

Министерство образования и науки Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет дизайна и технологии»**

Международная научно-техническая конференция

**«ДИЗАЙН, ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ В ТЕКСТИЛЬНОЙ
И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»
(ИННОВАЦИИ – 2016)**

(15-16 ноября 2016 г.)

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

Часть 2

Москва – 2016

УДК 677.02.001.5

Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2016): сборник материалов Международной научно-технической конференции. Часть 2. – М.: ФГБОУ ВО «МГУДТ», 2016. – 315 с.

В сборник включены содержания докладов профессорско-преподавательского, научного состава и молодых ученых российских и зарубежных вузов и научно-исследовательских институтов, представленных на конференции и отражающих основные направления развития в области текстильной и легкой промышленности.

Редакционная коллегия:

Председатель:

Белгородский В.С., профессор, ректор

Ответственный секретарь:

Николаева Н.А., доцент, ведущий инженер отдела научно-исследовательских работ

Члены редколлегии: Кашеев О.В., профессор, проректор по научной работе; Бесчастнов Н.П., профессор, декан института искусств; Кобраков К.И., профессор, зав.кафедрой; Костылева В.В., профессор, зав.кафедрой; Радько С.Г., профессор, зав.кафедрой; Разумеев К.Э., профессор, декан текстильного института им. А.Н. Косыгина; Румянцев Ю.Д., профессор, зав.кафедрой; Седляров О.И., доцент, зав.кафедрой; Хозина Е.Н., доцент кафедры; Шустов Ю.С., профессор, зав.кафедрой

ISBN 978-5-87055-407-5

ISBN 978-5-87055-409-9

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет дизайна и технологии», 2016

© Обложка. Дизайн. Николаева Н.А., 2016

© Коллектив авторов, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 3.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, КАЧЕСТВО И СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОДУКЦИИ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	4
<i>В.И. Бешапошникова, Л.А. Липатова, Н.А. Климова, Ю.М. Шульц</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭМП СВЧ НА АДГЕЗИОННОЕ СОЕДИНЕНИЕ СЛОЕВ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	10
<i>Л.Н. Бодрякова</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ ПУШНО-МЕХОВОГО ПОЛУФАБРИКАТА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ.....	14
<i>Е.В. Бондаренко, В.Ф. Скородумов</i> НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТЕРМОДИНАМИКИ ПЛАВЛЕНИЯ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ.....	18
<i>Е.В. Бондаренко, В.Ф. Скородумов</i> ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА КРИСТАЛЛИЗАЦИЮ ПОЛИМЕРОВ.....	20
<i>Е.Н. Власова</i> ОЦЕНИВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ВЕРХНИХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	22
<i>Е.Н. Власова</i> ЭКСПЕРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВЕРХНИХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	25
<i>Т.М. Гриднева</i> ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ БЕЛЬЕВЫХ ТКАНЕЙ И ИХ ЭКСПЕРТИЗА.....	28
<i>Ю.С. Грушина, Н.А. Грузинцева</i> ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ МЕТОДА ОЦЕНКИ НА МОРОЗОСТОЙКОСТЬ НЕТКАНОГО ГЕОТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	30
<i>М.Г. Гуренко, А.В. Курденкова</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМЧИСТКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТКАНЕЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ОБЩИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ.....	32
<i>А.Ф. Давыдов, С.В. Кудринский</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ОГНЕСТОЙКИХ ТКАНЕЙ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ATMEGA 2560.....	35
<i>А.С. Дягилев, А.А. Лапаревич, Т.Б. Савицкая, А.Г. Коган</i> О МЕТОДАХ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЛЬНОЧЕСАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....	37
<i>Г.П. Егизарян, А.В. Курденкова</i> КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОГНЕСТОЙКИХ ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ РАБОТНИКОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА ПОСЛЕ МНОГОКРАТНЫХ СТИРОК.....	39
<i>О.В. Иванова</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТОР ИЗ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ ТКАНЕЙ.....	42
<i>А.М. Коринтели, И.В. Черунова, Т.Ю. Лесникова</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОРСКОЙ СОЛИ НА СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НЕФТЕЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ.....	46

С.А. Костомарова, Ю.С. Шустов СРАВНЕНИЕ СТЕПЕНИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЙ ИНСОЛЯЦИИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПАРААРАМИДНЫХ НИТЕЙ.....	48
А.А. Купреева, А.Ф. Давыдов, И.В. Люкшинова ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫНОСЛИВОСТИ БАННЕРНЫХ ТКАНЕЙ К МНОГОКРАТНОМУ ИЗГИБУ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЙ Пониженных Температур.....	51
А.А. Кусенкова, Н.А. Грузинцева ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ПО КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ТКАНЫХ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	52
О.Р. Левшицкая ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ С ИЗМЕНЯЕМЫМ ФАЗОВЫМ СОСТОЯНИЕМ.....	56
И.Г. Леонтьева, Л.В. Антонина ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	58
Л.А. Липатова, И.Н. Жагрина, А.А. Зюлин, Е.В. Субботина ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СВОЙСТВ ОТ СТРУКТУРЫ МНОГОСЛОЙНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	62
И.А. Маркин, Е.Б. Демократова ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ.....	67
А.Н. Минязова, Ф.Ф. Хакимов ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО – МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ БАМБУКОВЫХ ВОЛОКОН.....	71
Ю.К. Островский ОБ ОДНОМ МЕХАНИЗМЕ ПОЛЗУЧЕСТИ МАТЕРИАЛОВ.....	72
С.В. Плеханова, А.А. Рахманова ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШЕЛКОВЫХ БЛУЗОЧНЫХ ТКАНЕЙ.....	76
Н.П. Полякова, Н.А. Смирнова, В.В. Замышляева ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ДУБЛИРОВАННЫХ СИСТЕМ МАТЕРИАЛОВ.....	79
А.А. Рогова, Т.Н. Федулова, Ю.С. Шустов ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МНОГОКРАТНЫХ СТИРОК НА ПРОЧНОСТЬ ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ СТРОИТЕЛЕЙ.....	82
С.В. Родэ, Е.Ю. Шампаров, И.Н. Жагрина О ТЕПЛОВОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПОЛУПРОЗРАЧНОЙ СРЕДЫ.....	86
В.Ш. Саркисов, П.Ю. Тер-Микаэлян, М.В. Шаблыгин ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ НИТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ПОЛЗУЧЕСТИ.....	89
А.М. Смирнова, Е.Б. Демократова ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ШЕРСТЯНЫХ КОСТЮМНЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ ШКОЛЬНОЙ ФОРМЫ МАЛЬЧИКОВ.....	93
И.И. Сулимцев ПРИНЦИП ПОДОБИЯ ПРИ ЗАТВЕРДЕВАНИИ В УСЛОВИЯХ ДВУХФАЗНОЙ ЗОНЫ.....	95
М.В. Томилова, Н.А. Смирнова ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ НА СТАБИЛЬНОСТЬ СТРУКТУРЫ ПЛЕТЕННЫХ ПОЛОТЕН ПРИ СДВИГЕ.....	98

Н.М. Федосова УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ НА РАННИХ ЭТАПАХ ЖИЗНИ ЛЬНЯНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	102
Г.М. Чернышева, А.Ф. Давыдов, М.В. Чернышев, Е.Д. Ефанов ВЛИЯНИЕ МАСЕЛ НА ТКАНИ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ РАБОТНИКОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ.....	105
О.А. Шленникова, Н.Н. Баева, Н.А. Леденёва СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ТЕРМООГНЕСТОЙКОЙ ПРЯЖИ.....	107
О.А. Щедрина, Л.А. Осипенко ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ПОДРОСТКОВ.....	111
О.А. Щедрина, Л.А. Осипенко МАРКЕТИНГОВЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОСТАТКОВ ТКАНИ ДЛЯ ШВЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	114
В.В. Хамматова, Р.Ф. Гайнутдинов АНАЛИЗ МИКРОСТРУКТУРЫ ОБРАЗЦОВ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ.....	115
Д.П. Лойко, В.Н. Катрич, И.В. Мозолева ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К ОБУВИ ДЛЯ ПОДРОСТКОВ.....	119
СЕКЦИЯ 4.	
СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДИФИЦИРОВАНИЯ И ОТДЕЛКИ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	
А.А. Азанова, Л.Н. Абуталипова, Г.Н. Хуснутдинова ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА К КРАШЕНИЮ ПО НЕПРЕРЫВНОМУ СПОСОБУ.....	122
М.В. Антонова, Р.Н. Фазуллина, Ю.Б. Шестерикова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТКАНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....	124
П.В. Аркушевски, М.А. Середина ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМОЛИЗА ЛУЗГИ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	128
В.И. Бешапашникова, О.Н. Микрюкова, Н.А. Макарова, Т.С. Лебедева ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АФЛАММИТА К _{WВ} НА ПРОЦЕСС ПИРОЛИЗА ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТКАНЕЙ.....	131
К.М. Борисов, Е.С. Бокова, А.А. Калинина, О.А. Серенко, А.М. Музафаров КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ С ЭФФЕКТОМ САМОЗАЛЕЧИВАНИЯ.....	136
О.В. Вишневская, Р.Г. Ибрагимов, В.В. Вишневский, Н.В. Осипов ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРОЧНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ С МЕМБРАННЫМ ПОКРЫТИЕМ ПОСЛЕ МНОГОКРАТНЫХ СТИРОК.....	138
В.А. Волков, А.А. Агеев ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВЕРХНОСТНОЙ МОДИФИКАЦИИ ВОЛОКОН ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	141

В.А. Волков, К.Д. Слабова, А.А. Агеев ЭФФЕКТ УВЛАЖНЕНИЯ И КАПИЛЛЯРНОСТЬ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	145
Э.В. Воронова, Н.В. Колоколкина ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ХЛОРИНОВОГО ВОЛОКНА С КОМПЛЕКСОМ АНТИАДГЕЗИОННЫХ И АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ.....	148
Р.Н. Гайнулин, М.А. Середина ПОВЫШЕНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ ВОЛОКНА ТЕРЛОН.....	151
А.Р. Гарифуллин, К.Н. Галямова, И.И. Каримуллин, А.Е. Карноухов МЕТОД ПЛАЗМЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТОВ НА ИХ ОСНОВЕ.....	154
К.А. Громова, В.И. Чурсин ФЕРМЕНТАТИВНО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ БЕЛКА В ПРИСУТСТВИИ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ.....	157
Э.Э. Досадина, М.А. Кульметьева, Е.О. Медушева, Ю.А. Евдокименко, А.А. Белов ВЛИЯНИЕ ХИТОЗАНСОДЕРЖАЩИХ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ НОСИТЕЛЕЙ НА ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИЭНЗИМНЫХ КОМПОЗИЦИЙ.....	160
Н.С. Дымникова, Е.В. Ерохина РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ДЛЯ БИОЗАЩИТЫ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	164
Е.В. Ерохина, Н.С. Дымникова СИНТЕЗ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	167
А.Р. Ибатуллина, А.Р. Файзуллина ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛАЗМЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ НА ФИЗИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАТУРАЛЬНЫХ КОНОПЛЯНЫХ ВОЛОКОН.....	171
С.В. Илюшина, Я.С. Тарасова, А.И. Бугаева ИЗМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ ТЕХНИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ ПОСЛЕ ПЛАЗМЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ.....	174
И.Д. Капаева, С.В. Сапожников, А.Е. Третьякова, В.В. Сафонов СОВРЕМЕННЫЕ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОТДЕЛКЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	177
Н.Р. Кильдеева, Г.Р. Улябаева, Н.А. Сажнев, Е.А. Подорожко, В.И. Лозинский ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ КРИОГЕЛЕЙ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА С ДОБАВКАМИ ХИТОЗАНА.....	180
М.К. Кошелева, О.Р. Дорняк, М.С. Апалькова ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ МАССОПЕРЕНОСА В ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЯХ НА ОСНОВЕ КИНЕТИЧЕСКИХ КРИВЫХ СОРБЦИОННОГО УВЛАЖНЕНИЯ.....	183
М.А. Кульметьева, Э.Э. Досадина, Е.Е. Савельева, А.А. Белов ДЕЙСТВИЕ ГЛИЦЕРИНА НА ФЕРМЕНТЫ, ИММОБИЛИЗОВАННЫЕ НА ХИТОЗАНСОДЕРЖАЩИХ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ НОСИТЕЛЯХ.....	186
Д.О. Масленникова, М.В. Пыркова РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕЧАТАНИЯ КАМВОЛЬНОЙ ЧИСТОШЕРСТЯНОЙ ТКАНИ МЕТОДОМ ЦИФРОВОЙ ПЕЧАТИ	190
И.И. Меньшова, Н.А. Ракова УПАКОВОЧНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СО СПЕЦИАЛЬНОЙ ОТДЕЛКОЙ.....	193

О.Н. Микрюкова, Н.А. Макарова, Т.С. Лебедева, А.С. Комарова ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АФЛАММИТА КВВ С ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМ ВОЛОКНОМ.....	195
А.С. Мишукова, В.В. Сафонов ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КРАШЕНИЯ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ВОЛОКОН РАЗ- ЛИЧНЫМИ КЛАССАМИ КРАСИТЕЛЕЙ.....	200
А.И. Назарова, Н.В. Колоколкина ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВВЕДЕНИЯ ДОБАВОК МОДИФИКАТОРОВ В СТРУКТУРУ ФТОРЛОНОВОВОГО ВОЛОКНА ДЛЯ ПРИДАНИЯ ЕМУ АНТИАДГЕЗИ- ОННЫХ И АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ.....	203
П.А. Ороспаева, И.А. Зуев, А.Е. Третьякова, Е.Э. Кузнецова ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ЗАГУСТИТЕЛЕЙ В ПЕЧАТИ АКТИВНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ.....	206
Е.А. Панкова, А.Р. Алиакберова, А.Р. Хасанова ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ НАНЕСЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА НА- ТУРАЛЬНЫЕ ВММ В УСЛОВИЯХ ВЧИ ПЛАЗМЫ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ.....	208
Г.М. Прияткин, В.Р. Ополовников, А.В. Кольчугин, В.В. Васильев ДЕКОРАТИВНАЯ ОТДЕЛКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ.....	210
С.А. Путинцева, Л.В. Редина, Н.И. Сагитова КОМПОЗИЦИИ ФТОРПОЛИМЕРНЫЙ ЛАТЕКС – ЗАМЕДЛИТЕЛЬ ГОРЕНИЯ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	212
М.В. Пыркова, И.И. Бадикова ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАГЕНТНЫХ УМЯГЧИТЕЛЕЙ ТЕХНОЛО- ГИЧЕСКОЙ ВОДЫ В КРАШЕНИИ ШЕРСТЯНОЙ ТКАНИ КИСЛОТНЫМИ КРАСИТЕ- ЛЯМИ.....	214
Н.Д. Раупова, Р.М. Артикбоева, М.Ш. Хасанова, И.А. Набиева ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТВАРКИ ХЛОПКО- ЛАВСАНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	217
Л.В. Редина, Е.Ю. Гореславец, Д.В. Землянская, А.И. Чернухина, Л.С. Гальбрайт ВЛИЯНИЕ ТИПА РАСТВОРИТЕЛЯ ХИТОЗАНА НА СОВМЕСТИМОСТЬ С ЛАТЕК- САМИ ПОЛИФТОРАЛКИЛАКРИЛАТОВ.....	221
В.И. Родионов, К.И. Кобраков, Д.Н. Кузнецов, Е.Б. Караваева ПРИДАНИЕ КОМПЛЕКСА ПРАКТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ ОБРАБОТКОЙ ВОДНО-ПОЛИМЕРНЫМ РАСТВОРОМ НАНОРАЗ- МЕРНЫХ ЧАСТИЦ СЕРЕБРА: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА.....	224
Ю.А. Собашко АНАЛИЗ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ, ПОЛУ- ЧЕННОЙ ИЗ РОВНИЦЫ, ПОДГОТОВЛЕННОЙ К ПРЯДЕНИЮ В КАТОЛИТЕ.....	227
Б.Р. Таусарова, А.Ю. Стасенко ПОЛУЧЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ОГНЕЗАЩИТНЫМИ СВОЙСТВА- МИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЗОЛЬ ГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИИ.....	229
Б.Р. Таусарова, С.М. Рахимова, Ж.Е. Шаихова, Б. Биекенов СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ ЦЕЛ- ЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	232
Ю.А. Тимошина ПЛАЗМЕННАЯ МОДИФИКАЦИЯ СТЕКЛОВОЛОКОН И МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОС- НОВЕ.....	235
Р.Н. Фазуллина, А.В. Куницин, И.В. Красина ИЗУЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ U.P.T. ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ ТЕК-	

СТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	237
Г.И. Хазанов, М.А. Апарушкина АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ШЕРСТЯНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОКРАШЕННЫХ ПРЯМЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ.....	241
Г.И. Хазанов, М.А. Апарушкина ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСПЕРСНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРИДАНИЯ АНТИМИКРОБ- НЫХ СВОЙСТВ ТКАНЯМ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН.....	242
О.Г. Циркина, А.Л. Никифоров ОСОБЕННОСТИ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО НАГРЕВА ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ТКАНЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОЦЕССА МЕРСЕРИЗАЦИИ.....	244
Н.В. Черноусова, А.И. Старков, Р.В. Ибрагимов ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИФИКАТОРОВ НА ТЕРМИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПВХ ПЛЕНОК.....	248
А.В. Чешкова, А.А. Кончина, К.А. Бабанова, Н.Д. Спорышева ПРАКТИКА ВНЕДРЕНИЯ УНИФИЦИРОВАННЫХ ЭКО-ТЕХНОЛОГИЙ БЕЛЕНИЯ ТКАНЕЙ.....	252
Г.А. Яковлева, Б.И. Холоденко, В.И. Чурсин ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ КАРБОКСИЛСОДЕРЖА- ЩИХ ПОЛИМЕРОВ И ПЭГ.....	255
СЕКЦИЯ 7.	
ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (ПРОМЫШЛЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ).....	259
В.Ю. Алейников, Н.П. Борушко АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ОПАСНОСТЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕДИЦИНСКОЙ ВАТЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ ИХ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	259
А.П. Башков, Г.В. Башкова, А.В. Евдокимов РАСЧЕТ ВИБРОИЗОЛЯЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА.....	261
А.С. Белоусов, С.Г. Сафонов СТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД К РАСЧЕТУ ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ В ЦИКЛОНАХ.....	265
А.С. Белоусов СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ГИДРОДИНАМИКИ ВЗВЕШЕННОГО СЛОЯ В ТЕХНОЛО- ГИЧЕСКИХ И ОЧИСТНЫХ АППАРАТАХ.....	269
Е.С. Бородина, А.И. Домбровская РАЗРУШЕНИЕ УСТОЙЧИВЫХ ЭМУЛЬСИЙ В СТРУЙНОМ АППАРАТЕ.....	273
Е.С. Бородина, В.М. Давыдов, К.А. Зайцев СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОЖУХОТРУБЧАТЫХ ТЕПЛО- ОБМЕННИКОВ ПРИ КОРИДОРНОМ И ШАХМАТНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ ПУЧ- КОВ ТРУБ В СИСТЕМАХ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ ВЫБРОСОВ.....	276
А.П. Булеков НЕСТАЦИОНАРНАЯ ЭКСТРАКЦИЯ ЦЕЛЕВОГО КОМПОНЕНТА ИЗ ТОНКОЙ ПЛО- СКОЙ ПЛАСТИНЫ.....	279
В.И. Гудков, Р.И. Соколовский ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЕ ПРИ ЛАМИНАРНОМ ТЕЧЕНИИ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ.....	282
О.И. Дружинская МЕТОДЫ ОГРАНИЧЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ НА ЧЕЛОВЕКА СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА.....	285

Р.Г. Ибрагимов, О.В. Вишневская, В.В. Вишневский, Н.В. Осипов ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАН ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОЖЕВЕННО-МЕХОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ.....	288
А.Б. Каленков СЖИГАНИЕ ОБВОДНЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В ТОПКАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОТЛОВ.....	292
Ю.П. Осадчий, Н.Е. Пахотин, Т.Ю. Осадчая, О.А. Маркелова РАЗДЕЛЕНИЕ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЕЙ.....	295
И.В. Сусоева, Т.Н. Вахнина, Е.Н. Покровская, А.В. Свиридов РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН.....	297
Н.С. Тихонова, Г.А. Свищев, О.И. Седяров ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОЕ СОСТОЯНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРИ ДУБИЛЬНЫХ И КРАСИЛЬНО-ЖИРОВАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЯХ ПРОИЗВОДСТВА КОЖИ..	300
М.П. Тюрин, И.А. Парамонов УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ВЫСОКОВЛАЖНЫХ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВЫБРОСОВ.....	303
М.П. Тюрин, Д.В. Макаров, Н.В. Дерюгин СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННИКОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ ТЕПЛООБМЕНА В СИСТЕМАХ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ВЫБРОСОВ.....	306
В.А. Хрунов ПРОМЫШЛЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	310

СЕКЦИЯ 3. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, КАЧЕСТВО И СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОДУКЦИИ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭМП СВЧ НА АДГЕЗИОННОЕ СОЕДИНЕНИЕ СЛОЕВ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.И. Бесшапошникова, Л.А. Липатова, Н.А. Климова, Ю.М. Шульц
Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Перспективным направлением развития ассортимента материалов для изделий бытового и технического назначения является соединение клеевой технологией двух и более слоев текстильных полотен разного волокнистого состава, структуры и свойств. Такие материалы предложено называть композиционные текстильные материалы (КТМ) [1]. Из-за тенденции постоянного изменения сырьевой состава материалов, а также нанесение малосминаемой, водоотталкивающей и другими видами отделок, возникает необходимость совершенствования клеевой технологии соединения слоев КТМ. Увеличение интенсивности адгезионного взаимодействия между текстильным материалом и термопластичным полимером возможно за счет повышения адгезионной способности полимерного клея, либо текстильного материала, либо сразу обоих компонентов [2-7].

