

Полученные результаты исследования качественных характеристик готовой пряжи показывают, что меланжевая пряжа линейной плотности 20 текс, полученная на кольце-прядильной машине по кардной системе прядения хлопка, соответствует среднестатистическим показателям, представленным в справочнике Uster Statistics 2018 для традиционной полиэфирнохлопковой пряжи кольцевого способа прядения. В готовой пряже получен равномерный меланжевый эффект, несмотря на резкую контрастность цвета использованных для ее получения волокон.

Реализация разработанного нового технологического решения о смешивании компонентов лентами позволила выработать качественную меланжевую пряжу ткацкого и трикотажного назначения при смешивании хлопковой ленты, полученной на гребнечесальной машине, и кардной цветной полиэфирной ленты. По всем переходам производственного цикла обеспечена стабильность технологического процесса получения полуфабрикатов и пряжи.

Список использованных источников:

1. Разработать технологии получения и переработки новых видов смешанной пряжи, в том числе с использованием льна и современных химических волокон: отчет о НИОТР (промежут.) / РУП «Центр научных исследований легкой промышленности»; рук. Л. К. Плавская. – Минск, 2018. – 171 с. – № ГР 20180373.
2. Разработать технологии получения и переработки новых видов смешанной пряжи, в том числе с использованием льна и современных химических волокон: отчет о НИОТР (заключ.) / РУП «Центр научных исследований легкой промышленности»; рук. Л. К. Плавская. – Минск, 2020. – 442 с. – № ГР 20180373.
3. Создать технологические процессы и освоить выпуск пряжи, в том числе с применением новых способов формирования, для текстильной продукции на основе химических и льняных волокон с новыми свойствами: о НИОТР (промежут.) / РУП «Центр научных исследований легкой промышленности»; рук. Л. К. Плавская. – Минск, 2021. – 585 с. – № ГР 20200526.

УДК 66.012

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА РОССИЙСКОГО ЛЕГПРОМА

**Румянцев Е.В.¹, д.х.н., проф.,
Метелева О.В.¹, д.т.н., проф.,
Румянцева В.Е.¹, д.т.н., проф.,
В.Е. Кузьмичев¹, д.т.н., проф.,
Королев С.В.², к.т.н.,
Одинцова О.И.³, д.т.н., проф.,
Пророкова Н.П.⁴, д.т.н., проф.**

Реферат. В работе представлены исследования по широкому ассортименту текстильных материалов и изделий с высокими потребительскими характеристиками и принципиально новыми свойствами (антимикробными, акарицидно-репеллентными, водоотталкивающими). Российские ученые, принадлежащие к ведущим школам в области текстильной химии (Ивановской, Московской, Санкт-Петербургской) на основе глубоких теоретиче-

¹Ивановский государственный политехнический университет,

²ООО «Объединение «Специальный текстиль»,

³Ивановский государственный химико-технологический университет,

⁴Институт химии растворов имени Г.А. Крестова Российской академии наук, г. Иваново, Российская Федерация

ских исследований предлагают уникальные технологии гидрофобизации тканей различной природы и готовых изделий, акарицидно-репеллентной отделки, придания полипропиленовым волокнистым материалам антимикробных свойств, повышенной прочности, пониженного электрического сопротивления.

В исследованиях впервые реализована идея глубокой модификации волокнистых материалов отечественными наноразмерными системами, полимерами, олигомерами и адгезивами. Разработанные технологии основаны на инновационных методах поверхностной и объемной модификации натуральных и синтетических текстильных материалов с использованием новейших российских гидрофобизаторов, полиэлектролитов, интерференционных пигментов. Впервые в мире для производства эргономичных моделей защитных костюмов для военнослужащих, нефтяников и геологов использованы синтезированные авторами работы нанокапсулированные формы акарицидно-репеллентных веществ. Проведено теоретическое обоснование и создание наноструктурированных безосновных самоклеющихся пленочных материалов для гидрофобизации швов.

