE, так как на нем все характеристики пряжи приведены на одной диаграмме и выделены разными цветами.



исунок 12.7 – Долгосрочные графики изменения характеристик пряжи

Для прядильной фабрики ситуация, при которой характеристики пряжи удовлетворяют средним требованиям к качеству в течение длительного периода, более приемлема, чем соответствие пряжи необоснованно высоким требованиям в течение короткого периода времени. Если требования, предъявляемые к качеству пряжи, являются слишком высокими, то даже небольшие отклонения в ее показателях могут привести к предупреждению о недостатках технологии, что в свою очередь вызовет необходимость ненужных проверок для перестраховки, и в худшем случае может привести даже к остановке производства.

Иногда наблюдается большая вариация характеристик пряжи между результатами испытаний с отдельных паковок. В этом случае US-TER® *QUALIPROFILE* классифицирует качество пряжи как «сомнительное» или «плохое», хотя уровень качества, определенный по средним значениям показателей, может быть определен как «хороший».

Допустим, в пряже наблюдается очень маленькое количество утонений, и при испытаниях десяти паковок семь показали количество утонений (–50 %) равное 0, а три оставшиеся паковки показали количество утонений 2, 4 и 5 штук на 1 км. В этом случае вариация между паковками всегда будет оценена, как «сомнительная» или «плохая», если не принять определенные меры. Для устранения данной проблемы целесообразно установить максимальное значение как верхний предел вариации. Это позволит квалифицировать вариацию в несколько сотен процентов как «удовлетворительную».

USTER $^{\text{®}}$ QUALIPROFILE позволяет каждому пользователю даже при небольшом опыте в оценке качества пряжи сделать выводы о ее качестве.

13 МЕТОДЫ ОТБОРА ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

13.1 Сущность выборочного метода наблюдений

Количество характеристик пряжи и полуфабрикатов, вырабатываемых на различных стадиях технологического процесса прядильного производства, которые необходимо проверять, является настолько большим, что невозможно проводить ежедневную проверку даже наиболее важных из них. Сплошной контроль характеристик выпускаемой продукции на каждом рабочем месте просто невозможен вследствие очень высокой стоимости, трудоемкости и технической нецелесообразности. Статистическим решением этого вопроса является организация выборочной проверки образцов пряжи и полуфабрикатов.

Выборочным наблюдением называют такой способ несплошного наблюдения, при котором обследуется не вся совокупность, а лишь отобранная по определенным правилам ее часть, обеспечивающая получение данных для характеристики совокупности в целом. Основная цель выборочного наблюдения: по характеристикам отобранной части образцов сделать вывод о характеристиках всей совокупности пряжи или полуфабриката определенного вида.

Многократное использование выборочного наблюдения и сопоставление его результатов с результатами сплошного наблюдения доказывают, что характеристики выборки достаточно точно воспроизводят характеристики всей генеральной совокупности.

Если выборочное наблюдение обеспечивает получение характеристик, близких к характеристикам генеральной совокупности, то соблюдается условие репрезентативности или представительности выборки. Для обеспечения репрезентативности выборки необходимо строго соблюдать основные правила отбора единиц из генеральной в выборочную совокупность:

- 1) строго объективный подход к отбору единиц: каждая единица совокупности должна иметь равную вероятность попадания в выборку (полностью должно отсутствовать субъективное мнение человека);
- 2) необходимо обеспечить достаточно большое количество единиц в выборке (действие закона больших чисел: взаимопогашение случайных нетипичных отклонений);
- 3) необходимо учитывать степень вариации признака: чем меньше вариация, тем успешнее достигается требование репрезентативности.

Для формирования выборки в текстильной промышленности применяются два метода отбора образцов:

- случайный;
- механический (систематический).

13.2 Случайный метод отбора образцов пряжи и полуфабрикатов при проведении испытаний

Случайный отбор предполагает равную вероятность попадания единиц в выборочную совокупность. Он проводится при помощи жеребьёвки или таблицы случайных чисел.

На практике в текстильном производстве случайный отбор может проводиться следующим образом. Каждому рабочему месту на всем технологическом оборудовании присваивается карточка с соответствующим идентификационным номером. Ежедневно случайным образом выбирается определенное количество карточек, соответствующее необходимому количеству испытаний для каждого технологического перехода. Затем образцы с рабочего места, номер которого соответствует выбранной карточке, поступают в лабораторию для испытаний.

Например, на хлопкопрядильной фабрике необходимо ежедневно проверять по 10 прядильных початков взятых с 10 прядильных машин. Всего на фабрике установлено 20 кольцевых прядильных машин, на каждой из которых по 1600 веретен. В лаборатории имеется 20 карточек, соответствующих каждой прядильной машине и 1600 карточек, соответствующих порядковому номеру веретена. Далее выбирается одна карточка из 20, чтобы определить, с какой прядильной машины будут отбираться образцы в первую очередь; после этого выбираются 10 карточек из 1600 для отбора 10 прядильных початков. При этом карточки должны быть перемешаны в хаотичном порядке. Затем карточки, соответствующие номерам веретен, возвращаются на место, выбирается следующая прядильная машина и веретена для отбора. Данная операция повторяется 10 раз.

13.3 Систематический метод отбора образцов

Случайный метод отбора образцов не является единственным методом отбора на прядильных фабриках, поскольку занимает слишком много времени у лабораторного персонала и считается запутанным. Ежедневный отбор карточек и составление списка оборудования для проведения контроля качества выпускаемой продукции занимает у одного человека слишком много времени. Большинство прядильных фабрик сегодня используют механический отбор образцов.

Механический отбор заключается в отборе образцов из генеральной совокупности, производимом в каком-либо механическом порядке (например, в отборе каждой 5-й, каждой 10-й, 20-й и т. д. единицы). При этом для обеспечения репрезентативности выборки предполагается определённое расположение единиц генеральной совокупности (например, в алфавитном порядке, в номерном, либо в проранжированном виде).

Целью механического отбора является проверка каждого выпуска на технологическом оборудовании, по крайней мере, один раз в течение установленного периода времени. Зная количество выпусков на технологическом оборудовании, можно определить необходимое для проверки количество пряжи, ровницы или ленты. Данный метод отбора образцов с машин с большим количеством выпусков, таких как ровничная или кольцевая прядильная машины, также требует подробного описания

процедуры отбора для контроль

Пример 1

На фабрике установлено 3 ровничные машины с 120 веретенами

Воспользуемся данными таблицы 13.1, где указано, что все

Общее количество веретен на машинах:

$$S_{\text{общ}} = 3 \cdot 120 = 360$$
 веретен.

Количество веретен, проверяемых ежедневно:

$$S_{\text{в}} = \frac{S_{\text{общ}}}{21} = 17,1$$
 веретен.

Количество веретен, проверяемых ежедневно на каждой машине:

$$S_{M} = \frac{S_{B}}{3} = 5.7$$
 веретен.

С целью упрощения процедуры для контроля качества ровницы будем отбирать ежедневно по 6 катушек с каждой ровничной машины. В первый день отбираем катушки с ровницей с веретен под номерами 1, 2, 3, 4, 5 и 6 со всех трех машин; на 20-й день отбираем катушки с ровницей с веретен 115, 116, 117, 118, 119 и 120 и так далее (рисунок 13.1).

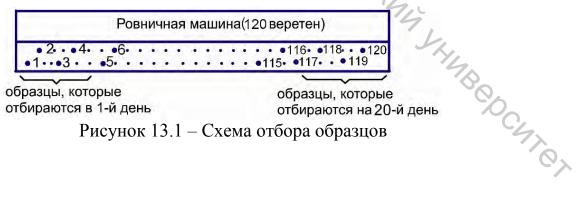


Рисунок 13.1 – Схема отбора образцов

Пример 2

На фабрике установлено 20 кольцевых прядильных машин с 1200 веретенами на каждой машине. В таблице 13.1 указано, что пряжа со всех веретен должна быть проверена в лаборатории в течение 6 месяцев (125 рабочих дней).

Общее количество веретен на фабрике:

$$S_{\text{общ}} = 20 \cdot 1200 = 24000$$
 веретен.

Количество веретен, проверяемых ежедневно:

$$S_B = \frac{24000}{125} = 192$$
 веретен.

BAROCKAY, Количество веретен, проверяемых ежедневно на каждой машине:

$$S_{M} = \frac{S_{B}}{20} = \frac{192}{20} = 9.6 \approx 10$$
 веретен.

Затем каждая машина делится на 120 секций по 10 веретен. В первый день отбираем прядильные початки с веретен под номерами 1, 2, 3 и 301, 302 с одной стороны машины и под номерами 601, 602, 603 и 901, 902 с другой стороны машины (рисунок 13.2). Это связано с тем, что для более объективного контроля лучше брать прядильные початки с разных сторон машины и из разных секций.

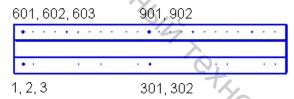


Рисунок 13.2 – Схема отбора образцов

На второй день отбираем прядильные початки с веретен под номерами 4, 5, 303, 304, 305 с одной стороны машины и 604, 605, 903, 904, 905 с другой. В этом случае в течение 125 рабочих дней прядильные початки со всех веретен и со всех прядильных машин будут проверены. При таком методе отбора образцов производственная лаборатория должна работать по двухсменному графику.

Пример 3

На фабрике установлено 10 пневмомеханических прядильных машин с 200 прядильными камерами на каждой машине. В таблице 13.1 указано, что все прядильные камеры должны быть проверены, по крайней мере, 1 раз в 4 месяца. Таким образом, для полной проверки необходимо 84 рабочих дня.

Общее количество прядильных камер на фабрике:

$$R_{\text{общ}} = 10 \times 200 = 2000$$
 камер.

Количество камер, проверяемых ежедневно:

$$R_{\kappa} = \frac{R_{\text{общ}}}{84} = \frac{2000}{84} = 23,8$$
 камер.

Количество камер, проверяемых ежедневно на каждой машине:

$$R_{\text{M}} = \frac{R_{\text{K}}}{18} = \frac{23.8}{10} = 2,38$$
 камеры.



Рисунок 13.3 – Схема отбора образцов

В этом случае в первый день отбираем бобины с пряжей с прядильных камер под номерами 1 и 201, на второй день – с прядильных камер под номерами 2 и 202 и так далее (рисунок 13.3).

13.4 Нормативы времени для систематической проверки каждого рабочего места

В таблицах 13.1 – 13.3 приведена рекомендуемая периодичность, в соответствии с которой необходимо проверять каждый выпуск технологического оборудования прядильного производства.

Одно дефектное веретено на кольцевой прядильной машине вызовет гораздо меньше негативных последствий при дальнейшей переработке пряжи, чем неисправно работающая машина на одном из технологических переходов при подготовке к прядению.

Таблица 13.1 – Рекомендуемая периодичность проверки оборудования на хлопкопрядильной фабрике

| 1 ' ' | 1 | |
|--------------------------------------|--------------------|------------------------|
| Оборудование | Производительность | Периодичность проверки |
| Чесальная машина | 120 кг/ч | 1 раз в неделю |
| Холстоформирующая машина | 400 кг/ч | 1 раз в месяц |
| Гребнечесальная машина | 56 кг/ч | 1 раз в 2 дня |
| 1-й переход ленточных машин | 190 кг/ч | 1 раз в 2 дня |
| 2-й переход ленточных машин | 120 кг/ч | 1 раз в день |
| Ровничная машина | 0.8 кг/ч | 1 раз в месяц |
| Кольцевая прядильная машина | 0,024 кг/ч на | 1 раз в 6 месяцев |
| $(T_n = 20 \text{ TeKC})$ | веретено | _ |
| Пневмомеханическая прядильная | 1,2 кг/ч на камеру | 1 раз в 4 месяца |
| машина (T _п = 100 текс)** | | _ |

Поэтому технологическое оборудование, предшествующее прядению, должно проверяться чаще. На приготовительном оборудовании значительно меньше выпусков, а значит, проще организовать контроль качества.

