

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования «Витебский государственный технологический  
университет»

УДК 677.02.001.5

№ ГР 2005445

Инв. № \_\_\_\_\_

Утверждаю

Проректор по научной работе УО «ВГТУ»

Пятов В.В

\_\_\_\_\_ 2007 г.



**ОТЧЕТ**

**О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ**

**Разработать и исследовать технологические процессы производства пряж,  
комбинированных нитей новых структур и текстильных материалов  
бытового и технического назначения**

**(Промежуточный 2005-2007 гг.)**

**2005-ВПД-044**

Начальник НИС

С.А. Беликов

Научный руководитель  
д.т.н., проф.

А.Г. Коган

Витебск, 2007

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Профессор, д.т.н.

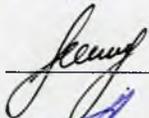


А.Г. Коган (общее  
руководство работой,  
введение, заключение)

доцент, к.т.н.

 12.12.07 А.А. Баранова (раздел I)

ассистент

 07.12.07 И.А. Малютина (раздел II)

доцент

 11.12.07 Ю.И. Аленицкая (раздел III)

доцент, к.т.н.

 11.12.07 Д.Б. Рыклин (раздел IV)

доцент, к.т.н.

 12.12.07 Н.В. Скобова (раздел V)

старший преподаватель

 07.12.07 Е.А. Конопатов (раздел VI)

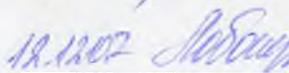
ассистент, к.т.н.

 08.12.07 С.С. Гришанова (раздел VII)

доцент, к.т.н.

 10.12.07 Г.И. Москалев (раздел VIII)

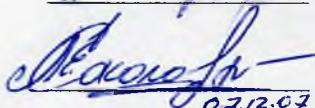
ассистент, к.т.н.

 12.12.07 Е.М. Лобацкая (раздел IX)

доцент, к.т.н.

 19.12.07 С.С. Медвецкий (раздел X)

доцент, к.т.н.

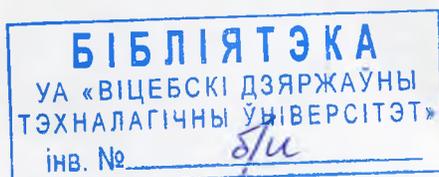
 07.12.07 Л.Е. Соколов (раздел XI)

доцент, к.т.н.

 14.12.07 Н.Н. Ясинская (раздел XII)

Нормоконтроль

 12.12.07 Г.Р. Мозжарова



## РЕФЕРАТ

Отчет 197 с., 77 рис., 69 табл., 53 источника

ПРЯЖА, КОМБИНИРОВАННАЯ НИТЬ, ШВЕЙНЫЕ НИТКИ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ВОЛОКНА, СТЕКЛОВОЛОКНО, ЛЬНОПОЛИПРОПИЛЕНОВАЯ ПРЯЖА, МНОГОСЛОЙНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕТКАНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОЧЕСКОВАЯ ПРЯЖА. ЛЬНОПОЛИЭФИРНАЯ ПРЯЖА, ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЕ ВОЛОКНО

Объектом исследования являются нити и текстильные материалы, полученные с использованием натуральных и химических волокон.

Цель проводимых исследований заключается в разработке новых технологических процессов производства пряжи, комбинированных нитей новых структур и текстильных материалов бытового и технического назначения, которые могут быть реализованы на оборудовании, широко распространенном на текстильных предприятиях Республики Беларусь, в том числе льносодержащей, высокообъемной пряжи, пневмотекстурированных нитей, пряжи из химических и натуральных волокон, разработка новой технологии получения пряжи средней линейной плотности из коротких льняных и полиэфирных волокон.

В результате проведенных исследований разработаны и оптимизированы технологические процессы производства комбинированных швейных ниток, высокообъемных комбинированных нитей, комбинированной полипропиленовой пряжи, льнополиэфирной пряжи, нетканых материалов из отходов производства стекловолокна, комбинированных нитей с использованием модифицированных вискозных нитей, «жидких» текстильных материалов бытового и технического назначения, льняной и льносодержащей пряжи, пряжи из восстановленных волокон, пневмотекстурированных нитей повышенной объемности.