Результаты работы позволяют расширить ассортимент выпускаемой текстильной и швейной продукции с улучшенными и специальными свойствами (для военнослужащих, пожарных, геологов, нефтяников и одноразовой медицинской одежды и белья). Разработки отвечают требованиям импортозамещения интерференционных пигментов, капсулированных биологически активных веществ, гидрофобизаторов, акарицидов, самоклеющихся пленочных материалов и экологической безопасности при использовании наноразмерных веществ за счет их капсулирования. Внедрение разработанных составов позволяет заменить в производстве импортные препараты линий Санитайзед, Nuva, Coloray, пигменты BASF и др.

Ключевые слова: антимикробные, акарицидно-репеллентные, водоотталкивающие свойства, гидрофобизаторы, полиэлектролиты, интерференционные пигменты, защитные костюмы для военнослужащих, нефтяников и геологов.

В настоящее время одним из направлений технического прогресса является создание и использование материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками. Индустрия текстильных материалов, как показывает отечественная и зарубежная практика, успешно использует наукоемкие технологии для совершенствования производства

и разработки новых технологий. Получение текстильных материалов с заданными свойствами – это исключительно важное направление для научных исследований, решения изобретательских задач и практического использования.

Целью настоящей статьи является обзор результатов фундаментальных, экспериментальных и практических исследований, направленных на разработку основных видов специального текстиля (гидрофобный, огнезащитный, антисептический, инсектицидный) и ряда технических решений (изобретений) по приданию текстильным материалам и изделиям из них специфических функциональных свойств.

В последнее время к категории специального текстиля приближается текстиль, известный под названиями «интеллектуальный» и «инженерный», входящий в новые сферы использования благодаря наличию комплекса улучшенных и, в ряде случаев, уникальных свойств. К этой области научных исследований можно отнести применение биологических механизмов и принципов биомиметики в синтезе полимеров и технологиях текстильной промышленности, создание материалов, «дружественных» человеку и окружающей среде. При этом существенно повышается качество текстильных материалов и ярче проявляются специальные свойства изделий на их основе (улучшение теплоизоляционных и защитных функций, создание «дышащих», ламинированных и терморегулируемых тканей, выпуск «электронного текстиля» и текстиля с контролем здоровья и лечебными качествами, «сигнальной одежды» и «одежды с памятью формы», «тканей-хамелеонов» и тканей со структурной окраской, эффектами нанокапсулирования, супергидрофобности и самоочистки и др.). Создаются новые виды защитной и маскировочной армейской одежды, боевые одежные комплексы, костюмы для медперсонала и лечебные материалы пролонгированного действия, обеспечивается простота ухода за текстильными изделиями, расширяются оригинальные способы их художественно-колористического оформления.

Инженерный текстиль разработан и производится для специальных целей, требующих высокого уровня потребительских свойств. Он может комбинироваться с элементами стекла, керамики, металла, различных форм углерода для изготовления легких гибридных материалов с исключительными функциональными качествами. Так, введение в полипропиленовую нить в качестве наполнителя 1–2 % ультрадисперсного ПТФЭ способствует значительному возрастанию относительной разрывной нагрузки нити и модуля её упругости. Нанесение суспензии политетрафторэтилена на полипропиленовую нить при её получении из расплава, проводимое для придания ПП нити экстремально высокой химической стойкости, обеспечивает формирование фторполимерного покрытия на поверхности каждого составляющего нить филамента. ПП нить с ПТФЭ покрытием приобретает экстремально высокую химическую стойкость, о чем свидетельствует тот факт, что ПТФЭ покрытие остается неповрежденным после длительного воздействия агрессивных сред (кипячении в течение двух часов в растворе гидроксида натрия концентрации 200 г/л, выдерживании в течение 24 часов в концентрированной HNO₃). Сформированное покрытие является устойчивым к интенсивному истирающему воздействию. Таким образом, новая технология покрытия ПП нитей ПТФЭ [1, 2] является перспективной для получения волокнистых материалов, обладающих низким коэффициентом трения и экстремально высокой устойчивостью к действию химических реагентов. По указанным характеристикам они не уступают волокнам из политетрафторэтилена, а стоимость новых материалов в десятки раз ниже.

