

На правах рукописи

ГРЕБЕНКИН
Андрей Александрович

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
МОДИФИЦИРОВАННОГО НИЗКОНОМЕРНОГО ЛЬНОВОЛОКНА
РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ**

Специальность: 05.19.02 – Технология и первичная обработка текстильных
материалов и сырья

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург
2005

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна» на кафедре механической технологии волокнистых материалов

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Труевцев Николай Николаевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Агапов Валерий Алексеевич
кандидат технических наук, доцент
Григорьев Виктор Никандрович

Ведущая организация: ООО «Институт технических суконов»
(Санкт-Петербург)

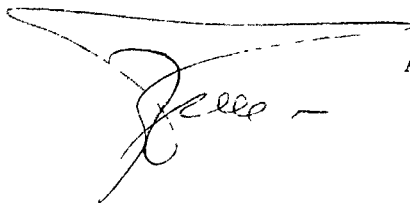
Защита состоится 1 ноября 2005 года в 16 часов на заседании диссертационного Совета Д 212 236 01 при Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна» в аудитории № 241.

Адрес: 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан 30 сентября 2005 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



А. Е. Рудин

2006-4
16818

2185581

1. Общая характеристика работы

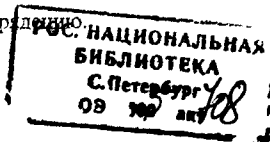
Актуальность темы. В настоящее время текстильная промышленность РФ испытывает существенную нехватку сырья. При этом рынок требует дальнейшего расширения ассортимента выпускаемых экологически чистых изделий из натуральных волокон. Этого можно достичь, в частности, за счет более глубокой переработки имеющегося льняного сырья. Поэтому в последние годы во всем мире возрос интерес к модифицированному льняному волокну (котонину), получаемому различными способами из обычного низкономерного льняного волокна.

Целью модификации льняного волокна является его адаптация для переработки в пряжу различными способами в чистом виде и в смесях (чаще всего с хлопком или химическими волокнами). Использование модифицированного льняного волокна в промышленности является очень перспективным, вследствие его невысокой стоимости и хороших прядильных свойств, позволяющих получать, в частности, смешанную пряжу из смеси хлопкового, льняного и химических волокон на стандартном хлопкопрядильном оборудовании. Это приводит к существенной экономии импортного хлопка, снижению стоимости получаемой пряжи и, следовательно, удешевлению будущего текстильного полотна при сохранении уникальных потребительских свойств, характерных для льноволокна.

В настоящее время имеются противоречивые сведения о том, какой из способов механической модификации (штапельрование или разрыв) наиболее эффективен при подготовке низкономерного льняного волокна к прядению. Кроме того, несмотря на то, что изучением свойств модифицированного льняного волокна занимаются многие исследователи, в настоящее время не существует единой методики оценки эффективности различных способов модификации волокнистого льняного сырья. Отсутствие такой оценки затрудняет выбор оптимальных с экономической точки зрения способов модификации и разработку технологии совместной переработки разнородных хлопкольняных и шерстоляных смесей.

Целью диссертационной работы является выбор и обоснование способа модификации льняного волокна и оценка влияния способа модификации на технологические параметры льняного волокна и свойства смешанной пряжи из смеси хлопкового, льняного и химических волокон. Для достижения этой цели необходимо решение следующих задач:

1. Изучить степень влияния различных способов модификации льняного волокна на его основные технологические параметры
2. Выбрать и обосновать методы оценки технологических параметров модифицированного льняного волокна.
3. Обосновать выбор ультразвукового способа модификации льняного волокна
4. Используя выбранный способ модификации, получить модифицированное льняное волокно, пригодное к смешовому прядению.



- 5 Изучить влияние различий в технологических параметрах на прядильную способность волокна и качество смешанной пряжи из смеси хлопкового, льняного и химических волокон

Методы исследования При выполнении диссертационной работы были выполнены теоретические и экспериментальные исследования. Основываясь на современных представлениях о строении и свойствах лубяных волокон, рассмотрены особенности химического строения и надмолекулярной структуры волокна льна.

