

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи

УДК 677.022:677.025

**СИЛИЧ
ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА**



**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПОЛУЧЕНИЯ
ПРЯЖИ И ТРИКОТАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ
С СОДЕРЖАНИЕМ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ВОЛОКОН**

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.19.02 – «Технология и первичная обработка
текстильных материалов и сырья (технические науки)»

Научный руководитель
доктор технических наук, доцент
РЫКЛИН Д.Б.

Витебск, 2012



ОГЛАВЛЕНИЕ

| | Стр. |
|--|------|
| ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ | 5 |
| ВВЕДЕНИЕ | 6 |
| ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ | 9 |
| ГЛАВА 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПУБЛИКАЦИЙ ПО ВОПРОСАМ ПРОИЗВОДСТВА, АССОРТИМЕНТА И СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ВОЛОКОН | 14 |
| 1.1 Ассортимент, свойства и место полипропиленовых волокон в мировом производстве текстильного химического сырья | 14 |
| 1.2 Области применения полипропиленовых волокон в мировой текстильной промышленности | 22 |
| 1.3 Современный ассортимент текстильных и трикотажных материалов с содержанием полипропиленовых волокон | 29 |
| ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1 | 34 |
| ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПРЯЖИ С ВЛОЖЕНИЕМ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ВОЛОКОН ПО КАРДНОЙ СИСТЕМЕ ПРЯДЕНИЯ ХЛОПКА | 35 |
| 2.1 Обоснование выбора и характеристика исходного сырья для получения пряжи | 35 |
| 2.2 Разработка технологического процесса производства пряжи с вложением полипропиленовых волокон | 38 |
| 2.3 Теоретико-экспериментальное исследование степени и эффективности смешивания хлопка и полипропиленовых волокон ... | 56 |
| 2.4 Определение оптимального технологического режима формирования хлопкополипропиленовой пряжи на кольцевой прядильной машине | 61 |
| ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2 | 73 |
| ГЛАВА 3 ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СВОЙСТВ И СТРУКТУРЫ ХЛОПКОПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ПРЯЖИ | 74 |
| 3.1 Прогнозирование физико-механических свойств пряжи с содержанием полипропиленовых волокон | 74 |
| 3.1.1 Обоснование необходимости разработки методики прогнозирования свойств хлопкополипропиленовой пряжи | 74 |
| 3.1.2 Анализ базовой методики прогнозирования физико-механических свойств смешанной пряжи | 78 |
| 3.1.3 Совершенствование методики прогнозирования физико-механических свойств смешанной пряжи | 83 |

| | |
|--|-----|
| 3.1.4 Разработка программы для автоматизированного расчета характеристик хлопкополипропиленовой пряжи | 89 |
| 3.1.5 Апробация разработанной методики прогнозирования физико-механических свойств смешанной пряжи | 91 |
| 3.2 Методика оценивания неопределенности измерения фактической разрывной нагрузки и удлинения при разрыве пряжи ... | 95 |
| 3.2.1 Обоснование необходимости разработки методики оценивания неопределенности измерений | 95 |
| 3.2.2 Разработка методики оценивания неопределенности измерения фактической разрывной нагрузки и удлинения при разрыве пряжи | 97 |
| 3.2.3 Апробация методики оценивания неопределенности измерения разрывных характеристик на примере хлопкополипропиленовой пряжи | 101 |
| 3.3 Анализ факторов, оказывающих влияние на структуру хлопкополипропиленовой пряжи | 105 |
| 3.3.1 Прогнозирование параметров структуры хлопкополипропиленовой пряжи с учетом различий в свойствах волокон компонентов | 105 |
| 3.3.2 Исследование фактической миграции неоднородных волокон в радиальном направлении поперечного сечения хлопкополипропиленовой пряжи | 111 |
| ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3 | 116 |
| ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ТРИКОТАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ХЛОПКОПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ ПРЯЖИ | 117 |
| 4.1 Выбор оборудования и ассортимента трикотажных материалов с содержанием полипропиленовых волокон | 117 |
| 4.2 Исследование влияния свойств хлопкополипропиленовой пряжи на точность и стабильность технологического процесса производства трикотажного полотна | 121 |
| 4.3 Определение рациональных параметров технологического процесса производства трикотажного полотна из хлопкополипропиленовой пряжи | 132 |
| 4.4 Разработка технологии получения и ассортимента трикотажных полотен и изделий из хлопкополипропиленовой пряжи .. | 141 |
| 4.4.1 Расширение ассортимента полотен из хлопкополипропиленовой пряжи для пошива бельевых и верхних трикотажных изделий | 142 |

