

МИНИСТЕРСТВО НАРОДНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

УДК 677.072.7

СМЕЛКОВ
ДМИТРИЙ ВИТАЛЬЕВИЧ

РАЗРАБОТАТЬ И ИССЛЕДОВАТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
ПОЛУЧЕНИЯ ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАННЫХ ХИМИЧЕСКИХ НИТЕЙ С
НАГОННЫМ ЭФФЕКТОМ

Специальность 05.19.03 -
Технология текстильных материалов

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
профессор КОГАН А.Г.

Библиотека ВГТУ



Витебск, 1997

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	7
ВВЕДЕНИЕ.....	8
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.....	11
ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПНЕВОТЕКСТУ- РИРОВАННЫХ НИТЕЙ.....	16
1.1. Разновидности способа пневмотекстурирования.....	16
1.1.1. Однониточный способ.....	16
1.1.2. Способ параллельного пневмотекстурирования.....	16
1.1.3. Способ пневмотекстурирования с нагоном.....	19
1.2. Пневмотекстурирующие устройства.....	22
1.2.1. Пневмотекстурирующие устройства для однониточного и парал- лельного текстурирования.....	23
1.2.2. Пневмотекстурирующие устройства для пневмотекстурирования с нагоном.....	28
1.3. Машины для производства пневмотекстурированных нитей.....	34
1.4. Технологические режимы, влияющие на качество пневмотекстури- рованных нитей.....	39
1.5. Свойства пневмотекстурированных нитей.....	46
1.6. Применение пневмотекстурированных нитей.....	48
1.7. Техничко-экономические критерии пневмотекстурирования.....	50
Выводы по главе 1.....	52

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАННЫХ ХИМИЧЕСКИХ НИТЕЙ С НАГОННЫМ ЭФФЕКТОМ.....	53
2.1. Описание технологического процесса получения пневмотекстурированных нитей с нагонным эффектом с помощью усовершенствованного пневмотекстурирующего устройства.....	53
2.2. Механизм образования дуг и петель в процессе формирования пневмотекстурированных нитей нагонным способом.....	56
2.3. Структура пневмотекстурированных нитей с нагонным эффектом.....	60
2.3.1. Геометрическая модель пневмотекстурированной нити с нагонным эффектом.....	60
2.3.2. Определение теоретической высоты дуг эффектных пневмотекстурированных нитей.....	62
2.4. Теоретическое обоснование процесса пневмотекстурирования.....	67
2.5. Теоретическое обоснование влияния зоны смачивания в процессе пневмотекстурирования.....	70
Выводы по главе 2.....	75
ГЛАВА 3. АНАЛИЗ РАБОТЫ И РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПНЕВМОТЕКСТУРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАННЫХ НИТЕЙ С НАГОННЫМ ЭФФЕКТОМ.....	76
3.1. Энергия турбулентности и число Маха.....	76
3.2. Разработка математической модели пневмотекстурирующего устройства.....	78
3.2.1. Определение основных конструктивных параметров пневмотекстурирующего устройства.....	78
3.2.1.1. Определение диаметра входного отверстия пневмотекстурирующего устройства.....	78

3.2.1.2. Определение расхода воздуха на выходе из осевого канала транспортирующей камеры.....	78
3.2.1.3. Определение расхода воздуха на выходе из пневмотекстурирующего устройства.....	85
3.2.1.4. Определение величины зазора z между заслонкой и пневмотекстурирующей камерой.....	86
3.2.1.5. Сравнение теоретической и экспериментальной методик определения объёмного расхода воздуха.....	90
3.3. Оптимизация пневмотекстурирующего устройства для получения полиэфирных пневмотекстурированных нитей с нагонным эффектом линейной плотности 50 текс.....	93
3.3.1. Выбор параметров оптимизации.....	93
3.3.2. Выбор факторов и интервалов их варьирования.....	93
3.3.3. Проведение эксперимента.....	96
Выводы по главе 3.....	101
ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАНИЯ С НАГОНОМ.....	102
4.1. Зона смачивания в процессе пневмотекстурирования с нагоном.....	102
4.1.1. Экспериментальное доказательство положительного влияния зоны смачивания на процесс пневмотекстурирования.....	102
4.1.2. Оптимизация технологических параметров пневмотекстурирования нагонным методом при использовании устройства увлажнения.....	108
4.1.2.1. Планирование эксперимента при использовании зоны смачивания.....	108
4.2. Исследование технологического процесса пневмотекстурирования с нагоном при получении ПТН большой линейной плотности.....	112