Способ обработки материалов электромагнитным полем (ЭМП) сверхвысокой частоты (СВЧ) обладает рядом преимуществ, по сравнению с традиционными способами нагрева текстильных материалов, прежде всего, это стерильность и равномерность происходящих процессов. СВЧ электромагнитные установки потребляют энергии на 50% меньше, чем установки с традиционным энергоприводом, и оказывают меньшее вредное воздействие на окружающую среду и обслуживающий персонал [8-9].

Однако, несмотря на значительные преимущества СВЧ установки имеют ограниченное применение в производстве КТМ, так как недостаточно изучен вопрос влияния способа и параметров обработки на качество и надежность КТМ. Устранению этого пробела посвящена данная работа.

В работе ЭМП СВЧ обрабатывали костюмную полушерстяную ткань арт. 4107-С и хлопчатобумажную бязь арт. 112 с расположенным между ними клеевым материалом разного химического состава и без него с последующим дублированием на прессе в течение 10 секунд при температуре 110 °С с акриловой пленкой из АКР 622, 130 °С с полиэтиленовой сеткой арт. 1Т1Р и полиамидной паутинкой арт. 1С8D производства Германии. СВЧ обработку проводили на лабораторной установке с прямоугольным

волноводом и бегущей волной, при этом меняли: скорость ленты транспортера от 9,99 до 5,03 м/мин; плотность тока проводимости от 0,4 до 0,8 мА, в результате выходная мощность генератора составляла 128-2412 Вт.

Исследование влияния ЭМП СВЧ обработки на свойства текстильных и клеевых прокладочных материалов показало (табл. 1), что прочность при разрыве костюмной ткани арт. 4207-С обработанной ЭМП СВЧ в течение 12 с возросла на 36%, при этом удлинение практически не изменяется по сравнению с немодифицированным образцом.

Таблица 1

Влияние ЭМП СВЧ обработки на свойства ткани арт. 4107-С

№ опыта	Время обработки ЭМП СВЧ мощностью 2241 Вт, сек	Физико-механические свойства	
		Прочность при разрыве, даН	Удлинение при разрыве, %
1	0	33,4	23
2	6	33,8	22
3	7,5	38,7	23
4	10	41,4	22
5	12	45,3	21

Исследование влияния генерируемой мощности ЭМП СВЧ на структуру и свойства адгезивов показало (табл. 2), что в результате СВЧ воздействия прочность ПЭ сетки сначала увеличивается на 11%, а затем при мощности 2241 Вт снижается и на 11% меньше прочности немодифицированного образца. Удлинение при этом снижается на 40%, что говорит об ухудшении когезионных свойств полимера.

Таблица 2

Влияние мощности ЭМП СВЧ на свойства адгезивов

№ опыта	Генерируемая мощность, Вт	Физико-механические свойства					
		Прочность при разрыве, даН			Удлинение при разрыве, %		
		ПЭ сетка	СПА паутинка	Пленка АКР-622	ПЭ сетка	СПА паутинка	Пленка АКР-622
1	0	0,9	0,5	1,3	15	49	2,7
2	857	1	0,65	1,64	13	44	2,2
3	2241	0,8	0,76	1,86	9	46	2

Прочность при разрыве СПА паутинки увеличивается на 20%, а удлинение снижается на 6%, что объясняется увеличением степени кристалличности и, соответственно, снижением подвижности цепей макромолекул СПА.

Пленка АКР-622 обработанная ЭМП СВЧ при мощности генератора 2241 Вт характеризуется на 43% большей прочностью, однако эластичность и удлинение снижаются, а жесткость повышается. Полимер приобретает более упорядоченную структуру, о чем свидетельствует данные рентгеноструктурного анализа. По данным РСА степень кристалличности

сополиамида возрастает с 59,6 до 61,6% и пленки АКР-622 с 41,8 до 43%. Кроме того, отмечается снижение показателя индекса текучести расплава полимера (ПТР) на 20% (до 9,3 г/10 мин). Все это подтверждает увеличение регулярности расположения макромолекул в объеме полимера и возможном сшивании структуры полимера под воздействием ЭМП СВЧ. Это в свою очередь приведет к ухудшению смачиваемости и адгезионного взаимодействия на границе адгезив – субстрат. Поэтому обрабатывать адгезив ЭМП СВЧ не рекомендуется.

ЭМП СВЧ обрабатывали костюмную полушерстяную ткань арт. 4207-С и хлопчатобумажную бязь арт. 112 с расположенным между ними клеевым материалом разного химического состава и без него с последующим дублированием. Результаты исследования показали (рис. 1), что максимальное увеличение прочности клеевого соединения на 89% наблюдается при обработке текстильного материала СВЧ при выходной мощности генератора 2241 Вт и скорости движения ленты транспортера $v = 9,99$ м/мин (кр. 1). При этом поглощенная материалов мощность СВЧ составила 246 Вт.

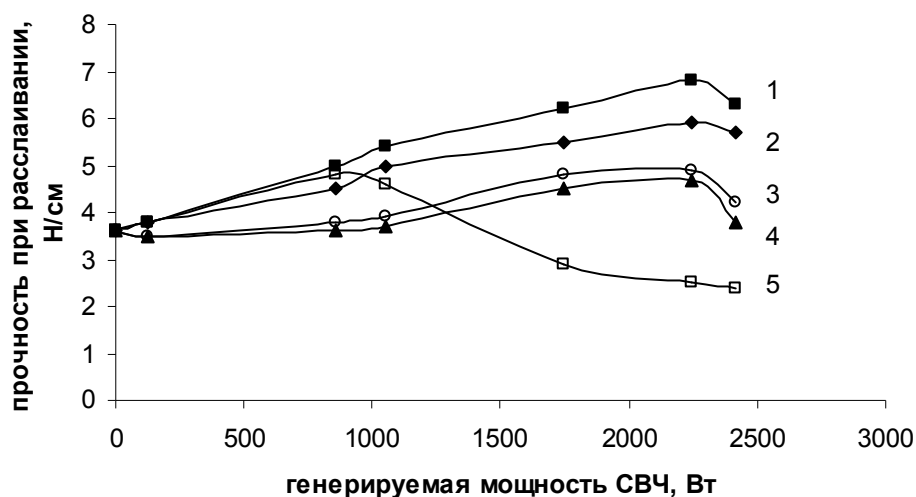


Рис. 1. Влияние мощности ЭМП СВЧ на прочность при расслаивании клеевого соединения СПА и способа обработки: 1, 3 и 4 обрабатывали субстрат при скорости, м/мин: 1 - 9,99; 3 –8,65; 4 – 5,03; 2 –обработали пакет (адгезив и субстрат); 5 – обработали адгезив (2 и 5 обрабатывали при $v = 9,99$ м/мин)

Уменьшение скорости перемещения текстильного материала приводит к снижению эффективности обработки за счет менее интенсивного прогрева образца, так как при скорости 5,03 м/мин образец поглощает мощности лишь 109 Вт, а при скорости 8,65 м/мин – 204 Вт. При ЭМП СВЧ обработке максимальной мощности 2412 Вт, наблюдается снижение эффекта модификации, так как при высоких значениях длины волны увеличивается глубина ее проникновения в объект, и наружные слои, участ-

вующие в образовании адгезионного взаимодействия, получают меньше энергии и, как следствие, модифицируются в меньшей степени.

При воздействии ЭМП СВЧ при мощности генератора 857 Вт на адгезив прочность при расслаивании клеевого соединения возрастает на 20%, по сравнению с немодифицированным образцом, а затем резко падает (рис. 1, кр. 5). При воздействии ЭМП СВЧ на пакет материалов (субстрат + адгезив) (кр. 2) прочность при расслаивании клеевого соединения на 10-15% меньше, по сравнению с пробой, полученной дублированием обработанной ткани, необработанным ЭМП СВЧ клеевым материалом (кр. 1). Это обусловлено тем, что при обработке пакета материалов увеличивается толщина и масса пробы, а, следовательно, степень поглощения генерируемой мощности снижается.

Таким образом, эффективнее подвергать обработке ЭМП СВЧ только текстильный материал без адгезива. В результате, как известно [9], имеет место активизация или увеличение свободной поверхностной энергии волокнистых полимерных материалов за счет того, что в переменном магнитном поле оболочка атома начинает процессировать вокруг направления поля с определенной угловой скоростью, происходит переориентация магнитной оси атома. Все это повышает реакционную способность волокнообразующего полимера текстильного материала и качество КТМ.

Таким образом, доказано, что для повышения качества и надежности клеевого соединения многослойных композиционных текстильных материалов и деталей одежды рекомендуется воздействию ЭМП СВЧ подвергать только субстрат. Полученный эффект остается постоянным не менее 7 суток, то есть 168 часов, и снижается на 3-5% при хранении в течение 10 дней. При хранении более 10 дней, эффект модификации снижается и прочность клеевого соединения при расслаивании приближается к показателям исходного необработанного образца.

Литература

1. Ульвачева Л.А., Бесшапошникова В.И., Жагрина И.Н., Курсанова Е.А., Змеева Е.Д., Некрасова Н.В. Анализ ассортимента многослойных текстильных материалов и разработка их классификации. // Дизайн и технологии. – 2014. – № 44 (86). – С. 71-78.
2. Нано-, био-, химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды: монография / редкол.: Г.Е. Кричевский [и др.]. – Москва: Известия, 2011. – 528 с.
3. Кузьмичев В.Е., Герасимова Н.А. Теория и практика процессов склеивания деталей одежды. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 256 с.
4. Куликова Т.В., Ковалева Н.Е., Бесшапошникова В.И., Штейнле В.А., Смирнова Н.А. Повышение прочности клеевых соединений текстильных материалов для производства швейных изделий. // Известия высших

учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2008. – № 5. – С. 76-78.

5. *Фрейдин А.С., Турусов Р.А.* Свойства и расчет адгезионных соединений. – М.: Химия, 1990. – 256 с.

6. *Бесшапошникова В.И., Жилина Е.В., Ковалева Н.Е., Загоруйко М.В.* Огнезащитный композиционный материал для накладных деталей спецодежды. // Дизайн и технологии. – 2010. – № 15 (57). – С. 81-85.

7. *Чагина Л.Л. Смирнова Н.А., Бойко С.В.* Разработка льняных комплексных материалов для швейно-трикотажных изделий. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2011. – №1. – С. 134-137.

8. *Архангельский Ю.С.* СВЧ электротермия.– Саратов: СГТУ, 1998. – 408 с.

9. *Калганова С.Г.* Электротехнологические установки на основе нетеплового действия СВЧ электромагнитного поля // Электро- и теплотехнологические процессы и установки : межвуз. науч. сб / СГТУ. – Саратов: 2003. – С. 59-62.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ ПУШНО-МЕХОВОГО ПОЛУФАБРИКАТА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

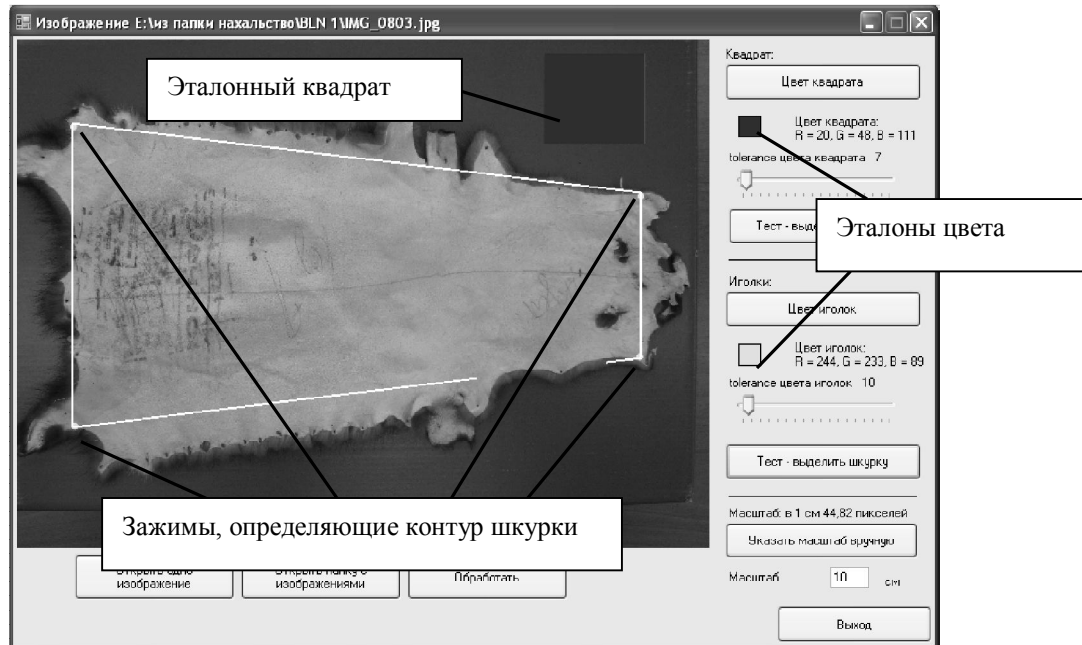
Л.Н. Бодрякова

Омский государственный университет дизайна и технологий, Россия

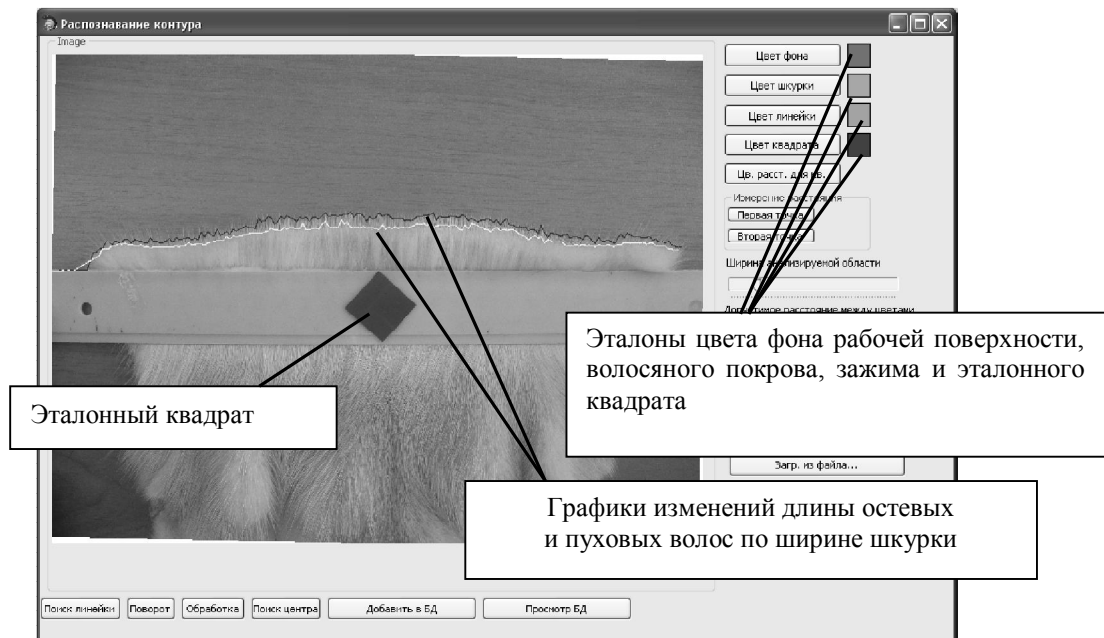
Важную роль при выборе технологических режимов выполнения и состава операций скорняжного производства играют свойства пушно-мехового полуфабриката. Однако в настоящее время комплексных исследований влияния свойств пушно-мехового полуфабриката на процессы проектирования и изготовления изделий не проводилось, отсутствуют технические и аппаратные средства для контроля качества шкурок, поступающих на производство. Существующие методы определения свойств пушно-мехового полуфабриката имеют ряд недостатков: значительная трудоемкость, нарушение целостности шкурки или волосяного покрова, низкая точность измерений, получение измерений в локальной точке. Это подтверждает актуальность разработки оперативных методов оценки свойств пушно-мехового полуфабриката, применимых в процессах скорняжного производства.

Разработка методов определения свойств пушно-мехового полуфабриката с использованием компьютерной техники позволит без значительных материальных затрат внедрять разработки в производство, автоматизировать процессы сортировки пушно-мехового полуфабриката, наборки его на изделие на основе полученной объективной информации.

В настоящее время автором разработаны методы определения линейных размеров шкурки, ее площади и длины волосяного покрова, основанные на анализе цифрового изображения (рис. 1). Обработка изображения осуществляется в автоматическом режиме, с помощью разработанного программного обеспечения в среде C++ Builder 2007.



а



б

Рис. 1. Диалоговые окна разработанного программного обеспечения:
а – определения линейных размеров и площади шкурки;
б – определения длины волосяного покрова

Для определения линейных размеров и площади шкурок выполняют цифровое изображение шкурки на горизонтальной поверхности. Шкурка закреплена с помощью зажимов, по расположению которых распознается ее контур. Идентификация перечисленных объектов выполняется с помощью эталонов цвета, задаваемых с помощью диалогового окна (рис. 1 а). Для определения масштаба изображения задаются размеры эталонного квадрата. Графический интерфейс программы позволяет ввести данный параметр в интерактивном режиме и использовать его для некоторого числа фотографий, что позволяет выполнять процедуру один раз при обработке изображений партии шкурок.

После ввода исходной информации выполняется распознавание эталонного квадрата и определяется масштаб изображения. На следующем этапе выделяется контур шкурки по точкам зажимов. В случае удовлетворительного результата определяют размеры шкурки и заносят результат в формируемую базу данных, содержащую информацию о линейных размерах шкурки (длине, ширине) и площади шкурки.

Не менее значимым критерием при выполнении сортировки пушно-мехового полуфабриката, набора его на изделие является длина волосяного покрова и ее изменения по ширине шкурки.

Разработанное программное обеспечение выполняет процедуру определения длины волосяного покрова в несколько этапов (рис. 1 б). На первом этапе вводятся исходные данные: цифровое изображение шкурки, эталоны цвета волосяного покрова, зажима шкурки, эталонного квадрата и фона рабочей поверхности, задаваемые с помощью диалогового окна и позволяющие идентифицировать вышеперечисленные объекты. Также вводится величина цветового отклонения (k), т.е. допустимая разница между значением красной, зеленой и синей компонент цвета в исследуемой точке и введенным эталоном цвета.