При проведении экспериментальных исследований свойств волокна и пряжи использовались стандартные методы текстильного материаловедения, а также автоматизированные приборы STATIGRAF-L, MICROCOLOR, MICRONAIR, WIRA. Исследования молекулярной структуры проводились с использованием метода ИК-спектроскопии на спектрофотометре UR-20 и спектрофотометре Specord IR-75. Производственные испытания по получению пряжи были проведены на базе ОАО «Советская Звезда», а также на установке «Шерли» (СПГУТД). Статистическая обработка экспериментальных данных проведена на основе методов корреляционного анализа и интерпретации данных при доверительной вероятности 95%. При этом использовались ПЭВМ и пакеты программ Statgraphics, ORIGIN, Excel.

Научная новизна. Впервые получены следующие результаты:

- 1 Проведен сравнительный анализ различных способов модификации льняного волокна и произведена их сравнительная экономическая оценка, показавшие, что модификация с использованием ультразвуковых полей является наиболее перспективной.
- 2 Показана возможность применения метода «воздушного потока» для оценки линейной плотности модифицированного льняного волокна.
- 3 Проведено сравнительное микроскопическое исследование поверхности модифицированного льняного волокна, полученного различными способами, показавшее, что льняное волокно, механически модифицированное методом штапелирования непригодно для модификации комбинированным способом.
4. Выявлен характер взаимосвязи между энергетическими затратами на модификацию льняного волокна и его линейной плотностью.

Практическая значимость работы:

1. Проведены производственные испытания двух- и трехкомпонентной смешанной пряжи из смеси хлопкового, льняного и химических волокон с использованием льняного волокна, модифицированного механическим способом методами штапелирования и вероятностного разрыва.
- 2 Проведена оптимизация в лабораторных условиях способа модификации льняного волокна с использованием ультразвуковых полей. Получено волокно, пригодное к смешанному прядению, на основе которого изготовлены опытные образцы льносодержащей пряжи.

3. Разработана методика определения линейной плотности модифицированного льняного волокна на приборе MICRONAIR и даны рекомендации по ее применению.
4. Разработана методика определения средней длины модифицированного льняного волокна на приборе WIRA и даны рекомендации по ее применению

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и получили положительную оценку на следующих конференциях: научно-практической конференции «Интенсификация экономики на основе индикативного стратегического планирования» (Санкт-Петербург, 2000 г.), международной научно-технической конференции «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности» (Витебск, Беларусь, 2000 г.), научно-практической конференции «Современные технологии производства и переработки льна» (Смоленск, 2001 г.), межвузовских научно-технических конференциях студентов и аспирантов «Дни науки СПГУТД» (г. Санкт-Петербург, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003), международной научно-практической конференции «NATO - Improving the performance of flax blended yarns produced on cotton and wool spinning system» (Санкт-Петербург, 2004 г.).

Некоторые этапы работы проводились в рамках федеральной программы «Лен в товары России» и международной программы «Наука ради Мира» (Проект NATO SFR - № 973658 – Improving the performance of flax blended yarns produced on cotton and wool spinning system)

Публикации По результатам проведенных исследования опубликовано 14 печатных работ, из них 5 статей и 9 докладов на международных и всероссийских научно-технических конференциях.

Структура и объем диссертационной работы Диссертационная работа содержит 120 страниц и состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы из 108 наименований, 5 приложений.

2. Основное содержание работы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, ее научная новизна и практическая значимость. Сформулированы цели и задачи исследования, отражена работа по внедрению результатов, их научная и практическая значимость.

Первая глава посвящена анализу литературных источников, в которых рассматриваются различные аспекты строения и свойств льняного волокна, вопросы, связанные с проблемой модификации льняного волокна с целью получения волокнистого продукта, пригодного к прядению в смеси с хлопком и химическими волокнами, приводятся результаты некоторых исследований по изучению влияния технологических параметров модифицированного льняного волокна на качество получаемой пряжи.

Установлено, что решением этих вопросов занимались многие отечественные и зарубежные ученые. Прежде всего, следует отметить работы российских исследователей

И В Крагельского, А. Г. Архангельского, В. П. Добычина, В. С. Клубова, Е. А. Санкова, Л. Н. Гинзбурга, А. И. Рьжова, Е. Л. Пашина, А. Н. Иванова, Н. Н. Труевцева, А. Н. Гребенкина, а также зарубежных – таких как Р. Козловский (Польша), Р. Вульфхорст (Германия), Л. Осборн (США) и др.