Разработан и исследован технологический процесс получения оческовой пряжи средней линейной плотности из короткого льняного волокна и очеса сухим способом прядения. Исследованы технологические режимы переработки льнотресты из новых сортов льна на машинах мяльно-трепального агрегата. Установлены основные параметры процесса, позволяющие увеличить процент выхода длинного льняного волокна и его качество.

Исследования проведены в производственных условиях Гродненского РУПП «Гронитекс», ОАО «Полоцк-Стекловолокно», Барановичского РУП «БПХО», РУПП «Оршанский льнокомбинат», ОАО «Белорусские обои», ОАО «Витебские ковры» и в лаборатории кафедры ПНХВ УО «ВГТУ».

Результаты проведенных исследований могут быть использованы для расширения ассортимента текстильных изделий, повышения их качественных характеристик и снижения себестоимости.

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	
1 РАЗРАБОТАТЬ И ИССЛЕДОВАТЬ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ШВЕЙНЫХ НИТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕРНИЗИРУЮЩИХ ПРЯДИЛЬНЫХ И ПРЯДИЛЬНО-КРУТИЛЬНЫХ МАШИН .....	9
1.1 Разработать технологический процесс получения швейных ниток 35 ЛЛ с использованием полиэфирных микроволокон по сокращенной системе прядения .....	9
1.1.1 Сравнительная характеристика классической и сокращенной технологий производства комбинированных швейных ниток .....	9
1.1.2 Модель формирования армированных нитей на модернизированной кольцевой прядильной машине П-66-5М .....	9
1.1.3 Модель формирования крученых комбинированных нитей на модернизированной прядильно-крутильной машине ПК-100МЗ .....	11
1.2 Исследовать технологический процесс формирования комбинированных нитей 16,7 текс на модернизированной прядильной машине .....	13
1.3 Исследовать технологический процесс формирования швейных ниток 16,7 текс x 2 на модернизированной прядильно-крутильной машине ...	16
1.3.1 Исследование влияния крутки на свойства швейных ниток .....	16
1.4 Исследовать физико-механические свойства комбинированных швейных ниток новой структуры .....	18
1.4.1 Исследование процесса формирования комбинированной пряжи разной структуры .....	18
1.4.2 Исследование процесса формирования комбинированной пряжи разной структуры .....	19
2 РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЯЖ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ВОЛОКОН .....	22
2.1 Исследование физико-механических свойств полипропиленовых волокон и нитей .....	22
2.2 Разработка технологического процесса получения полипропиленовой пряжи по аппаратной системе прядения .....	24
2.3 Исследование и оптимизация процесса разрыхления ПП волокна на щипально-замасливающей машине .....	26
2.4 Исследование процесса кардочесания полипропиленового волокна на чесальном аппарате .....	30
2.5 Исследование процесса формирования аппаратной ровницы с использованием полипропиленовых волокон на чесальном аппарате .....	33
3 РАЗРАБОТАТЬ И ИССЛЕДОВАТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ПРЯЖИ НА МАШИНЕ ПК-100 .....	37

3.1	Обоснование разрабатываемого ассортимента пряжи .....	37
3.2	Разработка технологической схемы .....	37
3.3	Исследование и оптимизация процесса получения комбинированной пряжи .....	38
3.3.1	Определение области исследования круток в прядении и кручении (предварительный эксперимент) .....	38
3.3.2	Исследование влияния куток в прядении и кручении на основные свойства пряжи .....	40
3.3.3	Методика проведения исследований. Используемые приборы и оборудование .....	42
3.3.4	Анализ результатов эксперимента .....	46
3.4	Оптимизация процесса получения комбинированной полипропиленовой пряжи .....	47
3.5	Исследование нагона прикручиваемой составляющей комбинированной пряжи .....	47
4	<b>РАЗРАБОТАТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКООБЪЕМНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ НИТЕЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ФОРМИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ УСТРОЙСТВ .....</b>	<b>52</b>
4.1	Разработка модели аэродинамического устройства для производства высокообъемных комбинированных нитей в системе SolidWorks .....	52
4.2	Моделирование движения воздушных потоков в аэродинамическом устройстве в системе SolidWorks .....	57
4.3	Определение оптимального распределения характеристик воздушных потоков в камерах аэродинамического устройства .....	64
4.4	Исследование физико-механических свойств высокообъемных комбинированных нитей аэродинамического способа формирования .....	69
5	<b>ИССЛЕДОВАТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ НИТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВИСКОЗНЫХ НИТЕЙ .....</b>	<b>72</b>
5.1	Характеристика углеродных нитей, полученных из модифицированных гидратцеллюлозных волокон .....	72
5.2	Технологический процесс получения углеродной нити .....	74
5.2.1	Приготовление пропиточного раствора (КОС) в ацетоне .....	74
5.2.2	Подготовка вискозных лент к карбонизации .....	75
5.2.3	Карбонизация вискозных лент .....	78
5.2.4	Высокотемпературная обработка (графитация) лент .....	80
5.2.5	Аппретирование углеродных лент .....	80
5.2.6	Разделение углеродных лент на нити .....	82
5.3	Технологический процесс получения комбинированной углеродной нити .....	82
5.4	Теоретические исследования геометрических и прочностных параметров комбинированной нити .....	90
5.4.1	Определение линейной плотности комбинированной нити .....	90