На следующем этапе выполняется поиск эталонного квадрата, с помощью которого определяется масштаб изображения и положение хребтовой линии.

Задача следующего этапа – поиск точек, принадлежащих зажиму. Линия, определяющая положение зажима на последующих этапах используется в качестве исходной линии при определении длины волосяного покрова.

В соответствии с заданными эталонами цвета волосяного покрова и величины цветового отклонения идентифицируется изображение волосяного покрова шкурки, результатом является график изменения длины волосяного покрова (остевых и пуховых волос) по ширине шкурки (рис. 1 б), который заносится в формируемую базу данных о свойствах пушно-мехового полуфабриката. Собранная количественная информация о линейных размерах, площади шкурок и длине волосяного покрова может ис-

пользоваться при выполнении сортировки шкурок, складки на изделие и расчете размеров шаблона.

В ходе проведенных исследований изучена возможность разработки инструментального метода определения густоты волосяного покрова. Разработана конструкция, состоящая из оптоволоконного кабеля, веб-камеры и полупроводникового лазера, позволяющая на основе анализа изменений интенсивности сигнала лазера, оценивать данный показатель. Полупроводниковый лазер (использовалась лазерная указка мощностью 3000 мВт) испускает лазерный луч, который заводится в оптоволоконный кабель, другой конец которого направлен на камеру (использовалась стандартная веб-камера). В средней части оптоволоконного кабеля – разрыв. Концы оптоволоконна с обоих концов заведены в иглы медицинских шприцев, образующих щуп. Между двумя иглами которого помещается участок шкурки, на котором проводятся измерения густоты волосяного покрова. Лазерный луч оптоволоконна, проходя через полуфабрикат, частично теряет свою мощность, что сказывается на интенсивности изображения, снимаемого камерой. Таким образом, по изображению, регистрируемому камерой, можно судить о густоте волосяного покрова. Разработана программа, осуществляющая (с помощью механизма DirectShow) захват изображения с камеры и выполняющая анализ его интенсивности.

Изображение с камеры, полученное при отсутствии помех и при введении щупа в волосяной покров полуфабриката приведено на рис. 2. Цвета для удобства отображения инвертированы.



Рис. 2. Изображение с камеры:

а – щуп не введен в волосяной покров; б – щуп введен в волосяной покров

С помощью собранной конструкции и разработанного программного обеспечения была определена густота волосяного покрова шкурок норки. Коэффициент корреляции составляет 0, 83, что свидетельствует о значительной связи данных показателей. Математический характер связи между густотой волосяного покрова и интенсивностью прошедшего излучения для более точного определения данного показателя волосяного покрова требует отдельного изучения, что является задачей следующего этапа.

Проведенные исследования показали перспективность применения компьютерной техники в процессах сортировки и сборки пушно-мехового полуфабриката на изделие, формирование в автоматическом режиме базы данных количественной информации о свойствах принятого пушно-мехового полуфабриката, с целью использования данной информации на последующих этапах. Использование разработанного программного обеспечения позволит выполнять сортировку шкурок на основе объективных характеристик, проектировать меховые скрои, учитывая свойства пушно-мехового полуфабриката, оценивать качество выполнения операции «складка».

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТЕРМОДИНАМИКИ ПЛАВЛЕНИЯ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

Е.В. Бондаренко, В.Ф. Скородумов

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Температуры плавления и кристаллизации являются фундаментальными характеристиками как низкомолекулярных, так и высокомолекулярных кристаллических веществ, в большой степени определяющими условия их эксплуатации. В случае волокон и силовых полимерных конструкций температура плавления определяет верхний температурный предел их эксплуатации – теплостойкость, а в случае изделий из эластомеров температура кристаллизации определяет нижний температурный предел их эксплуатации – морозостойкость. Поэтому весьма актуальной является задача надлежащего определения точки плавления и кристаллизации полимеров.

С точки зрения классической термодинамики плавление и кристаллизация твердых кристаллических тел должны происходить при одной и той же температуре при нагреве и охлаждении. Если же при охлаждении расплава наблюдается переохлаждение расплава, то оно связывается с кинетикой процесса кристаллизации (скорость образования центров кристаллизации и скорость роста зародышей) и с точки зрения классической термодинамики рассматривается как чуждое явление. Переохлаждение расплава особенно заметно в случае полимеров и очень сильно влияет на их свойства [1].

Однако в работе [2] на основе анализа большого числа экспериментальных данных для низкомолекулярных веществ при атмосферном давлении, полученных с использованием самых современных методов исследования и самых чистых веществ, был сделан вывод, что несовпадение точек плавления и кристаллизации является закономерным явлением с точки зрения классической термодинамики.

Логика объяснения этого явления с точки зрения авторов работы [2] следующая. Хотя кристаллы и жидкость могут существовать при темпера-

туре плавления, в энергетическом отношении они не равноценны. Если к кристаллическому телу, нагретому до температуры плавления $T_{пл,1}$ (см. рис.1), прекратить подвод тепла, то оно останется кристаллическим, устойчивым при этой температуре и при этом запасе энергии E .

Однако если к точке плавления $T_{пл,1}$ идти со стороны расплава, то при температуре плавления $T_{пл,1}$ устойчивым будет только жидкое состояние, но с большим, чем у кристаллического состояния, на величину удельной теплоты плавления $\Delta E_{пл}$ запасом энергии. И до тех пор, пока из расплава не отобрана удельная теплота плавления $\Delta E_{пл}$, он сохраняет термодинамическую устойчивость и самопроизвольно, т.е. под влиянием внутренних сил, обусловленных взаимодействием между частицами, закристаллизоваться не может.

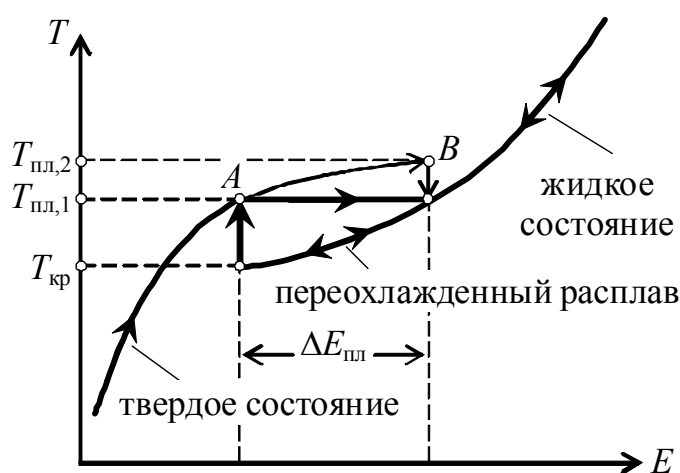


Рис.1. Линии изменения температуры при нагревании и плавлении твердого тела и при охлаждении и спонтанной кристаллизации расплава

Переохлаждение $\Delta T_1 = T_{пл,1} - T_{кр}$, необходимое для начала самопроизвольной кристаллизации, определяется отношением удельной теплоты плавления к теплоемкости расплава ниже температуры плавления. При отсутствии данных по теплоемкости переохлажденного расплава величину переохлаждения согласно авторам работы [2] можно оценить из уравнения

$$\Delta T_1 = \frac{\Delta E_{пл}}{c_{p,ж}}, \quad (1)$$

где $c_{p,ж}$ – теплоемкость расплава при температуре плавления.

Однако, если распространить логику рассуждения авторов работы [2] относительно переохлаждения расплавов на перегрев кристаллов, то можно предположить, что перегрев кристалла возможен до такой степени (тонкая линия AB на рис.1), пока не будет достигнута точка B , в которой кристаллу не будет дополнительно сообщена удельная теплота плавления $\Delta E_{пл}$. Вплоть до этой точки кристалл должен сохранять термодинамическую устойчивость и самопроизвольно, под действием внутренних сил,

обусловленных взаимодействием между частицами, не должен расплавиться.

Перегрев $\Delta T_2 = T_{\text{пл},2} - T_{\text{пл},1}$, необходимый для начала самопроизвольного плавления, должен в этом случае определяться отношением удельной теплоты плавления к теплоемкости перегретого кристалла. По аналогии с переохлаждением в первом приближении величину перегрева можно определить из уравнения

$$\Delta T_2 = \frac{\Delta E_{\text{пл}}}{c_{p,\text{кр}}}, \quad (2)$$

где $c_{p,\text{кр}}$ – теплоемкость кристалла при температуре плавления.

Так как около точки плавления теплоемкость кристаллических низкомолекулярных веществ больше, чем теплоемкость расплавов, то из уравнений (1) и (2) следует, что перегрев низкомолекулярных веществ будет меньше, чем переохлаждение. В случае полимеров должна наблюдаться похожая картина.

Таким образом, определение истинной температуры плавления кристаллических низкомолекулярных веществ и полимеров является непростой задачей. Это обстоятельство, помимо причин, имеющих чисто полимерную основу, может являться дополнительной причиной расхождения как экспериментальных данных между собой, так и экспериментальных и теоретических данных температуры плавления полимеров и композитов на их основе при атмосферном давлении.

Литература

1. *Вундерлих Б.* Физика макромолекул. Пер. с англ. - М.: Мир, 1979, Т.2. – 576 с. (Wunderlich B. Macromolecular Physics, Vol. 2 [Translated into Russian (Moscow: Mir, 1976, 576 p.)).
2. *Горох А.В., Архаров В.И.* О температурном гистерезисе фазовых превращений типа плавление-кристаллизация // Доклады АН СССР. – 1989. Т. 307. – № 3. – С. 587-592.

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА КРИСТАЛЛИЗАЦИЮ ПОЛИМЕРОВ

Е.В. Бондаренко, В.Ф. Скородумов

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Как известно, кристаллизация полимеров происходит в температурном интервале $(T_{\text{ст}}, T_{\text{пл}})$, где $T_{\text{ст}}$ – температура стеклования, $T_{\text{пл}}$ – температура плавления. Чем шире этот интервал, тем благоприятнее условия для кристаллизации. Максимум скорости кристаллизации обычно соответствует примерно середине интервала температур $(T_{\text{ст}}, T_{\text{пл}})$.

Поскольку переработка и эксплуатация полимеров часто связана с применением давления, возникает вопрос – как зависит интервал $(T_{ст}, T_{пл})$ от давления? Отсутствие информации о зависимости температуры плавления и стеклования полимеров от давления может привести не только к поломке перерабатывающего оборудования, но и к более катастрофическим последствиям.

При экспериментальном исследовании влияния давления на температуры плавления и стеклования полимеров применяют различные методы: дилатометрию, дифференциальный термический анализ, диэлектрическую релаксацию, ядерный магнитный резонанс и т.д. Примечательно, что линии стеклования, полученные из дилатометрических измерений при обычной скорости нагрева несколько градусов в минуту, сопоставимы с изохронными линиями стеклования, полученными в случае динамических исследований при частотах воздействия несколько мГц. В общем случае, анализ всей совокупности экспериментальных данных, полученных различными методами, показывает, что эти данные при соблюдении определенных условий хорошо согласуются друг с другом.

В случае атмосферного давления анализ литературных данных показывает следующее. Действительно, согласно Бимену [1] для ряда полимерных систем отношение температуры стеклования к температуре плавления приблизительно постоянно и равно $T_{ст}/T_{пл} \approx 0,67$. В свою очередь Бойер [2] при анализе отношения $T_{ст}/T_{пл}$ нашел, что для симметрических полимеров $T_{ст}/T_{пл} \cong 0,5$, а для несимметрических $T_{ст}/T_{пл} \cong 0,7$, так что в среднем $T_g/T_m \cong 0,6$. Однако более детальный анализ 132 полимеров показал, что в случае симметрических полимеров $T_{ст}/T_{пл} \cong 0,63$, а для несимметрических полимеров $T_{ст}/T_{пл} \cong 0,69$, причем в общем случае значение $T_{ст}/T_{пл}$ изменяется в пределах $0,25 \dots 0,97$ [3].

При небольших давлениях линии плавления и стеклования примерно параллельны друг другу. Однако при высоких давлениях оказалось, что темп роста температуры плавления и стеклования уменьшается с ростом давления. Это явление начинает отчетливо проявляться, когда приложенное давление достигает двух-трех тысяч атмосфер. При этом темп роста температуры стеклования становится меньше темпа роста температуры плавления.

Детальный анализ экспериментальных данных показывает, что с ростом давления интервал температур $(T_{ст}, T_{пл})$ увеличивается. Заметим, что наблюдаемое экспериментально расширение интервала температур $(T_{ст}, T_{пл})$ с ростом давления согласуется с теоретическими расчетами авторов настоящей статьи [4, 5]. Это обстоятельство приводит к парадоксальному выводу, что с ростом давления кристаллизация должна облегчаться. Действительно, с ростом давления вязкость системы должна увеличивать-

ся, приводя к замедлению переупаковки макромолекул. Однако уменьшение объема, сопровождающее увеличение давления, должно приводить к увеличению скорости зародышеобразования, так как частицам, образующим зародыш, необходимо пройти меньший путь для сближения. Определенное повышение температуры с ростом давления, должно увеличить скорость такого сближения.

Вполне возможно, что расширение интервала температур ($T_{ст}, T_{пл}$) с ростом давления является одной из причин появления так называемой высокобарической фазы полиэтилена, тройная точка которой при обычных молекулярных массах полиэтилена регистрируется при давлении примерно 350 МПа. Примечательно, что поведение линий перехода из мезофазы в расплав и в обычный кристалл аналогично поведению соответственно линий плавления и стеклования.

Литература

1. *Beaman R.G.* Relation between (apparent) second-order transition temperature and melting point. // *J. Polymer Sci.* – 1952. – V. 9. – N 5. – P. 470-472.
2. *Boyer R.F.* The relation of transition temperatures to chemical structure in high polymers. // *Rubber Chem. Technol.* – 1963. – V. 36. – N 5. – P. 1303-1421.
3. *Lee W., Knight G.R.* Ratio of the glass transition temperature to the melting point in polymers. // *British Polymer Journal.* – 1970. – V. 2. – N 1. – P. 73-80.
4. *Скородумов В.Ф., Мотавкин А.В.* Некоторые аспекты термодинамики плавления и стеклования полимеров. // *Химические волокна.* – 2010. – № 2 – С. 47-49.
5. *Бондаренко Е.В., Мотавкин А.В., Скородумов В.Ф.* pVT -свойства кристаллических полимеров. Сравнение предсказаний теории с экспериментальными данными. // *Химические волокна.* – 2014. – № 4. – С. 24-26.

ОЦЕНИВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ВЕРХНИХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Е.Н. Власова

Ивановский государственный политехнический университет, Россия

Верхние трикотажные изделия в настоящее время являются перспективной группой товаров. Ассортимент трикотажных изделий, выпускаемых российскими предприятиями, широк: от предметов первой необходимости (бельевого трикотажа), до верхней одежды, включая детские товары. Спрос на трикотажные изделия стабилен, но подвержен сезонным колебаниям по ассортиментному и сырьевому составу. Для изготовления верхней

одежды используются практичные смесовые трикотажные материалы. Такие изделия очень ноские и неприхотливые в уходе.

Потребительские свойства и показатели качества верхней трикотажной одежды подразделяются на группы и подгруппы в зависимости от их особенностей и удовлетворяемых потребностей. С целью составления оптимальной номенклатуры показателей для оценивания потребительских свойств трикотажных изделий за основу была взята номенклатура показателей качества продукции, изложенная в ГОСТ 4.45-86.

В результате анализа существующих номенклатур потребительских свойств для оценки качества верхних трикотажных изделий была составлена развернутая номенклатура. После предварительного отбора свойств верхних трикотажных изделий экспертам для ранжирования были предложены следующие характеристики: x_1 — воздухопроницаемость изделия; x_2 — растяжение; x_3 — гигроскопичность изделия; x_4 — соответствие изделия размерной и полотно-возрастной группе человека; x_5 — соответствие изделия сфере применения и условиям эксплуатации; x_6 — изменение линейных размеров после мокрой обработки; x_7 — несминаемость; x_8 — пиллингуемость; x_9 — соответствие изделия современному направлению моды; x_{10} — толщина полотна.

При ранжировании самому важному свойству определялся ранг 10, наименее важному — 1. Согласованность мнений экспертов составила $W=0,83$, что удовлетворяет условию $W \geq 0,62$, необходимому для определения коэффициентов весомости (b_i).

В результате ранжирования выявлены наиболее значимые свойства: x_1 - воздухопроницаемость ($b_1= 0,17$), x_2 - несминаемость ($b_2= 0,15$), x_7 - растяжение ($b_7= 0,16$), x_8 - пиллингуемость ($b_8= 0,14$) и x_{10} - толщина полотна ($b_{10}= 0,11$). Остальные имеют коэффициенты весомости менее 0,1.

Для дальнейших исследований произведен пересчет значимых коэффициентов весомости, далее приняты следующие обозначения $b_1=m_1$ и т.д.: $m_1=0,23$, $m_2= 0,21$, $m_7= 0,22$, $m_8= 0,19$, $m_{10}= 0,15$.

В качестве объектов оценивания были отобраны 11 платьев 46 размера, изготовленных и реализуемых ООО ТП «Мария», г. Иваново. Характеристика изделий представлена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика платьев

№	Наименование изделия и артикул	Волокнистый состав	Цена, руб./шт.
1.	Платье, 1234	хлопок 100%;	270
2.	Платье, 1581	п/э 72%, вискоза 23%, спандекс 5%.	630
3.	Платье, 1580	вискоза 70%, п/э 30%	460
4.	Платье, 1455	вискоза 60%, п/э36%, лайкра 4%	650
5.	Платье, 1644	п/э 60%, вискоза 35%, лайкра 5%	720
6.	Платье, 1494	вискоза 35%, п/э 60%, лайкра 5%	680
7.	Платье, 1575	вискоза 75%, шерсть 20%, эластан 5%.	836

8.	Платье, 1322	вискоза 40%, п/э 52%, лайкра 8%	552
9.	Платье, 1675	вискоза 75%, шерсть 20%, эластан 5%.	999
10.	Платье, 1587	вискоза 35%, п/э 60 %, лайкра 5%	825
11.	Платье, 1565	вискоза 95%, лайкра 5%	580

В ходе экспертизы были определены количественные значения показателей для указанных образцов. Так, воздухопроницаемость определялась по ГОСТ 12088-77 [1] на приборе АТЛ-2, а несминаемость - методом ориентированного смятия на приборе FF-21. По специальному шаблону вырезались 5 проб вдоль петельных рядов и 5 проб вдоль петельных столбиков. Пробы помещались в зажимное устройство и нагружались в течение 5 минут, затем нагрузка снималась и после 5 минут отдыха замерялся угол раскрытия проб. Коэффициент несминаемости вычислялся как отношение угла раскрытия к 180° .

Определение разрывных характеристик и растяжения согласно ГОСТ 8847-85 [2] проводилось на разрывной машине РТ-250 на пяти пробах в направлении петельных столбиков и рядов для каждого полотна. Толщина полотна замерялась толщиномером с точностью 0,01 мм. Пиллингуемость характеризуется максимальным количеством пиллей в расчете на одну элементарную пробу, определялась на приборе пиллтестер.

Перед расчетом комплексного показателя потребительских свойств ($K_{пс}$) единичные показатели переводились в относительные (q_i). За базовый уровень показателя принималось максимальное значение из совокупности измерений. $K_{пс}$ вычислялся по формуле:

$$K_{пс} = \sum(q_i \cdot m_i).$$

Итоговые результаты расчета относительных показателей (q_i) и $K_{пс}$ каждого образца представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели оценки потребительских свойств платьев

№ образца	Относительные показатели					$K_{пс}$
	q_1	q_2	q_7	q_8	q_{10}	
1	0,68	0,92	0,26	0,90	0,57	0,66
2	0,66	0,96	0,62	0,30	0,74	0,66
3	0,64	0,95	0,53	0,80	0,78	0,73
4	1,00	0,96	0,72	1,00	0,91	0,92
5	0,67	1,00	0,94	1,00	0,89	0,89
6	0,28	0,88	0,79	1,00	1,00	0,76
7	0,34	0,87	0,79	1,00	0,99	0,77
8	0,66	0,83	0,79	1,00	0,60	0,78
9	0,60	0,83	0,83	0,80	0,71	0,75
10	0,82	0,86	0,68	0,50	0,36	0,68
11	0,42	0,81	0,80	1,00	0,75	0,74

Для оценки уровня потребительских свойств воспользуемся следующей шкалой: от 0,81 до 1,00 – очень высокий уровень свойств; от 0,61 до 0,80 – высокий; от 0,41 до 0,60 – средний; до 0,40 – низкий уровень [3].