Показано, что существует целый ряд проблем в области улучшения прядильной способности модифицированного льбяного волокна и разработки современных методов определения его свойств, которые необходимы для объективной оценки эффективности различных способов модификации.

Обозначена перспективность разработки экспресс - методов оценки технологических параметров модифицированного льноволокна.

В конце главы сформулирован перечень задач, которые необходимо решить для достижения поставленной в работе цели, среди которых важнейшей является изучение влияния различных технологических параметров на прядильную способность и качество смешанной пряжи из смеси хлопкового, льбяного и химических волокон.

Вторая глава посвящена характеристике объектов и методов исследования. Для корректного, с научной точки зрения, обоснования тех или иных выводов сравнивалось льбяное сырье различных районов произрастания, но одинакового селекционного сорта, полученное на разных льноперерабатывающих предприятиях по одинаковой технологии и на оборудовании одного типа.

Из анализа данных о свойствах сырья можно сделать вывод о том, что его качество заметно ниже (по разрывной нагрузке и закрученности), чем это предусматривается действующими стандартами. Это можно объяснить низким уровнем технического оснащения указанных льнозаводов и общей изношенностью технологического оборудования.

С другой стороны, выбранное в качестве объекта исследования низкономерное модифицированное льноволокно №2 и №3 имеет невысокую стоимость, что позволяет снизить затраты на проведение испытаний.

Описаны выбранные для исследования современные приборы таких фирм как Mesdan-Lab (Италия), Textechno (Германия), Keisokki (Япония), а также методы изучения структуры и технологических параметров модифицированного волокна (в частности, метод ИК – спектроскопии) и свойств смешанной пряжи из смеси хлопкового, льбяного и химических волокон.

Указаны методы, с помощью которых производилась математическая обработка результатов эксперимента.

Третья глава посвящена вопросам изменения свойств льбяного волокна в результате модификации различными способами. Рассмотрены различные способы модификации, такие как механическая, механо-химическая, биологическая, ультразвуковая, а также методы комбинированной модификации. Показано, что наиболее перспективными являются способы комбинированной модификации с применением ультразвуковых полей.

Изучена возможность использования метода «воздушного потока» для оценки линейной плотности модифицированного льняного волокна. На основании результатов испытаний разработана методика оценки линейной плотности модифицированного льняного волокна на приборе MICRONAIR фирмы Keisokki (Япония) и даны рекомендации по ее применению. Результаты, полученные при использовании различных методов исследования линейной плотности волокон, подвергнутых модификации различными способами, представлены на рис. 1.

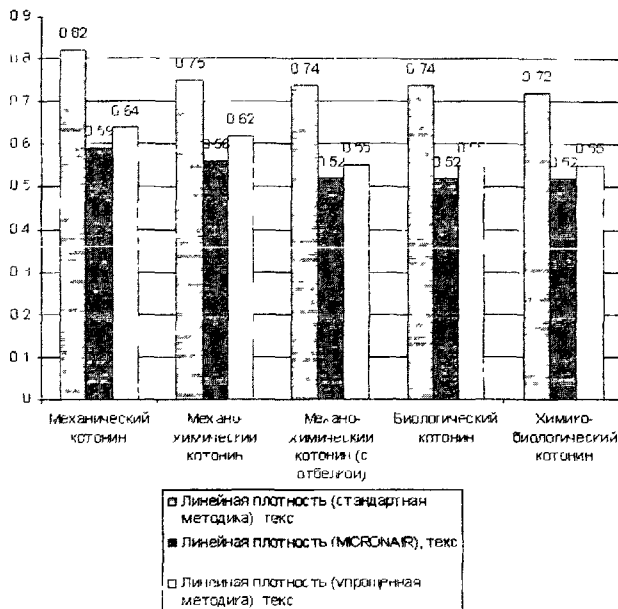


Рис. 1. Линейная плотность волокон льна, подвергнутых модификации различными способами

Линейная плотность волокна, определенная по стандартной методике оказывается выше той, что получается при использовании других методик. Это объясняется, прежде всего, различиями в подготовке образцов для испытаний. Результаты, полученные при использовании различных методик коррелируют между собой.

