

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 519.8(677.052.484.9)

№ ГР 2002990

Инв. № _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор ВГТУ по научной работе

С.М. Литовский

М.П.



ОТЧЕТ

по научно-исследовательской работе

**«Разработка математических моделей и инженерных методов
расчета аэродинамических устройств для пневмотекстурирования
с учетом вихревых эффектов» (Энергия-53)**

(заключительный)

2002-Г/Б-310

Начальник НИС



С.А. Беликов

Научный руководитель

д.т.н. профессор



А.Г. Коган

г. Витебск 2005 г.

Библиотека ВГТУ



СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

1 Руководитель д.т.н., проф. Коган А.Г. А.Г. Коган (2.12.05)
(Общее руководство)

Ответственные исполнители:

2 к.т.н., проф. Ольшанский В.И. 2.12.05 (В.И. Ольшанский)
(Раздел 2.1, 2.2, 4.1)

3 к.т.н., доц. Медвецкий С.С. 2.12.2005 (С.С. Медвецкий)
(Раздел 1, 3, 6, 7)

Исполнители:

4 к.т.н., ст.преп. Скобова Н.В. 2.12.2005 (Н.В. Скобова)
(Раздел 2.3, 4.2, 5)

5 к.т.н., доц. Рыклин Д.Б. 2.12.2005 (Д.Б. Рыклин)
(Раздел 3.3, 7.5)

6. к.т.н., доц. Ясинская Н.Н. 2.12.2005 (Н.Н. Ясинская)
(Раздел 2.2)

7 ст. преп. Конопатов Е.А. 2.12.2005 (Е.А. Конопатов)
(Раздел 7.3, 7.5)

4 инж. Урсул Г.В. 2.12.2005 (Г.В. Урсул)
(Раздел 7)

5 к.т.н., доц. Коган Е.М. 2.12.05 (Е.М. Коган)
(Раздел 7.4, 7.5)

6 инж. Казаков В.Е. Каз (2.12.2005)
(Раздел 7.4, 7.5)

7 Нормоконтролер Терентьев М.А.. 2.12.2005 (М.А. Терентьев)

РЕФЕРАТ

Отчет содержит: 113 страниц, 7 разделов, 34 таблицы, 47 рисунков, 42 источника.

ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАННАЯ НИТЬ, ЭЛЕМЕНТАРНАЯ НИТЬ, ПНЕВМОТЕКСТУРИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО, ПНЕВМОПЕРЕПУТЫВАЮЩАЯ КАМЕРА, ПНЕВМОТРАНСПОРТИРУЮЩАЯ КАМЕРА, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ТУРБУЛЕНТНЫЙ ВОЗДУШНЫЙ ПОТОК.

Целью работы является исследование турбулентных воздушных потоков, возникающих в пневмотекстурирующем устройстве, методик для определения параметров этих потоков, оптимизация конструкции пневмотекстурирующего устройства, исследование зависимости структуры пневмотекстурированных нитей от их специфических свойств.

В результате выполнения работы проведены теоретико-экспериментальные исследования по определению параметров турбулентных воздушных потоков в пневмотекстурирующих устройствах различных конструкций, разработаны инженерные методики для определения параметров турбулентных потоков в различных точках аэродинамического устройства с учетом вихревых эффектов. Теоретически и экспериментально определено влияние свойств исходных комплексных химических нитей на качество пневмотекстурированных нитей. Получены теоретические модели для расчета давления и скорости сжатого воздуха в аэродинамическом устройстве для текстурирования. Проведены экспериментальные исследования по оптимизации конструкции пневмотекстурирующего устройства.

Содержание

	стр.
Введение	6
Список условных обозначений	7
1 Взаимодействие турбулентных потоков с обрабатываемым материалом и друг с другом в аэродинамическом устройстве	8
1.1 Теоретические предпосылки процесса пневмотекстурирования	8
1.2 Описание конструкции аэродинамического устройства	13
2 Определение параметров сжатого воздуха в аэродинамическом устройстве	17
2.1 Инженерная методика определения параметров сжатого воздуха в аэродинамическом устройстве	17
2.2 Теоретические исследования распределения скорости воздуха в пневмотекстурирующем устройстве	20
2.3 Теоретическая методика расчета параметров петельной структуры нити с учетом вихревых эффектов	22
3 Экспериментальные исследования по оптимизации конструктивных параметров пневмотекстурирующего устройства	30
3.1 Оптимизация геометрических размеров перепутывающей камеры	30
3.2 Оптимизация параметров диффузора перепутывающей камеры	34
3.3 Оптимизация конструкции транспортирующей камеры	38
3.4 Разработка и оптимизация новой конструкции транспортирующей камеры	40
4 Теоретические исследования взаимодействия обрабатываемой нити с турбулентными воздушными потоками	46
4.1 Определение давления сжатого воздуха на обрабатываемую нить	46
4.2 Разработка математических моделей для определения минимальной скорости воздуха, необходимой для осуществления процесса пневмотекстурирования	52
5 Анализ основных свойств комплексных нитей, влияющих на параметры турбулентных воздушных потоков	58
5.1 Влияние жесткости комплексных химических нитей на качество пневмотекстурированных нитей	58
5.2 Исследование влияния формы поперечного сечения элементарных нитей пневмотекстурированных нитей	60
5.3 Исследование влияния линейной плотности элементарных нитей на качество пневмотекстурированных нитей	61
6 Определение конструктивных параметров перепутывающей камеры	63
6.1 Определение диаметра воздухопроводящих каналов пневмоперепутывающей камеры	63