Таким образом, на основе исследования можно сделать следующие выводы. Разработана номенклатура показателей качества для оценки потребительских свойств верхних трикотажных изделий (платьев). Проведено ранжирование показателей качества верхних трикотажных изделий, которое позволило выявить наиболее важные: воздухопроницаемость изделия; несминаемость; пиллингуемость; растяжение, толщина полотна. При определении градации уровня потребительских свойств 11 платьев установлено, что очень высокий уровень потребительских свойств имеют образцы №4 и №5, остальные платья – высокий уровень.

Литература

1. ГОСТ 12088-77. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости.
2. ГОСТ 8847-85. Полотна трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньше разрывных.
3. *Власова Е.Н.* Оценка потребительских свойств шампуней / Товаровед потребительских товаров (Приложение к журналу «Товаровед продовольственных товаров»). – 2014. – №11. – С. 24-28.

ЭКСПЕРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВЕРХНИХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Е.Н. Власова

Ивановский государственный политехнический университет, Россия

Исследование выполнялось на базе ООО ТП «Мария» г. Иваново, которое выпускает женскую трикотажную одежду. В год трикотажное предприятие выпускается шесть коллекций. В каждой коллекции насчитывается от 12 до 36 моделей трикотажной женской одежды в соответствии с тенденциями моды и сезона. Задачей экспертного исследования является оценка соответствия маркировки, упаковки, качества пошива изделий требованиям нормативных документов.

В качестве образцов были выбраны: платье (№1 и №2), блуза (№3).

Готовые изделия должны быть замаркированы в соответствии с требованиями ГОСТ 3897-87 [1]. Маркировку выполняют прикреплением товарного ярлыка из картона или плотной бумаги. Сорт изделия определяют в зависимости от наличия дефектов внешнего вида, посадки изделия на фигуре, других производственно-швейных дефектов, а также дефектов внешнего вида материалов. После определения сорта на обратной стороне

ярлыка ставят клеймо предприятия с указанием номера контролера и сорта изделия.

На продукцию ООО ТП «Мария» имеется сертификат соответствия Таможенного союза. В табл. 1 представлена экспертиза маркировки и упаковки изделий.

Таблица 1

Проверка соответствия маркировки и упаковки изделий требованиям
ГОСТ 3897-87

Наименование элемента маркировки	№1 - платье	№2 - платье	№3 - блуза
Товарный ярлык			
изображение товарного знака предприятия изготовителя	присутствует		
наименование, подчиненность и местонахождение (почтовый адрес) предприятия-изготовителя	Россия, 153008. Производство/ склад: г.Иваново, пр. Строителей, д. 6.		
наименование изделия	Платье	Платье	Блуза
артикул изделия	1637	1716	1731
номер модели	Аналогичен артикулу		
размеры	58	50	44
сорт	Не указано		
дата выпуска	Не указано		
Дополнительные сведения	Символы по уходу, знак соответствия обязательной сертификации, сырьевой состав, телефон и электронный адрес предприятия, обозначение стандартов		
Лента с изображением товарного знака			
Товарный знак	присутствует в виде печати на ткани		
Контрольная лента			
Сырьевой состав Символы по уходу	Присутствует	Присутствует	Присутствует
Место крепления маркировочных средств			
Товарный ярлык	середина горловины		
Лента с изображением ТЗ	середина горловины		
Контрольная лента	Боковой шов		
Упаковка			
Вид и материал упаковки	Потребительская полиэтиленовый пакет с липким краем (30 x 40)		

Из данных табл. 1 следует, что на товарном ярлыке образцов не указан сорт и дата выпуска. На маркировке изделий ТП «Мария» изображен товарный знак, присутствует наименование и местоположение предприятия изготовителя, наименование изделия и размер, артикул, обозначение НД (ГОСТ 31409-2009 [2], ТР ТС 017/2011 [3]), манипуляционные знаки.

Трикотажные изделия по внешнему виду, модели, конструкции, сырьевому составу, структуре полотна, отделке и технологии изготовления

должны соответствовать требованиям стандартов, образцу-эталону и техническому описанию на модель.

При контроле качества проверялись внешний вид изделия, соответствие линейных размеров, качество изготовления, качество применяемых трикотажных полотен.

Контроль внешнего вида изделия начинался с проверки деталей переда, затем осматривалась спинка. Проверялось соответствие выбранных полотен, отделки, фурнитуры функциональному назначению модели, правильность подбора отдельных деталей изделия по оттенку, рисунку, плотности вязания.

Проверка соответствия линейных измерений проводилась путем сопоставления фактических измерений изделия размерам, указанным в стандартах и на товарном ярлыке.

Качество изготовления трикотажных изделий оценивается на соответствие примененных методов обработки изделия требованиям, предъявляемым к пошиву изделий из трикотажа. Обращают внимание на ровноту низа и верха изделий, пройм, горловины, низа рукавов. Учитывая особенности структуры трикотажа, изделия просматривались на столе без натяжения. Пороки трикотажных полотен и изделий по происхождению можно подразделить на следующие группы: пороки пряжи; пороки вязания; пороки отделки полотна; пороки раскроя и пошива; пороки отделки изделия.

ГОСТ 26115-84 устанавливает требования к пошиву верхних трикотажных изделий [4]. В табл. 2 приведены результаты проверки образцов на соответствие этим требованиям.

Таблица 2

Оценка соответствия изделий №1-3 требованиям раздела 2
ГОСТ 26115-84

Требования	Нормативное значение	№1 – платье	№2 – платье	№3 – блуза
п.2.2 Соединение деталей изделий	Пятиниточная краеобметочная машина	Пятиниточная краеобметочная машина		
п.2.3 Обработка срезов горловины	Соответствие утвержденному образцу	Соответствует		
п.2.4 Обработка низа изделий и рукавов	Шов подгибку, пояс, заработан на машине в соответствии с утвержденным образцом	Шов в подгибку, заработанный на пятиниточной краеобметочной машине		
п.2.4.5 размер подгиба низа и рукавов для: 1) платья, 2) блузки	1) Не менее 4,0 и 2,0 см 2) Не менее 1,0 и 2,0 см	3,0 см	3,0 см	2,0 см

Правильность посадки изделия на фигуре проверялась на манекенах. Выявлено, что образцы изготовлены без нарушений требований пошива верхних трикотажных изделий. Следует отметить, что в изделиях аккуратную обработку швов, соответствие по цвету в подборе ниток. Отсутствуют дефекты, портящие внешний вид изделий. Установлена хорошая посадка изделий на манекенах и гармоничное сочетание цветов полотен и ниток.

Таким образом, произведена проверка соответствия упаковки и маркировки трех изделий требованиям нормативных документов. Из полученных данных следует, что на товарном ярлыке всех образцов не указан сорт и дата выпуска. Оценено соответствие качества пошива образцов требованиям нормативных документов. Выявлено, что все образцы изготовлены без нарушений технологии пошива верхних трикотажных изделий.

Литература

1. ГОСТ 3897-87. Изделия трикотажные. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
2. ГОСТ 31409-2009. Изделия трикотажные верхние для женщин и девочек. Общие технические условия.
3. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 017/2011 "О безопасности продукции легкой промышленности".
4. ГОСТ 26115-84. Изделия трикотажные верхние. Требования к пошиву.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ БЕЛЬЕВЫХ ТКАНЕЙ И ИХ ЭКСПЕРТИЗА

Т.М. Гриднева

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Для исследования и проведения экспертизы были отобраны 7 образцов тканей бельевого назначения. Страна-производитель всех тканей – Россия.

Таблица 1

Объекты исследования

Наименование ткани	Сырьевой Состав	Вид переплетения	Внешний вид
Ткань 1	100% хлопок	Плотняное	Яркий цветной рисунок
Ткань 2	100% хлопок	Плотняное	Белого цвета с рисунком розовых цветов
Ткань 3	100% хлопок	Плотняное	Окрашена в желто-серую полосу

Ткань 4	100% хлопок	Плотняное	Ткань белая с розовыми, зелеными и фиолетовыми полосами
Ткань 5	100% хлопок	Плотняное	Окрашена в голубой цвет с рисунком цветов
Ткань 6	100% хлопок	Плотняное	Белого цвета
Ткань 7	100% хлопок	Плотняное	Белого цвета

Для тканей, предназначенных для постельного белья, которые во время эксплуатации часто подвергаются физико-механическим воздействиям, также важны физико-гигиенические показатели. В связи с этим проводят экспертизу с целью установления соответствия свойств данных тканей требованиям нормативно-технической документации. При выборе номенклатуры определяющих показателей качества (ОПК) продукции обычно используют результаты экспертного опроса, которые обрабатывают специальными статистическими методами.

Таблица 2

Коэффициенты значимости тканей для постельного белья

Показатели качества	Коэффициент значимости
Разрывная нагрузка	0,149
Усадка после стирки	0,142
Стойкость к истиранию по плоскости	0,13
Гигроскопичность	0,121
Воздухопроницаемость	0,121
Устойчивость окраски	0,114
Поверхностная плотность	0,056
Несминаемость	0,044
Толщина	0,038
Содержание формальдегида	0,035
Ширина	0,027
Художественно - колористическое оформление	0,017

В данной работе была проведена процедура экспертизы исследуемых тканей на соответствие показателям, выявленным при экспертном опросе. Ткани проверялись на соответствие требованиям стандарта ГОСТ 29298-2005 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия». Показатели воздухопроницаемости тканей 3, 4, 6 не соответствуют ГОСТу 29298-2005 п.п. 4.2.12. В результате на ткани 1, 2 и 5 был выдан экспертное заключение, которое подтверждает соответствие этих тканей требованиям ГОСТ 29298-2005.

ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ МЕТОДА ОЦЕНКИ НА МОРОЗОСТОЙКОСТЬ НЕТКАНОГО ГЕОТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Ю.С. Грушина, Н.А. Грузинцева

Ивановский государственный политехнический университет, Россия

Строительство автомобильных дорог, отвечающих требованиям по качеству и безопасности, невозможно без применения современных инновационных строительных материалов. Наиболее востребованными строительными материалами в настоящее время являются геотекстильные материалы (как тканые, так и нетканые). Для центрального и северных регионов страны наиболее актуальным при строительстве является такие показатели геотекстильных материалов, как стойкость к перепадам температуры. Необходимо отметить, что показатель морозостойкости входит в технические условия [1] и в ОДМ [2], где имеется соответствующая методика испытаний, которая включает следующие операции: образцы, предназначенные для испытаний, погружают в емкость с водой; емкость помещают в климатическую камеру и проводят попеременное замораживание и оттаивание образцов по следующему циклу: 1) замораживание – в течение 12 часов при температуре минус 18°C; 2) оттаивание (полное размораживание) – в течение 12 часов при комнатной температуре (18-23)°C.

Количество циклов – 30. Образцы после попеременного замораживания и оттаивания извлекают из емкости, сушат при комнатной температуре в течение 24 часов или при температуре 60°C в течение 1 часа. После этого проводят испытания образцов на растяжение для сравнительного анализа. Для повышения информативности данного метода предлагается ввести новые операции, связанные с испытаниями на «прочность на раздирание», и «выносливость при многократном изгибе». Пооперационный алгоритм проведения испытаний на устойчивость геотекстильных материалов к многократному замораживанию и оттаиванию показан на рис.1.

В качестве количественных показателей, характеризующих данное свойство, являлись: разрывное усилие, ($F_{рас.}$), Н; раздирающее усилие, ($F_{раз.}$), Н; число циклов раздираания пробы, $F_{из.}$), цикл. Обобщенным показателем свойства «Морозостойкость» являлся показатель в виде:

$$R = 0,5 \cdot (R_{д} + R_{ш});$$

$$R_{д} = \left[\left(\frac{F}{F^*} \right)_{рас}^{\alpha_{рас}} \cdot \left(\frac{F}{F^*} \right)_{раз}^{\alpha_{раз}} \cdot \left(\frac{F}{F^*} \right)_{из}^{\alpha_{из}} \right] \leq 1;$$

$$R_{ш} = \left[\left(\frac{F}{F^*} \right)_{рас}^{\alpha_{рас}} \cdot \left(\frac{F}{F^*} \right)_{раз}^{\alpha_{раз}} \cdot \left(\frac{F}{F^*} \right)_{из}^{\alpha_{из}} \right] \leq 1;$$

где $R_{д}$ – обобщенный показатель механических свойств по длине; $R_{ш}$ – обобщенный показатель механических свойств по ширине.

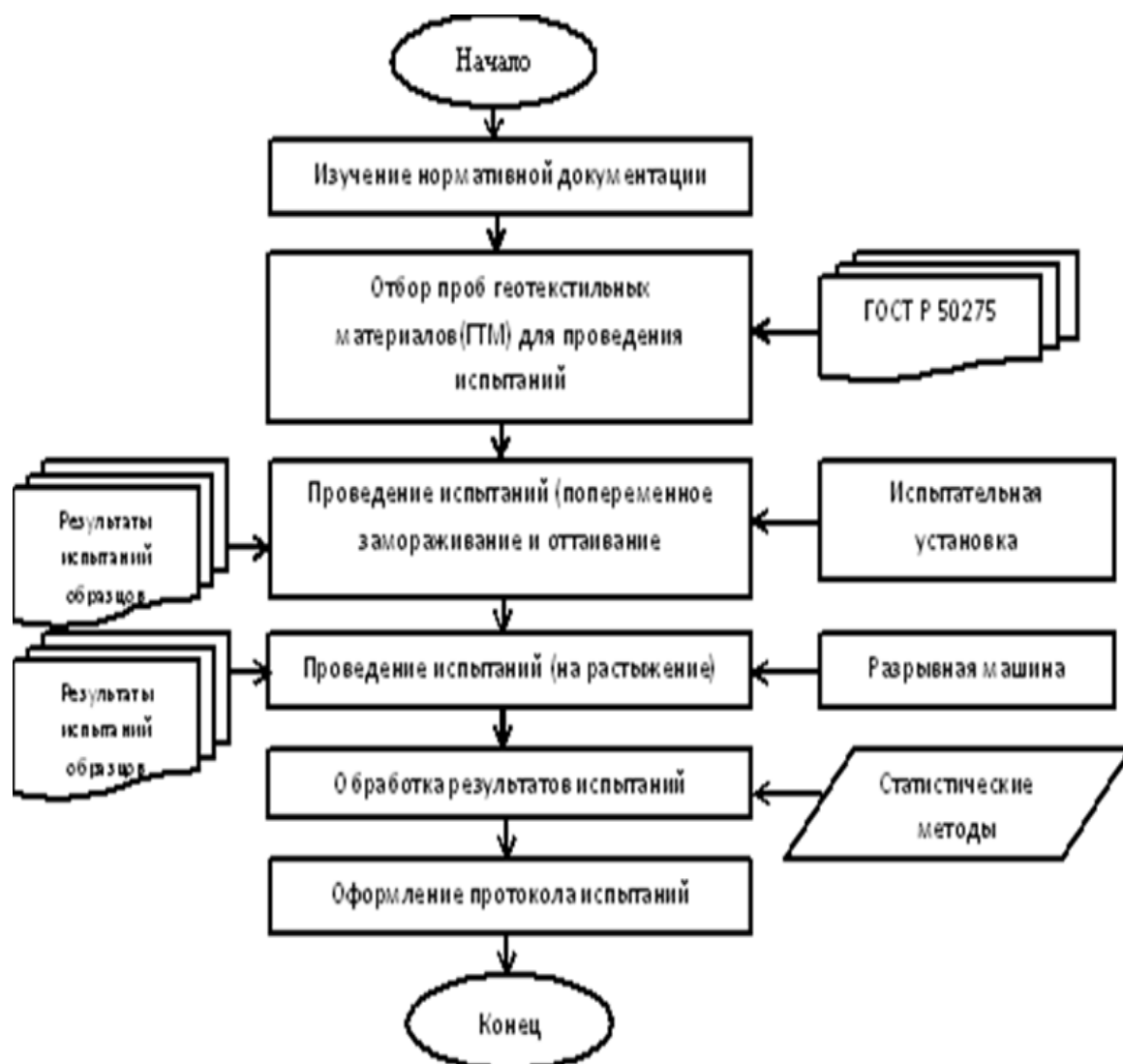


Рис. 1. Блок-схема алгоритма испытаний на морозостойкость геотекстильных материалов

Литература

1. СТО 63165618-002-2010 Полотна нетканые геотекстильные марок «Геоманит» для строительства. Технические условия.
2. ОДМ 218.5.006-2010 «Рекомендации по методикам испытаний геосинтетических материалов в зависимости от области их применения в дорожной отрасли».

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМЧИСТКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТКАНЕЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ОБЩИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

М.Г. Гуренко, А.В. Курденкова

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Одним из основных требований по безопасности и охране труда является обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, к которым относится рабочая одежда. Защитные и функциональные свойства спецодежды в значительной степени зависят от правильного материала для изготовления такой одежды, благодаря которому, а также конструктивным особенностям (минимальное количество швов, защитные клапаны по линии застежек и карманов и т. д.), создается оптимальная модель спецодежды для благоприятных условий работы.

В качестве объектов исследования данной выпускной квалификационной работы были выбраны ткани для защиты от общих производственных загрязнений. Данные ткани предназначены для изготовления одежды рабочих различных специальностей.

Основными характеристиками строения тканей являются: вид и линейная плотность нитей, их переплетение, число нитей основы или утка на 10 см ткани, заполнение, пористость, наполнение, связность и др. [1]. Результаты определения структурных характеристик приведены в табл. 1.

Таблица 1

Структурные характеристики исследуемых тканей

Наименование показателей	Наименование ткани				
	Премьер Standard 250	Премьер Cotton 280	«Карелия-2», арт. С-99/2 ЮГ	14С12-КВ	Томбой
Условное обозначение	Ткань 1	Ткань 2	Ткань 3	Ткань 4	Ткань 5
Волокнистый состав, %	35%ПЭ, 65% ХЛ	100% ХЛ	20%ПЭ, 80% ХЛ	62%ПЭ, 38% ХЛ	67%ПЭ, 33% ХЛ
Поверхностная плотность ткани M_1 , г/м ²	252	276	264	232	260
Линейная плотность нитей основы T_o , текс	45,0	51,2	48,4	42,6	45,8
Линейная плотность нитей утка T_y , текс	44,6	31,2	57,6	46,0	47,2
Плотность по основе P_o , нитей основы / 100 мм	300	350	330	240	260
Плотность по утку P_y , нитей / 100 мм	270	270	170	300	320
Толщина ткани b , мм	0,43	0,52	0,56	0,51	0,42
Вид переплетения	Саржевое	Саржевое	Саржевое	Полотняное	Саржевое

Разрывные характеристики текстильных полотен определяются в соответствии с ГОСТ 3813-72 [2]. В табл. 2 и на рис. 1-2 приведены результаты определения разрывной нагрузки тканей для защиты от общих производственных загрязнений после химчисток.