Проведено сравнительное микроскопическое исследование поверхности модифицированного льняного волокна, полученного различными способами. Поверхность исходного низкономерного льняного волокна загрязнена остатками пектиновых веществ и срединных плаггинок. Модификация частично расщепляет технические волокна и очищает поверхность. Показано, что наибольший эффект с точки зрения расщепления и очистки поверхности дает применение смешанной модификации с использованием ультразвуковых (УЗ) полей (рис. 2).

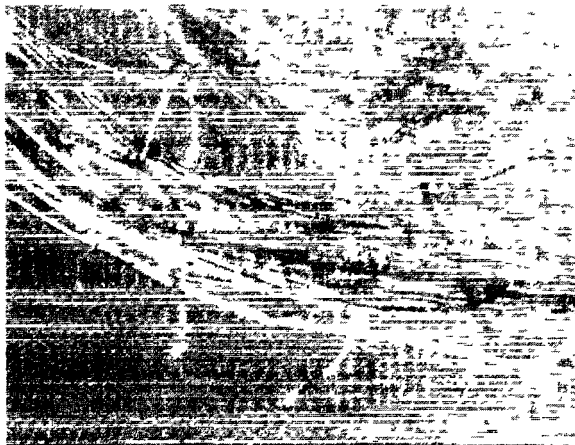
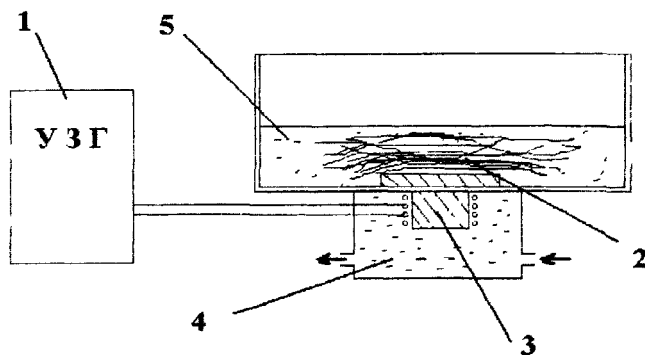


Рис. 2 Поверхность льняного волокна, модифицированного с использованием ультразвуковых полей.

Схема установки по ультразвуковой модификации представлена на рис. 3.



- 1 - УЗГ - ультразвуковой генератор;
- 2 - обрабатываемое волокно;
- 3 - магнестрикционный преобразователь;
- 4 - охлаждающая жидкость;
- 5 - водная среда.

Рис. 3. Принципиальная схема установки для модификации льняного волокна в ультразвуковом поле

Показано, что механические свойства модифицированного льняного волокна разных способов получения (рис. 4) изменяются весьма незначительно.

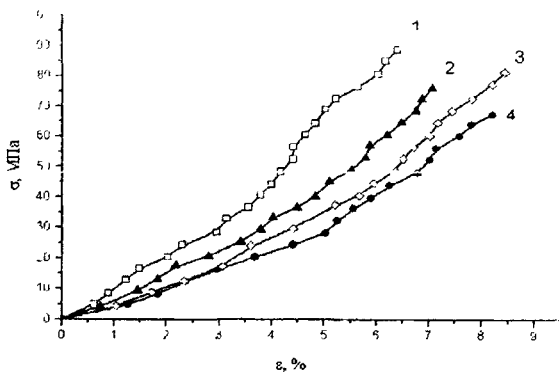


Рис. 4. Результаты испытаний механических свойств модифицированного льняного волокна: 1 – механического способа, 2 – комбинированного с использованием УЗ обработки, 3 – механохимического (с отбелкой), 4 – механохимического (без отбелки).

Проведен расчет оптимального режима модификации с использование ультразвуковых полей.

Разработана методика определения средней длины модифицированного льняного волокна на приборе WIRA и даны рекомендации по ее применению.

На рис. 5 представлено распределение модифицированных льняных волокон по классам длин. Из рисунка видно, что наилучшие результаты дает ультразвуковая обработка, в результате которой средняя длина модифицированного льняного волокна наиболее приближена к таковой для хлопка, что позволяет предположить снижение неровноты смешанной пряжи с вложением такого волокна.