| | |
|--|-----|
| 4.4.2 Разработка технологического процесса производства чулочно-носочных изделий из хлопкополипропиленовой пряжи | 145 |
| 4.4.3 Разработка ассортимента верхних трикотажных изделий из хлопкополипропиленовой пряжи | 148 |
| 4.5 Исследование особенностей физико-гигиенических свойств и эксплуатационных характеристик трикотажа с содержанием полипропиленовых волокон | 153 |
| ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4 | 159 |
| ГЛАВА 5 АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ И ТРИКОТАЖНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ | 160 |
| 5.1 Внедрение разработанных технологических процессов производства пряжи и трикотажных материалов с содержанием полипропиленовых волокон | 160 |
| 5.2 Расчет экономического эффекта от внедрения технологических процессов производства пряжи и трикотажных изделий с содержанием полипропиленовых волокон | 163 |
| ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 5 | 169 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 170 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 173 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А | 180 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б | 189 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В | 191 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Г | 194 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Д | 196 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Е | 211 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Ж | 227 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ И | 239 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ К | 267 |

ВВЕДЕНИЕ

Анализ мирового производства и потребления различных видов текстильных волокон показывает, что в последние годы сохраняется тенденция снижения объемов выпуска трудновоспроизводимых натуральных и искусственных волокон, при этом происходит их частичная замена современными синтетическими сырьевыми ресурсами. В 2010 г. в мировом балансе волокнистых материалов на сегмент синтетических волокон приходилось более половины от общего выпуска текстильного сырья и темпы прироста их производства на порядок превышают прирост объемов натуральных волокон. Среди наиболее востребованного синтетического сырья достаточно высоким рыночным спросом пользуются полипропиленовые волокна, на долю которых сегодня приходится около 6% (3,0 млн.т) от объема производства химического текстильного сырья, и ведущая роль в этом принадлежит производителям США, странам западной Европы и Китая.

Доступность и невысокая стоимость исходного сырья для производства полипропиленовых волокон, их высокие физико-механические и уникальные специфические свойства способствуют быстрому расширению сферы их применения в текстильной отрасли. Современные методы химической и физической модификации, синтеза высокомолекулярных соединений позволили устранить изначально присущие полипропиленовым волокнам недостатки и их ассортимент сегодня развит зарубежными компаниями и фирмами настолько, что они могут использоваться практически в любой отрасли промышленности. Штапельные полипропиленовые волокна выпускаются в диапазоне линейных плотностей от ультратонких 0,1 текс до 1,5 текс, с различным профилем сечения, гидрофильные, окрашенные в массе полимера в широкой цветовой гамме, с различными специальными добавками, антимикробные, устойчивые к воздействию светопогоды и ультрафиолета, термо- и огнестойкие и другие. При этом волокна различных производителей могут иметь неодинаковый состав и структуру, в связи с чем они значительно различаются по своим физико-механическим и технологическим свойствам и, как следствие, требуют тщательной разработки технологии получения из них пряжи и материалов.