Таблица 2

Разрывная нагрузка тканей для защиты от общих производственных загрязнений после химчисток, Н

Вид воздействия	Наименование ткани									
	Ткань 1		Ткань 2		Ткань 3		Ткань 4		Ткань 5	
	Осно- ва	Уток	Осно- ва	Уток	Осно- ва	Уток	Осно- ва	Уток	Осно- ва	Уток
Исходная ткань	1605,0	1064,0	1064,0	818,0	1248,0	604,0	1184,0	637,3	1626,0	760,5
1 химчистка без загрязнений	1576,0	1043,0	1056,0	798,0	1243,0	593,0	1176,0	631,0	1621,0	752,0
5 химчисток без загрязнений	1493,0	1024,0	1045,0	767,0	1240,0	585,0	1165,0	629,0	1620,0	746,0
10 химчисток без загрязнений	1417,0	996,4	1030,0	742,3	1239,0	582,3	1112,0	627,4	1619,0	743,9
1 химчистка с загрязнением	1534,0	1032,0	1034,0	783,0	1213,0	574,0	1138,0	601,0	1603,0	751,0
5 химчисток с загрязнением	1462,0	984,0	991,0	724,0	1185,0	563,0	1103,0	599,0	1581,0	726,0
10 химчисток с загрязнением	1369,0	912,1	980,0	698,1	1156,0	548,9	1063,0	589,2	1548,0	682,5

На прочность тканей химчистки не оказали значительного влияния. Наилучшей прочностью по основе обладают исходные ткани 1 и 5. Однако после проведения химчисток прочность ткани 1 снижается, а у ткани 5 остается наибольшей. У ткани 1 наблюдается самое значительное изменение прочности после химчистки. Это происходит в связи с различием структуры нитей и волокнистого состава. Наихудшими значениями разрывной нагрузки по основе обладает ткань 2. По утку наилучшие показатели прочно-

сти имеет ткань 1, а наихудшие - ткань 3. Эта закономерность сохраняется и после химчисток.

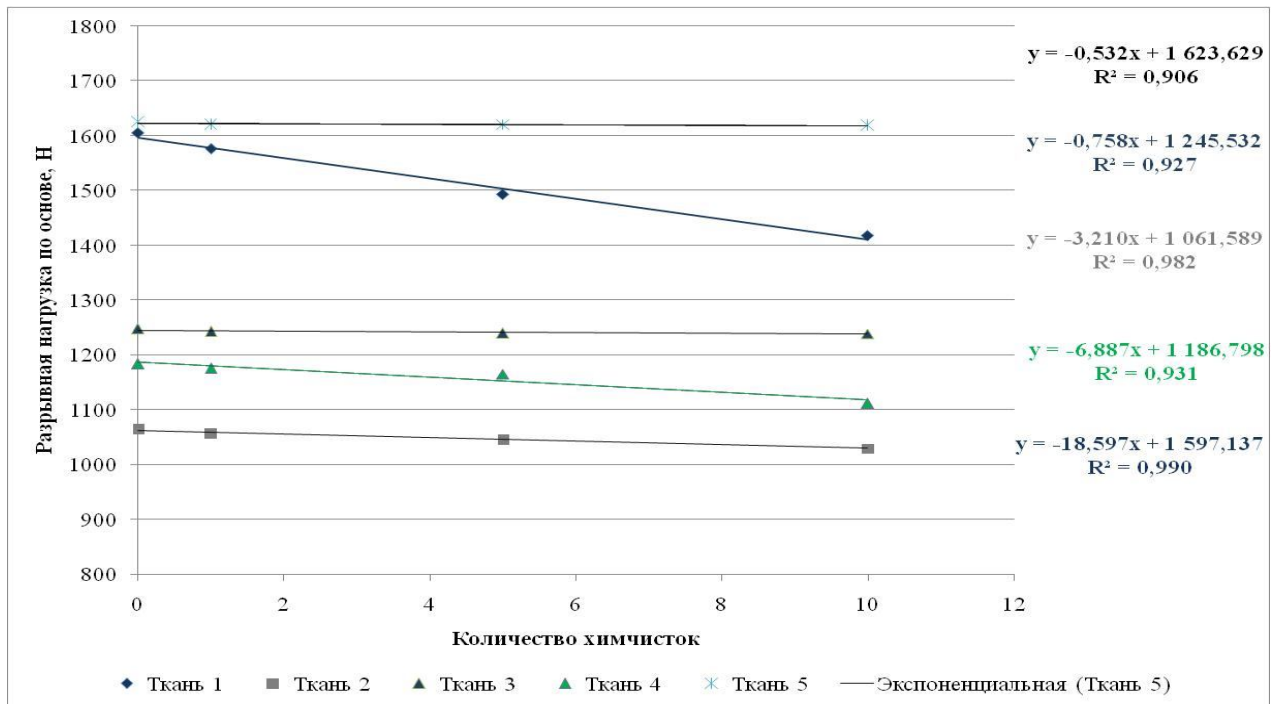


Рис. 1. Изменение разрывной нагрузки тканей по основе после химчисток без загрязнений

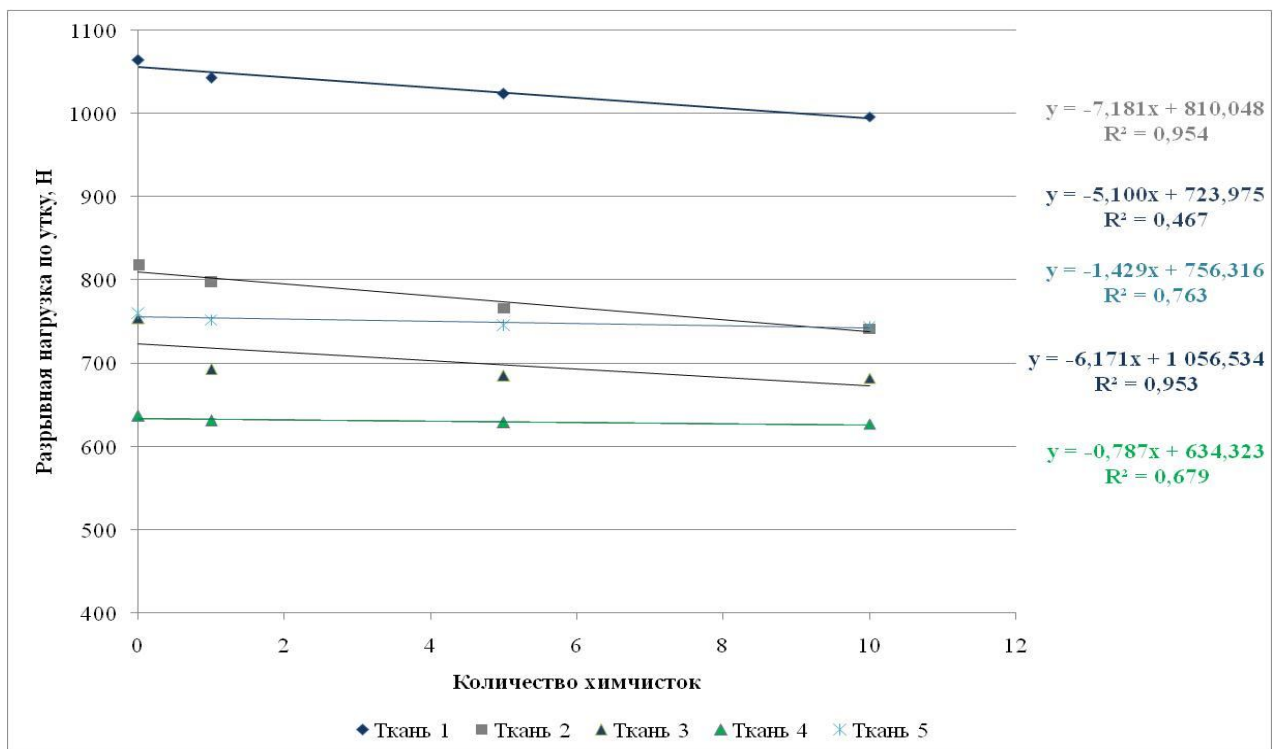


Рис. 2. Изменение разрывной нагрузки тканей по утку после химчисток без загрязнений

Изменение разрывной нагрузки происходит по линейному закону

$$y=ax+b,$$

где y - разрывная нагрузка, Н; x – количество химчисток; a , b – расчётные коэффициенты.

Литература

1. *Кирюхин С.М., Шустов Ю.С.* Текстильное материаловедение. – М.: КолосС, 2011.

2. ГОСТ 30157.0-95 «Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения».

3. ГОСТ 30157.1-95 «Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок».

4. ГОСТ 3813 «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении».

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ОГНЕСТОЙКИХ ТКАНЕЙ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ATMEGA 2560

А.Ф. Давыдов, С.В. Кудринский

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Для пакетов одежды и для тканей, важным показателем, который нормируется техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 019/2011, является теплопередача.

Решение проблемы определения коэффициента теплопередачи зависит от многих факторов, таких как сырьевой состав ткани, структурные характеристики, вид отделки. Оценка способности тканей противостоять теплопередаче является важной задачей, решение которой позволит избежать или значительно сократить риски нанесения вреда жизни и здоровью работников нефтегазового комплекса [1-4].

В данной работе предлагается макет установки для определения теплопередачи при воздействии открытого пламени, в котором минимизирован процесс участия человека (человеческий фактор), что позволяет существенно улучшить точность измерения.

Сущность метода состоит в том, что образец ткани размером 120x120мм., прижимается по краям рамкой к установочной пластине лицевой стороной вверх, которая в свою очередь прикручена к металлической оси со способностью свободно поворачивать на угол 90 градусов. Металлическая ось крепится на 4-х опорных штативах, закрепленных на платформе.

В подготовительном (начальном) положении установочная пластина расположена горизонтально платформе. Измерения температуры произво-

дятся с помощью термопары типа (К), расположенной на установочной пластине с нижней стороны испытуемого образца ткани. Открытое пламя создается с помощью газовой горелки типа (GTP-№02), заранее установленной перпендикулярно образцу на платформе.

После запуска программы, сервопривод поворачивает ось на угол 90 градусов в вертикальное положение, тем самым ставит установочную пластину с образцом ткани на линию поступающего теплового потока, от открытого пламени газовой горелки. Тепловой поток, проходя через образец ткани, попадает на термопару.

В зависимости от потока тепла на термопаре создается напряжение, которое передается через преобразователь сигнала термопары на микроконтроллер, затем отсылается в порт.

По истечении 30сек. (или иного времени) воздействия открытого пламени на образец ткани, сервопривод возвращает установочную пластину в исходное положение для смены образца.

Испытания каждого материала проводят на трех образцах. После каждого испытания регулируется начальная (стартовая) температура на термопаре, путем погружения в емкость с холодной водой. Температурные данные фиксируются на карте памяти с секундным временным периодом и температурным шагом в 0.25 °С.

Установка позволяет провести сравнительную характеристику образцов тканей, а также проследить динамику прохождения теплового потока через образцы тканей.

Программа предусматривает в автоматическом режиме подсчет коэффициентов теплопередачи образцов тканей.

На данной установке были проведены экспериментальные исследования теплопередачи огнезащитных тканей различных производителей и при этом, что все ткани были огнестойкими и соответствовали требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 019/2011, а коэффициенты теплопередачи значительно отличаются.

Ткани с повышенным коэффициентом теплопередачи не смогут защитить от теплового потока при воздействии открытого пламени.

Показатели теплопроводности тканей, предназначенных для пошива спецодежды работников нефтегазового комплекса, необходимо нормировать соответствующие стандарты и требования технического регламента Таможенного союза ТР ТС 019/2011.

Литература

1. *Давыдов А.Ф. и др.* Выбор показателей безопасности и качества тканей, используемых для пошива одежды специального целевого назначения. // Рабочая одежда и средства индивидуальной защиты. – 2006. – №2. – С. 10-12.

2. ГОСТ Р ИСО 9151-2007 ССБТ. Одежда для защиты от тепла и пламени. Метод определения теплопередачи при воздействии пламени.– М.: Стандартинформ, 2007. Дата введения 2007-07-01.

3. <http://www.ngpedia.ru/> Большая Энциклопедия Нефти и Газа. Статья «Длительное воздействие - низкая температура».

4. *Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С.* Теплопередача. Учебник для вузов. Изд. 3-е, переработ. и допол. – М.: «Энергия», 1975. - 488 с.

О МЕТОДАХ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЛЬНОЧЕСАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

А.С. Дягилев, А.А. Лапаревич, Т.Б. Савицкая, А.Г. Коган

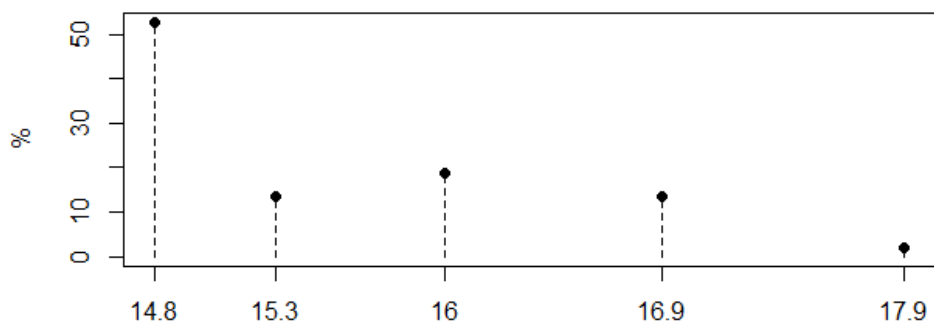
Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

В производственных условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат» контроль качества льноволокна, пряжи и полуфабрикатов осуществляется с использованием информационной системы контроля качества [1, 2]. В информационной системе фиксируются как данные о физико-механических свойствах перерабатываемых волокнистых продуктов, так и параметры технологических процессов его переработки. Накопление такой статистической информации позволяет использовать различные виды статистического анализа для оценки качества перерабатываемого сырья, прогнозирования качества вырабатываемой пряжи, оценки состояние технологического оборудования [3, 4].

На Оршанском льнокомбинате чесание льноволокна осуществляется на льночесальных машинах российского и китайского производства: АЧЛ, АР-500-ЛЗ, Цзиньдэ и GOLDEN Eagle FX-2003. На вход льночесальной машины поступает длинный трепаный лен, на выходе получают два продукта: чесаный лен в ленте и льняной очес [5]. Согласно действующей нормативной документации качество трепаного, чесаного льноволокна и льняного очеса определяется инструментальным методом и оценивается показателем, называемым «номер», характеризующим прядильную способность льноволокна [6].

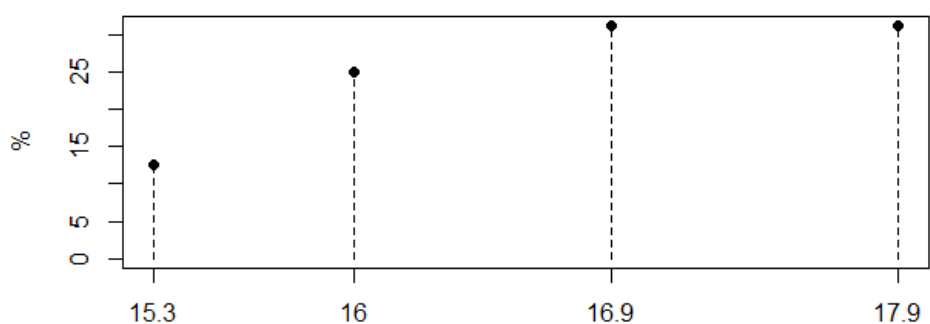
На рис. 1 приведены распределения номеров чесаного льноволокна в ленте вырабатываемого чесанием длинного трепаного льноволокна урожая 2015 года 11 номера на разных льночесальных машинах в производственных условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат».

Применение в автоматическом режиме таких статистических методов как критерий Колмогорова-Смирнова и тест Граббса [7, 8], позволяют выявлять различия в качественных показателях чесаного льноволокна, выработанного на разных льночесальных машинах или на одной и той же машине в различные моменты времени.



N

а



N

б

Рис. 1. Распределения номеров чёсаного льна в ленте в результате прочесов длинного трепаного льноволокна 12 номера на машинах: а) AP-500-Л3 б) GOLDEN Eagle FX-2003

Как видно из рис.1, на выходе льночесальной машине AP-500-Л3 преобладает чёсаное льноволокно номера 14.8 в то время как на выходе льночесальной машины GOLDEN Eagle FX-2003 волокно такого номера не вырабатывается. Согласно критерию Колмогорова-Смирнова распределение номеров чёсаного льна в ленте на машинах AP-500-Л3 и GOLDEN Eagle FX-2003 ($p\text{-value}=0.0007746$) не принадлежат одному распределению. Такая ситуация может объясняться высокой степенью износа технологической оснастки.

Применение современных информационных технологий в организации работы технологических лабораторий текстильного производства позволяет применять методы математической статистики для оперативного контроля состояния технологического оборудования.

Литература

1. Дягилев А.С., Бизюк А.Н., Коган А.Г Построение информационной системы для контроля качества длинного трепаного льноволокна. // Извест-

тия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 1 (361). – С. 51-54.

2. *Dyagilev Andrey, Biziuk Andrei, Kogan Alexander*. Estimation and prediction of longscutched flax spinning ability, Proceedings of The 90th Textile Institute World Conference, Poznań, 2016. – pp. 66-72.

3. *Дягилев А.С., Бизюк А.Н., Коган А.Г.* Производственный контроль качества длинного трепаного льноволокна. // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 2015. – № 2. – С.59.

4. *Дягилев А.С., Бизюк А.Н., Коган А.Г.* Исследование цветовых характеристик льноволокна в процессе чесания. // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2015. – № 29. – С. 31-42.

5. *Дягилев А.С., Бизюк А.Н., Коган А.Г.* Оценка прядильной способности длинного трепаного льноволокна. // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2015.– № 28. – С. 61.

6. *Дягилев А.С., Бизюк А.Н., Коган А.Г.* Исследование качественных характеристик белорусского длинного трепаного льноволокна урожая 2013 года. // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2014. – № 27. – С. 31.

7. *Дягилев А.С., Коган А.Г.* Методы и средства исследований технологических процессов: учебное пособие для студентов вузов по спец. «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов». – Витебск, 2012. – 206 с.

8. *Дягилев А.С., Коган А.Г.* Исследование и моделирование физико-механических свойств волокон котонизированного льна. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015. – № 2 (356). – С. 37-42.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОГНЕСТОЙКИХ ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ РАБОТНИКОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА ПОСЛЕ МНОГОКРАТНЫХ СТИРОК

Г.П. Егиазарян, А.В. Курденкова

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Одним из основных требований по безопасности и охране труда является обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, к которым относится рабочая одежда. Это одежда (костюмы, комбинезоны, комплекты и т.д.), специально разработанная и предназначенная для защиты сотрудников предприятия от воздействия неблагоприятных и вредных производственных факторов, что в свою очередь позволяет снизить уровень профессиональных заболеваний среди сотрудников. Свойства спецодежды, будь то защитные или функциональные, зависят от правильного выбора материала применяемого для изготовления данной одежды.

Для исследования изменения физико-механических свойств специальных тканей были взяты 4 образца, структурные характеристики которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Структурные характеристики исследуемых тканей

Наименование показателей	Наименование ткани			
	Weldshield 450	Banwear	Flameshild 400	Weldersafe
Условные обозначения	Ткань 1	Ткань 2	Ткань 3	Ткань 4
Состав ткани	100% ХЛ	88% ХЛ, 12% ПА	100% ХЛ	100% ХЛ
Поверхностная плотность ткани M_1 , г/м ²	450	305	400	440
Линейная плотность нитей основы T_0 , текс	95	65	86	80
Линейная плотность нитей утка T_y , текс	95	65	86	80
Число нитей основы на 100 мм ткани P_0	240	280	230	250
Число нитей утка на 100 мм ткани P_y	220	175	225	280
Толщина ткани b , мм	0,79	0,58	0,65	0,86
Вид переплетений	Сатин 8/1	Саржевое	Полотняное	Сатин 8/1
Пропитка	Огнестойкая технология Proban®			

Образцы подвергались 50 стиркам бытовым порошком. Критериями оценки износа после стирок были выбраны следующие физико-механические свойства: разрывная и раздирающая нагрузка, воздухо- и водонепроницаемость, водоупорность, гигроскопичность и водопоглощение. Испытания по определению физико-механических свойств проводились стандартным методикам [1-4]. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты испытаний огнестойких тканей

Наименование показателя	Ткань 1	Ткань 2	Ткань 3	Ткань 4
Образцы, не подвергавшиеся стиркам				
Разрывная нагрузка по основе, Н	2023	1053	1770	1125
Разрывная нагрузка по утку, Н	655	436	529	489
Раздирающая нагрузка по основе, Н	79	44	38	94
Раздирающая нагрузка по утку, Н	55	45	54	58
Воздухопроницаемость, дм ³ /(м ² *с)	33,22	111,5	19,95	166,7

Водоупорность, Па	1000	1700	3300	2000
Гигроскопичность, %	3,22	1,90	1,89	2,23
Водопоглощение, %	48,56	56,23	13,25	72,16
Образцы после 50 стирок				
Разрывная нагрузка по основе, Н	1236	453	862	567
Разрывная нагрузка по утку, Н	235	324	215	267
Раздирающая нагрузка по основе, Н	47	38	25	60
Раздирающая нагрузка по утку, Н	38	34	43	43
Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	27,3	66,6	13,7	148,3
Водоупорность, Па	4000	1300	2700	900
Гигроскопичность, %	4,63	5,00	3,79	7,09
Водопоглощение, %	76,47	82,02	28,16	99,23

Для проведения комплексной оценки качества огнестойких тканей после 50 стирок была построена диаграмма, представленная на рис. 1.