6.2 Определение диаметра нитепроводящего канала пневмоперепутывающей камеры	65
7 Экспериментальные исследования движения воздушных потоков в аэродинамических устройствах для пневмотекстурирования	68
7.1 Постановка эксперимента	68
7.2 Экспериментальные исследования зависимости параметров турбулентных воздушных потоков от давления, подаваемого в аэродинамическое устройство	72
7.3 Экспериментальные исследования по определению оптимального угла между радиальными каналами перепутывающей камеры	79
7.4 Теоретико-экспериментальные исследования влияния отраженных воздушных потоков на процессы вихреобразования и петлеформирования	83
7.5 Экспериментальные исследования зависимости характера распределения турбулентных воздушных потоков от конструкции аэродинамического устройства	86
Заключение	96
Список использованных источников	98
Приложения	102
Приложение 1	102
Приложение 2	110
Приложение 3	113

Список использованных источников

1. Альтшуль А.Д., Кисилев П.Г. Гидравлика и аэродинамика (Основы механики жидкости), Учебное пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1975. - 323 с.
2. Бай Ши-и. Теория струй. – М.: Гос. изд. физико-математической литературы, 1960. - 326с.
3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1973. - 847 с.
4. Смирнов Л.С., Шавлюк В.Н. Текстурированные нити. – М.: Легкая индустрия, 1979. – 232 с.
5. Белов А.А., Смелков Д.В. Производство пневмотекстурированных химических нитей нагонным способом. // Межвузовский сборник научных трудов «Новая техника и технология прядения натуральных и химических волокон и переработка комплексных нитей». / МГТА им. А.Н. Косыгина. – Москва, 1997. – С. 59-66.
6. Медвецкий С.С., Ольшанский В.И. Проектирование энергосберегающих аэродинамических устройств // Сборник докладов международной научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии промышленного производства. – Витебск 2003. – С.146-151.
7. Скобова Н.В., Ольшанский В.И., Коган А.Г. Теоретические исследования взаимодействия турбулентного потока воздуха с компонентом меланжевой текстурированной нити на базе вихревого эффекта. // Текстильная промышленность. – 2001. - №4.
8. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности: Учебник для вузов текстил. пром-ти. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 392 с.
9. Медвецкий С.С., Рыклин Д.Б., Коган А.Г. Пневмотекстурирование арселоновых нитей. // Химические волокна. – 2004. - №2. – С.16-18.
10. Медвецкий С.С., Рыклин Д.Б. Пневмотекстурирование арселоновых нитей. // Сборник тезисов докладов международной научной конференции «Текстиль-2003» / МГТУ-2003. – Москва, 2003. С 21-22.
11. Медвецкий С.С., Жорова И.Н. Пневмотекстурирование арселоновых нитей. // Сборник тезисов докладов XXXVI научно-технической конференции преподавателей и студентов. / ВГТУ. – Витебск, 2003. – С 87-88.
12. Сорокин Н.С., Талиев В.Н. Аспирация машин и пневмотранспорт в текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1978. – 216 с.

