

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
“ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

на правах рукописи

УДК 677.072.7:001.5

**КУЗНЕЦОВ АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПНЕВМОТЕРМОТЕКСТУРИРОВАНИЯ  
ХИМИЧЕСКИХ НИТЕЙ**

**Специальность 05.19.02–**

**Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья  
(технические науки)**

**Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

Научный руководитель  
кандидат технических наук,  
профессор Ольшанский В.И.

Научный консультант  
доктор технических наук  
профессор Коган А.Г.

Библиотека ВГТУ

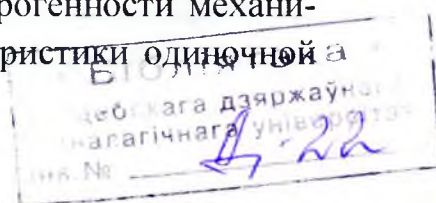


Витебск, 2002

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	6
ВВЕДЕНИЕ	7
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ	8
ГЛАВА 1. Способы получения пневмотекстиурованных химических нитей, методы оценки и прогнозирования их механических свойств	14
1.1. Способы получения пневмотекстиурованных химических нитей	14
1.1.1. Общая характеристика способов пневмотермотекстиурования комплексных химических нитей	14
1.1.2. Параллельный способ пневмотекстиурования	15
1.1.3. Способ нагонного пневмотекстиурования	18
1.2. Способы оценки и прогнозирования механических свойств текстильных материалов методами математического моделирования	23
1.2.1. Эмпирические методы оценки и прогнозирования механических свойств текстильных материалов	25
1.2.2. Теоретические методы оценки и прогнозирования механических свойств текстильных материалов	34
Выводы по главе 1	40
ГЛАВА 2. Разработка технологии пневмотермотекстиурования химических нитей	41
2.1. Общая характеристика используемого сырья	41
2.2. Специфические свойства пневмотермотекстиурованных нитей и методики их определения	43
2.3. Технология пневмотермотекстиурования химических нитей	45
2.4. Анализ влияния параметров пневмотермотекстиурования на физико-механические и специфические свойства нити	49
2.4.1. Анализ влияния параметров пневмотермотекстиурования на специфические свойства нити	50
2.4.2. Анализ влияния параметров пневмотермотекстиурования на полуцикловые характеристики нити при растяжении	56
2.4.3. Анализ влияния параметров пневмотермотекстиурования на одноцикловые характеристики нити при растяжении	60
Выводы по главе 2	67
ГЛАВА 3. Теоретический анализ процессов пневмотермотекстиурования химических нитей	68
3.1. Классификация форм связи коллоидных капиллярнопористых тел с поглощенной жидкостью	68

3.2. Анализ физико–механической связи жидкости с текстильными материалами	69
3.3 Анализ характера протекания процесса пневмотермотекстурирования	73
3.4. Период постоянной скорости термообработки текстильных нитей при пневмотермотекстурировании	75
3.5. Оценка температурных режимов процесса пневмотермотекстурирования	86
3.6. Разработка методики проектирования блока тепловой подготовки воздуха	90
Выводы по главе 3	95
Глава 4. Разработка методов оценки и прогнозирования механических свойств текстильных материалов	96
4.1. Обоснование методики исследования показателей, характеризующих механические свойства текстильных материалов	96
4.2. Математическая модель процесса растяжения текстильных материалов	98
4.3. Разработка методики оценки параметров математической модели процесса растяжения текстильных материалов на основе кратковременных испытаний	103
4.4. Математическое моделирование процесса растяжения и экспериментальные исследования механических свойств текстильных материалов	105
4.4.1. Математическое моделирование процесса растяжения текстильных волокон и нитей и экспериментальные исследования их механических свойств	105
4.4.2. Математического моделирования процесса растяжения и экспериментальные исследования механических свойств пневмотермотекстурированных химических нитей	108
4.5. Разработка методики комплексного анализа механических свойств текстильных материалов при полуцикловом испытании на растяжение	115
4.5.1. Разработка имитационной модели процесса деформирования и разрушения одиночной нити при полуцикловом испытании на растяжение	115
4.5.2. Параметрический принцип оценки показателей качества текстильных нитей по результатам имитационного моделирования процесса испытания	120
4.5.3. Исследование влияния продольной гетерогенности механических свойств на прочностные характеристики одиночной а	