Рис. 1. Комплексная оценка качества огнестойких тканей

Для ее построения были получены относительные показатели качества, для расчета которых за базовые принимались значения показателей тканей, не подвергавшихся стиркам.

Комплексная оценка проводилась путем сравнения площадей многоугольника, построенного для каждой ткани. Площадь каждого многоугольника складывается из площадей треугольников, образующих фигуру. Соответственно, чем больше площадь, тем образец лучше по комплексной оценке.

Наибольшей площадью обладает многоугольник, соответствующий ткани 4. Следовательно, данный образец является наилучшим по физико-механическим свойствам после многократных стирок, а наихудшим является образец 1.

Литература

1. *Кирюхин С.М., Шустов Ю.С.* Текстильное материаловедение. – М.: КолосС, 2011
2. ГОСТ 30157.0-95 «Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения»
3. ГОСТ 30157.1-95 «Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок»
4. ГОСТ 3813 «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении»
5. ГОСТ 3816 «Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств»
6. ГОСТ 12088 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости»
7. *Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Малявко Е.Н.* Комплексная оценка механических свойств мебельных тканей. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011. – № 6. – С. 12-14.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТОР ИЗ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ ТКАНЕЙ

О.В. Иванова

Костромской государственной технологической университет, Россия

Пожарная безопасность на объектах массового скопления людей: сфера HoReCa (отели, рестораны, кафе); предприятия общественного питания в социально-бытовых учреждениях, учреждения дошкольного и дополнительного образования, социального назначения актуальная тема в рамках Федерального закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Текстильное оформление этих объектов должно соответствовать определенным нормам и правилам не только в вопросах эстетической, экологической и функциональной направленности, но и жестким требованиям по пожарной безопасности [1,2].

Известно, что комната площадью 30-40 м² сгорает в течение 10–15 минут в результате возгорания портьеры, на которую случайно попала искра. При этом угрозой для жизни людей представляет не столько огонь, сколько токсический дым, выделяемый горящими и тлеющими предметами и вызывающий удушье [3].

Поэтому, не удивителен стабильный спрос на ткани для штор, устойчивые к возгоранию, а также обладающие комплексом других, полезных для потребителя свойств.

Ткани для штор подразделяют на легко- и трудновоспламеняемые. При этом существует два подхода к обеспечению пожаробезопасности штор:

- использование тканей имеющих в своей структуре трудновоспламеняемые волокна;
- нанесение на легковоспламеняемые ткани огнезащитных составов и веществ (ОЗСВ).

Сегодня на рынке представлены разнообразные огнезащитные составы и вещества, предлагаемые различными производителями, среди них Биопирен Нортекс, Proban, Pirovateх, Shumer, Secan и др. Пропитки чаще всего наносятся на натуральные, искусственные и синтетические материалы различной поверхностной плотности.

Достоинством тканей с пропиткой является их невысокая стоимость. Недостатком - изменение фактуры и жесткости (драпируемости) ткани [4]. Некоторые ткани с пропиткой при попадании влаги на них образуют разводы и пятна. Поэтому, для них рекомендуется только сухая чистка, так как после стирки огнезащитная отделка смывается, и требуется повторное нанесение пропитки через определенные промежутка времени.

Поэтому наиболее рациональным вариантом является использование тканей, в составе которых содержатся трудновозгораемые волокна.

Набирают популярность в России, а в Европе давно и очень широко используются трудновозгораемые ткани из волокна Trevira CS («Trevira GmbH», Германия). Это волокно представляет собой модифицированный полиэфир, в молекулярную структуру которого введены фосфорорганические соединения. Огнестойкий эффект такого материала усилен за счет удаления воды из структуры его волокон. Современные ткацкие технологии позволяют создавать из волокна Trevira CS весь спектр портьерных и обивочных тканей: от вуалей – до велюров и блэкаутов с большой поверхностной плотностью.

В табл. 1 представлен перечень отечественных и зарубежных стандартов, действующих в области декоративных полотен для интерьера, обладающих комплексом полезных потребительских свойств, в том числе и препятствующих возгоранию.

Зарубежные производители используют тесты и стандарты для определения характеристик горения текстиля (шторы, декоративные ткани).

Таблица 1

Нормативные документы, действующие в области пожаробезопасных декоративных тканей для штор

Номер стандарта	Наименование стандарта
ГОСТ 23432-89	«Полотна декоративные. Общие технические условия»
ГОСТ Р 50810-95	«Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация»
ГОСТ Р 53294-2009	Материалы текстильные. Постельные принадлежности. Мягкие элементы мебели. Шторы. Занавеси. Методы испытаний на воспламеняемость
НПБ 257-2002	«Материалы текстильные. Постельные принадлежности. Мягкая мебель. Шторы. Занавеси. Методы испытаний на воспламеняемость»
ОЕКО-ТЕХ Standard 100	«Доверие текстилю. Проверка на содержание вредных веществ»
DIN 4102-1-1998	«Огнестойкость строительных материалов и конструкций. Часть 1. Строительные материалы, термины и определения, требования и испытания»
NFPA 701	«Standard Methods of Fire Tests for Flame Propagation of Textiles and Films»
ASTM D6544 - 12	«Standard Practice for Preparation of Textiles Prior to Ultraviolet (UV) Transmission Testing»
ASTM D6603 - 12	«Standard Specification for Labeling of UV-Protective Textiles»
Методы испытаний на горение текстиля	
DIN 4102	Германия
EN 13501, EN 13772, EN 13773	Европа
NF P 92-503	Франция
BS 5867, 5438	Великобритания
NFPA 701	США

Эстетические требования к оформлению оконных проемов текстилем в рамках общего текстильного интерьера являются основными [5]. Шторы – особый объект творческой деятельности дизайнера, который моделирует и согласовывает элементы композиции модели в органичное целое и представляет форму как композиционное решение, ещё задолго до того, как определится конструкция изделия.

Основной проблемой пожаробезопасных полотен являются особенности геометрического решения элементов штор при проектировании и технология изготовления [6], связанные со значительной толщиной, малой драпируемостью и наличием свето- и огнезащитной пропитки.

Опыт производства штор из пожаробезопасных полотен в салонах-магазинах штор и интерьерных салонах позволил разработать рекомендации по их проектированию и изготовлению (табл. 3).

Таблица 3

Геометрические формы штор из пожаробезопасных полотен

Название элемента	Геометрический вид элемента	Направление использования	Причины ограничения использования
Портьера, гардинное полотно		Римские шторы, японские панели, шторы плиссе, прямоугольные решения легких драпировок портьеры и гардинного полотна	Ограничения по ширине готового полотна из-за значительного веса (рекомендуется не более 3 метров в раздвинутом состоянии по карнизу)
Сваги: симметричный, асимметричный, разноуровневый, перекиды		Мягкие и жесткие ламбрекены	Ограничения по толщине и поверхностной плотности материала ($M_s \leq 300$ г/м ²), требуется специальное оборудование
Дежабо		Мягкие и жесткие ламбрекены	Ограничения по толщине и поверхностной плотности материала ($M_s \leq 400$ г/м ²), требуется специальное оборудование учитывается направление рисунка
Кокилье, Галстук		Мягкие и жесткие ламбрекены	Ограничения по толщине материала, требуется специальное оборудование, учитывается направление рисунка

Таким образом, основными особенностями при проектировании и изготовлении штор из пожаробезопасных материалов являются значительная толщина и поверхностная плотность полотна, что требует использования специального оборудования, правильного подбора машинных игл и швейных ниток. Наличие огнестойкой пропитки снижает драпируемость материалов и ограничивает использование отдельных декоративных элементов. В некоторых моделях рекомендуется обязательное использование подкладки для создания эстетичного внешнего вида в соответствии с общим интерьером помещения.

Литература

1. Иванова О.В., Смирнова С.С. К вопросу о пожарной безопасности декоративных тканей для штор. // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 3. – С. 1-5.

2. Иванова О.В., Третьякова Ю.А. Исследование потребительских свойств светозащитных полотен для интерьера. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015. – №5. – С. 136-141.

3. *Стельмашенко В.И., Шаберт Е.В.* Текстиль в интерьере гостиничного номера. // Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса. – 2009. – № 4. – С.44–49.

4. *Иванова О.В.* Проектирование показателей качества конкурентоспособного интерьерного текстиля с учетом специфики социокультурной среды. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015. – № 6 (360). – С. 21-25.

5. *Иванова О.В., Дьяченко Е.М.* Трансформативное формообразование в дизайне штор. // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2015. – № 2 (35). – С. 44-48.

6. *Иванова О.В., Смирнова Н.А., Корлакова Ю.Н.* Особенности технологической обработки изделий текстильного декора интерьера. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011. – №2. – С.68-72.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОРСКОЙ СОЛИ НА СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ НЕФТЕЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ*

А.М. Коринтели, И.В. Черунова, Т.Ю. Лесникова

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал ДГТУ), г. Шахты

В условиях эксплуатации специальной одежды на объектах нефтедобычи в море текстильные материалы подвергаются одновременному действию внешних климатических факторов: света, температуры, химического состава влаги и воздуха и внутренних – выделяемого телом избыточного тепла и влаги. Это может приводить к изменению структуры материалов и постепенному ухудшению [1].

Несмотря на то, что не происходит прямого контакта с морской водой, при испарении она оставляет след в виде твердых частиц [2]. Вместе с влагой частицы морской соли поступают в атмосферу в результате процесса испарения брызг, образовавшихся ударами волн на поверхности моря [3]. Из-за своих размеров эти частицы быстро оседают на поверхности материалов [3]. Это может приводить к внедрению мельчайших кристаллов соли в структуру материалов изделия.

В качестве примера были рассмотрены условия в районе Азовского моря, где концентрация соли в морской воде – составляет 12 % [4].

Для исследования влияния морской соли на изменение поверхностной плотности и, соответственно, общей массы защитной одежды, что определяет условия проектирования, были отобраны образцы материалов

* Работа выполнена в Донском государственном техническом университете в рамках Госзадания (№ 2838) Министерства образования и науки РФ.

специального назначения, применяемые для производства нефтезащитной одежды (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика исследуемых образцов материалов

№ п/п	Наименование ткани	Состав материала (волокна, нити)	Вид переплетения	Поверхностная плотность (г/м ²)
				До водяного раствора
1	Универсал	Хлопок, антистатическая нить	Усиленная саржа	380
2	Универсал	Хлопок, антистатическая нить	Усиленная саржа	350
3	Универсал	Хлопок, ПЭ + антистатическая нить	Усиленная саржа	270
4	Флеймстат коттон	Хлопок, антистатическая нить	Усиленная саржа	353

С учетом требований ГОСТ 3811-72 [5] были экспериментально установлены параметры изменения поверхностной плотности материалов после капиллярного насыщения морской солью с последующим полным высыханием тканей (рис. 1).



Рис. 1. Анализ изменений остаточной плотности материалов после капиллярного насыщения морской солью

При анализе результатов установлено среднее увеличение поверхностной плотности специальных материалов на 3,2 % по основе, 3 % по утку. Это говорит об увеличении массы одежды, что свидетельствует о проникновении кристаллов соли в структурные пространства материалов после полного испарения влаги с их поверхности. Полученные данные расширяют информационную базу исходных данных для проектирования специальной одежды с повышенными показателями эргономического комфорта,

т.к. позволяет учитывать изменения массы и общей нагрузки одежды на человека во время его трудовой деятельности.

Литература

1. Черунова И.В., Колесник С.А., Стефанова Е.Б. Новые технологии в проектировании средств индивидуальной защиты для условий освоения Арктики. // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – URL: <http://elibrary.ru/download/98261086.pdf>.
2. Является ли соль результатом испарения [Электронный ресурс] // Информационный портал, – Режим доступа: (http://www.origins.org.ua/page.php?id_story=676);
3. Аэрозоль морской [Электронный ресурс] // Информационный портал. – Режим доступа: (<http://ru-ecology.info/term/76666/>);
4. Азовское море [Электронный ресурс] // Информационный портал. – Режим доступа: (http://proznania.ru/?page_id=2369);
5. ГОСТ 3811-72. Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей. Введ. 01.01.1973 – Москва: Комитет стандартизации и метрологии СССР. – 15 с.

СРАВНЕНИЕ СТЕПЕНИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЙ ИНСОЛЯЦИИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПАРААРАМИДНЫХ НИТЕЙ

С.А. Костомарова, Ю.С. Шустов

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Готовые изделия и материалы из параарамидных нитей эксплуатируются в различных условиях, в том числе при воздействии влажности воздуха, погоды и т.д. Поэтому исходные материалы для их изготовления должны противостоять их длительному воздействию с максимально возможным сохранением исходных физико-механических свойств.

В качестве объектов исследования в работе были взяты высокопрочные высокомодульные гетероциклические параарамидные нити Русар, различных модификаций, выпускаемые в России (НПП «Термотекс»), предназначенные для изготовления средств баллистической защиты:

- №1 – свежесформованная нить Русар;
- №2 – термообработанная нить Русар;
- №3 – дополнительно термовытянутая нить Русар;
- №4 – высокопрочная нить Русар.

Стойкость материалов к действию погоды изучают способами:

- 1) в естественных условиях, при которых факторы старения зависят от метеорологических условий (естественная инсоляция);

2) в искусственных условиях, которые создаются на аппаратах искусственной погоды (Ксенотест и ПДС).

Для сравнения степени влияния длительности воздействия естественных и искусственных условий инсоляции на механические свойства параарамидных нитей были построены зависимости, показанные на рис. 1, 2.

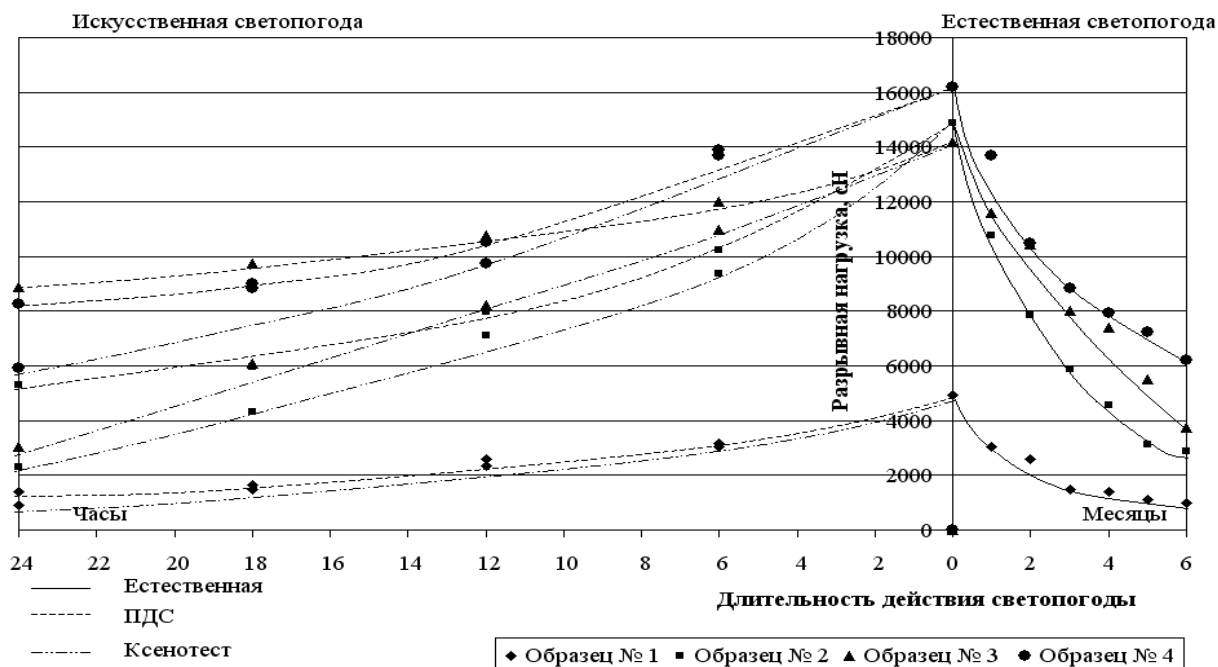


Рис. 1. Сравнение степени воздействия естественных и искусственных условий инсоляции на разрывную нагрузку нитей Русар

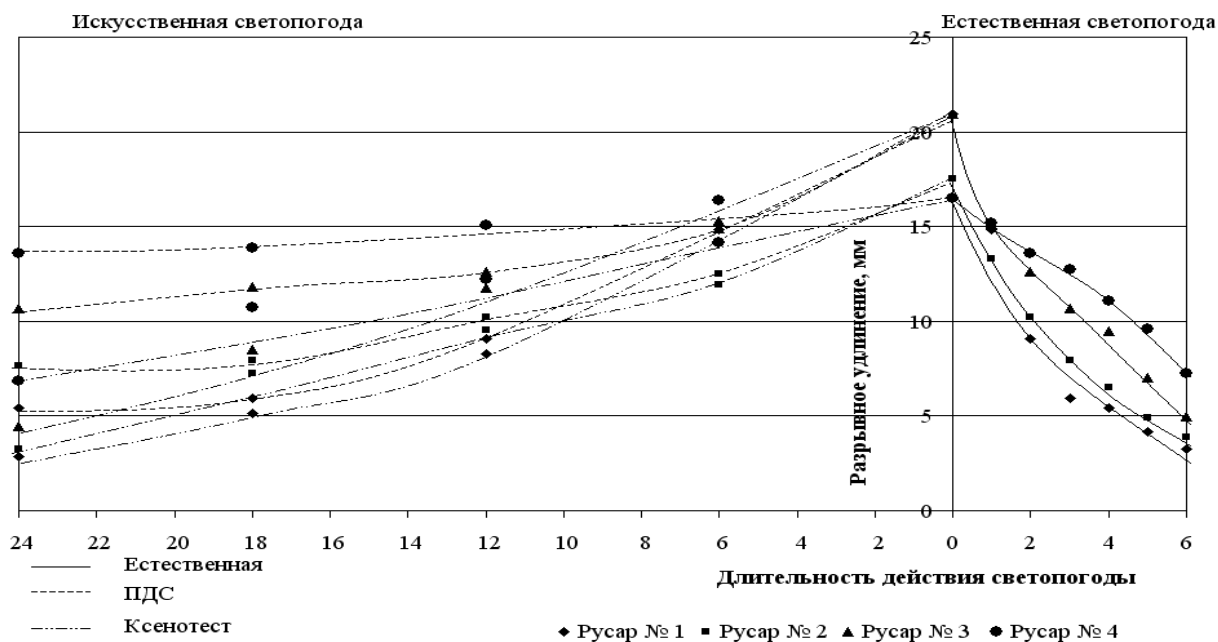


Рис. 2. Сравнение степени воздействия естественных и искусственных условий инсоляции на разрывное удлинение нитей Русар

Из графиков видно, что значения испытаний, полученные после инсоляции на приборе Ксенотест приближены к результатам, полученным после естественной инсоляции. Следовательно, 24 часа светопогоды на приборе Ксенотест соответствуют 6 месяцам действия естественных условий.

Действие светопогоды на приборе ПДС оказывает менее разрушающее воздействие на параарамидные нити.

Из графиков видно, что зависимость разрывной нагрузки и разрывного удлинения после действия естественной и искусственной светопогоды определяется экспоненциальным законом.

Таким образом, изменение источника лучистой энергии не влияет на характер изменения механических свойств, однако изменяется интенсивность уменьшения прочностных характеристик.