4.2.1. Пневмотекстурирующее устройство и технологические режимы для получения пневмотекстурированных нитей большой линейной плотности и объемности.....	112
4.2.2. Проведение эксперимента по оптимизации пневмотекстурирующего устройства для получения пневмотекстурированных нитей с нагонным эффектом большой линейной плотности.....	113
4.2.2.1. Выбор факторов и критериев оптимизации.....	113
4.2.2.2. Получаемая пневмотекстурированная нить и сырьевой состав нити.....	114
4.2.2.3. Проведение эксперимента.....	114
4.3. Модернизация машины ПК-100ШЛК для производства пневмотекстурированных нитей нагонным способом.....	117
4.3.1. Обоснование выбора машины ПК-100-ШЛК.....	117
4.3.2. Кинематический расчет.....	117
4.3.3. Технические возможности модернизированной машины ПК-100-ШЛК для получения пневмотекстурированных нитей.....	121
Выводы по главе 4.....	122
ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА АССОРТИМЕНТА ОБУВНЫХ ТКАНЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАННЫЕ НИТИ С НАГОННЫМ ЭФФЕКТОМ. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ПНЕВМОТЕКСТУРИРОВАННЫХ НИТЕЙ В ПРОИЗВОДСТВО ОБУВНЫХ ТКАНЕЙ...	123
5.1. Разработка ассортимента обувных тканей.....	123
5.1.1. Пневмотекстурированные нити с нагонным эффектом для обувных подкладочных тканей.....	123
5.1.2. Проработка опытных вариантов пневмотекстурированных нитей с нагонным эффектом в обувные смешанные ткани на станке АТПР....	125

5.1.3. Проработка опытных вариантов пневмотекстурированных нитей с нагонным эффектом в обувные химические ткани на станке СТБ.....	130
5.2. Расчет экономической эффективности использования полиэфирных пневмотекстурированных нитей линейной плотности 50 текс в обувных подкладочных тканях.....	135
5.2.1. Расчет себестоимости 1 кг эффективных полиэфирных пневмотекстурированных нитей 50 текс.....	135
5.2.2. Расчет экономического эффекта за счёт экономии сырья при использовании полиэфирных пневмотекстурированных нитей 50 текс в производстве обувных подкладочных тканей.....	136
5.2.3. Расчет экономического эффекта за счёт снижении затрат на сырьё при использовании полиэфирных пневмотекстурированных нитей 50 текс в производстве обувных подкладочных тканей.....	137
5.2.3.1. Расчет отпускной цены обувной подкладочной ткани из полиэфирной пневмотекстурированной нити с нагонным эффектом.....	137
5.2.3.2. Расчет экономического эффекта.....	138
Выводы по главе 5.....	139
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.....	140
ЛИТЕРАТУРА.....	142
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	149

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия во всем мире происходит мощный скачок в появлении и развитии всевозможных технологий, способов и устройств, что положительным образом сказывается на росте материально-технического уровня нашей планеты.

Развитие текстильной промышленности - одна из первейших задач, стоящих перед человечеством. Людям необходимы удобная, гигиеничная, красивая и дешевая одежда; всевозможные ткани технического назначения; ткани для обустройства жилья; автомобильные ткани и т.д. Обеспечить такой широчайший потребительский ассортимент натуральным сырьем практически невозможно. Кроме того, для многих технических, медицинских, специальных целей свойств натурального сырья уже недостаточно. Для них используются искусственные и синтетические нити и волокна, имеющие более высокие физико-механические показатели. Одновременно химические нити стали применяться и в производстве одежды. И сразу выявились недостатки тканей из этих нитей: низкая гигиеничность; не всегда нужный блеск и др.

Для придания пряжеподобности химическим нитям мировая наука открыла немало способов. Один из них - текстурирование. По определению, данному В.А. Усенко [1], текстурированными нитями называются химические комплексные нити, или мононити, состоящие из искусственно извитых ЭН. Они отличаются от обычных гладких нитей повышенным удельным объемом и обратимой растяжимостью. Эти свойства обеспечивают изготовление легких, мягких, с хорошим внешним видом изделий. Благодаря извитости текстурированные нити имеют высокую пористость, что придает изделиям хорошие теплозащитные свойства, большую влагоёмкость.

Все существующие способы получения текстурированных нитей можно разбить на три группы:

- термомеханические;
- аэродинамические;
- физической модификации [1 - 3].