13. Литовский С.М. Статистические методы в экспериментальных исследованиях (Руководство по использованию «Statistica for Windows»): Учебное пособие / ВГТУ. – Витебск, 1996. – 63 с.
14. Волкова А.В., Медвецкий С.С. Развитие технологии получения пневмотекстурированных искусственных нитей. // Сборник тезисов докладов XXXV научно-технической конференции преподавателей и студентов. / ВГТУ. – Витебск, 2002. – С.52.
15. Медвецкий С.С. Технология получения пневмотекстурированных искусственных нитей. Сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции «Текстиль-2002»/Ташкент, 2002.
16. Смелков Д. В. Разработка и исследование технологического процесса получения пневмотекстурированных химических нитей с нагонным эффектом: Дис. ... канд. техн. наук: 05.19.03. – Витебск, 1997. – 198 с.
17. Патент 6890 МКИ D 02 G 1/16 Устройство для получения пневмотекстурированных нитей / Медвецкий С.С., Коган А.Г., Рыклин Д.Б. от 16.11.2004.
18. Рыклин Д.Б. Производство многокомпонентных пряж и комбинированных нитей [Монография]/ Д.Б. Рыклин, А.Г. Коган – Витебск: УО «ВГТУ», 2002. – 215 с.
19. Медвецкий С.С., Коган А.Г. Технология получения пневмотекстурированных нитей большой линейной плотности. // Сборник докладов Международной конференции «Химволокна-2001». – Могилев-2001. – С. 164-167.
20. Гуревич М.И. Теория струй идеальной жидкости. – М.: Гос. изд. физико-математической литературы, 1961. - 496 с.
21. Медвецкий С.С., Ольшанский В.И. Исследование аэродинамических сил при пневмотекстурировании // Вестник УО «ВГТУ» - 2003. - №5. – С. 12-15.
22. Патент 6375 РБ, D 02 G 1/16 Устройство для получения пневмотекстурированных нитей нагонного способа формирования / Скобова Н.В., Ольшанский В.И., Коган А.Г. от 31.03.2004.
23. Скобова Н.В., Коган А.Г. Технология получения текстурированных нитей малой линейной плотности. // Сборник тезисов докладов 5-й МНТК «Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии». / Витебск, 2002. – С.73.
24. Мортон В.Е., Херл Д.В.С. Механические свойства текстильных волокон. – Л.: Легкая индустрия, 1971. – 182 с.
25. Скобова Н.В., Коган А.Г., Улинович Т.А. Структура неоднородных текстурированных нитей. // Сборник научных докладов МНТК СНГ

«Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности. / Москва, 2002. – С.39-40.

26. Улинович Т.А., Скобова Н.В., Коган А.Г. Пневмотекстурированные нити малой линейной плотности // Сборник тезисов докладов XXXV научно-технической конференции преподавателей и студентов. / ВГТУ. – Витебск, 2002. – С.56.
27. Медвецкий С.С., Ольшанский В.И. Расчет конструкции аэродинамических устройств для пневмотекстурирования. // Сборник тезисов докладов международной научной конференции «Текстиль-2002» / МГТУ-2002. – Москва, 2002. – С. 82-83.
28. Малютина И.А., Рыклин Д.Б. Исследование и оптимизация конструкции аэродинамического устройства производства комбинированных полипропиленовых нитей // Вестник УО «ВГТУ» - 2005. - №8. – С. 16-21.
29. Медвецкий С.С., Волкова А.В. Технология получения новых видов текстурированных нитей. // Сборник тезисов студенческой научной конференции «Текстиль XXI века» / МГТУ-2002. – Москва, 2002.
30. Скобова Н.В., Медвецкий С.С. Технология получения искусственных текстурированных нитей. // Сборник тезисов докладов Международной научно-технической конференции «Прогресс-2002». / ИГТА. – Иваново, 2002. С. 57-58
31. Медвецкий С.С., Ольшанский В.И. Исследование аэродинамических процессов при пневмотекстурировании. // Сборник докладов международной научной конференции «Текстиль, одежда, обувь дизайн и производство» / ВГТУ. –Витебск, 2002. С. 19.
32. Калицун В.И., Дроздов Е.В. Основы гидравлики и аэродинамики. – М.: Стройиздат, 1980. – 247 с.
33. Герц Е.В., Крейнин Г.В. Расчет пневмоприводов. Справочное пособие. – М.: Машиностроение, 1975. – 272 с.
34. Медвецкий С.С., Ольшанский В.И. Исследования характера распределения турбулентных воздушных потоков в аэродинамическом устройстве. // Вестник УО «ВГТУ» - 2005. - №8. – С. 53-58.
35. Скобова Н.В., Коган А.Г., Ясинская Н.Н. Технология получения неоднородных пряжеподобных текстурированных нитей // Сборник докладов Международной конференции «Химволокна-2001». – Могилев-2001. – С. 159-163.
36. Малютина И.А., Рыклин Д.Б. Технология получения комбинированных нитей аэродинамического способа формирования с использованием полипропиленовых волокон // Сборник тезисов докладов меж-

дународной научной конференции «Текстиль-2003» / МГТУ-2003. – Москва, 2003. С 35-36.

37. Медвецкий С.С., Ловкина Ю.А. Технология пневмотекстурирования стеклонитей. // Сборник тезисов докладов Всероссийской НТК «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (Текстиль-2004) / МГТУ-2004. – Москва, 2004. – С.31-32.
38. Рыклин Д.Б., Коган А.Г., Медвецкий С.С. Перспективы использования химических волокон и нитей в текстильных материалах технического назначения. // Сборник тезисов докладов симпозиума по техническому текстилю. – Москва 2003.
39. Усенко В.А., Дамянов Г.Б., Адыров П.В. -Производство текстурированных нитей и высокообъемной пряжи.– М.: Легкая индустрия, 1980. – 256 с.
40. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение (Исходные текстильные материалы). - М.: Легпромбытиздат, 1985. - 216 с.
41. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. Учебное пособие для неэнергетических специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 1975. – 496 с.
42. Повх И.Л. Техническая гидродинамика. – М.: Машиностроение, 1964. – 508с.