Таблица 13.2 — Рекомендуемая периодичность проверки оборудования на шерстопрядильной фабрике (аппаратная система прядения)

| 1 · ' ' | |
|-----------------------------|--|
| Технологический переход | Периодичность проверки |
| Чесальный аппарат | 5 кружков с каждого ряда ровничной каретки с |
| 00 | каждого аппарата в неделю |
| Кольцевая прядильная машина | 1 раз в 6 месяцев |

Таблица 13.3 — Рекомендуемая периодичность проверки оборудования на шерстопрядильной фабрике (камвольная система прядения)

| Технологический переход | Периодичность проверки |
|--|------------------------|
| Чесальная машина | 1 раз в неделю |
| Ленточная машина с авторегулятором вытяжки | 2 раза в неделю |
| 1-й переход ленточных машин | 1 раз в неделю |
| 2-й переход ленточных машин | 1 раз в день |
| Последний переход ленточных машин | 1 раз в 14 дней |
| Ровничная машина | 1 раз в месяц |
| Кольцевая прядильная машина | 1 раз в год |

Для каждого конкретного производства периодичность контроля будет также зависеть от срока эксплуатации машины, периодичности проведения ремонта и технического обслуживания, а также от требований к качеству пряжи.

13.5 Отбор образцов от малых партий пряжи

Осуществить организацию контроля качества большой партии пряжи всегда проще, чем маленькой, так как для большой партии имеется возможность провести большее количество испытаний и получить репрезентативные статистические показатели.

Для контроля качества небольших партий пряжи часто приходится отбирать больше образцов, чем описано в предыдущих разделах. Если, например, на камвольной прядильной фабрике производится небольшая партия пряжи в 500 кг, то это количество пряжи может выпустить одна кольцевая прядильная машина менее чем за сутки. Если для такой партии в день проверять одно из 1000 веретен, то мы получим абсолютно нерепрезентативные показатели. Поэтому для небольших партий количество образцов в пробе должно быть увеличено. В этом случае целесообразно взять образцы сразу после запуска партии на прядильной машине, а затем после того как наработается половина партии.

14 СТРУКТУРА ОТЧЕТА ОБ ИСПЫТАНИЯХ ПРОДУКТОВ ПРЯДЕНИЯ НА ПРИБОРАХ USTER® *TESTER*

14.1 Описание отчета об испытаниях

Многофункциональный прибор USTER[®] *TESTER 5* позволяет отображать на экране и выводить на печать в виде отчетов более 60 характеристик пряжи и полуфабрикатов для всестороннего анализа их качества.

В таблице 14.1 представлен один из вариантов отчета об испытаниях на приборе USTER® *TESTER 5*, где в столбцах приведены полученные в результате тестирования характеристики пряжи. Технологи и сотрудники лаборатории самостоятельно принимают решение о том, какие именно характеристики приводить в отчетах об испытаниях. В первую очередь это будет зависеть от назначения пряжи, предъявляемых к ней требований потребителями, требований технических условий и стандартов.

Макет отчета может составляться индивидуально для каждого артикула пряжи и каждого пользователя прибора. Отдельно создаются отчеты для испытаний ленты и ровницы, а отдельно для пряжи. При составлении макета отчета необходимо учитывать следующее:

- для ровницы и ленты в отчетах не содержится информация об индексе неровноты, дефектах и ворсистости.
- приведенный выше пример включает колонку «Count 100 m», которая будет заполнена только в том случае, если прибор оборудован дополнительным устройством для автоматического определения линейной плотности (весами).
- для пряжи кольцевого способа прядения непсами считаются утолщения выше 200 %, а для пневмомеханического способа выше 280 %.
- термин USP в строчках, содержащих статистическую информацию, означает классификацию результатов испытаний в соответствии с $USTER^{\$}STATISTICS$ (USP Uster Statistics Percentile).

В таблице 14.2 представлен отчет, содержащий все возможные показатели, которые могут быть предоставлены программным обеспечением прибора USTER[®] TESTER 5 по результатам испытаний пряжи и полуфабрикатов. В таблице также приведены все дополнительные характеристики, которые могут определяться прибором опционально.

В таблице 14.3 приводится объяснение всех представленных терминов.

Таблица 14.1 – Пример отчета об испытаниях пряжи линейной плотности 29.5 текс пневмомеханического способа прядения

| No. | CVm | CVm | CVm | Index | Thin | Thick | Neps | mMax | mMin | Count | Н | sh | Hmax | Hmin |
|------|-------|------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| | % | 1m | 10m | 1 | -50 % | +50 % | +280 % | 10m % | 10m % | 100m | | | 10m | 10m |
| | | | | | /km | 7km | /km | | | Nec | | | Н | Н |
| 1 | 15.55 | 5.30 | 3.05 | 2.13 | 20.0 | 100.0 | 34.0 | 7.4 | -8.1 | 19.78 | 4.45 | 1.34 | 4.6 | 4.3 |
| 2 | 15.39 | 5.00 | 2.54 | 2.11 | 20.0 | 92.0 | 39.0 | 7.0 | -6.5 | 19.94 | 4.47 | 1.37 | 4.7 | 4.3 |
| 3 | 15.00 | 4.90 | 2.51 | 2.05 | 17.0 | 69.0 | 24.0 | 5.1 | -5.7 | 19.89 | 4.33 | 1.35 | 4.5 | 4.2 |
| 4 | 15.39 | 4.97 | 2.32 | 2.11 | 24.0 | 81.0 | 41.0 | 5.1 | -7.4 | 20.11 | 4.33 | 1.30 | 4.5 | 4.2 |
| 5 | 15.44 | 5.20 | 2.68 | 2.11 | 16.0 | 99.0 | 35.0 | 6.3 | -5.6 | 19.82 | 4.29 | 1.27 | 4.5 | 4.1 |
| 6 | 15.33 | 5.27 | 2.80 | 2.10 | 19.0 | 68.0 | 33.0 | 7.7 | -7.8 | 19.48 | 4.30 | 1.27 | 4.5 | 4.2 |
| 7 | 15.26 | 5.01 | 2.66 | 2.09 | 14.0 | 87.0 | 20.0 | 9.6 | -5.3 | 19.84 | 4.76 | 1.37 | 5.0 | 4.5 |
| 8 | 15.32 | 5.12 | 2.42 | 2.10 | 24.0 | 84.0 | 45.0 | 5.3 | -6.1 | 20.18 | 4.26 | 1.30 | 4.4 | 4.1 |
| 9 | 15.05 | 4.61 | 2.06 | 2.06 | 12.0 | 74.0 | 36.0 | 6.1 | -4.5 | 20.13 | 4.28 | 1.25 | 4.4 | 4.1 |
| 10 | 15.44 | 5.33 | 2.74 | 2.11 | 23.0 | 69.0 | 27.0 | 6.6 | -6.6 | 20.18 | 4.51 | 1.32 | 4.7 | 4.3 |
| Mean | 15.32 | 5.07 | 2.58 | 2.10 | 18.9 | 82.3 | 33.4 | 6.6 | -6.4 | 19.93 | 4.40 | 1.31 | 4.6 | 4.2 |
| USP | 65 | | | | 61 | 46 | 46 | - | 76. | | 13 | 41 | | |
| CV | 1.1 | 4.4 | 10.6 | 1.1 | 22.0 | 14.8 | 23.2 | 20.9 | 17.9 | 1.1 | 3.5 | 3.3 | 3.5 | 3.0 |
| Q95 | 0.12 | 0.16 | 0.20 | 0.02 | 3.0 | 8.7 | 5.6 | 1.0 | 0.8 | 0.16 | 0.11 | 0.03 | 0.1 | 0.1 |
| Max | 15.55 | 5.33 | 3.05 | 2.13 | 24.0 | 100.0 | 45.0 | 9.6 | -4.5 | 20.18 | 4.76 | 1.37 | 5.0 | 4.5 |
| Min | 15.00 | 4.61 | 2.06 | 2.05 | 12.0 | 68.0 | 20.0 | 5.1 | -8.1 | 19.48 | 4.26 | 1.25 | 4.4 | 4.1 |

Таблица 14.2 – Полный перечень характеристик пряжи и полуфабрикатов, определяемых прибором USTER® *TESTER 5*

| COIL | \mathbf{K} ILS | ILKJ | | 10 | | | | | | | | | | | |
|------|--------------------|-------|------|-------|----------|------|------|------|----------|-------|------|-------|------|-------|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | <u>6</u> | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| No. | U | U | U | CVm | CVm | CVm | CVm | CVm | CVm | CVm | CVm | Index | DR | Thin | Thin |
| | | inert | hi | • | lm | 3m | 10m | 50m | 100m | inert | hi | | 1.5m | -40 % | -50 % |
| | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | | 5% | /km | /km |
| 1 | 12.34 | 1.56 | 2.86 | 15.55 | 5.30 | 4.42 | 3.05 | 1.52 | | 2.06 | 3.57 | 2.13 | 31.1 | 560.0 | 20.0 |
| 2 | 12.19 | 1.18 | 2.59 | 15.39 | 5.00 | 4.09 | 2.54 | 0.97 | | 1.47 | 3.24 | 2.11 | 29.4 | 486.0 | 20.0 |
| 3 | 11.90 | 1.30 | 2.41 | 15.00 | 4.90 | 4.08 | 2.51 | 0.93 | | 1.63 | 3.01 | 2.05 | 30.3 | 385.0 | 17.0 |
| 4 | 12.21 | 0.99 | 2.42 | 15.39 | 4.97 | 4.00 | 2.32 | 0.72 | | 1.23 | 3.03 | 2.11 | 30.2 | 526.0 | 24.0 |
| 5 | 12.21 | 1.36 | 2.72 | 15.44 | 5.20 | 4.29 | 2.68 | 1.22 | | 1.70 | 3.40 | 2.11 | 30.5 | 465.0 | 16.0 |
| 6 | 12.14 | 1.48 | 2.79 | 15.33 | 5.27 | 4.43 | 2.80 | 1.46 | | 1.85 | 3.49 | 2.10 | 29.1 | 464.0 | 19.0 |
| 7 | 12.09 | 1.49 | 2.65 | 15.26 | 5.01 | 4.15 | 2.66 | 1.39 | | 1.86 | 3.32 | 2.09 | 28.9 | 439.0 | 14.0 |
| 8 | 12.15 | 1.02 | 2.45 | 15.32 | 5.12 | 4.13 | 2.42 | 0.85 | | 1.28 | 3.06 | 2.10 | 28.0 | 464.0 | 24.0 |
| 9 | 11.92 | 0.95 | 2.06 | 15.05 | 4.61 | 3.55 | 2.06 | 0.79 | | 1.19 | 2.58 | 2.06 | 24.3 | 459.0 | 12.0 |
| 10 | 12.23 | 1.03 | 2.81 | 15.44 | 5.33 | 4.47 | 2.74 | 0.89 | ^ | 1.29 | 3.52 | 2.11 | 35.2 | 519.0 | 23.0 |
| Mean | 12.14 | 1.24 | 2.58 | 15.32 | 5.07 | 4.16 | 2.58 | 1.07 | | 1.56 | 3.22 | 2.10 | 29.7 | 476.7 | 18.9 |
| USP | 66 | | | 65 | | | | | 4 | | | | | | 61 |
| CV | 1.1 | 19.8 | 9.5 | 1.1 | 4.4 | 6.6 | 10.6 | 27.6 | | 19.8 | 9.5 | 1.1 | 9.19 | 10.3 | 22.0 |
| Q95 | 0.10 | 0.18 | 0.18 | 0.12 | 0.16 | 0.20 | 0.20 | 0.21 | | 0.22 | 0.22 | 0.02 | 2.0 | 35.0 | 3.0 |
| Max | 12.34 | 1.65 | 2.86 | 15.55 | 5.33 | 4.47 | 3.05 | 1.52 | | 2.06 | 3.57 | 2.13 | 35.2 | 560.0 | 24.0 |
| Min | 11.90 | 0.95 | 2.06 | 15.00 | 4.61 | 3.55 | 2.06 | 0.72 | | 1.19 | 2.58 | 2.05 | 24.3 | 385.0 | 12.0 |