5.4.2	Процентное содержание компонентов в структуре комбинированной углеродной нити .....	91
5.4.3	Определение количества волокон покрывающих углеродную нить .....	91
5.4.4	Расчет диаметра и крутки комбинированной углеродной нити .....	92
5.4.5	Расчет относительной разрывной нагрузки комбинированной углеродной нити .....	94
5.4.6	Определение прочности прикрепления волокнистого слоя к стержневому компоненту .....	96
<b>6 РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЛЬНОПОЛИЭФИРНОЙ ПРЯЖИ .....</b>		<b>98</b>
6.1	Проведение оптимизации подготовки полиэфирного волокна к смешиванию .....	98
6.2	Разработка процесса смешивания волокон льна и полиэфира .....	99
6.3	Исследование процесса смешивания различными способами .....	100
6.4	Корректировка технологического процесса производства льнохимических пряж .....	100
6.4.1	Исследование процесса кручения .....	101
6.4.2	Оптимизация параметров формирования льнополиэфирной пряжи с 10% полиэфира на кольцевой прядильной машине ПС-100-ЛО .....	103
<b>7 РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЬНЯНОЙ И ЛЬНОСОДЕРЖАЩЕЙ ПРЯЖИ .....</b>		<b>107</b>
7.1	Исследование процесса смешивания короткого льняного волокна и очеса .....	108
7.2	Исследование процесса кардочесания короткого льняного волокна и очеса и разработка модели очищающей способности чесальной машины .....	110
7.3	Исследования процессов вытягивания и сложения на ленточных машинах после гребнечесания .....	116
7.4	Оптимизация параметров работы кольцевой прядильной машины для формирования пряжи линейной плотности 110 -125текс сухим способом прядения .....	118
<b>8 РАЗРАБОТАТЬ ТЕХНОЛОГИЮ ПРОИЗВОДСТВА ПРЯЖИ ИЗ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ. ОСУЩЕСТВИТЬ ВЫБОР СЫРЬЯ. ОПТИМИЗИРОВАТЬ РАБОТУ МАШИН ОЧИСТИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛА, ЧЕСАЛЬНОГО, ЛЕНТОЧНОГО И РОВНИЧНОГО ОТДЕЛОВ .....</b>		<b>124</b>
8.1	Выбор сырья. Анализ свойств волокон и способов разволокнения .....	124
8.2	Анализ работы машин очистительного отдела. Выбор оборудования, оптимизация работы очистительных машин .....	127
8.3	Анализ работы чесальных машин. Выбор оборудования, оптимизация работы чесальных машин .....	129
8.4	Анализ работы машин ленточно-ровничного перехода, выбор оборудования, оптимизация работы ленточной и ровничной машин ....	131