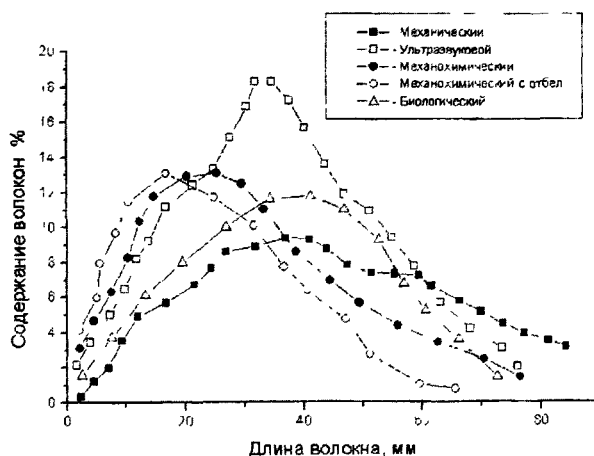


Рис 5 Изменение распределения льноволокна по группам длин после модификации различными способами

В четвертой главе проведено исследование влияния различий в технологических параметрах на прядильные свойства волокна и качество смешанной пряжи с хлопком и химическими волокнами

Смешанная одиночная льбосодержащая пряжа выработывалась на ОАО «Советская звезда» по кардной системе прядения хлопка на кольцевых прядильных машинах. В качестве компонентов смеси использовались: короткий лен, механически модифицированный методом разрезания (Вязьма) и разрыва (Вичуга), а также хлопок 2-1 и штапельное волокно лавсан. Образцы полученной пряжи представлены на рис 6 и 7.

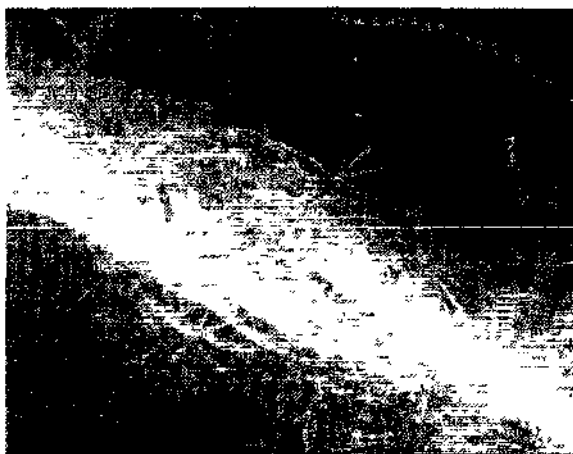


Рис. 6. Двухкомпонентная смешанная пряжа с вложением льняного волокна, модифицированного методом разрыва (увел. 300).



Рис. 7. Двухкомпонентная смешанная пряжа с вложением льняного волокна, модифицированного методом плазмирования (увел. 300)

При механической модификации вид штапельирования не оказывает заметного влияния на качество получаемой пряжи. Существующие различия незначительны. Эти различия еще меньше в случае использования трехкомпонентных смесей с вложением химического волокна лавсан.

При переходе к использованию комбинированной модификации ситуация меняется. Льняное волокно, модифицированное методом разрезания оказывается непригодным для такой модификации, вследствие того, что средняя длина такого волокна после комбинированной модификации вне зависимости от способа модификации попадает в область коротких непрядомых волокон.

Опытные образцы смешанной льносодержащей пряжи (хлопок – 70%, лен – 30%) получены на установке «Шерли» (СПГУТД). В качестве компонентов смеси использовались: короткий лен, механически модифицированный методом разрыва, а также обработанный в ультразвуковом поле, хлопок 2-1 (табл. 1).