Следовательно, облучение на приборе Ксенотест происходит более ускоренно, чем на ПДС, поэтому проведение испытаний на установке для климатических испытаний Ксенотест можно назвать экспресс-методом.

Результаты испытаний, полученные на приборе Ксенотест, можно считать более достоверными и приближенными к естественным условиям инсоляции, так как процесс создания искусственного климата задается, регулируется и контролируется автоматически, испытываемые пробы на протяжении всего опыта находятся в замкнутом пространстве.

Литература

1. *Никитина О.В., Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Антонова О.Н.* Исследование влияния светопогоды на механические свойства параарамидных нитей. // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2007. – №2 – С. 26-28.

2. *Никитина О.В., Курденкова А.В., Шустов Ю.С.* Оценка изменения механических свойств параарамидных нитей после действия светопогоды. // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2012. – №2 – С. 15-18.

3. *Никитина О.В., Курденкова А.В., Антонова О.Н., Шустов Ю.С.* Влияние светопогоды на механические свойства параарамидных нитей Русар. // Сборник научных трудов по текстильному материаловедению. Посвящается 100-летию со дня рождения Г.Н. Кукина. – М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2007. – С. 121-127.

4. *Никитина О.В., Шустов Ю.С., Курденкова А.В.* Исследование механических свойств параарамидных нитей после воздействия искусственной инсоляции. // Межвузовская научно-техническая конференция аспирантов и студентов «Молодые ученые – развитию текстильной и легкой промышленности» (ПОИСК -2011). – Иваново: ИГТА, 2011. – С. 148-149.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫНОСЛИВОСТИ БАННЕРНЫХ ТКАНЕЙ К МНОГОКРАТНОМУ ИЗГИБУ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

А.А. Купреева, А.Ф. Давыдов, И.В. Люкшинова

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

В работе проведено исследование выносливости баннерных тканей к многократному изгибу после воздействий мороза. Выявлено влияние толщины покрытия на изменение физических свойств образцов в процессе эксплуатации.

Объектом исследования стали баннерные ткани, армированные полиэстеровой основой, образованной основными и уточными нитями номинальной линейной плотности от 113 до 116 текс, с поверхностной плотностью 122 г/м², с плотностями по основе и утку 61 нить/100 мм. Армирующая суровая ткань изготовлена из 100% полиэстеровой плоской филаментной нити (192 филамента).

Баннерные ткани представляют собой композиционный материал, состоящий из высокопрочной полиэфирной сетки в основе и двустороннего пластичного ПВХ покрытия. Баннерные ткани – это гибкие рекламносители, применяемые для изготовления разнообразных перетяжек, вывесок с внешней и внутренней подсветкой, навесов, козырьков, рекламных щитов.

Достоинствами баннерных тканей являются небольшая поверхностная плотность, прочность, длительный срок службы, устойчивость к атмосферным воздействиям, устойчивость к процессам гниения, широкий диапазон рабочих температур, устойчивость к горению, гибкость, неподверженность коррозии, высокий класс светостойкости - ткань практически не выгорает на солнце, большой выбор цветов.

Производственный процесс включает в себя подачу баннерной ткани с рулона на печатный стол принтера с печатающими головками, совершающими возвратно-поступательные движения в непосредственной близости от баннерной ткани. Головки наносят чернила на ткань в соответствии с заданной программой, обеспечивающей различные изображения рисунка.

Большинство баннерных тканей на морозе ломаются в месте изгиба. Использование таких материалов в холодное время года очень проблематично [1, 2].

Стойкость ткани к многократному изгибу определяют на изгибателях. Автоматизированный изгибатель ткани и нити АИТН-2 конструкции ЦНИХБИ предназначен для поперечного разрушения проб ткани на сгибе.

Результаты выносливости баннерных тканей к многократному изгибу после воздействий мороза приведены в табл. 1.

Таблица 1

Часы воздействия мороза	Число циклов до разрушения ПВХ покрытия			
	Ткань 1	Ткань 2	Ткань 3	Ткань 4
0	2880	2150	3206	3155
189 (1 неделя)	2875	2109	3200	3123
378 (2 недели)	2877	2002	3200	3090
567 (3 недели)	2855	2005	2966	2895
756 (4 недели)	2562	1960	2860	2752
945 (5 недель)	1378	1665	2515	2660
1512 (8 недель)	1157	1610	2480	2519

Из табл. 1 видно, что по мере увеличения часов воздействия мороза число циклов, достаточных для разрушения ПВХ покрытия уменьшается. Наименьшее количество циклов, достаточных для разрушения ПВХ покрытия имеет ткань 1, матовая, имеющая достаточно тонкое ПВХ покрытие, наибольшее - ткань 4, глянцевая, с наибольшей толщиной ПВХ покрытия. Таким образом, по результатам проведенных исследований установлено, что на выносливость баннерных тканей к многократному изгибу после воздействий пониженных температур оказывает влияние вид и толщина ПВХ-покрытия. Данный показатель необходимо нормировать в соответствующих стандартах.

Литература

1. Козина А.А., Давыдов А.Ф. Исследование физико-механических свойств суровых баннерных тканей. // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2015): сборник материалов Международной научно-технической конференции. Часть 2. – М.: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2015. – С. 89-91.

2. Козина А.А., Давыдов А.Ф. Исследование причин появления дефектов готовых баннерных тканей, возникающих в отделочном производстве. // Материалы докладов 48 Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной 50-летию университета. В 2 т. Т 2 / УО «ВГТУ». – Витебск, 2015. – С. 296-297.

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ПО КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ТКАНЫХ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.А. Кусенкова, Н.А. Грузинцева

Ивановский государственный политехнический университет, Россия

За последние годы при отделке зданий и сооружений, а также при строительстве дорог широко используются геотекстильные материалы. Например, тканые геотекстильные материалы используются при внутрен-

них и внешних строительно-отделочных работах для армирования штукатурного слоя.

При рассмотрении технических условий [1] тканых геотекстильных материалов, не было выявлено значительных отличий от технических условий нетканых геотекстильных материалов [2]. Что касается методологии оценки качества геотекстильных материалов, то она в явном виде не отражена в указанных технических условиях. В данном нормативном документе приведен только перечень показателей качества и их нормативные значения.

Следовательно, методология оценки качества включает операции, связанные с определением фактических значений показателей качества (x_i) и сравнении их с нормативными ($\|x_i\|$) значениями, т.е. получение зависимости вида $\pm\Delta x_i = x_i - \|x_i\|$. В случае выхода $\pm\Delta x_i$ за допусковые границы изделие переводится в разряд не соответствующей требованиям качества.

Существующая методология комплексной оценки качества тканых изделий (например, хлопчатобумажных тканей [3]) предусматривает выделение качественной градации «сорт» и соответствующих уровней (1 сорт, 2 сорт). Установление уровней сорта осуществляются по физико-механическим показателям и порокам внешнего вида. Данная методология комплексной оценки качества [3] не подходит для тканых геотекстильных материалов ввиду того, что пороки внешнего вида (ткацкого производства) не существенно влияют на проведение отделочных работ с применением геосеток.

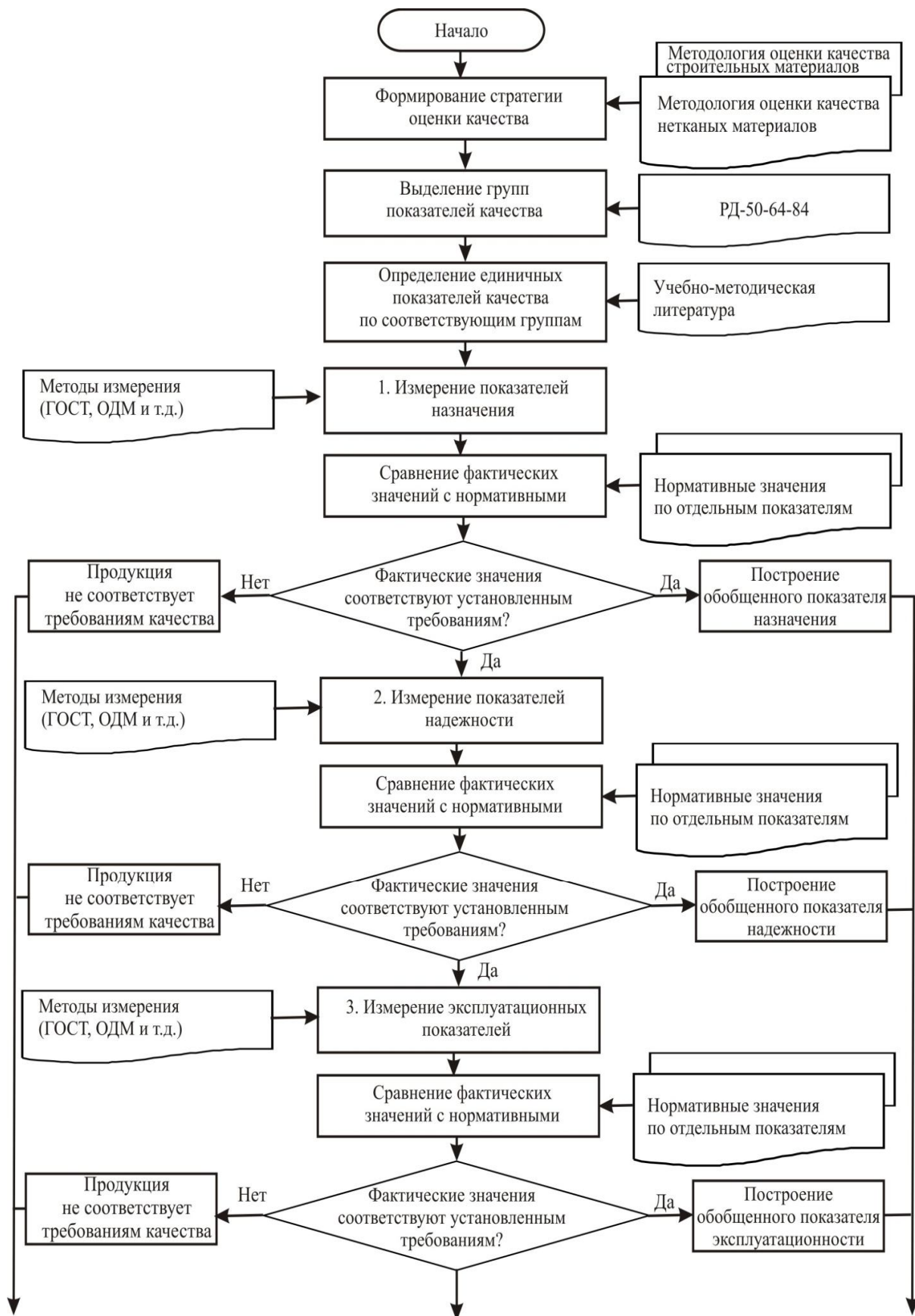
В работе изложен новый подход в комплексной оценке качества тканых геотекстильных материалов, блок-схема алгоритма которого приведена на рис.1.

Формирование номенклатуры показателей качества осуществляли по следующим группам: назначения, надежности, эксплуатационным свойствам, безопасности и экологичности. При этом устанавливали приоритетность оценки показателей качества по данным группам.

В дальнейшем проводили последовательную оценку по каждому показателю группы. Если один из показателей не соответствует нормативному значению с учётом допусковых границ, то продукция относилась к несоответствующей и браковалась.

В случае соответствия фактических и нормативных значений всех единичных показателей качества в группе показателей дается разрешение на оценку качества по показателям качества следующей группы и параллельно определяется обобщенный показатель этой группы.

Аналогично осуществляется контроль показателей качества по другим группам. Если по какой-то группе выявляется несоответствие фактического и нормативного значения показателя качества, то продукция относится к несоответствующей по качеству и её оценка приостанавливается.



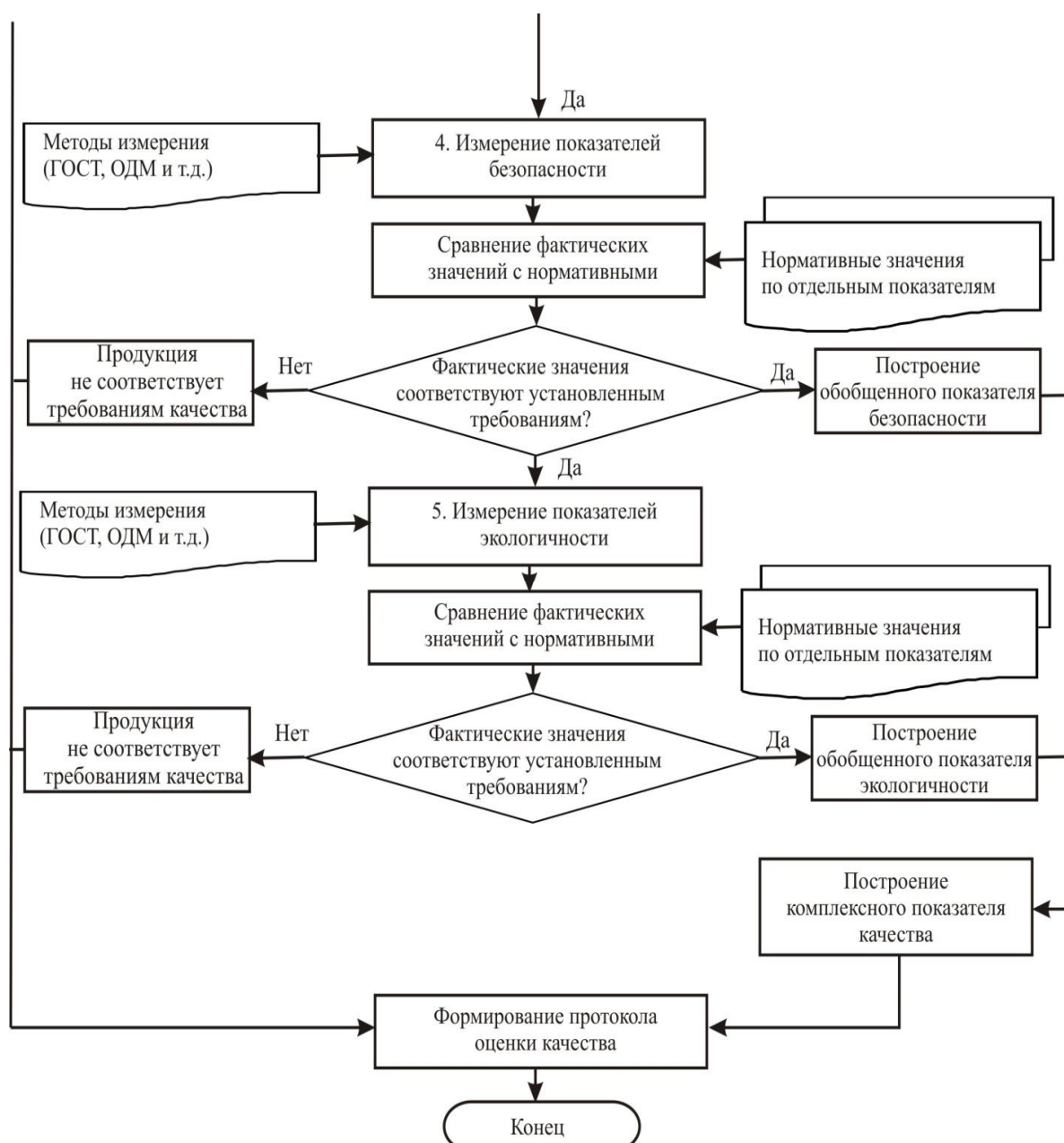


Рис. 1. Блок-схема алгоритма комплексной оценки качества ГТМ

Если успешно пройдены все предыдущие этапы, то формируется итоговая оценка из обобщенных показателей по группам, т.е. рассчитывается комплексный показатель, который сравнивается с требуемым уровнем качества.

Литература

1. СТО 18603495.002-2010Д «Геотекстиль тканый марки «Геоспан ТН».
2. СТО 18603495.002-2010 Геотекстиль тканых марки «Геоспан ТН» Технические условия.
3. ГОСТ 161-86 Ткани хлопчатобумажные, смешанные и из пряжи химических волокон. Определение сортности.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ С ИЗМЕНЯЕМЫМ ФАЗОВЫМ СОСТОЯНИЕМ

О.Р. Левшицкая

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

В настоящее время особую актуальность приобретают вопросы изучения свойств и характеристик инновационных текстильных материалов, ассортимент которых имеет устойчивую тенденцию к расширению.

Несомненный интерес представляют текстильные материалы, модифицированные с помощью микрокапсулированных веществ. Технологию микрокапсулирования используют для придания свойств текстильным материалам, которые не были возможны или экономически неэффективны с помощью других технологий. Используя технологию микрокапсулирования, можно получить материалы, обладающие различными свойствами: лечебными, косметическими, терморегулирующими, защитными, водонепроницаемыми, ароматическими и т.д.

Придание терморегулирующих свойств текстильным материалам происходит вследствие использования микрокапсулированных веществ с изменяемым фазовым состоянием. Материал с обратимыми фазами обладает способностью менять свое физическое состояние в рамках определенного температурного диапазона, таким образом, осуществляя активную терморегуляцию.

Для использования в текстильных материалах, предназначенных для изготовления одежды, обуви, наиболее перспективными теплоаккумулирующими материалами с температурой фазового перехода в термофизиологическом диапазоне температур тела человека являются углеводороды (парафины): октадекан, нонадекан, эйкозан.

Исследование теплофизических свойств теплоаккумулирующих материалов позволяет обосновать целесообразность применения данных веществ для придания новых свойств текстильным материалам.

К общим методам исследования можно отнести: метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), метод термического анализа (ТА). Метод ДСК позволяет определить основные теплофизические характеристики теплоаккумулирующих веществ: температуру фазового перехода при нагревании, удельную теплоту плавления, удельную теплоемкость. Температура кристаллизации (температура фазового перехода при остывании вещества) может быть определена методом термического анализа.

В результате экспериментальных исследований, проведенных российскими учеными, были определены основные теплофизические показатели теплоаккумулирующих материалов (табл. 1).

Таблица 1

Основные теплофизические показатели материалов с изменяемым фазовым состоянием

Теплоаккумулирующий материал	Плотность, кг/м ³	Температура фазового перехода, С			Удельная теплота плавления, Дж/г		Удельная теплоемкость, Дж/г С	
		Метод ТА	Метод ДСК	справочная	экспериментальная	справочная	экспериментальная	справочная
Октадекан	778	27,6	27,6	28,2	306	303	2,1	-
Нонадекан	777	31,2	31,2	32,2	289	-	1,9	-
Эйкозан	778	35,0	35,0	36,6	309	284	1,9	-

Источник: [1]

Проведенными исследованиями доказано постоянство фазового перехода вышеуказанных теплоаккумулирующих материалов, исходя из того, что температура плавления и кристаллизации (температура фазового прерхода) совпадают и находятся в термофизиологическом диапазоне температур тела человека 27-35 °С [1].

В текстильном производстве в странах Европы и США чаще всего используются материалы с изменяемым фазовым состоянием с температурой фазового перехода, равной 28 °С.

Также можно отметить метод исследования, основанный на инфракрасной термографии (или тепловом изображении). Это научный способ получения термограммы — изображения в инфракрасных лучах, показывающего картину распределения температурных полей.

Термографические камеры обнаруживают излучение в инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра (примерно 0,9-14 мкм) и на основе этого излучения создают изображения, позволяющие определить перегретые или переохлаждённые места. Так как инфракрасное излучение испускается всеми объектами, имеющими температуру, термография позволяет «видеть» окружающую среду с или без видимого света. Интенсивность теплового излучения тела увеличивается с повышением его температуры, поэтому термография позволяет видеть распределение температуры по поверхности тела.

Таким образом, данный метод позволяет отслеживать время и характер отдачи (аккумуляции) тепла теплорегулирующим материалом.

Вопросы производства, изучения свойств и областей применения терморегулирующих текстильных материалов интенсивно исследуются преимущественно в странах Европы, США, Японии с 1980-х годов, но неизученных вопросов остается достаточно много. Например, влияние структурных параметров на терморегулирующие свойства тканей. Также необ-

ходимо отметить, что в странах СНГ изучение данных вопросов находится на начальной стадии, что говорит о целесообразности научных исследований.