Продолжение таблицы 14.2

| | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|------|-----------|-------|-------|-------|-------------------|--------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|------|-----------|-----------|------|
| No. | Thin | Thick | Thick | Thick | Thick | Neps | Neps | Neps | Neps | mMax | mMin | mMax | mMin | mMax | mMin |
| | -60 % | +35 % | +50 % | +70 % | +100 % | +140 % | +200 % | +280 % | +400 % | 1m | 1m | 3m | 3m | 10m | 10m |
| | | | | C | /km | /km | /km | /km | /km | % | | % | | % | |
| | /km | /km | /km | /km | $\langle \rangle$ | | | | | | % | | % | | % |
| 1 | 0.0 | 741.0 | 100.0 | 3.0 | 0.0 | 4619 | 588.0 | 34.0 | 2.0 | 20.0 | -17.9 | 14.0 | -11.3 | 7.4 | -8.1 |
| 2 | 1.0 | 761.0 | 92.0 | 5.0 | 1.0 | 4300 | 538.0 | 39.0 | 2.0 | 16.6 | -16.2 | 10.9 | -13.7 | 7.0 | -6.5 |
| 3 | 0.0 | 643.0 | 69.0 | 0.0 | 0.0 | 3601 | 391.0 | 24.0 | 0.0 | 14.5 | -13.7 | 11.6 | -9.9 | 5.1 | -5.7 |
| 4 | 1.0 | 728.0 | 81.0 | 5.0 | 1.0 | 4659 | 633.0 | 41.0 | 2.0 | 16.8 | -14.8 | 11.2 | -11.6 | 5.1 | -7.4 |
| 5 | 1.0 | 756.0 | 99.0 | 3.0 | 0.0 | 3954 | 501.0 | 35.0 | 1.0 | 18.9 | -16.7 | 13.4 | -10.7 | 6.3 | -5.6 |
| 6 | 0.0 | 703.0 | 68.0 | 2.0 | 0.0 | 3721 | 460.0 | 33.0 | 2.0 | 18.4 | -14.2 | 13.8 | -11.4 | 7.7 | -7.8 |
| 7 | 0.0 | 750.0 | 87.0 | 2.0 | 0.0 | 3565 | 436.0 | 20.0 | 0.0 | 20.2 | -13.8 | 16.5 | -9.8 | 9.6 | -5.3 |
| 8 | 1.0 | 706.0 | 84.0 | 3.0 | 0.0 | 3976 | 528.0 | 45.0 | 1.0 | 19.1 | -15.8 | 12.5 | -13.2 | 5.3 | -6.1 |
| 9 | 0.0 | 665.0 | 74.0 | 1.0 | 0.0 | 4085 | 536.0 | 36.0 | 1.0 | 15.6 | -13.8 | 11.1 | -10.0 | 6.1 | -4.5 |
| 10 | 0.0 | 757.0 | 69.0 | 4.0 | 0.0 | 3770 | 451.0 | 27.0 | 2.0 | 17.6 | -16.1 | 10.8 | -13.0 | 6.6 | -6.6 |
| Mean | 0.4 | 721.0 | 82.3 | 2.8 | 0.2 | 4025 | 506.2 | 33.4 | 1.3 | 17.7 | -15.3 | 12.6 | -11.5 | 6.6 | -6.4 |
| USP | | | 46 | | | | | 46 | | | | | | | |
| CV | 129.1 | 5.7 | 14.8 | 57.8 | 210.8 | 9.8 | 14.5 | 23.2 | 63.3 | 10.7 | 9.7 | 14.7 | 12.5 | 20.9 | 17.9 |
| Q95 | 0.4 | 29.4 | 8.7 | 1.2 | 0.3 | 281 | 52.5 | 5.6 | 0.6 | 1.4 | 1.1 | 1.3 | 1.0 | 1.0 | 0.8 |
| Max | 1.0 | 761.0 | 100.0 | 5.0 | 1.0 | 4659 | 633.0 | 45.0 | 2.0 | 20.2 | -13.6 | 16.5 | -9.8 | 9.6 | -4.5 |
| Min | 0.0 | 643.0 | 68.0 | 0.0 | 0.0 | 3565 | 391.0 | 20.0 | 0.0 | 14.5 | -17.9 | 10.8 | -13.7 | 5.1 | -8.1 |

Продолжение таблицы 14.2

| | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 |
|------|----------------------|-------------------|--------------------------|------|------|-----------|----------|-----------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|------------------|-------------|
| No. | Count 100m Nec | Rel. Cnt± % | Rel.Cn length 100m | H | sh | sh 1m | sh 3m | sh 10m | sh 100m | Hmax 1m H | Hmin 1m | Hmax 3m H | Hmin 3m | Hmax 10m H | Hmin 10m |
| | INEC | /0 | % | | <> < | | | | | 11 | Н | 11 | Н | 11 | Н |
| 1 | 19.78 | 1.2 | 1.2 | 4.45 | 1.34 | 0.17 | 0.10 | 0.06 | | 5.0 | 3.9 | 4.8 | 4.2 | 4.6 | 4.3 |
| 2 | 19.94 | 0.2 | 0.2 | 4.47 | 1.37 | 0.17 | 0.11 | 0.07 | | 5.0 | 4.0 | 4.7 | 4.2 | 4.7 | 4.3 |
| 3 | 19.89 | 1.4 | 1.4 | 4.33 | 1.35 | 0.17 | 0.11 | 0.07 | | 5.1 | 3.8 | 4.8 | 4.0 | 4.5 | 4.2 |
| 4 | 20.11 | -1.1 | -1.1 | 4.33 | 1.30 | 0.15 | 0.09 | 0.06 | | 4.8 | 3.8 | 4.6 | 4.0 | 4.5 | 4.2 |
| 5 | 19.82 | -0.7 | -0.7 | 4.29 | 1.27 | 0.17 | 0.11 | 0.07 | | 4.9 | 3.8 | 4.7 | 4.0 | 4.5 | 4.1 |
| 6 | 19.48 | -0.1 | -0.1 | 4.30 | 1.27 | 0.16 | 0.10 | 0.07 | | 4.8 | 3.9 | 4.6 | 4.0 | 4.5 | 4.2 |
| 7 | 19.84 | 1.1 | 1.1 | 4.76 | 1.37 | 0.19 | 0.13 | 0.08 | | 5.3 | 4.2 | 5.1 | 4.4 | 5.0 | 4.5 |
| 8 | 20.18 | -1.1 | -1.1 | 4.26 | 1.30 | 0.16 | 0.10 | 0.07 | | 4.8 | 3.8 | 4.6 | 4.0 | 4.4 | 4.1 |
| 9 | 20.13 | 0.3 | 0.3 | 4.28 | 1.25 | 0.16 | 0.10 | 0.07 | L . | 4.8 | 3.8 | 4.6 | 4.0 | 4.4 | 4.1 |
| 10 | 20.18 | -1.1 | -1.1 | 4.51 | 1.32 | 0.16 | 0.10 | 0.06 | //_ | 5.0 | 3.9 | 4.8 | 4.1 | 4.7 | 4.3 |
| Mean | 19.93 | -0.0 | 0.0 | 4.40 | 1.31 | 0.17 | 0.11 | 0.07 | 9 | 5.0 | 3.9 | 4.7 | 4.1 | 4.6 | 4.2 |
| USP | | | | 13 | 41 | | | | | D_{A} | | | | | |
| CV | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 3.5 | 3.3 | 7.2 | 8.9 | 10.2 | | 3.4 | 3.2 | 3.3 | 3.0 | 3.5 | 3.0 |
| Q95 | 0.16 | 0.7 | 0.7 | 0.11 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Max | 20.18 | 1.4 | 1.4 | 4.76 | 1.37 | 0.19 | 0.13 | 0.08 | | 5.3 | 4.2 | 5.1 | 4.4 | 5.0 | 4.5 |
| Min | 19.48 | -1.1 | -1.1 | 4.26 | 1.27 | 0.15 | 0.09 | 0.06 | | 4.8 | 3.8 | 4.6 | 4.0 | 4.4 | 4.1 |

Окончание таблицы 14.2

| _ | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
|------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-------|-------------------|-------------|-----------|----------|-------|-----------|----------|
| No. | 2D | CV2D | s2D | CV2D | CV FS | CV1D | Shape | D | Trash | Trash | Dust | Dust | Trashsize | Dustsize |
| | Ø | 8mm | 8mm | 0.3mm | | 0.3mm | | g/cm ³ | Count/km | 1/g | Count/km | 1/g | μm | |
| | mm | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0.372 | 11.73 | 0.068 | 18.74 | 14.62 | 23.23 | 0.70 | 0.27 | 0.0 | 0.0 | 1287 | 43.1 | | 189.7 |
| 2 | 0.370 | 12.37 | 0.068 | 19.30 | 14.83 | 23.43 | 0.71 | 0.27 | 0.0 | 0.0 | 1324 | 44.7 | | 187.8 |
| 3 | 0.372 | 11.86 | 0.068 | 18.81 | 14.61 | 23.46 | 0.69 | 0.27 | 2.0 | 0.1 | 1319 | 44.4 | 506.3 | 188.5 |
| 4 | 0.362 | 11.24 | 0.065 | 18.11 | 14.22 | 23.01 | 0.69 | 0.29 | 1.0 | 0.0 | 1116 | 38.0 | 593.8 | 191.6 |
| 5 | 0.364 | 11.52 | 0.066 | 18.34 | 14.29 | 22.82 | 0.70 | 0.28 | 0.0 | 0.0 | 1471 | 49.4 | | 188.0 |
| 6 | 0.359 | 11.19 | 0.063 | 17.94 | 14.04 | 22.34 | 0.71 | 0.29 | 3.0 | 0.1 | 1087 | 35.9 | 523.1 | 189.7 |
| 7 | 0.377 | 11.13 | 0.067 | 18.23 | 14.45 | 23.09 | 0.70 | 0.26 | 0.0 | 0.0 | 1212 | 40.7 | | 191.9 |
| 8 | 0.358 | 11.56 | 0.065 | 18.46 | 14.41 | 22.79 | 0.70 | 0.29 | 0.0 | 0.0 | 967 | 33.0 | | 187.4 |
| 9 | 0.362 | 11.13 | 0.063 | 17.96 | 14.10 | 22.28 | 0.71 | 0.29 | 1.0 | 0.0 | 1268 | 43.2 | 531.3 | 189.8 |
| 10 | 0.366 | 11.66 | 0.066 | 18.62 | 14.52 | 22.74 | 0.71 | 0.28 | 1.0 | 0.0 | 1274 | 43.5 | 506.3 | 191.3 |
| Mean | 0.366 | 11.54 | 0.066 | 18.45 | 14.41 | 22.92 | 0.70 | 0.28 | 0.8 | 0.0 | 1239 | 41.6 | 532.1 | 189.6 |
| USP | | | | | | | | 0 | > | | | | | |
| CV | 1.7 | 3.4 | 2.8 | 2.3 | 1.7 | 1.8 | 1.0 | 3.4 | 129.1 | 127.8 | 11.61 | 11.51 | 6.79 | 0.86 |
| Q95 | 0.004 | 0.28 | 0.001 | 0.31 | 0.18 | 0.29 | 0.00 | 0.01 | 0.7 | 0.0 | 102.4 | 3.4 | 44.8 | 1.2 |
| Max | 0.377 | 12.37 | 0.068 | 19.30 | 14.83 | 23.46 | 0.71 | 0.29 | 3.0 | 0.1 | 1471 | 49.4 | 593.8 | 191.9 |
| Min | 0.358 | 11.13 | 0.063 | 17.94 | 14.04 | 22.28 | 0.69 | 0.26 | 0.0 | 0.0 | 967.0 | 33.0 | 506.3 | 187.4 |