Задача снижения горючести текстильных материалов состоит в защите здоровья и

жизни человека и материальных объектов, которые подвергаются серьезной опасности при возникновении стихийных бедствий, пожароопасных и аварийных ситуаций. В последние годы значительный вклад в развитие теоретических основ и создание эффективных технологий огнезащитной обработки материалов, изделий и конструкций внесен представителями Ивановской научной школы. Предложены антипирены нового поколения с высоким эффектом огнестойкости, созданы композиционные текстильные материалы с мультифункциональными защитными свойствами, разработаны технические решения, обеспечивающие экологичность технологий и материалов, повышение пожарной безопасности текстильных изделий [3]. На основании изучения особенностей теплообменных процессов достигнуто повышение термо- и огнезащитных показателей боевой одежды пожарных в ходе ее эксплуатации, исследовано влияние огнезащитной обработки на термическую деструкцию текстильных материалов различного волокнистого состава. Предложены средства и способы защиты деревянных конструкций уникальных объектов от гниения и возгорания. Разработаны экспресс-методы оценки огнезащитных свойств текстильных и других полимерных материалов.

Предупреждение деструкции текстильных волокон и защита человека от патогенной микрофлоры – проблема вечная, поэтому задача разработки и совершенствования технологий придания текстильным материалам антибактериальных свойств остается актуальной. Совершенно новым подходом в производстве антимикробных текстильных изделий явилось использование гидрозолей (нанокмозитов) серебра. Их появление обусловлено существенными преимуществами перед другими антимикробными средствами. Установлено, что наночастицы серебра проявляют более эффективное антимикробное действие, чем пенициллин и другие антибиотики этого ряда, и оказывают губительное действие на антибиотикорезистентные штаммы бактерий [4]. Доказано, что максимальную антибактериальную активность по отношению к *Staphylococcus aureus* проявляет коллоидный раствор серебра, полученный с использованием дитионита натрия в качестве восстановителя с добавлением этилового спирта. Результаты исследования позволили выбрать оптимальный состав разрабатываемого препарата, который обеспечил высокую антибактериальную активность как по отношению к грамположительным, так и по отношению к грамотрицательным бактериям и получил название Silver-5.

Представители многих профессий – нефтяники, газовики, электротехнический персонал всех отраслей промышленности – по роду своей деятельности много времени проводят вне города. Это добавляет еще один серьезный риск к гамме имеющихся опасных производственных факторов – риск заражения вирусом клещевого энцефалита и другими заболеваниями, переносчиками которых являются летающие кровососущие насекомые. Акарицидно-репеллентная отделка ткани предназначена для защиты человека от кровососущих насекомых-вредителей: комаров, мух, москитов, мошек, блох, клопов, клещей. Для ее реализации использовано перспективное направление в технологии репеллентной отделки – метод микрокапсулирования на основе наноэмульсий, содержащих в своем составе полиэлектролитные микрокапсулы с заключенным в них альфа-циперметрином (АЦП) [5]. Научно-производственным предприятием ООО «Объединение «Специальный текстиль» разработана, изучена и с 2014 г. промышленно производится защитная одежда ТМ «Барьер-Инсекто», защищающая от таких вредных биологических факторов, как таежные и лесные клещи, гнус и пр. В результате натурных полевых испытаний установлена высокая степень защиты костюмов от клещей, состав-

ляющая 98,2 %, и гнуса – 95,7 %, что превышает требования нормативно-технической документации.

Текстильные материалы (пряжа, ткань, нетканые и трикотажные полотна) – это сложные анизотропные материалы капиллярно-пористой структуры с развитой внутренней и внешней поверхностью. Описание особенностей текстильных материалов как субстратов адгезионного взаимодействия представляет собой сложную и многофакторную проблему, которая еще более усложняется из-за заключительной отделки материалов, в т. ч. защитной. Новая теория склеивания и разрушения адгезионных соединений с участием текстильных материалов разработана на базе механической теории и опирается на утверждение, что прочность адгезионного соединения с участием текстильных материалов зависит от следующих количественно определяемых величин: суммарной площади адгезионного контакта клея с текстильным материалом и усилия разрушения ворсового покрытия на поверхности ткани. На основе предложенной теории возможно проектирование текстильных материалов с заданными показателями адгезионных свойств и прогнозирование прочности клеевых соединений, что в свою очередь, будет способствовать повышению качества защитных изделий [6].