Таблица 1

Варианты модифицированного льняного волокна, полученного комбинированным способом с использованием УЗ полей, и хлопка использованных в смесях при формировании пряжи

Наимен. Вар-та	Использованные образцы волокон льна и хлопка
1	Механический котонин, обработанный в ультразвуковом поле в течение 30 минут Частота УЗ – 22,1 кГц
2	Механический котонин, обработанный в ультразвуковом поле в течение 15 минут Частота УЗ – 22,1 кГц
3	Механический котонин, обработанный в ультразвуковом поле в течение 30 минут в присутствии ПАВ (10 г/л) Частота УЗ – 22,1 кГц
4	Механический котонин, обработанный в ультразвуковом поле в течение 15 минут в присутствии ПАВ (10 г/л) Частота УЗ – 22,1 кГц
Механ котонин	Механический котонин (метод разрыва)
Хлопок	Хлопок 2 – 1

Результаты испытаний линейной плотности полученных образцов пряжи представлены на рис. 8

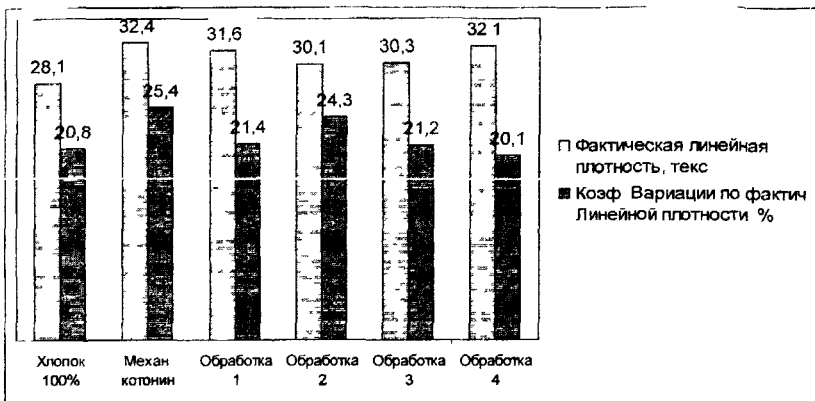


Рис 8. Фактическая линейная плотность и неровнота пряжи с содержанием модифицированного льняного волокна

Результаты испытаний физико-механических свойств пряжи, полученные на приборе STATIGRAF – I, представлены на рис. 9. Удлинение при разрыве образцов пряжи представлено на рис. 10.

Анализ результатов исследований физико-механических свойств льносодержащей пряжи показывает, что вложение льняного волокна, модифицированного комбинированным способом с использованием ультразвуковых полей позволяет снизить неровноту по линейной плотности, разрывной нагрузке и удлинению при разрыве по сравнению с льняным волокном, модифицированным механическим способом.

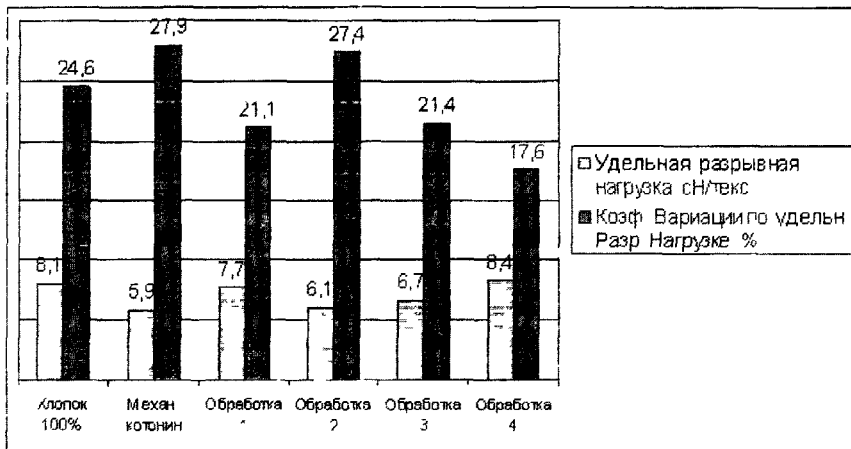


Рис 9. Физико-механические свойства пряжи с содержанием модифицированного льняного волокна