Таблица 14.3 – Расшифровка всех показателей качества пряжи и полуфабрикатов

| No | | Отисомия | | |
|----|---|---|--|--|
| 1 | Обозначение 2 | Описание | | |
| 1 | | 3 | | |
| 1 | No. | Номер испытанного образца | | |
| 2 | U _m | Линейная неровнота по массе отрезков (по линейной плотности). В настоящее время при анализе неровноты ринндуется заменять U_m на CV_m | | |
| 3 | U _m inert | U _т неровнота, полученная при инертных испытаниях, реализовывавшихся на приборах USTER [®] <i>TESTER</i> первых двух поколений. Данные испытания исключают влияние краткосрочных колебаний на результаты измерения. Инертный тест использовался для испытаний пряжи. При переходе к скоростям, используемым в настоящее время, результаты, полученные в процессе испытаний, коррелируют с неровнотой на отрезках следующих длин: Скорость испытания Длина отрезка 4 м/мин 0,22 м 8 м/мин 0,45 м 25 м/мин 1,40 м 50 м/мин 2,80 м 100 м/мин 5,60 м 200 м/мин 11,20 м 400 м/мин 22,40 м Показатели могут быть использованы для сравнения результатов с приборами предыдущих поколений, где не было возможности установить длину отрезков | | |
| 4 | Um hi Um 25 м/мин 100 м/мин 1,60 м 200 м/мин 400 м/мин 6,40 м Показатель аналогичный Um inert, но рекомендуемый для оценки качества комплексных нитей и коррели неровнотой на отрезках следующих длин: Перевод для UT1/UT2: Скорость испытания Длина отрезка 25 м/мин 0,40 м 100 м/мин 1,60 м 100 м/мин 3,20 м 400 м/мин 6,40 м | | | |
| 5 | CV _m | Коэффициент вариации по массе отрезков пряжи длиной 1 см. Показывает общую величину колебаний массы по длине продукта | | |

Продолжение таблицы 14.3

| <u> </u> | Продолжение таолицы 14.3 | | |
|----------|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | |
| 6-10 | CV _m 1m100m | Коэффициенты вариации по массе отрезков длиной 1 м, 3 м, 10 м, 50 м, 100 м. Применяются для анализа средне- и долгосрочной неровноты, которая образовалась на предыдущих переходах технологического процесса | |
| 11 | CV_m inert | CV_{m} , полученная при инертных испытаниях | |
| 12 | CV _m hi | Неровнота CV, полученная при полуинертных испытаниях | |
| 13 | Index | Индекс неровноты (описан в п. 3.3). Показывает насколько близко значение измеренной неровноты пряжи CV_m к теоретически возможной $CV_{lim.}$ Индекс также показывает, насколько эффективно организован процесс прядения | |
| 14 | DR 1.5m 5% [%] | Уровень отклонений - отношение в % длины всех участков пряжи, толщина которых превышает установленное значение \pm х %, к общей длине L образца. Применение показателя DR аналогично использованию коэффициентов вариации CV_m (на отрезках разной длины) Уровень отклонений был введен Комиссией Японского Прядильного Фонда JSIF. Это значение используется прядильщиками Азиатско—Тихоокеанского региона. Значение данного показателя по длине 1.5—метровых отрезков и предел отклонений в \pm 5 % сегодня используются как стандартные величины | |
| 15 – 21 | Thin -30% 60% и Thick +35%+100% | Количество утоненных и утолщенных участков на 1 км пряжи (описано в главе 5). Значения в процентах показывают увеличение поперечного сечения пряжи | |
| 22 – 25 | Neps +140%+400% | Количество непсов – коротких утолщений длиной до 4 мм на 1 км пряжи (описано в главе 5) | |
| 26 – 31 | mMax / mMin 1m10m | Максимальное и минимальное отклонение массы образца на отрезках длиной от 1 до 10 м по отношению к средней массе. Эти значения используются для обнаружения больших отклонений, возникших вследствие неисправностей оборудования на предыдущих технологических переходах (неправильная нагрузка на валики вытяжных приборов, намоты на валики и т. д.) | |
| 32 | Count () m | Линейная плотность пряжи определяется ручным или автоматическим взвешиванием образца с помощью дополнительной опции (FM и FA модули). Стандартной длиной при определении линейной плотности пряжи является 100 м. При определении линейной плотности ровницы и ленты стандартной длиной является 10 м (значение вводится вручную) | |

Продолжение таблицы 14.3

| продолжение таолицы 14.3 | | |
|--------------------------|----------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 33 | Rel. Count ± | Относительное отклонение линейной плотности: отклонение в процентах полной массы каждого испытанного образца от средней массы всех испытанных образцов, которая принимается за 100 %. Отклонение относительной линейной плотности не заменяет ее абсолютное значение, которое определяется весовым методом. Емкостным методом нельзя определить абсолютное значение линейной плотности. Тем не менее, корреляция между коэффициентами вариации по относительной и абсолютной линейной плотности между прядильными початками очень высокая |
| 34 | Rel. Cnt length m | То же, что и выше, но с возможностью выбора длины материала отличной от 100 м. Автоматически или вручную может быть задана длина 50, 200 или 450 м |
| 35 | Н | Ворсистость (безразмерная величина) - общая длина (в см) всех выступающих кончиков волокон на 1 см длины пряжи (описана в главе 8) |
| 36 | sh | Среднее квадратическое отклонение ворсистости. Величина sh показывает вариацию по ворсистости на коротких отрезках длиной 1 см по всей длине образца пряжи. Является мерой равномерности пряжи по ворсистости |
| 37 – 40 | sh 1m100m | Среднее квадратическое отклонение по ворсистости на отрезках длиной от 1 до 100 м |
| 41 – 46 | Hmax /Hmin 1m10m | Максимальное и минимальное значения ворсистости на выбранной длине отрезков пряжи. Показывают диапазон изменения ворсистости в образце пряжи и указывают на неровноту по ворсистости на длинных отрезках |
| 47 | 2D Ø mm | Среднее значение 2D диаметра пряжи (измеренного в двух направлениях) в мм по всей длине образца. Используется в качестве сравнительной величины. Образцы пряжи одинаковой линейной плотности, сырьевого состава и крутки всегда должны иметь одинаковый средний 2D диаметр |
| 48 | CV2D 8mm | Коэффициент вариации по 2D-диаметру на отрезках длиной 8 мм. CV оптически измеренного диаметра пряжи. Используется как мера оптической равномерности, аналогично CV по массе отрезков. Для некоторых изделий, особенно для трикотажа, оптическая неровнота CV2D может использоваться для прогнозирования внешнего вида полотен, их неравномерности и эффекта замутнения |
| 49 | s2D | Среднее квадратическое отклонение 2D-диаметра на отрезках длиной 8 мм (в мм). Рассчитывается на основе CV2D. Может использоваться для сравнения образцов или как мера неровноты пряжи. Вместо него удобнее использовать CV2D |

Окончание таблицы 14.3

| 1 | 2 | 3 |
|----|---------------------|--|
| 50 | CV2D 0.3mm | CV по 2D-диаметру на отрезках длиной 0.3 мм (= фактической длине измерительного поля). Используется как индикатор неровноты по диаметру пряжи на очень коротких отрезках. При длине отрезков всего 0.3 мм можно измерить неровноту с такой точностью, что становится заметной шероховатость пряжи |
| 51 | CV FS | $CV_{FS} = \sqrt{(CV2D[0,3mm])^2 - (CV2D[8mm])^2}$ Внутренняя неровнота CVFS рассчитывается исходя из CV2D на отрезках длиной 8 мм и 0.3 мм. Она позволяет оценить колебания неровноты внутри коротких отрезков. Специфический индикатор шероховатости пряжи. При расчете учитывается только неровнота на отрезках длиной 0.3 мм и 8 мм |
| 52 | CV1D 0.3mm | Коэффициент вариации диаметра пряжи 1D (измеренного в одном направлении) на отрезках длиной 0.3 мм. Может быть использован для сравнительных целей, например, для сравнения с результатами, полученными с помощью других тестеров неровноты, которые измеряют диаметр пряжи только в одном направлении |
| 53 | Shape | Фактор, который показывает среднюю круглость сечения пряжи по всей длине образца. Значение соответствует отношению короткой к длинной оси эллипса (если 1 — круг; 0,5 — эллипс, у которого длина в 2 раза больше ширины). Круглость сечения пряжи влияет на внешний вид получаемых из нее изделий |
| 54 | D | Средняя плотность пряжи по всей длине образца (г/см³), определяет компактность пряжи. Рассчитывается через линейную плотность пряжи: $\mathbf{m} = \frac{\mathbf{d}^2 \cdot \boldsymbol{\pi}}{4} \cdot \mathbf{l} \cdot \mathbf{D} \left(\mathbf{r} \right),$ $\mathbf{D} = \frac{\mathbf{d} \cdot \mathbf{m}}{\mathbf{d}^2 \cdot \boldsymbol{\pi} \cdot \mathbf{l}} = \frac{\mathbf{d}}{\mathbf{d}^2 \cdot \boldsymbol{\pi}} \cdot \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{l}} \left(\frac{\mathbf{r}}{\mathbf{c} \mathbf{m}^3} \right),$ $\mathbf{m} - \text{масса отрезка пряжи, } \mathbf{r}; \mathbf{D} - \mathbf{n}$ лотность пряжи, \mathbf{r} /см³; \mathbf{d} – диаметр пряжи, \mathbf{c} м; \mathbf{l} – длина отрезка пряжи, \mathbf{c} м |
| 55 | Trash Count/km | Количество сорных примесей (> 500 µм) на 1 километр пряжи (описано в главе 10) |
| 56 | Trash Count/g | Количество сорных примесей (> 500 µм) на 1 грамм пряжи (описано в главе 10) |
| 57 | Dust Count/km | Количество частиц пыли на 1километр пряжи |
| 58 | Dust Count/g | Количество частиц пыли (< 500 µм) на 1 грамм пряжи |
| 59 | Trash size μm | Средний размер всех обнаруженных сорных примесей (мкм). Чем больше средний размер сорных примесей, тем больше дефектов может быть в структуре пряжи |
| 60 | Dust size μm | Средний размер всех обнаруженных частиц пыли. Чем больше средний размер частиц пыли, тем хуже внешний вид пряжи (за исключением отбеленной пряжи, где большая часть пыли уже не видна) |

При оснащении прибора $USTER^{\circledast}$ TESTER датчиком FM для обнаружения инородных частиц, в структуру отчета могут быть добавлены еще 29 колонок, где приведено количество этих частиц в соответствии с классификацией. Данные показатели необходимы для более подробного анализа засоренности пряжи инородными частицами.

Прибор USTER® TESTER 6 позволяет определить ряд дополнительных характеристик, которые представлены в таблице 14.4. Как видно, наиболее значимыми изменениями стала добавленная классификация ворсинок по классам длин, а также суммарное количество более и менее заметных пороков в пряже. Классификация ворсинок по классам длины позволяет проводить еще более глубокий анализ качества пряжи, а суммарное количество пороков — упростить качественную оценку пряжи.

Таблица 14.4 — Расшифровка дополнительных показателей качества пряжи на приборе $USTER^{@}$ TESTER 6

| № | Термин | Определение |
|------|----------------------------|---|
| 1 | Total IP standard | Суммарное количество часто встречающихся дефектов: — для пряжи кольцевого прядения: утонения (-50 %), утолщения (+50 %), непсы (+200 %); — для пряжи пневмомеханического и аэродинамического прядения - утонения (-50 %), утолщения (+50 %), непсы (+280 %) |
| 2 | Total IP sensitive | Суммарное количество менее заметных дефектов. Для пряжи кольцевого прядения: утонения (–40 %), утолщения (+30 %), непсы (+140 %) |
| 3 | S3u | Среднее количество ворсинок с длиной более 3 мм на участках пряжи длиной 100 м |
| 4 | S1+2u | Суммарное количество ворсинок классов длин 1 и 2 мм на участках пряжи длиной 100 м |
| 5-11 | 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 mm | Суммарное количество ворсинок семи различных классов длин на участках пряжи длиной 100 м |

Прибор USTER® *TESTER* 6 более не определяет ряд характеристик, которые уже не применяются для анализа качества пряжи на текстильных предприятиях Республики Беларусь и в мире. Это — U_m inert (долгосрочная неровнота по массе отрезков); U_m hi (среднесрочная неровнота по массе отрезков определенной длины) и CV_m hi (неровнота CV, полученная при полуинертных испытаниях).