Зарубежные текстильные компании успешно перерабатывают полипропиленовые волокна в ткацкую и трикотажную пряжу, как по шерстяной, так и по хлопковой системе прядения. Пряжа в большом ассортименте предлагается на международных выставках и активно продвигается модой для производства одежды с высокими эксплуатационными характеристиками и особыми качествами комфорта и гигиены. С ее

использованием выпускаются текстильные и трикотажные материалы для специальной одежды, термобелье, изделия для активного отдыха и занятий спортом, повседневная одежда и носочные изделия с заранее заданными специфическими и функциональными свойствами: облегченные, антиаллергенные, с высокими теплозащитными свойствами, способностью отводить влагу от кожи, оставляя пододежное пространство сухим и комфортным без потери тепла, с бактериостатическим эффектом, с высокими гигиеническими свойствами и др.

Наряду с комфортностью тканей и трикотажа, немаловажное значение придается их экологическим свойствам. Сегодня потребители проявляют особый интерес к изделиям, изготовленным из экологически чистых видов сырья, к числу которых могут быть отнесены и полипропиленовые волокна. Текстильная продукция с содержанием этих волокон соответствует требованиям EcoTex 100 и при утилизации не загрязняет окружающую среду.

Предварительный патентный поиск информации о способах и технологиях производства пряжи, тканей и трикотажных материалов с содержанием полипропиленовых волокон, а также изучение научно-технических публикаций свидетельствуют, что подобными разработками занимаются во всех ведущих странах мира и в странах СНГ. Со всей очевидностью можно утверждать, что на современном этапе полипропиленовые волокна представляют большой интерес для производителей перспективного ассортимента текстильной продукции.

Разработка технологии производства пряжи с различным вложением полипропиленовых волокон актуальна и для отечественной легкой промышленности. Во-первых, из всего разнообразия синтетических волокон, доступных на мировом рынке текстильного сырья, хлопкопрядильными предприятиями Беларуси по-прежнему используются только полиэфирные и изредка нитроновые волокна хлопкового типа. Это ведет к существенной ограниченности сырьевой базы для ткацкого и трикотажного производства и недостаточной конкурентоспособности отечественной продукции на внутреннем и внешнем рынках. Использование полипропиленовых волокон в хлопкопрядении позволит, следуя мировым тенденциям, внести разнообразие в существующий ассортимент хлопкохимической пряжи.

Во-вторых, учитывая известные свойства полипропиленовых волокон, можно сказать, что их добавление к хлопку улучшит свойства конечной продукции в части износостойкости, несминаемости, формоустойчивости, воздухопроницаемости, устойчивости к механическим воздействиям и многократным изгибам. Кроме того, благодаря своим специфическим свойствам, полипропиленовые волокна в составе смешанной пряжи могут придать изделиям новые эксплуатационные свойства и повышенную

комфортность без ухудшения гигиенических свойств, которое зачастую наблюдается при вложении в смешанную пряжу других видов синтетических волокон. К примеру, полипропиленовые волокна отличаются абсолютной инертностью к человеческой коже и при соприкосновении с ней не вызывают аллергии или раздражения. Они обладают бактериостатичностью и высокой капиллярной проводимостью влаги, не препятствуя ее транспортировке от тела на гидрофильный слой одежды и в атмосферу, благодаря чему в пододежном пространстве не возникает микроклимат, являющийся благодатной почвой для роста вредных микроорганизмов. Именно уникальными свойствами полипропиленовых волокон объясняется растущий интерес к ним со стороны изготовителей текстильных и трикотажных материалов.

Однако для белорусской легкой промышленности полипропиленовые волокна современных модификаций являются новым сырьем, и необходима детальная проработка технологических процессов получения пряжи и трикотажных материалов с их содержанием, что обеспечит высокую эффективность производства и соответствующее качество продукции. Исходя из этого, работа по теме диссертации была направлена на создание новых технологий производства и ассортимента текстильной продукции из смеси хлопка и полипропиленовых волокон на основе результатов исследования их физико-механических, специфических и технологических свойств. Реализация разработанных технологий на оборудовании отечественных хлопкопрядильных и трикотажных предприятий позволит перейти к выпуску нового ассортимента конкурентоспособной на рынке продукции и снизить объем импорта аналогичных товаров из зарубежных стран.