9	ОПТИМИЗИРОВАТЬ ПРОЦЕСС ВЫРАБОТКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПНЕВОТЕКСТИРИРОВАННЫХ НИТЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ОБЪЕМНОСТИ .....	136
9.1	Выбор критериев оптимизации .....	136
9.2	Оптимизация процесса ткачества декоративной портьерной ткани с использованием ПТН .....	137
9.3	Обработка полученных данных с помощью прикладных программ на ЭВМ .....	140
9.4	Рекомендации по выработке декоративных портьерных тканей с использованием пневмотекстирированных нитей в утке .....	146
10	РАЗРАБОТАТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ИГЛОПРОБИВНЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ СТЕКЛОВОЛОКНА ...	148
10.1	Изучить способы переработки отходов производства стекловолокна	148
10.2	Исследовать технологический процесс разволокнения различных видов отходов стекловолокна и производства иглопробивных нетканых материалов .....	151
10.3	Провести оптимизацию работы иглопробивной машины для получения нетканых материалов .....	161
11	ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ НОВЫХ ВИДОВ ЛЬНОТРЕСТЫ НА МЯЛЬНО-ТРЕПАЛЬНОМ АГРЕГАТЕ	164
11.1	Исследование процесса слоеформирования на мяльно-трепальном агрегате .....	164
11.2	Исследование процесса переработки льнотресты на мяльной машине	170
11.3	Исследование процесса переработки льнотресты на трепальной машине. Исследование физико-механических свойств льняного волокна, оценка выхода льняного волокна .....	173
12	РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ «ЖИДКИХ» ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ БЫТОВОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ .....	182
12.1	Обзор научной и патентной литературы по вопросу получения «жидких» (композиционных) текстильных материалов .....	182
12.2	Виды связующих, применяемых при производстве «жидких» текстильных материалов .....	184
12.3	Технология получения композиционных текстильных материалов ....	188
12.3.1	Характеристика сырья .....	188
12.3.2	Оптимизация состава композиционного текстильного материала, обеспечивающего необходимые адгезионные свойства .....	189
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	192
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	195

## ВВЕДЕНИЕ

Для того, чтобы товары были востребованы потребителем, производителю необходимо учитывать запросы рынка. Именно рынок сегодня диктует: что, в каких количествах и какого качества надо производить. В настоящее время перед текстильной промышленностью Республики Беларусь стоят задачи по разработке новых технологий, обеспечивающих наиболее эффективное использование сырья и разработки нового ассортимента текстильных изделий, при производстве которых возможно максимально использовать традиционные для республики виды сырья.

Дальнейшее развитие потребления волокон и волокнистых материалов должно удовлетворяться за счет химических волокон, как путем наращивания их выпуска, так и замены одних их видов другими более востребованными рынком в данный период времени. Использование в составе пряжи различных сочетаний натуральных и химических волокон позволяет вырабатывать текстильные изделия, обладающие комплексом ценных свойств, присущих компонентам смесей.

Актуальной научно-технической задачей является разработка новых технологических процессов производства пряж, нитей и текстильных материалов с использованием полипропиленовых волокон и нитей, имеющих широкий спектр потребления от коврового производства до спортивной одежды и изделий технического назначения. Полипропиленовые волокна и нити обладают самой низкой плотностью среди всех химических волокон и нитей ( $0,92 \text{ г/см}^3$ ), что позволяет снизить материалоемкость изделий; отличными физико-химическими свойствами; устойчивостью к действию кислот и щелочей; легкостью удаления грязи и выведения пятен; низкой гидрофобностью волокон (изделия из полипропиленовых волокон не требуют сушки); низкой теплопроводностью.

С учетом уникальных природных свойств льна (гигиенических и эстетических), а также опыта работы мировой льняной промышленности целесообразно расширить производство бытовых тканей за счет высвобождения льняного волокна из технического и тарного ассортимента и создания новых видов льносодержащей пряжи с вложением полипропиленовых и других типов химических волокон. Для решения данной проблемы кафедрой ПНХВ разработан технологический процесс производства льнохимической пряжи 90-111 текс. Эти пряжи пригодны для изготовления более ценных бытовых и одежных тканей.

Сочетание в одной нити нескольких компонентов разного рода позволяет получить нить с оптимальными для данного назначения свойствами. Применение неоднородных нитей изменяет в желаемом направлении физико-механические и потребительские свойства текстильных изделий. Весь комплекс свойств многокомпонентных нитей предопределяет их поведение при переработке на технологическом оборудовании, а также потребительские качества изделий, включая внешний вид тканей и трикотажа.