14.2 Объяснение статистических характеристик в нижней части отчета об испытаниях

Результаты, полученные с помощью прибора USTER® *TESTER*, содержат краткую статистическую информацию об испытаниях пряжи и полуфабрикатов, представленную в нижней части отчета. Эта информация, как правило, включает в себя:

- среднюю величину показателя;
- CV % коэффициент вариации между образцами по данному показателю;
 - Q95 % доверительный интервал;
 - максимальное и минимальное значение признака.

Дополнительно можно добавить в отчет об испытаниях одну или несколько следующих статистических характеристик:

- уровень USP (величину процентиля по USTER® STATISTICS);
- s (среднее квадратическое отклонение между показателями отдельных образцов);
 - значение медианы.

Расшифруем значение этих показателей.

Средняя величина рассчитывается как средняя арифметическая простая из серии испытаний:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

где x_i – индивидуальные значения признака по серии испытаний; n – количество образцов в серии испытаний.

Коэффициент вариации показателя (СV) между образцами характеризует степень вариации показателя между (between) отдельными образцами. Чем меньше CVb, тем равномернее свойства полуфабрикатов и пряжи. Если испытывалось менее 5 образцов материала, статистические характеристики CV, Q95% и среднее квадратическое отклонения не рассчитываются.

Доверительный интервал Q95 % показывает диапазон, внутри которого с вероятностью 95 % будут находиться средние значения признака, если повторить испытания той же партии при выборке других образцов.

Размер (ширина) доверительного интервала зависит от стабильности условий проведения испытаний, среднего квадратического отклонения между результатами испытаний и особенно от количества образцов. С уменьшением среднего квадратического отклонения и увеличением размера выборки доверительный интервал будет уменьшаться.

Максимальная (Max) и минимальная (Min) величина. Максимальная и минимальная величины просто указывают на наибольшее и наименьшее значение признака у образцов по проведенной серии испытаний. Они могут использоваться для анализа отклонения этих величин от среднего значения признака.

USP ($USTER^{®}$ STATISTICS npoцентиль) показывает среднее значение признака, полученное по результатам серии испытаний и оцененное в соответствии с бюллетенями $USTER^{®}$ STATISTICS.

USTER® TESTER 5 включает в себя базу данных USTER® STATISTICS и, следовательно, может показать мировой рейтинг тех показателей качества пряжи, которые содержатся в бюллетенях USTER® STATISTICS. Чтобы получить корректные результаты, необходимо правильно выбрать вид материала при вводе исходных данных на приборе USTER® TESTER.

Диапазон изменения значений USP: от 5 % (наилучшие образцы) до 95 % (наихудшие). Подробное описание данных показателей приводится в последних версиях бюллетеней USTER $^{\text{®}}$ STATISTICS.

Например, значение USP для показателя ворсистости (H) равное 13 означает, что 13 % пряжи, выпускаемой в мире на прядильных фабриках, предоставляющих информацию для составления бюллетеней USTER $^{\text{®}}$ STATISTICS, обладает такой же или более низкой ворсистостью по сравнению с испытанной пряжей.

Или значение CV_m равное 95 означает, что испытанная пряжа попала в 5 % наихудших образцов пряжи, выпускаемой в мире, по данному показателю.

Среднее квадратическое отклонение (s) показателя между образцами — абсолютное значение вариации признака между образцами. В большинстве случаев лучше использовать относительные показатели вариации, например, коэффициент вариации CV. Чем ниже значение среднего квадратического отклонения, тем равномернее характеристики продукта прядения.

Медиана — показывает величину признака, которая находится в середине ранжированного ряда, то есть 50 % испытанных образцов превышают данный показатель, а 50 % испытанных образцов имеют более низкие значения. Не следует путать медиану со средней величиной. Медиана и среднее значение признака совпадают только для результатов с симметричными гистограммами (например, для идеально нормального распределения).

15 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ USTER® QUALITY EXPERT

15.1 Характеристика программы USTER® QUALITY EXPERT

USTER® QUALITY EXPERT является важным элементом глобальной системы анализа результатов испытаний Total Testing Center TM . Эта новая система управления прядильной фабрикой позволяет проводить анализ качества продукции на значительно более высоком уровне за счет новых аналитических возможностей. Фирма USTER разработала функцию Assistant Q, которая выявляет отклонения показателей качества от критических значений и мгновенно предоставляет пользователю всю необходимую информацию.

USTER® QUALITY EXPERT анализирует результаты испытаний, проведенных с использованием разных приборов, и данных с нитеочистителей USTER® QUANTUM 3, создавая комплексную аналитическую систему. После интеграции USTER® QUALITY EXPERT и Assistant Q в новом приборе USTER® TESTER 6 система анализа Total Testing Center стала представлять полную систему управления фабрикой. Она призвана помогать инженерам прядильного производства в принятии решений в соответствии с политикой в области качества.

На рисунке 15.1 показано главное меню программы.



Рисунок 15.1 – USTER[®] QUALITY EXPERT – экран главного меню

Программа USTER $^{\text{®}}$ QUALITY EXPERT запускается или непосредственно с прибора USTER $^{\text{®}}$ TESTER 6, или с любого компьютера, где установлена программа USTER $^{\text{®}}$ QUALITY EXPERT через локальную сеть. В таблице 15.1 приведены разделы главного меню и основные возможности программы.

Таблица 15.1 – Характеристики, рассчитываемые программой USTER® *QUALITY EXPERT*

| 3.6 | | <u> </u> | CCHALIFIER I I DOLDAMMON OSTEK QUALITIERENT |
|---------------------|---------------------------------------|--|--|
| $N_{\underline{0}}$ | Меню | Характеристика | Описание |
| 1 | Панель инструментов (Dashboard) | Численные значения (Numeric values) Показатели качества | Предоставляет всю необходимую информацию о каждом выпускаемом артикуле пряжи: – количество нестандартных ситуаций, например предупреждений (Alarms); – загруженность лаборатории (Lab utilization); – количество произведенной пряжи (тонн) (Production); – количество отходов (%) (Hard waste %); – количество одновременно выпускаемых артикулов пряжи (Products); – средняя эффективность удаления непса (%) (Carding NRE %) Он показывает уровень качества каждого выпускаемого артикула по сравнению с USP TM и |
| | | (Quality parameter) | составляется на основе различных характеристик пряжи |
| | Центр | Обзор предупреждений (Alarm overview) | Предоставляет полный обзор выявленных несоответствий для каждого цеха и по всей фабрике. Несоответствия указываются отдельно для каждой машины и технологического процесса |
| 2 | предупреждений (Alarm center) | Список предупреждений (Alarm queue) | Предоставляет информацию обо всех выявленных подтвержденных предупреждениях и несоответствиях с каждого цеха |
| | (Alaini center) | Пояснения к предупреждениям (Alarm detail) | Предоставляет подробное описание каждого предупреждения, возможную область его про- исхождения, а также предполагаемые последствия, вызванные им, при дальнейшей перера- ботке материала |
| | | Сравнение качества (Quality comparison) | Сравнительный отчет, включающий до 4 видов материалов. Пользователем могут быть выбраны различные показатели качества для сравнительного анализа |
| | Анализ | Продукты прядения (Fiber to yarn) | Отчет для анализа качественных характеристик материалов по всему прядильному производству (от волокна до пряжи) или для конкретного технологического перехода. Возможно предоставление отчета за день, неделю, месяц, или другой, установленный пользователем период |
| 3 | работы фабрики (Mill analysis) | Эффективность процессов кардо- и гребнечесания (Carding/ combing efficiency) | Отчет об эффективности удаления непсов и коротких волокон в процессе кардо- и гребнечесания. Могут быть сформированы суммарные еженедельные отчеты |
| | | Обзор диаграмм | Отчеты для сравнения диаграмм изменения до 4-х параметров качества. Анализ можно |
| | | (Chart view) | проводить для каждого технологического перехода и для всего производства |
| | | Фильтр (Filter) | Применение фильтра упрощает получение информации о результатах тестирования |

Окончание таблицы 15.1

| N | Меню | Характеристика | Описание |
|---|-------------------|--------------------------|--|
| 3 | Анализ | Клиентский отчет | Пользователь может самостоятельно выбрать показатели качества для формирова- |
| | работы фабрики | (User definable report) | ния отчета, а также может создавать любое количество отчетов |
| | (Mill analysis) | 7,0 | С помощью фильтра для процессов или выпускаемых материалов предоставля- |
| | (продолжение) | Управленческий отчет | ет подробное описание обнаруженных несоответствий. Содержит подробную |
| | | (Management report) | информацию о выявленных и подтвержденных несоответствиях. Приводятся |
| | | C | обнаруженные несоответствия в технологии или в выпускаемой продукции |
| | | Внешний вид ткани | Предоставляет информацию об ожидаемом внешнем виде суровых тканей |
| | | (Fabric appearance) | |
| | Прогноз перера- | Устойчивость к пиллин- | Предоставляет пользователю информацию об ожидаемой стойкости к образо- |
| 4 | ботки пряжи | гу (Pilling resistance) | ванию пиллинга суровых тканей |
| | (Yarn prognosis) | Обрывность в ткацком | Предоставляет пользователю информацию об ожидаемой обрывности пряжи в |
| | | производстве (Weaving | ткацком производстве |
| | | performance) | ' 'y, |
| | | | Ввод данных о производстве: |
| | | Инвентарный реестр | – фабрика и отдельные цеха; |
| | | фабрики (Mill inventory) | – переходы на фабрике и в цеху; |
| | | | оборудование каждого технологического перехода |
| | | Лабораторное | Ввод информации об имеющемся лабораторном оборудовании фирмы Uster |
| | | оборудование | Technologies AG |
| | | (Test inventory) | 'O _ |
| | Управление | | Ввод данных о продукции: |
| 5 | фабрикой | База данных | продукция, которая вырабатывается на фабрике и в каждом цеху; |
| | (Mill management) | | название продукта, артикул, линейная плотность, сырьевой состав; |
| | | (Product library) | идентификация производимой и покупаемой пряжи; |
| | | | – технологические переходы |
| | | Технологические линии | Ввод данных об оборудовании: |
| | | (Production lines) | оборудование, которое используется в технологической линии; |
| | | (220000000000000) | – агрегаты и поточные линии для каждого артикула пряжи |
| | | Фильтр (Filter) | Использование фильтра упрощает получение подробных сведений о конкретном |
| | | + mbip (1 mei) | материале, технологическом переходе, оборудовании, цехе и т. д. |

15.2 Панель инструментов

На панели инструментов (рисунок 15.2) в обобщенном виде на одном экране отображается различная информация о выпускаемой продукции и параметрах технологического процесса. Здесь представлено все необходимое для краткого обзора качества продукции и анализа наиболее важных ключевых показателей эффективности производства.



Панель 1 Панель 2

Рисунок 15.2 — Раздел инструментов USTER $^{\otimes}QUALITY$ EXPERT

Панель 3

<u>Раздел 1</u> предназначена для выбора необходимого модуля (Unit), который предоставляет пользователю соответствующую информацию.

<u>Раздел 2</u> предоставляет информацию о ключевых показателях эффективности (КРІ) выбранного модуля. Стрелка внутри каждого блока указывает на тренд данного показателя по сравнению с предыдущим периодом времени. Эти периоды времени различаются для каждого блока: для блоков (1) и (3) это день; для блока (2) — текущая неделя; для блока (4) — последняя рабочая смена; (5) — текущее значение; (6) — прошлый месяц. Тренды, указывающие на ухудшение показателя, обозначены оранжевой стрелкой, а на улучшение — зеленой.

<u>Раздел 3</u> представляет собой графическое отображение достигнутых показателей качества по сравнению с мировыми стандартами (уровень USTER® *STATISTICS* в %, который также

называется уровнем USP^{TM}). Графики строятся для всех артикулов пряжи, выпускаемых на фабрике в течение последних 7 дней.

Приведем описание возможных функций, предоставляемых программой $USTER^{\&}$ QUALITY EXPERT на второй и третьей панелях инструментов (таблица 15.2).