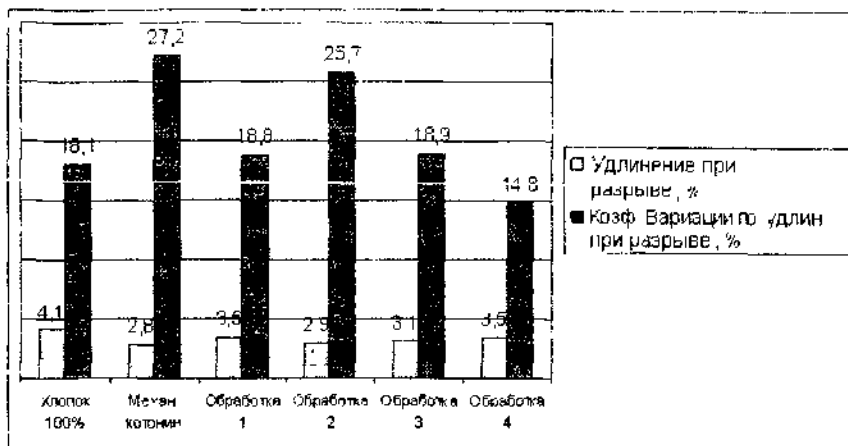


Рис. 10. Удлинение при разрыве пряжи с содержанием модифицированного льняного волокна

Как видно из рисунков, обработка в ультразвуковом поле приводит к заметному снижению неровности пряжи, приближая ее к свойствам хлопчатобумажной пряжи, что позволяет сделать вывод о том, что при проведении дальнейших производственных испытаний процент вложения модифицированного льняного волокна может быть существенным образом увеличен.

Другим выводом, который можно сделать, является то, что оптимальным временем обработки при рассчитанных параметрах ультразвуковой установки является обработка в ультразвуковом поле в течение 15 минут в присутствии ПАВ (10 г/л).

Пятая глава посвящена расчету ожидаемой экономической эффективности производства модифицированного льняного волокна для смешанной пряжи из смеси хлопкового, льняного и химических волокон.

Себестоимость 1 тонны льняного волокна, модифицированного с использованием ультразвуковых полей значительно ниже себестоимости 1 тонны волокна, модифицированного механохимическим способом (рис. 11).

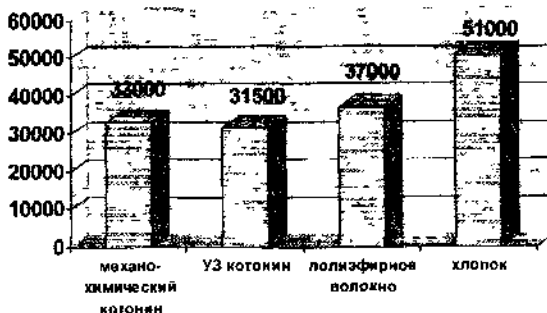


Рис. 11 Себестоимость 1 тонны волокна для смешанной пряжи руб

Общие выводы.

1. Проведено промышленное исследование особенностей технологии переработки двух- и трехкомпонентных льносодержащих смесей с использованием льняного волокна, модифицированного механическим способом методами штапельирования и вероятностного разрыва при различных вариантах состава смесей. Установлено, что основной выход льна в отходы наблюдается в разрыхлительно-трепальном и чесальном агрегатах.
2. Установлено, что введение в смесь штапельного лавсана приводит к повышению удельной разрывной нагрузки и удлинения при разрыве пряжи. При этом наблюдается снижение значений коэффициента вариации по удельной разрывной нагрузке и линейной плотности.
3. Проведенный сравнительный анализ различных способов комбинированной модификации льняного волокна и сравнительная экономическая оценка показали, что модификация с использованием ультразвуковых полей является наиболее перспективной.
4. В результате проведенного сравнительного микроскопического исследования показано, что льняное волокно, механически модифицированное методом штапельирования непригодно для модификации комбинированным способом с использованием ультразвуковых полей.
5. Получено волокно, модифицированное с использованием ультразвуковых полей, пригодное к переработке в смесях с хлопком и химическими волокнами и на его основе изготовлены и исследованы опытные образцы льносодержащей пряжи. Показано, что использование льняного волокна, модифицированного с использованием ультразвуковых полей позволяет предположить возможность увеличения процента вложения такого волокна в смесь при проведении производственных испытаний.
6. Выявлен характер взаимосвязи между энергетическими затратами на модификацию льняного волокна и его линейной плотностью.
7. Разработана и утверждена методика определения линейной плотности модифицированного льняного волокна на приборе MICRONAIR, которая может быть использована для проведения научных исследований и в учебном процессе.
8. Разработана и утверждена методика определения средней длины модифицированного льняного волокна на приборе WIRA, которая может быть использована для проведения научных исследований и в учебном процессе.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Гребенкин А. Н., Гребенкин А. А. Стратегия развития льноперерабатывающего комплекса России в современных условиях // Тезисы доклада научно-практической конференции Россия. С-Петербург. Издательство «Миф». 2000