Разработанные технологические процессы, создадут условия для лучшего использования имеющихся сырьевых ресурсов, то есть позволят вырабатывать качественную пряжу в условиях дефицита отдельных видов сырья на текстильных предприятиях Республики Беларусь, расширить область применения льняного волокна при выпуске тканей и трикотажных изделий, разработать ассортимент текстильных изделий с использованием новых видов химических волокон.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Усенко, В.А. и др. Прядение химических волокон / Под. редакцией В.А. Усенко. - Москва.: РИО МГТА, 1999.
2. Усенко, В.А. Производство крученых и текстурированных химических нитей - Москва: Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1987.
3. Баранова, А.А., Коган А.Г. Производство комбинированных швейных ниток с использованием полиэфирных микроволокон. // Тезисы докладов XXXV научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / УО «ВГТУ».- Витебск, 2002.
4. Способ изготовления швейных ниток. Garn insbesondere Nahgarn / Kreuzer Gerhard; Hoechst Trevita GmbH, 1998.
5. Мартынов О.В., Тюнина Н.Н., Ашнин Н.М. Особенности однопроцессного способа формирования новых армированных ниток 18 ЛХ на машине с полыми веретенами. Вестник межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Дни науки-99», Спб: Изд. - во СПГУПД, 1999.
6. Производство многокомпонентных пряж и комбинированных нитей./ Рыклин Д.Б., Коган А.Г. Витебск: УО «ВГТУ»; 2002.
7. Литовский СМ. Методы и средства исследований механико-технологических процессов текстильной промышленности: Методические указания к лабораторным работам по курсу / СМ. Литовский.- Витебск: ВГТУ, 1996.
8. Рыклин, Д. Б. Производство многокомпонентных пряж и комбинированных нитей : [монография] / Д. Б. Рыклин, А. Г. Коган. – Витебск : УО «ВГТУ», 2002. – 215 с.
9. Рыклин, Д. Б. Теоретическое определение крутильной способности аэродинамического устройства для получения комбинированных нитей / Д. Б. Рыклин, А. Г. Коган // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1998. - № 5. – С. 29 – 31.
10. Абрамович, Г. Н. Прикладная газовая динамика / Г. Н. Абрамович. – Москва : Гостехиздат, 1953. - 736 с.
11. Ахметов, Р. Б. Аэродинамика закрученной струи / Р. Б. Ахметов [и др.]. – Москва, 1977. – 224 с.
12. Тику, Ш. Эффективная работа: SolidWorks. / Ш. Тику. - Санкт-Петербург : Питер, 2005. – 768 с.
13. Алямовский, А. А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский [и др.]. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2005. - 800 с.
14. Айзенштейн Э.М. Мировое производство химических волокон и нитей в 2003 г. /Э.М.Айзенштейн // Химические волокна. – 2004. - №6. – С.60.
15. Будницкий Г.А. О некоторых направлениях научно-исследовательских работ института / Г.А. Будницкий, Н.Н.Мачалаба // Химические волокна. – 2001. - №2. – С.4.

16. Промышленный технологический регламент по получению углеродных волокнистых материалов на республиканском унитарном предприятии «Светлогорское производственное объединение «Химволокно», 2003 г.

17. Справочник по хлопкопрядению /В.П.Широков, Б.М.Владимиров, Д.А.Поляков и др./ Под ред.В.П.Широкова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1985. – 472 с.

18. Кориковский П.К. Прядильно-крутильные машины / П.К.Кориковский, М.М. Моисеенко, О.Г.Острогжский// М.:»Легкая индустрия, 1969 . – С.327.

19. Коган А.Г. Производство комбинированной пряжи нитей / А.Г.Коган. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. –С.143.

20. Б. Карякин, Л.Н. Гинзбург / Справочник Прядение льна и химических волокон / М.1991

21. В. Г. Комаров, Л. Н. Гинзбург / Прядение лубяных и химических волокон и производство кручёных изделий / М. 1980.

22. А. Г. Севастьянов / Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности / М: 1980.

23. Крестьянов С.В., Смирнова Т.Ю. Реструктуризация ассортимента льняных изделий // Текстильная промышленность. – 2003. - №4. -с. 58-59

24. Крестьянов С.В Как требует рынок // Текстильная промышленность - 2003. - №6. - с. 54-56

25. Мудров В.В. Модернизация гребнечесальных машин для короткого льноволокна и льняного очеса // Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы переработки льна в современных условиях», посвященная 70-летию КГТУ, («Лен-2002»), Кострома, 17-18 окт., 2002. – с.144.

26. В.Е. Слываков / Теория и практика штапельирования жгутовых химических нитей дифференцированным разрезанием / М.: Легкая индустрия, 1976, 208с.

27. Труевцев, Н. И. Теория и практика кардочесания в аппаратной системе прядения шерсти / Н. И. Труевцев, Н. М. Ашнин. – Москва : Легкая индустрия, 1967. – 228 с.