Таблица 15.2 – Описание позиций 1 – 7 на панели инструментов

| N.C. | · | лисание позиции 1 – / на панели инструментов | | | |
|------|---|--|--|--|--|
| № | Функции | Описание | | | |
| | | Показывает количество предупреждений о возникших | | | |
| | Предупреждения | проблемах, которые произошли в этот день. | | | |
| 1 | (Alarms) | Для получения тренда это количество сравнивается с | | | |
| | 4 | числом предупреждений за предыдущий день | | | |
| | 74 | Указывает количество лабораторных испытаний, про- | | | |
| | | веденных на текущей неделе, начиная с каждого поне- | | | |
| | Загрузка | дельника. | | | |
| 2 | | Тренд показывает изменение количества испытаний по | | | |
| | лаборатории | сравнению с таким же периодом прошлой недели. | | | |
| | (Lab utilization) | Например, если сегодня среда, то сравнивается текущее | | | |
| | | количество тестов с количеством тестов, проведенных с | | | |
| | | понедельника по среду прошлой недели | | | |
| | | Показывает количество выработанной пряжи в тоннах | | | |
| 3 | Производительность | в течение последней рабочей смены. | | | |
| 3 | (Production) | Всегда сравнивается с количеством пряжи, произведен- | | | |
| | | ным в предыдущую смену, чтобы установить тренд | | | |
| | | Показывает количество отходов пряжи (крутых кон- | | | |
| | Отходы пряжи (Hard waste %) | цов) в % по отношению к фактическому количеству | | | |
| 1 | | пряжи, перемотанной за предыдущую смену. | | | |
| 4 | | Всегда сравнивается с количеством подобных отходов, | | | |
| | | образовавшихся в предыдущую смену, чтобы устано- | | | |
| | | вить тренд | | | |
| _ | Продукция (Products) | Показывает количество одновременно вырабатывае- | | | |
| 5 | | мых артикулов пряжи | | | |
| | Эффективность удаления непсов (Carding NRE %) | Показывает среднюю эффективность удаления непса | | | |
| 6 | | (NRE) на всех чесальных машинах за текущий месяц. | | | |
| 6 | | Для получения линии тренда эффективность сравнива- | | | |
| | | ется со средним значением предыдущего месяца | | | |
| | | Предварительно заданные показатели качества каждого | | | |
| | | артикула пряжи из выбранного цеха сравниваются со | | | |
| | | значениями USTER® STATISTICS, а на диаграмме ото- | | | |
| | | бражаются следующие установленные уровни USP TM | | | |
| | Показатели качества | CV _m B %, CV _m 10m B % | | | |
| 7 | (Quality parameters) | Thin – 40 % / km, Thin – 50 % / km | | | |
| | | Thick +35 % / km, Thick + 50 % / km | | | |
| | | Neps +140 % / km, Neps +200 % / km | | | |
| | | Н – ворсистость | | | |
| | | sh – среднее квадратическое отклонение ворсистости | | | |
| | | I , , | | | |

15.3 Центр предупреждений

Одной из наиболее важных и уникальных особенностей программы USTER $^{\text{®}}$ QUALITY EXPERT является автоматическое обнаружение несоответствий. При их обнаружении пользователь получает информацию или с помощью функции Assistant Q или через центр предупреждений (Alarm center).

Все предупреждения в зависимости от степени важности делятся на 2 типа. Если важность выявленного несоответствия оценивается как низкая, оно определяется как «Внимание» (Warning), если важность высокая — то как «Тревога» (Alarm). Информация может быть предоставлена как «Обзор» предупреждений' (Alarm overview) или «Список предупреждений» (Alarm queue).

15.3.1 Обзор предупреждений

«Обзор предупреждений» дает пользователю общее представление о работе машин всех технологических переходов. Экранная копия на рисунке 15.3 дает пользователю общее представление о состоянии оборудования или всей фабрики.

Если машина отмечена спереди зеленой точкой, это значит, что последние данные испытаний, полученные от этой машины, находились в пределах нормального диапазона изменений показателей качества.

Если машина отмечена спереди красной точкой, то это указывает, что последние данные испытаний, полученные от этой машины, значительно отклоняются от нормального диапазона.

Пользователь может выбрать, будет ли выводиться на экран информация с оборудования по всем выпускаемым артикулам пряжи или только для заданных артикулов.



Рисунок 15.3 – Обзор предупреждений

15.3.2 Список предупреждений

Рассмотренный выше «Обзор предупреждений» дает пользователю общее представление о состоянии оборудования и выпускаемой на нем продукции, но не предоставляет подробную информацию о выявленных несоответствиях.

«Список предупреждений» представляет пользователю более подробную информацию о предупреждениях с определением степени их важности. Примеры экранных копий с подтвержденными и неподтвержденными предупреждениями представлены на рисунках 15.4 и 15.5.



Рисунок 15.4 – Подтвержденные предупреждения



Рисунок 15.5 – Активные (неподтвержденные предупреждения)

В таблице 15.3 приведено описание заголовков представленной на рисунках таблицы.

Например, последняя строка таблицы на рисунке 15.4 говорит о том, что 23.10.2015 в 04.40 возникло предупреждение «Внимание», указывающее на то, что у пряжи артикула 32CH-U1 с кольцевой прядильной машины U1-RF-10 коэффициент вариации по линейной плотности превысил заданные пределы. Это было обнаружено прибором USTER $^{\text{®}}$ TESTER 5, причем от этой пряжи ранее уже поступило 59 аналогичных сигналов, последний из которых зарегистрирован 23.10.2015 в 04.38 Предупреждение было просмотрено персоналом.

Таблица 15.3 – Описание заголовков таблицы «Список

предупреждений»

| пре | едупреждении» | |
|----------|---------------------------|---|
| <u>№</u> | Характеристика | Описание |
| | | Показывает, что предупреждение было получено и |
| | | прочитано пользователем. Зеленая «галочка» указы- |
| 1 | Состояние (Status) | вает на то, что предупреждение было просмотрено, а |
| | | красный треугольник указывает на то, что предупре- |
| | | ждение не просмотрено |
| | | Дата возникновения несоответствия или дата получе- |
| 2 | Дата (Date) | ния предупреждения о несоответствии показателей |
| 0 | | качества продукции |
| | · · | Время возникновения несоответствия или время по- |
| 3 | Время (Тіте) | лучения предупреждения о несоответствии показате- |
| | 7,0 | лей качества продукции |
| 4 | Важность (Severity) | Показывает, как определено предупреждение – как |
| | Bakiloers (Seventy) | «Внимание» или «Тревога» |
| 5 | Артикул пряжи (Product) | Артикул пряжи, которого касается полученное преду- |
| <i>J</i> | | преждение |
| 6 | Технологический переход | Технологический переход, с которого поступило пре- |
| | (Process step) | дупреждение |
| 7 | Машина (Machine) | Номер конкретной машины, с которой поступило |
| / | Wamina (Wachine) | предупреждение |
| 8 | Лабораторное | Лабораторное оборудование, с помощью которого |
| 6 | оборудование (Instrument) | измерялся соответствующий показатель качества |
| 9 | Показатель качества | Наименование показателей, о которых сигнализирует |
| | (Quality data) | полученное предупреждение |
| 10 | Повторность (Repetition) | Количество раз, когда от этого же продукта поступал |
| 10 | товторность (керешоп) | аналогичный сигнал до настоящего предупреждения |
| | Предыдущее | Дата и время предыдущего аналогичного предупреж- |
| 11 | предупреждение | дения от того же продукта |
| | (Previous occurrence) | |

15.3.3 Пояснения к предупреждению

«Пояснения к предупреждению» (Alarm detail) является продолжением функции «Alarm queue». После получения «Alarm queue» пользователь может щелкнуть мышкой по выбранному предупреждению, и Assistant Q покажет возможные причины его происхождения (рисунок 15.6). Assistant Q также сообщит, как устранить возникшую проблему, и укажет возможные последствия, к которым может привести выявленное отклонение показателя качества продукции. Все необходимые подробности, касающиеся конкретного предупреждения, такие как:

- технологический переход;
- артикул пряжи;
- номер машины;
- показатели качества и значение показателя качества, которое привело к предупреждению, будут отображены в данном разделе.

Также пользователь получит информацию о том, когда были проведены последние испытания, сколько раз возникало подобное предупреждение, и, если неоднократно, то дату и время его последнего возникновения.



Рисунок 15.6 – Подробности предупреждения

Чтобы установить возможные причины возникновения несоответствия, во вкладке «Alarm status» можно просмотреть список причин, предоставленный Assistant Q. Можно также самостоятельно ввести причину возникновения несоответствия во вкладке «Other». Эта новая запись в следующий раз при возникновении схожего случая будет добавлена функцией Assistant Q в список возможных причин несоответствий.

Пользователь может изменить статус предупреждения с неподтвержденного на подтвержденное. После подтверждения предупреждения причина установленного несоответствия должна быть устранена. Предупреждение автоматически удалится системой из списка, когда результаты тестирования следующего образца будут находиться в пределах нормированных значений. Впоследствии оно будет показано в истории предупреждений.

Например, на рисунке 15.6 показано, что причиной предупреждения стало превышение содержания количества непсов (+ 140 %) в пряже артикула P-SA-2-2. Это было обнаружено на второй фабрике (U2) после перематывания пряжи (winding) на мотальном автомате № LC-11. При этом Assistant Q сообщает о «значительном и постоянном увеличении количества непсов по сравнению с содержанием его в пряже с прядильных машин». Это значит, что увеличение количества непса (+ 140 %) в процессе перематывания по сравнению с прядением превышает нормативные значения, что вызвало предупреждение о возникшем несоответствии.

15.3.4 Анализ работы фабрики

USTER® QUALITY EXPERT предоставляет 3 категории отчетов для анализа работы фабрики:

- 1. Отчет о качестве (Quality).
- 2. Статистический отчет (Statistics).
- 3. Управленческий отчет (Management).

Отчеты о качестве могут быть трех видов:

- сравнение качества (quality comparison);
- продукты прядения (fiber to yarn); эффективность кардо- и гребнечесания (carding/combing/ efficiency).

С помощью отчета «Сравнение качества» пользователь может сравнивать до 4-х различных продуктов. Это помогает выявить:

- различия между партиями пряжи одного артикула;
- различия между цехами или аппаратами, выпускающими пряжу одной линейной плотности.

Отчет значительно упрощает проведение подробного анализа качества выпускаемой продукции. На рисунке 15.7 приведен пример отчета «Сравнение качества». Цветовые коды соответствуют уровням качества USPTM. Объект исследований – гребенная хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 18,5 текс трикотажного назначения. По данному примеру можно провести анализ качества пряжи одного артикула из четырех партий, выпущенных в течение определенного периода времени. Пример наглядно иллюстрирует, что качество пряжи одного артикула из различных партий находится примерно на одинаковом уровне качества USP^{TM} . Использование для сравнения USPTM позволяет сопоставить выпускаемую пряжу с мировыми стандартами качества.

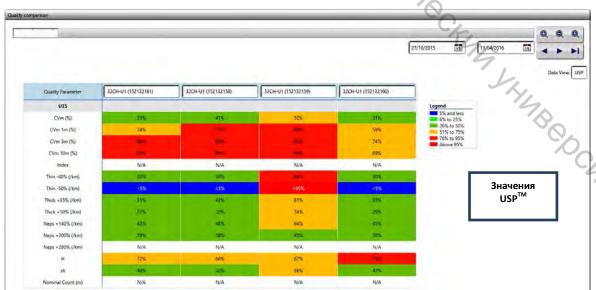


Рисунок 15.7 – Сравнение показателей качества пряжи со значениями USP^{TM}

На рисунке 15.8 приведен пример отчета «Продукты прядения». При формировании этого отчета использованы данные с приборов USTER $^{\text{®}}$ AFIS PRO2, USTER $^{\text{®}}$ TESTER 6 и USTER $^{\text{®}}$ QUANTUM EXPERT. Пользователь может проследить, как изменялось качество полуфабрикатов по всей технологической цепочке. Также в отчет можно добавить данные и с других приборов фирмы Uster Technologies AG, которые подключаются к системе USTER $^{\text{®}}$ QUALITY EXPERT.