2. Гребенкин А. А., Гребенкин А. Н., Куличенко А. В. Оценка механических прочностных характеристик лубяных волокон // Тезисы доклада Всероссийской научно-технической конференции «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности» (Текстиль – 2003), Россия. Москва. 18-19 ноября 2003 МГТУ им. А. Н. Косыгина. С. 43
3. Гребенкин А. А., Гребенкин А. Н., Куличенко А. В. Расчет пороговой энергии расщепления льняного технического волокна в процессах получения котонина. // Тезисы доклада международной научно-практической конференции «Инновационная привлекательность льняного комплекса России» Вологда. 5 марта 2003. С. 62-65.
4. Гребенкин А. А., Гребенкин А. Н., Куличенко А. В. Расчет энергии расщепления льняного технического волокна. // Тезисы доклада Всероссийской юбилейной научно-технической конференции «Дни науки - 2003». Россия Санкт-Петербург. СПГУТД. 26-30 апреля 2003. С. 34.
5. Андреева О. А., Буркова Л. А., Гребенкин А. Н., Гребенкин А. А. ИК-спектроскопическое исследование льна, подвергнутого предварительной очистке. // Журнал прикладной химии. 2002. – Т75. – Вып. 9. – С. 1545-1548.
6. Гребенкин А. А., Гребенкин А. Н., Майбуров С. П., Платонова Н. В. Изучение влияния различных обработок, применяемых при подготовке короткого льняного волокна к прядению, на его надмолекулярную структуру и механические свойства. // Вестник Санкт-Петербургского гос университета технологии и дизайна – 2005 - №11 С 3-5
7. Легезина Г. И., Гребенкин А. Н., Цимаркина О. Н., Гребенкин А. А. Подготовка льняного волокна к переработке в смесях с другими волокнами. // Тезисы доклада международной научно-технической конференции «Новое в технике и технологии текстильной промышленности». Белоруссия Витебск. 22-23 октября 2000. – С. 53-55.
8. Гребенкин А. А., Гребенкин А. Н., Куличенко А. В. Исследование механических свойств короткого льняного волокна, подвергнутого обработке гидроударом // Тезисы доклада международной научно-технической конференции «Дни науки – 2001». Россия. Санкт-Петербург. СПГУТД 26-30 апреля 2001. С. 27.
9. Гребенкин А. А., Гребенкин А. Н. Исследование влияния различных способов обработки на изменение механических свойств льняных волокон. // Тезисы доклада международной научно-технической конференции «Дни науки 2000». Россия. Санкт-Петербург. СПГУТД 25-29 апреля 2000. С. 103.
10. Гребенкин А. Н., Гребенкин А. А., Бармин М. И. Утилизация отходов первичной переработки лубоволокнистого сырья // Тезисы доклада международной научно-практической конференции «Пути повышения конкурентоспособности продукции из льна», Россия, Вологда 3 марта 2004 – С 263-264

- 11 Труевцев Н. Н., Гребенкин А. А. Разработка методики определения линейной плотности когенизированных льняных волокон на приборе MICRONAIR // Сборник статей международной прогр SIF - № 97365 – Improving the perfor cotton and wool spinning system) Росси
12. Гребенкин А. А., Труевцев Н. Н. О льноволокна, подвергнутого модификации // Научно-технической конференции «Механика легкой промышленности» (ПОИСК) апреля 2005. С. 27
- 13 Гребенкин А. Н., Легезина Г. И., Майбуров С. П., Гребенкин А. А., Грибанов А. В., Клименко И. Б., Платонова Н. В., Труевцев Н. Н. Проблемы оценки качества подготовки короткоштапельного льна к прядению. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности №7 2004. С 22
- 14 Гребенкин А. Н., Бармин М. И., Гребенкин А. А., Картавых В. П., Мельников В. В. Расчет оптимального режима ультразвукового диспергирования отходов льнопроизводства на стадии получения микрокристаллической целлюлозы. // Известия вузов. Химия и химическая технология том 47 вып 7, 2004, с. 25-28.

РНБ Русский фонд

2006-4

16818