Наибольшее распространение получили термомеханические способы, при которых термопластичные нити подвергаются механической деформации с последующей тепловой обработкой. Это, например, способы ложной крутки, прессования и др. [1,2,4,5].

Если посмотреть на соотношение выпускаемых разными методами текстурированных нитей, то можно сказать, что в 1994 году в мире было произведено 3,5 млн. т. или 69,3 % текстурированных нитей способом ложной крутки, 1,3 млн. т. или 25,7 % - ВCF-текстурированием (пневмосоединением) и только 0,25 млн. т. или 5 % - текстурированных нитей аэродинамическим способом (или ПТН) [4]. Но еще в 70-е годы доля ПТН составляла лишь 2 % от общего количества текстурированных нитей [6]. Это

говорит о постоянном развитии аэродинамического способа текстурирования или, как он будет называться далее, способа пневмотекстурирования, к основным достоинствам которого относятся:

- широкий диапазон линейных плотностей (5-1800 текс) и структуры вырабатываемых нитей;
- высокая скорость текстурирования (400-1200 м/мин);
- возможность сочетания в одной ПТН свойств различных по природе компонентов [1,2,6,7].

Со времени появления в текстильной промышленности в начале 50-ых годов процесс пневмотекстурирования прошел долгий путь развития. Так как первым патентом обладала фирма «Du Pont», то начальное развитие и рост происходили в США. После того, как закончились сроки действия некоторых патентов, и на основе независимых исследований в Восточной Европе и в Японии, начался рост пневмотекстурирования и в остальном мире [6].

Процесс пневмотекстурирования отличается значительно большим разнообразием из всех способов текстурирования, так как он обеспечивает перемешивание волокон во время обработки. К настоящему времени выделяются три главных вида ПТН:

- текстурированные одиночные (гомогенные или гетерогенные);
- параллельно текстурированные, имеющие различные свойства;
- текстурированные эффектные или с нагоном [8-11].

Отсюда три разновидности способа пневмотекстурирования [9,11,13]:

- однониточный - от шпулярика к форсунке для обработки сжатым воздухом подводится только одна нить;
- многониточный параллельный - от шпулярика к форсунке подаются с одинаковой скоростью две или более нитей;
- многониточный нагонный - от шпулярика к форсунке подается две или более нитей с различными скоростями. Подаваемая с меньшей скоростью нить используется как стержневая, а с большей - как нагонная.

При режиме работы с несколькими нитями сегодня все большее предпочтение отдается нагонному способу. Соединяя предлагаемым способом различные составляющие компоненты, удается не просто объединить и усреднить их полезные свойства, а получить качественно новую нить с необычным, уникальным сочетанием свойств, которыми не обладают ни пряжа, ни нить другой структуры.

Со времени своего появления технологический процесс пневмотекстурирования дополнился несколькими рабочими зонами: вытягивания, смачивания, термофиксации и стабилизации [11,14], которые в комплексе увеличивают производительность пневмотекстурирования в 3-5 раз и улучшают качество ПТН. Влиянию этих зон на качество ПТН посвящены исследования V.K. Kothari, A.K. Sengupta, R.S. Rengasamy, S. Chand (Индия) [15 - 23], J. Siewa, W. Kubjak (Польша) [24], B. Piller, L. Hes (Чехия) [10,25,26], M.

Асаг (Англия) [27], белорусских [28,29], китайских [30], немецких [31] и других ученых. Главным звеном в процессе пневмотекстурирования является пневмотекстурирующее устройство (ПТУ) или форсунка. Современной тенденцией в конструировании форсунок является снижение расхода воздуха на килограмм продукции, создание форсунок для специальной продукции (стекло-нити, металлизированные нити, фасонные и т.п.), увеличение скорости пневмотекстурирования, как минимум сравнимой со скоростью текстурирования ложной круткой, а также разработка универсальных форсунок, предназначенных, например, для производства ПТН как малой, так и большой линейных плотностей [6,11].

Что касается рынков сбыта ПТН, то они неуклонно расширяются: швейные нитки; верхняя одежда; технические, автомобильные, обувные, портьерные ткани; ковры, брезент и др. [3,5-7,10,11,13,14 и др.].

Разработка оригинальной конструкции форсунки и исследование технологического процесса получения текстурированных химических нитей с помощью турбулентных потоков воздуха, возникающих в этой форсунке, а также последующее внедрение этой технологии на белорусских текстильных предприятиях являются актуальными задачами, решение которых даст возможность улучшить качество соответствующей части продукции текстильных предприятий и расширит их ассортимент.

Белорусский технологический университет