Рисунок 15.8 – Отчет «Продукты прядения» для всех цехов (сокращенный)

Программа USTER $^{\otimes}$ QUALITY EXPERT автоматически рассчитывает эффективность очистки волокна от непса, сорных примесей и коротких волокон в процессе кардо- и гребнечесания.

В текстильной промышленности существует 2 способа оценки эффективности процессов кардо- и гребнечесания, которые могут быть здесь использованы.

- 1. Раздельный способ (Dedicated). Испытания входящего и выходящего полуфабрикатов проводятся отдельно на каждой чесальной и гребнечесальной машине, а затем, исходя из полученных данных, рассчитывается эффективность процесса очистки (рисунок 15.9 а).
- 2. Распределительный способ (Seed): Проводятся испытания общего входящего полуфабриката для группы машин и отдельные испытания выходящих полуфабрикатов для каждой машины очистки (рисунок 15.9 б).

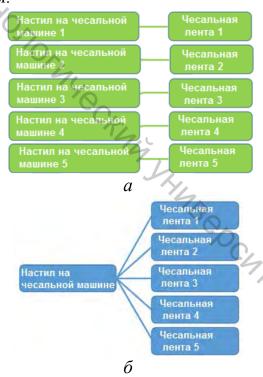


Рисунок 15.9 – Способы оценки эффективности процессов

Программа USTER $^{\text{®}}QUALITY$ *EXPERT* позволяет в зависимости от практики, используемой на данной прядильной фабрике, выбрать раздельный или распределительный метод оценки эффективности очистки волокна от непсов.

Диаграмма «Продукты прядения» формируется на основе данных, отобранных пользователем с помощью фильтров, и может быть представлена на дисплее или в распечатанном виде.

Пользователь с помощью фильтра может выбрать из предлагаемого списка до четырех различных показателей качества продукта.

Представленная на диаграмме линия тренда позволяет просто и эффективно оценить изменения показателей качества полуфабрикатов и пряжи. При этом на одной диаграмме могут быть представлены показатели качества до четырех продуктов с разных технологических переходов. Выбранные показатели будут показаны на диаграмме разными цветами.

На оси Y слева диаграммы откладываются первые 2 выбранные показателя качества, а на оси Y справа диаграммы откладываются 3-й и 4-й показатели. В примере, приведенном на рисунке 15.10, пользователь проводит анализ тренда содержания непсов (+140 %) и (+200 %) для пряжи кольцевого прядения в течение выбранного интервала времени. Диаграмма показывает, что оба показателя ведут себя одинаково.

Линия тренда строится по средним значениям показателя из всех имеющихся лабораторных данных за выбранный период времени. Точки рядом с линией диаграммы показывают разброс единичных значений показателя относительно средней величины по каждому дню.

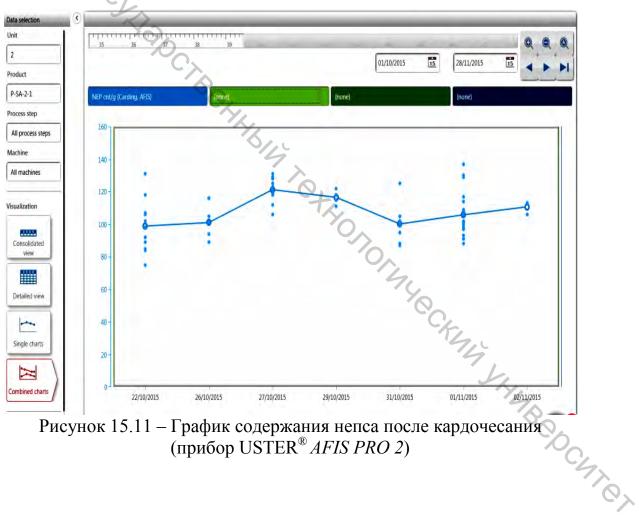


Рисунок 15.10 — Диаграмма изменения количества непсов (+140 %) и (+200 %)

Чтобы определить, какой из технологических процессов нуждается в оптимизации, необходимо сделать следующие шаги.

Во-первых, проводим анализ содержания непсов на каждом переходе. На рисунке 15.11 представлен график количества содержания непсов после кардочесания в интересующий специалистов период времени. На первый взгляд, содержание непсов находится в допустимом диапазоне, однако, при более детальном рассмотрении изо дня в день просматривается большая вариация показателя.

На рисунке 15.12 к предыдущему графику добавлен график содержания непсов в ленте после гребнечесания. На диаграмме видно, что проведенные в определенное время мероприятия по оптимизации процесса гребнечесания позволили снизить количество непсов в гребенной ленте. Следовательно, можно ожидать и тенденцию к уменьшению содержания непсов в пряже с кольцевых прядильных машин.



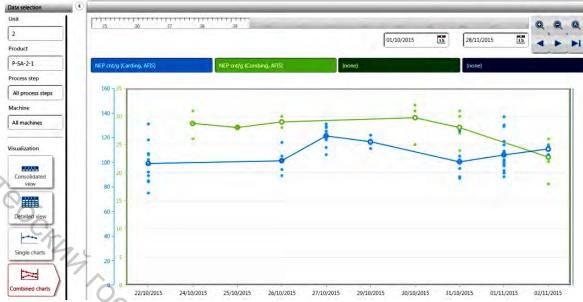


Рисунок 15.12 – График содержания непса после кардо- и гребнечесания (прибор USTER $^{\text{®}}$ *AFISPRO 2*)

15.4 Оценка технологичности пряжи при ее последующей переработке

Программа USTER [®] QUALITY EXPERT позволяет прогнозировать возможность ее дальнейшей переработки. Прогнозы основаны на характеристиках пряжи, которые определяются с использованием различного лабораторного оборудования. Оценка осуществляется с помощью функции Assistant Q и позволяет прогнозировать:

- внешний вид тканей;
- устойчивость к образованию пиллинга;
- обрывность пряжи в ткацком производстве.

15.4.1 Внешний вид ткани

При оценке качества ткани ее внешний вид является важнейшим показателем. Assistant Q проводит градацию внешнего вида ткани на основе различных характеристик пряжи. Эта градация позволяет определить, как качество выпускаемой пряжи соотносится с внешним видом тканей, которые будут из нее вырабатываться. Если данная пряжа оценена при градации пятью символами Q, то можно ожидать, что ткань из нее будет иметь очень хороший внешний вид по сравнению с пряжей с оценкой менее пяти Q. Соответственно, оценка всего одним символом Q свидетельствует о плохом внешнем виде тканей.

Для того чтобы осуществлять оценку внешнего вида ткани, необходимо знать характеристики пряжи, полученные на приборе $USTER^{®}$ *TES-TER* 6 с использованием датчиков CS, OM, OH, HL.

В приведенном примере на рисунке 15.13 ткань оценена тремя Q, что означает суровую ткань со средней оценкой внешнего вида. Assistant Q также дает краткое описание сущности оценки 3 Q. В данном случае ожидается, что «у ткани будет средний внешний вид, несколько замутненный гриф, неровнота и непсы будут заметны на поверхности в некритичном количестве».

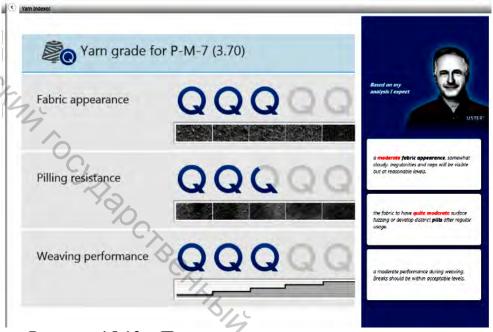


Рисунок 15.13 – Прогнозирование внешнего вида ткани

15.4.2 Устойчивость к образованию пиллинга

Пиллинг образуется на поверхности ткани, когда в процессе естественного или механического износа волокна перепутываются и закатываются. Образование пиллинга нежелательно, так как ухудшает внешний вид тканей. В целом уровень пиллингуемости тканей определяется следующими явлениями, которые происходят параллельно:

- 1. Перепутывание волокон, ведущее к образованию пиллинга.
- 2. Выход на поверхность ткани наружных волокон.
- 3. Изнашивание волокон.

Другими словами явление пиллинга можно описать как процесс перемещения волокон или выскальзывания их из тела пряжи, который обычно происходит в процессе истирания поверхности ткани.

Пиллингуемость трикотажных полотен выше, чем у тканей из-за менее плотной их структуры, следовательно, для пряжи трикотажного назначения стойкость к образованию пиллинга является одним из наиболее важных критериев.

Для того чтобы осуществить оценку стойкости ткани к образованию пиллинга, необходимо знать характеристики пряжи, полученные на приборе USTER $^{\text{®}}$ TESTER 6 с использованием датчиков CS, OH, HL.

По аналогии с пятью градациями внешнего вида ткани, в данном случае также ожидается, что при оценке 5 Q изделие будет иметь очень низкую склонность к образованию пиллинга, или другими словами высокую стойкость к образованию пиллинга по сравнению с пряжей, оцененной ниже 5 Q. При значении 1 Q ожидается, что изделие будет иметь очень низкую стойкость к образованию пиллинга.

Пример полотен с различной оценкой пряжи по склонности к пиллингуемости представлен на рисунке 15.14.

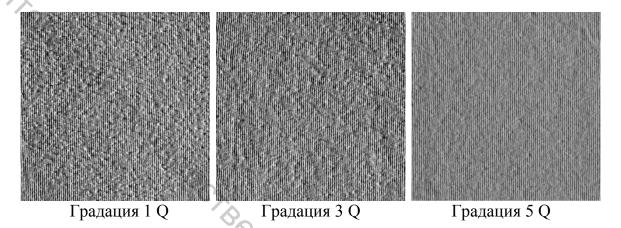


Рисунок 15.14 – Полотна, выработанные из пряжи с различной оценкой пряжи по склонности к пиллингуемости

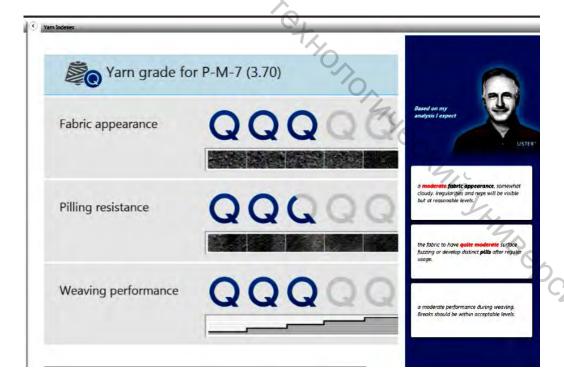


Рисунок 15.15 – Оценка стойкости к образованию пиллинга

В приведенном на рисунке 15.15 примере стойкость к образованию пиллинга оценена как 2,5 Q. Assistant Q при этом дает следующий комментарий: «ожидается, что ткань будет иметь умеренное заполнение пиллингом, или, другими словами, после регулярного использования ткани, пиллинг будет отчетливо просматриваться».

Одним из ключевых параметров при использовании пряжи в качелучше пряжа.

Assistant Q предоставляет градацию обрывности пряжи в ткацком производстве, которая помогает предсказать технологичность пряжи как в ткачестве, так и в процессе снования на ленточных и партионных сновальных машинах.

Чтобы осуществить оценку уровня обрывности пряжи, необходимо знать характеристики пряжи, полученные на следующих приборах:

- 1. USTER® TESTER 6.
- 2. USTER® TENSOJET.
- 3. USTER® QUANTUM EXPERT 3 (с нитеочистителем QUANTUM *3)*.

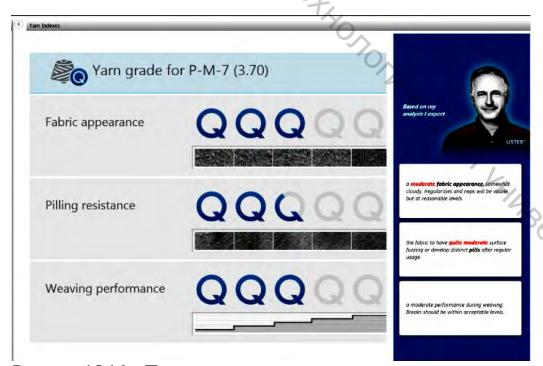


Рисунок 15.16 – Прогнозирование технологичности пряжи в ткацком производстве

Для пряжи на рисунке 15.16 представлена оценка уровня обрывности пряжи 3 Q, что означает прогнозируемый «средний уровень обрывности пряжи, которая должна находиться в допустимых пределах». В данном случае под обрывностью пряжи подразумевается суммарное количество обрывов в процессе снования, а также количество обрывов нитей основы и утка на ткацком станке.