нити	125
4.5.4. Имитационное моделирование процессов деформирования и разрушения пучка нитей при полуцикловом испытании на растяжение	129
4.6 Разработка методики оценки неравномерности прочности по длине текстильных нитей	133
4.6.1 Имитационное моделирование масштабного эффекта прочностных характеристик	134
4.6.2 Исследование масштабного эффекта прочностных характеристик пневмотермотекстурированных химических нитей	143
Выводы по главе 4	147
ГЛАВА 5. Оценка рациональных режимов процесса пневмотермотекстурирования и опытная переработка пневмотермотекстурированных нитей	148
5.1. Оценка рациональных режимов процесса пневмотермотекстурирования химических нитей	148
5.2. Оценка экономической эффективности технологии пневмотермотекстурирования	159
5.3. Опытная переработка пневмотермотекстурированных нитей в тканые изделия	162
Выводы по главе 5	166
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	167
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	169
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Результаты экспериментальных исследований влияния технологических параметров процесса пневмотермотекстурирования на специфические и физико–механические свойства нити	178
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Реализация методики оценки основных термодинамических параметров процесса пневмотермотекстурирования	184
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Реализация методики проектирования блока тепловой подготовки воздуха при пневмотермотекстурировании	187
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Результаты теплового расчета блока тепловой подготовки воздуха при пневмотермотекстурировании химических нитей	191
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Результаты экспериментальных исследований процесса растяжения текстильных материалов методами математического моделирования	192
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Реализация методики оценки показателей деформационных свойств текстильных нитей по результатам полуциклового испытания на растяжение	206
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Имитационная математическая модель процесса деформирования и разрушения одиночной нити с продольной гетеро-	

генностью механических свойств и строения при полуцикловом испытании на растяжение	210
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Результаты имитационного моделирования испытания по деформированию и разрушению текстильной нити с продольной гетерогенностью механических свойств и структуры	215
ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Параметрический принцип оценки показателей качества текстильных материалов	218
ПРИЛОЖЕНИЕ 10. Анализ результатов влияния продольной гетерогенности показателей механических свойств и структуры на прочностные характеристики при растяжении	231
ПРИЛОЖЕНИЕ 11. Имитационная математическая модель процесса деформирования и разрушения пучка нитей	245
ПРИЛОЖЕНИЕ 12. Результаты имитационного моделирования испытания по деформированию и разрушению пучка нитей	249
ПРИЛОЖЕНИЕ 13. Блок-схема алгоритма и реализация имитационной модели масштабного эффекта прочностных характеристик	253
ПРИЛОЖЕНИЕ 14. Результаты экспериментальных исследований масштабного эффекта прочности пневмотермотекстурированной полиэфирно–полиамидных ПТТН линейной плотности 30–40 текс	259
ПРИЛОЖЕНИЕ 15. Расчет затрат по статьям калькуляции для определения производственной себестоимости пневмотермотекстурированной полиэфирно–полиамидной нити 38,2 текс	261
ПРИЛОЖЕНИЕ 16. Акты об использовании (внедрении) результатов НИР, заключения об переработки пневмотермотекстурированных нитей	265

## ВВЕДЕНИЕ

К современным изделиям текстильной промышленности предъявляются высокие требования к потребительским свойствам и качеству, как к основным показателям конкурентоспособности на внутреннем рынке Республики Беларусь и за рубежом.

В настоящее время произошли значительные изменения в балансе текстильного сырья. В связи с дефицитом натурального сырья, возникшими задачами снижения себестоимости текстильных изделий, происходит увеличение производства химических нитей и волокон, используемых в текстильной промышленности. Однако, химические нити обладают целым рядом недостатков, сдерживающих их дальнейшее широкое применение. К таким недостаткам следует отнести: гладкую стеклянную поверхность, низкую гигроскопичность, высокую электризуемость, сильный блеск и т.д. Одним из путей исключения вышеизложенных недостатков является придание химическим нитям искусственной устойчивой извитости (текстурирование). Наибольшее развитие в настоящее время получили термомеханический и аэродинамический (пневмотекстурирование) способы текстурирования. Пневмотекстурированные нити и изделия из них обладают свойствами, присущими как натуральным волокнам, так и химическим нитям, обладают хорошими гигиеническими свойствами, высокой устойчивостью к истиранию и многократным деформациям растяжения и изгиба, малой сминаемостью и имеют хороший внешний вид. Производство ПТН в текстильной промышленности является перспективным направлением, так как дает возможность заменить часть натуральных волокон химическими на последних стадиях технологических переходов, что дает возможность максимально использовать традиционные для Республики Беларусь виды сырья.

Повышение качества продукции является одним из главных факторов повышения эффективности производства. А удовлетворение материальных потребностей общества лежит и должно осуществляться не только за счет увеличения объема производства продукции, но путем улучшения показателей ее потребительских свойств. Управление качеством продукции требует знание свойств, определяющих качество, умение правильно измерять и объективно оценивать важнейшие показатели качества, а также достоверно прогнозировать количественные характеристики свойств продукции. Вследствие этого, разработка новых технологий получения текстильных материалов должно происходить в комплексе с разработкой новых методов оценки и прогнозирования их свойств, характеризующих качество изготовления.

Целью настоящего исследования является разработка технологии пневмотекстурирования химических нитей и методов оценки и прогнозирования их механических свойств по результатам кратковременных испытаний.