Развитие ассортимента защитных материалов идет в направлении увеличения их многообразия за счет расширения и дифференциации области использования, увеличения вариантов структурных и качественных характеристик, применения различных способов заключительной отделки с учетом требований потребителя, улучшения внешнего вида при одновременном повышении уровня защиты. В современных экономических условиях развитие технологии швейного производства изделий из специальных материалов должно быть ориентировано на повышение качества продукции за счет обеспечения заданного уровня защитных свойств с учетом назначения, исходных свойств применяемых материалов, условий эксплуатации. Для достижения этой цели впервые были созданы образцы безосновных самоклеящихся пленочных материалов (БСПМ), предназначенные для обеспечения герметичности ниточных соединений защитных швейных изделий, не имеющие специальной несущей основы из другого материала и полученные из композиций акрилового полимера, обладающие постоянной условной липкостью требуемой величины, способствующей достижению адгезионной прочности к расклеиванию проклеенных материалом швов, и эластичностью, необходимой для проклеивания швов изделий с минимальным радиусом кривизны [7].

Эффективность представленных технологических решений подтверждается совокупным экономическим эффектом от внедрения разработок, составившим 247, 7 млн. руб. Социальный эффект от внедренных технологий заключается в повышении качества и экологической безопасности продукции, улучшении условий труда рабочих отделочных фабрик текстильной промышленности и минимизации факторов, наносящих вред окружающей среде.

Список использованных источников

1. Синтетические нити с высокой хемостойкостью и низким коэффициентом трения: Пат. 2522337 РФ. / Н. П. Пророкова, С. Ю. Вавилова, Т. Ю. Кумеева, А. П. Морыганов, В. М. Бузник / Заявл. 14.12.2012. Оpubл. 10.07.2014. Бюл. № 19. Приоритет 14.12.2012.

2. Способ получения синтетических нитей: Пат. 2522338 РФ. / Н. П. Пророкова, С. Ю. Вавилова, Т. Ю. Кумеева, А. П. Морыганов, В. М. Бузник / Заявл. 14.12.2012. Оpubл.

10.07.2014. Бюл. № 19. Приоритет 14.12.2012.

3. Киселев, А. М. Экотехнологии отделки текстильных материалов / А. М. Киселев, В. А. Епишкина, Р. Н. Целмс, А. А. Буринская. – СПб.: СПГУТД, 2016. – 327 с.

4. Петрова, Л. С. Использование наночастиц серебра для придания текстильным материалам бактерицидных свойств / Л. С. Петрова, А. А. Липина, А. О. Зайцева, О. И. Одинцова // Изв. вузов. Технология текст. пром-сти. – 2018. – № 6. – С. 81–85.

5. Королев, С. В. Разработка технологии акарицидно-репеллентной отделки текстильных материалов и ее успешное внедрение в производство инновационного предприятия «Объединение «СПЕЦИАЛЬНЫЙ ТЕКСТИЛЬ» / С. В. Королев, О. И. Одинцова, А. А. Липина, Е. Н. Чернова, Д. С. Королев // Изв. вузов. Технология текст. пром-сти. – 2019. – Т. 384. – № 6. – С. 55–61.

6. Кузьмичев, В. Е. Теория и практика процессов склеивания деталей одежды: учебное пособие с грифом Министерства образования Российской Федерации / В. Е. Кузьмичев, Н. А. Герасимова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 256 с.

7. Метелева, О. В. Разработка композиционного материала для проклеивания швов защитной одежды / О. В. Метелева, Л. И. Бондаренко // Изв. вузов. Технология легк. пром-сти. – 2021. – Т. 52. – № 2. – С. 5–8.