28. Ашнин, Н. М. Кардочесание волокнистых материалов / Н. М. Ашнин. – Москва : Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1985. – 144 с.

29. Справочник по прядению льна / Б. Н. Фридман [и др.] ; под общ. ред. С. В. Тарасова. – Москва : Легкая индустрия, 1979. – 376с.

30. Гришанова, С. С. Разработка теоретической модели очищающей способности чесальной машины / С. С. Гришанова // Вестник УО «ВГТУ». Вып. 12. – Витебск, 2007. – С. 27–32.

31. Севастьянов, А. Г. Методы и средства исследований механико-технологических процессов в текстильной промышленности / А. Г. Севастьянов. – Москва : Легкая индустрия, 1980. – 392 с.

32. Статистические методы в экспериментальных исследованиях : учебное пособие / С. М. Литовский, В. Л. Шарстнёв ; под ред. В. Л. Шарстнёва. – Витебск : ВГТУ, 1996. – 63 с.

33. Аэродинамика технологических процессов и оборудования текстильной промышленности / Г. Г. Павлов. - М.: Легкая индустрия, 1975. - 152с.: ил. - Указ.лит. - 0-51.

34. . Прядение химических волокон: Учеб. для вузов / В. А. Усенко, В. А. Родионов, Б. В. Усенко и др.; Под ред. В. А. Усенко. - М.: РИО МГТА, 1999. - 472с. - Сп. лит. - ISBN 5-8196-0002-9 : 748300-00.
35. Производственные технологии: основы современных технологий: Конспект лекций для студентов экон. спец. / УО "ВГТУ"; Сост. Г. И. Москалев. - Витебск: УО "ВГТУ", 2004. - 50с.: рис. - Сп. лит. - 560-00.
36. www. Dietze & Schell.
37. К. Н. Ушакова Основы производства и подготовки к текстильной переработке химических нитей // Москва Легпромбытиздат. - 1991.
38. М. Г. Черныка Непрерывное стеклянное волокно. Основы технологии и свойства нитей // Москва Издательство химия - 1965
39. М. С. Асланова, Ю. И. Колесов, В. Е. Хадаков и др. Стеклянные волокна // Москва Издательство химия, 1979.
40. Производство стеклянных волокон и тканей. Под редакцией Ходаковского М. Д. // Москва: Химия, 1973.
41. Коган А. Г. Производство комбинированной пряжи и нити. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 143 с.
42. Смирнов Л. С., Шавлюк В. Н. Текстурированные нити. - М.: Легкая индустрия, 1979. - 232 с.
43. Коваленко Н. И. Расчет силы зажима слоя лубяного волокна в зажиме транспортирующих ремней трепальной машины // Сборник научных трудов молодых ученых КГТУ. - Кострома : КГТУ, 2003. - Вып. 4. - С. 194.
44. Хаимова-Малькова Р. И. Методика исследования напряжений поляризационно-оптическим методом. - М. : Наука, 1970.
45. Дьячков В. А. К вопросу о силах, действующих на прядь в процессе трепания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. - 2002. - № 4—5. - С. 30—33.
46. Секция трепальной машины для обработки лубяных культур / Е. Л. Пашин, С. В. Бойко // 2 250 940 Россия, МПК D 01 B 1 / 16, 1 / 26. - Оpubл. 27.04.05., бюл. № 12.
47. Лапшин А. Б. Развитие теории процесса трепания льна : монография / А. Б. Лапшин, Е. Л. Пашин. - Кострома : КГТУ, 2004. - 204 с.
48. Справочник по композиционным материалам. Том 1 под ред. Дж. Любина Москва «Машиностроение» 1988 стр 18-20/
49. «Полимерные волокнистые композиты, их основные виды, принципы получения и свойства» К. Е. Перепелкин, статья в журнале Химические волокна, № 4 2005 г./
50. Processing conditions of abrasion and heat resistance for hybrid needle-punhed no woven bag filters, Lin J. H., Lou C. W., Lei C. H., Lin C. Y. Composites. A 2006 37, № 16 с 31-37 )
51. Патент США № 6706225 МПК D 04 H 1/20 заявка № 10/442469 от 21.05.2003.
52. Патент США № 6913720 МПК D 04 H 1/42, заявка № 10/315004 от 10.12.2002)
53. Патент США № 6978715 МПК D 04 H 1/17 заявка № 10/325003 от 13.12. 2001