15.5 Экспериментальные исследования

Приведем некоторые примеры использования возможностей программы $USTER^{*}$ QUALITY EXPERT.

Пример 1. Эффективность удаления непса при использовании прибора USTER®AFIS PRO2.

Программа USTER® *QUALITY EXPERT* определила чесальную машину 15 с низкой эффективностью удаления непсов и пометила ее как вызвавшую несоответствия, предупреждая пользователя (рисунки 15.17 и 15.18).

| A | 21-06 | 16:06 | Alarm | 26CH-U1 | will | U1-CD-15 | × AFIS PRO 2 | Total Nep Cour | 0 |
|----------|--------|-------|-------|---------|--------|----------|--------------|----------------|---|
| A | 21-06- | 16:06 | Alarm | 26CH-U1 | wil | U1-CD-15 | X AFIS PRO 2 | Total Nep Cour | 0 |
| A | 21-06- | 16:06 | Alarm | 32CH-U1 | wi | U1-CD-15 | X AFIS PRO 2 | Total Nep Cour | 0 |
| Δ | 21-06 | 16:06 | Alarm | 32CH-U1 | Penil. | U1-CD-15 | × AFIS PRO 2 | Total Nep Cour | 0 |
| A | 21-06 | 16:05 | Alarm | 32CH-U1 | w | U1-CD-15 | X AFIS PRO 2 | Total Nep Cour | 0 |

Рисунок 15.17 – Предупреждение о низкой эффективности удаления непсов

| 13 14 | 15 16 | 17 18 19 | 20 21 | 23 | 24 25 | |
|----------------|----------|----------|------------|----------|----------|----|
| otal nep count | 15 10 | | 24-05-2015 | 7/- | | |
| U1-CD-12 | U1-CD-13 | U1-CD-14 | U1-CD-15 | U1-CD-16 | U1-CD-17 | U |
| 82.93 | 78.59 | 77.89 | 67.83 | 79.88 | 71.96 | |
| | | | 59.33 | | 4 | 5 |
| 82.93 | 78.59 | 77.89 | 63.58 | 79.88 | 71.96 | O. |

Рисунок 15.18 – Таблица эффективности удаления непсов за неделю

Пример 2. Уменьшение ворсистости, обнаруженное прибором USTER® TESTER

На диаграмме (рисунок 15.19) представлена линия тренда ворсистости для гребенной хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 14,8 текс. В середине рассматриваемого временного интервала наблюдается

снижение величины ворсистости пряжи после перематывания. Проверка пряжи на ворсистость проведена с помощью прибора $USTER^{®}$ TESTER.

Величина ворсистости пряжи после перематывания 16 июля составила 5,8, с 17 по 22 июля она была снижена до 5,4. 23 июля значение ворсистости снова вернулось на уровень 5,8. При этом ворсистость пряжи с кольцевых прядильных машин все это время оставалась постоянной – 4,8.

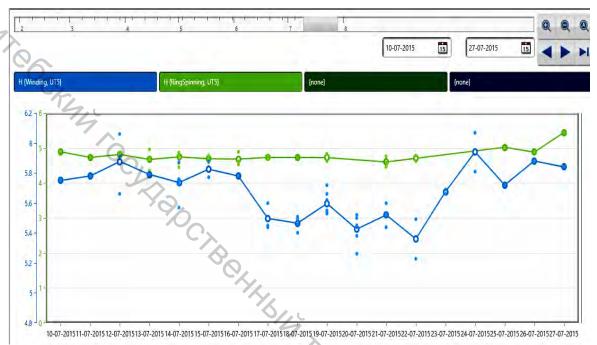


Рисунок 15.19 — Диаграмма изменения ворсистости с прибора USTER® *TESTER 5* для пряжи до и после перематывания

Дальнейшие исследования выявили, что до 16 июля крутка в прядении составляла 1010 кр./м, затем в исследуемый период она была повышена до 1040 кр./м, а 23 июля снова вернулась к значению 1010 кр./м.

Изменение величины крутки не оказало никакого эффекта на неровноту пряжи по линейной плотности и количество дефектов, но весьма существенно повлияло на ее ворсистость.

Пример 3. Увеличение количества непса при перематывании, обнаруженное датчиком USTER® QUANTUM 3

Центр предупреждений USTER[®] *QUALITY EXPERT* показал значительное увеличение количества непсов (+140%) для пряжи артикула 40CH-U2 до и после перематывания (рисунок 15.20).

Хотя пряжа данного артикула вырабатывалась уже в течение продолжительного времени, предупреждения о несоответствии стали появляться только с 27 августа 2015 года и их количество увеличивалось каждую смену, что говорит о том, что несоответствия были по-

стоянными. Повторная проверка пряжи на приборе USTER® *TESTER* подтвердила значительное увеличение количества непсов.

Технологи произвели изменение климатических условий в производственных помещениях, скорости перематывания и другие, но не смогли добиться снижения количества непсов. Так как первое предупреждение поступило 27 августа 2015 года, то на основе архивных данных установлено, что в этот день производительность чесальных машин была увеличена на 3-4 кг/ч по производственным причинам.

Детальный анализ превышения количества непсов (+140 %) порогового значения показал, что это увеличение произошло из—за роста производительности чесальных машин.

Производительность чесальных машин была снижена до прежнего уровня, после чего количество непса также вернулось к нормальному значению (рисунок 15.21). При этом установлено, что увеличение производительности чесальных машин практически не повлияло на количество непсов ($\pm 200\%$), но оказало существенное влияние на количество непсов ($\pm 140\%$).

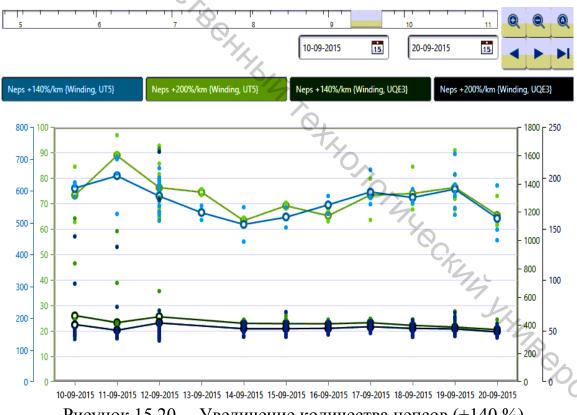


Рисунок 15.20 – Увеличение количества непсов (+140 %)

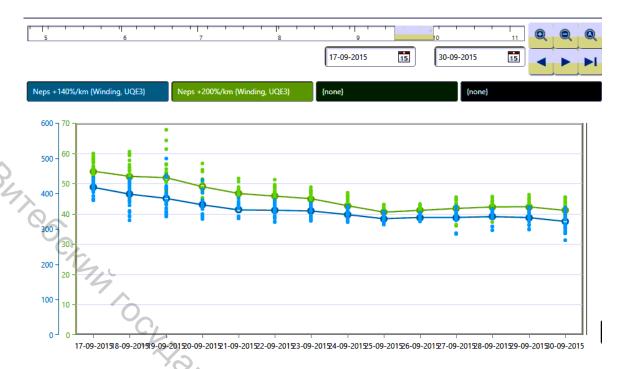


Рисунок 15.21 — Снижение количества непсов (+140 %) после уменьшения производительности чесальных машин

Представленные технические возможности системы USTER $^{\text{®}}$ QUALITY EXPERT свидетельствуют о том, что данная программа позволяет осуществить новый подход к комплексному анализу работы всей прядильной фабрики.

Экспертная система USTER® *QUALITY EXPERT* обеспечивает получение всей необходимой информации для принятия организационных решений за счет сбора производственных данных и параметров качества текстильных материалов. Необходимо отметить, что собранная информация используется для корректировки недостатков технологии до того, как произойдет значительное снижение качества текстильных материалов. Таким образом, глобальная система контроля Total Testing Center TM предполагает новый подход к тестированию и оценке качества текстильных материалов.

За последние 65 лет фирма Uster Technologies AG выпустила целый ряд приборов для контроля качества волокна и пряжи. Накопленный за это время экспериментальный потенциал дает возможность пользователям провести детальный анализ и оценку качества выпускаемой пряжи. Дополнительное использование программы USTER® *QUALITY EXPERT* предоставляет еще более высокий эталон качества пряжи Think Quality для рационального управления прядильной фабрикой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1. Материалы сайта. Режим доступа: <u>www.uster.com</u>.
- 2. Uster Tester 5. Application Handbook Part 1 / Basic. Laboratory system for the measurement of yarns, rovings and slivers // Textile Technology, 2013.
- 3. Uster Tester 5. Application Handbook Part 2 / Additional. Laboratory system for the measurement of yarns, rovings and slivers // Textile Technology, 2013.
- 4. Uster Tester 6. The Total Testing CenterTM / Part 1. Capacitive measuring system. // Textile Technology, 2016.
 - 5. Uster Tester 6. The Total Testing CenterTM / Part 2. Optical yarn evaluation // Textile Technology, 2016.
 - 6. Muraliganesh Krishnan, Katrin Hofer, Mona Qaud, Christine Wörner, Dr. Serap Dönmez Kretzschmar, Vasileios Archontopoulos, Iris Biermann / Uster Quality Expert. Application Handbook / Data analysis in the Total Testing Center. // Textile Technology, 2016.
 - 7. Uster Tester 5. Руководство по эксплуатации // Uster Technologies AG, 2010.
 - 8. Uster Tester 5-S400 / Технические данные // Проспект, 2005.
 - 9. Uster Tester 5 / Система инспекции пряжи // Проспект, 2010.
 - 10. Uster Zweigle. Hairiness Tester 5 / Application Handbook. Hairiness length classification // Uster technologies AG, 2009.
 - 11. Bachmann, H., Lasebnick, H. Praktische / Erfahrungen beim Betreiben einer Rotorspinnmaschinen-Grossanlage; Melliand Textilberichte 2/3, 1980.
 - 12. Breny, H. The calculation of the variance-length curve from the length distribution of fibers; Journal of the Textile Institute, January 1953.
 - 13. Frey, M. Schneider, U. Possibilities or removing seed fragments with adherent fiibers in the spinning mill, Melliand Textile Reports 5/89.
 - 14. Huberty, A. Première étude des paramètres caractérisant la régularité des fils, mèches et rubans; Lois fondamentales ; I.W.T.O. Techn.Comm.Proc. 1, 55, 1947.
 - 15. Martindale, J.G. Irregularity in worsted rovings and yarns; WIRA report, September 1943.
 - 16. Martindale, J.G. A new method of measuring the irregularity of yarns with some observations on the origin of irregularities in worsted slivers and yarns; Journal of the Textile Institute, March 1945.
 - 17. Martindale, J.G. Journal of the Textile Institute, vol. 36, T35, 1945.
 - 18. Olerup, H. Calculation of the variance-length curve for an ideal sliver; Journal of the Textile Institute, 1952.
 - 19. Perkins, H. H., Bargeron, J.D. Neps forming on a cotton card-Honeydew-additives as a means to reduce air-borne dust; lecture at the International Cotton Conference, Bremen, 1980.

Рыклин Дмитрий Борисович Медвецкий Сергей Сергеевич

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ нитей и полуфабрикатов С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИБОРОВ USTER TESTER

Редактор Н.В. Скобова чческий редактор З.П. Сн чектор Е.М. Богачёє верстка Д.Б. Технический редактор З.П. Снарская Компьютерная верстка Д.Б. Рыклин

Tetronono Marc Подписано к печати 31.01.17. Формат 60х90 1/16. Усл. печ. лист. 5,25. Уч.-изд. лист. <u>10,0</u>. Тираж <u>43</u> экз. Заказ № <u>48</u>.

Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» 210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.