Литература

1. *Сорокина Д.Н.* Разработка и исследование специальной теплозащитной одежды с теплоаккумулирующим материалом : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Шахты: ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2012. – 22 с.

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

И.Г. Леонтьева, Л.В. Антонина

Омский университет дизайна и технологий, Россия

Современные требования к одежде детей и подростков определяются положениями законодательных и нормативно-технических документов: Закона РФ от 07.02.1992 г. № 2300-1 «О защите прав потребителей», Федерального закона РФ от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», технического регламента Таможенного союза «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков» (ТР ТС 007/2011) и СанПиН 2.4.7/1.1.1286-03 «Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых, товарам детского ассортимента и материалам для изделий (изделиям), контактирующим с кожей человека», актуальность которых повысилась с вступлением в силу Федерального закона РФ от 29.12.2012 г. № 273 «Об образовании в Российской Федерации».

Одной из проблем рынка детских товаров в России является наличие некачественной, контрафактной и фальсифицированной продукции, которая может быть опасна для здоровья и жизни ребёнка. Недобросовестные предприниматели торгуют поддельными товарами детского назначения без сертификатов, гигиенического заключения и прочих документов, подтверждающих их безопасность. Часто производители неправильно указывают состав материалов, из которых изготовлено изделие. Как показали ранее проведенные исследования, сегодня отечественный потребитель не защищён от приобретения вредного для здоровья товара и при совершении покупки в специализированных магазинах детских товаров [1-3]. По результатам анализа рынка детской одежды при изготовлении школьной формы производители используют шелковые костюмные ткани из комплексных синтетических (полиэфирных или полиамидных нитей) и пряжи из искусственных и синтетических волокон, ткани с вложением эластичных нитей, из сочетания различных видов химических нитей, шерстяные ткани с добавлением химических волокон и др.

Основные требования к одежде обучающихся в общеобразовательных организациях направлены на обеспечение обучающихся удобной и эстетичной одеждой в повседневной школьной жизни; устранение признаков социального, имущественного и религиозного различия между обучающимися; предупреждение возникновения у обучающихся психологического дискомфорта перед сверстниками; укрепление общего имиджа общеобразовательной организации; формирование школьной идентичности. Министерством образования и науки РФ приняты и утверждены требования, которых рекомендуется придерживаться при решении на школьном совете вопроса о внешнем виде формы, предусматривающие соответствие нормам делового стиля, светский характер, которые подчеркивают имидж школы; отсутствие травмирующей фурнитуры и асоциальной символики, соответствие санитарным нормам.

Основное предназначение детской одежды – это обеспечение психологического и физиологического комфорта, который, в свою очередь, предусматривает соответствие санитарно-гигиеническим требованиям; оптимальный подбор цветовой гаммы; качественное изготовление изделия; современный стиль; грамотный подбор модели; практичность, долговечность, удобство; функциональность и соответствие времени и сезону. Основным гигиеническим требованием к школьной форме является её безвредность для здоровья, так как ребёнок проводит в ней ежедневно по 5-7 часов.

В качестве объектов исследования выбраны типичные представители материалов, применяемых для изготовления блузок и сорочек, входящих в комплект школьной формы (табл. 1). Анализ рынка показал, что более 60 % блузок и сорочек изготовлены из материалов, содержащих более 50 % синтетических волокон и нитей.

Таблица 1

Результаты исследования показателей гигиенических свойств материалов

Вид материала	Волокнистый состав, %	Гигроскопичность, %	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$
Ткань блузочная (образец 1)	вискоза – 100	17,8	247
Ткань сорочечная (образец 2)	хлопок – 100	13,4	351
Ткань блузочная (образец 3)	хлопок – 95 полиуретан – 5	11,8	218
Ткань блузочная (образец 4)	хлопок – 46 полиэфир – 54	6,8	208
Ткань сорочечная (образец 5)	полиэфир – 70 хлопок – 30	3,4	187
Ткань сорочечная (образец 6)	полиэфир – 65 хлопок – 35	4,9	51
Ткань сорочечная (образец 7)	полиэфир – 67 хлопок – 33	6,2	82
Ткань блузочная (образец 8)	полиэфир – 100	2,3	247

Технический регламент Таможенного союза 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков» [4] устанавливает требования биологической и химической безопасности, предъявляемые к детской одежде в соответствии с функциональным назначением, площадью контакта с кожей и возрастом пользователя. Перечень контролируемых химических веществ определяется в зависимости от химического состава материала и вида изделия. Биологическая безопасность детской одежды и текстильных изделий обеспечивается соответствием показателей физико-гигиенических свойств (гигроскопичность, воздухопроницаемость) установленным требованиям. Детская одежда, в том числе школьная, подлежит обязательному подтверждению соответствия.

Блузки и сорочки согласно ТР ТС 007/2011 относятся к одежде и изделиям 2 слоя. Плательно-блузочные изделия имеют ограниченный, но значительный контакт с поверхностью кожи, должны обеспечивать определенный уровень гигиенических свойств, определяемых сезонностью изделия, климатическими условиями и возрастными особенностями (табл. 2).

Таблица 2

Требования биологической безопасности, предъявляемые к одежде и швейным изделиям 2 слоя из текстильных материалов для детей и подростков [4]

Возрастная группа, возраст пользователя	Гигроскопичность, %, не менее	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$, не менее
2. Одежда 2-го слоя		
Школьная группа, от 7 до 14 лет	7 (допускается не менее 4 для трикотажных изделий и изделий эпизодического использования)	100 (допускается не менее 70 – для изделий из фланели, бумазеи, футерованных (ворсованных) трикотажных полотен и материалов с полиуретановыми нитями; не менее 50 – для джинсовых и вельветовых тканей)
Подростковая группа, от 14 до 18 лет	4 (допускается не менее 2 – для трикотажных изделий и изделий эпизодического использования)	100 (допускается не менее 70 – для изделий из фланели, бумазеи, футерованных (ворсованных) трикотажных полотен и материалов с полиуретановыми нитями; не менее 50 – для джинсовых и вельветовых тканей)

По результатам исследования образцы 6, 7 сорочечных тканей не соответствуют требованиям ТР ТС 007/2011 по воздухопроницаемости, образцы 5, 8 – по показателю «гигроскопичность», следовательно, не могут быть рекомендованы для изготовления детской одежды. Блузочную ткань (образец 4) можно использовать для одежды детей старше 14 лет.

Следует заметить, что блузки и сорочки подростки часто носят без нательного белья, и фактически они выполняют функции изделия первого

слоя. Поэтому следует отдавать предпочтение изделиям из материалов с высокими показателями гигроскопичности и воздухопроницаемости (типа образцов 1-3).

Рекомендуется приобретать блузки и сорочки для школьной формы из материалов, содержащих не более 30–35% синтетических волокон для подростков и хлопчатобумажные или вискозные – детей для школьной группы. При покупке одежды необходимо обращать внимание на наличие документов, подтверждающих безопасность, и маркировку, на которой указываются данные производителя, состав материалов, рекомендации по уходу.

Соблюдение гигиенических требований к одежде позволит обеспечить комфортные условия пребывания обучающегося в помещении образовательного учреждения.

Литература

1. Леонтьева И.Г., Антонина Л.В. Оценка показателей безопасности чулочно-носочных изделий для детей // Взаимодействие высшей школы с предприятиями легкой промышленности: наука и практика. Международная научно-практическая конференция, посвященная 20-летию кафедры технологии и материаловедения швейного производства. Костромской государственной технологической университет. Кострома, 2013. – С. 132-134.

2. Леонтьева И.Г. К вопросу о качестве детской одежды // Тенденции и перспективы развития легкой промышленности и сферы услуг. 5 международный фестиваль искусства и дизайна «Формула моды : Восток-Запад». Научно-практическая конференция : материалы конференции. – Омск : Омский государственный институт сервиса, 2013. – С. 54-55.

3. Леонтьева И.Г., Антонина Л.В.. Информационная фальсификация детских товаров // Проблемы и перспективы развития лёгкой промышленности и сферы услуг : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Омск: Омский государственный институт сервиса, 2015. – С. 39.

4. ТР ТС 007/2011. Технический регламент Таможенного союза о безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков. Утверждён Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года N 876. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tsouz.ru/db/techreglam/pages/technicalreglament.aspx>. Загл. с экрана. (Дата обращения: 01. 07.16).

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СВОЙСТВ ОТ СТРУКТУРЫ МНОГОСЛОЙНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Л.А. Липатова, И.Н. Жагрина, А.А. Зюлин, Е.В. Субботина
Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

К новому перспективному ассортименту материалов относятся многослойные текстильные материалы (МТМ), получаемые клеевой технологией соединения двух и более слоев текстильных полотен разного волокнистого состава, структуры и свойств. Данная технология позволяет получать материалы с улучшенными потребительскими свойствами, при этом в качестве нижнего слоя могут использоваться текстильные полотна, которые по каким-то причинам (например, художественно-колористическое оформление вышло из моды) не пользуются спросом у населения, но обладают высокими гигиеническими и эксплуатационными свойствами [1-5].

Однако формовочная способность МТМ не изучена или изучена недостаточно, отсутствуют данные деформационных свойств МТМ и их поведение при действии влаги, температуры и давления. Поэтому изучение деформационной и формовочной способности многослойных текстильных материалов с целью получения данных для прогнозирования формуемости МТМ и их формоустойчивости является актуальным.

Исследование проводили на образцах разного состава, табл. 1. Образцы с № 1 по № 4 получены по промышленной технологии и приобретены в торговой сети. Образцы с № 5 по № 8 получены с применением акриловых соединений АК-622 в виде порошков и пленок [6-10].

Таблица 1

Характеристика структуры многослойных материалов

№ образца	Состав полотен многослойного материала	Обозначение	Ms, г/м ²	Волокнистый состав, %
1	Ткань верха – тафта арт. 52110; 2 слой– нетканое полотно арт. 9325585; Клей сополиамид марки Платамид	Арт. МТН-59010	194	1– Лс 100; 2- Хл 70, К 30
2	Ткань верха – шелк атлас арт. 32120; 2 слой – ткань арт. 257; Клей - Платамид	Арт. МТТ-32020	218	1 – Ац 100; 2 – Хл 100
3	Ткань верха –шелк арт. 32130; 2 слой– трикотажное полотно арт. 130413; Клей - Платамид	Арт. МТТр-313030	205	1 – Ац 100; 2– ВВ 100
4	Ткань верха – плащевая арт. 52340 2 слой– трикотажное полотно арт. 06040; Клей - Платамид	Арт. МТТр - 50640	268	1 – К 100; 2 – Хл 100
5	Ткань верха – шелк атлас арт. 32120; 2 слой – ткань арт. 257; Клей- акриловый порошок АК-622	Арт. МТТ-32025	242	1– Ац 100; 2 – Хл 100

6	Ткань верха –шелк арт. 32130; 2 слой – трикотаж арт. 130413; Клей –пленка АК622, Ms =80 г/м ²	Арт. МГТр-32026	250	1– Ац 100; 2 – Хл 100
7	Ткань верха –шелк арт. 32130; 2 слой – трикотажное полотно арт. 130413; Клей – пленка АК622, Ms=160 г/м ²	Арт. МГТр-32027	286	1– Ац 100; 2 – Хл 100
8	Ткань верха – шелк атлас арт. 32120; 2 слой – ткань арт. 257; Клей –пленка АК622, Ms =80 г/м ²	Арт. МГТ-32028	255	

Примечание: Ац- ацетатная нить, Хл – хлопок; Лс – лавсан; ВВ – вискоза; К – капрон; Ms-поверхностная плотность.

Образы МТМ исследовали на определение физико-механических свойств и установили, все полотна по показателям несминаемости (более 90%), прочности при одноосном растяжении (рис. 1) и жесткости при изгибе (4000-11500 мкН·см²) отвечают нормативным требованиям и могут быть рекомендованы для производства одежды. Многослойные материалы образованные акриловыми клеевыми материалами обладают большей несминаемостью и жесткостью, по сравнению с сополиамидными клеями, что свидетельствует о более высокой упругости материалов, соединенных акриловыми связующими. Сравнение показателей МТМ на тканой и трикотажной основе (нижний слой) показало, что образцы с трикотажным полотном характеризуются меньшей прочностью, чем с тканой основой, что обусловлено неодинаковой растяжимостью полотен, составляющих МТМ. Основной материал – ткань арт. 32130, характеризуется удлинением 32%, а изнаночный, трикотажное полотно арт. 130413 – 68%. В результате при растяжении МТМ всю нагрузку воспринимает основная ткань верха, и прочность композиционного материала значительно меньше, чем, если бы оба полотна воспринимали нагрузку одновременно.

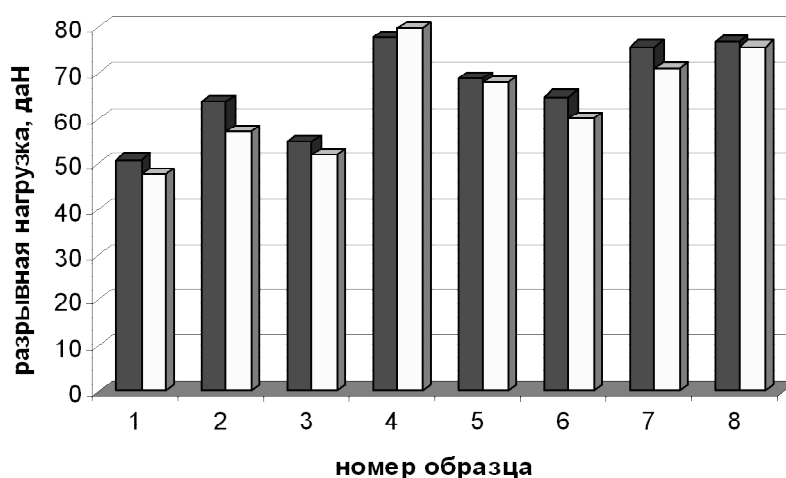


Рис. 1. Показатели разрывной нагрузки (■ - по основе, □ - по утку) многослойных материалов

Материал арт. МТН-59010 на нетканой основе (нижний слой) характеризуется наименьшей прочностью, как по сравнению с образцом на тканой, так и трикотажной основе. Однако МТМ на тканой основе обладает повышенной жесткостью, по сравнению с МТМ на основе трикотажа или нетканого полотна. Таким образом, выявленное влияние структуры основы на свойства МТМ позволяет рационально выбирать полотна его составляющие, с учетом его назначения и условий эксплуатации.

Исследование формовочной способности МТМ методом продавливания шариком показало, что по прочности и растяжимости материалы отвечают требованиям, предъявляемым к материалам для одежды. Все МТМ характеризуются высокой прочностью и сравнительно невысокой растяжимостью, что характеризует полотна как плохо формуемые (рис. 2). При 20% увлажнении значение показателей растяжимости полотен при пространственной деформации изменилось несущественно.

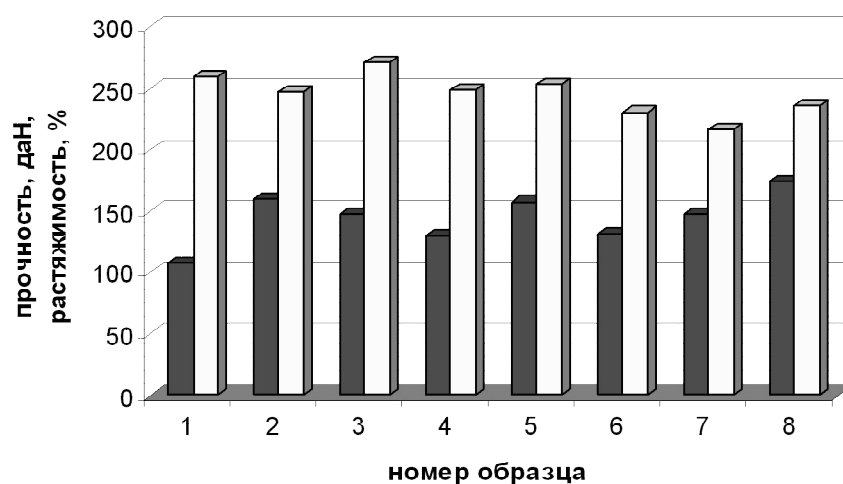




Рис. 2. Данные прочности -  и растяжимости -  образцов многослойных материалов при пространственном растяжении (без увлажнения)

Исследование деформационных свойств МТМ при одноосном одноцикловом растяжении проводили на приборе релаксометре, как при комнатной температуре (20 ± 2 °С), так и при повышенной температуре в термощкафу (табл. 2). Результаты исследований показали, что при деформировании материалов при температуре 20 ± 2 °С полная деформация и ее составные части по основе и утку составляют $1 \pm 0,5\%$, под углом 45° – $0,4-2,8\%$, что свидетельствует о низкой эластичности структуры МТМ. При этом марка связующего клея не оказывает влияния на деформационные свойства МТМ. Деформация материалов, под одновременным воздействием нагрузки и температуры значительно, в 10-20 раз, превышает деформацию этих же материалов при комнатной температуре. Значительное увеличение деформируемости материалов обусловлено тем, что под воздействием температуры происходит размягчение полимера клея, и он переходит в высокоэластическое состояние, при котором текстильная структура слоев

МТМ легко деформирует. Кроме того, в размягченном состоянии клей выступает как пластификатор, облегчающий перемещение структурных элементов текстильных полотен. Под действием температуры ослабевают межмолекулярные связи в волокнообразующем полимере текстильных полотен, что также облегчает перемещение структурных элементов и деформирование полотен. Все эти факторы способствуют значительному увеличению полной деформации МТМ.

Таблица 2

Составные части полной деформации МТМ

№ образца	Вид материала	Направление приложения нагрузки	Составные части полной деформации, %							
			При температуре 20±2 °С				При температуре формования			
			ε _у	ε _э	ε _п	ε _{пол}	ε _у	ε _э	ε _п	ε _{пол}
1	Арт. МТН-59010	Основа	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	2,6	3,1
		Уток	0,4	0,17	0,13	0,7	0,5	0,1	2,8	3,4
		Угол45°	1,0	0,5	0,3	2,8	0,7	0,3	4,8	5,8
2	Арт. МТТ-32020	Основа	0,4	0,3	0,2	0,9	0,4	0,3	1,8	2,5
		Уток	0,1	0,3	0,5	0,9	0,5	0,2	2,2	2,9
		Угол45°	0,9	0,3	0,2	1,4	0,9	0,2	3,6	4,7
3	Арт. МТТр-313030	Основа	0,6	0,4	0,4	1,4	0,5	0,2	3,0	3,7
		Уток	0,5	0,5	0,3	1,3	0,6	0,2	2,8	3,6
		Угол45°	1,1	0,5	0,6	2,2	0,8	0,3	5,0	6,1
4	Арт. МТТр-50640	Основа	0,4	0,1	0,1	0,6	0,6	0,2	2,1	2,9
		Уток	1,1	0,2	0,2	1,5	0,5	0,1	2,6	3,2
		Угол45°	1,7	0,5	0,3	2,5	0,6	0,3	3,9	4,8
5	Арт. МТТ-32025	Основа	0,4	0,3	0,3	1,0	0,9	0,3	4,4	5,6
		Уток	0,3	0,3	0,5	1,1	1,0	0,4	4,5	5,9
		Угол45°	0,9	0,3	0,2	1,4	1,5	0,5	6,7	8,7
6	Арт. МТТр-32026	Основа	0,1	0,1	0,1	0,3	2,1	0,5	13,4	16,0
		Уток	0,1	0,1	0,2	0,4	1,9	0,4	14,9	17,1
		Угол45°	0,2	0,3	0,2	0,7	2,3	0,7	21,2	24,2
7	Арт. МТТр-32027	Основа	0,1	0	0	0,1	2,6	0,7	12,4	15,7
		Уток	0,1	0	0,1	0,2	2,5	0,5	13,1	16,1
		Угол45°	0,2	0,1	0,1	0,4	4,2	0,9	19,9	25,0
8	Арт. МТТ-32028	Основа	0,1	0	0	0,1	2,7	0,7	10,9	14,3
		Уток	0,1	0	0,1	0,2	1,8	0,8	14,0	16,6
		Угол45°	0,2	0,1	0,1	0,4	3,1	1,0	18,0	22,1

При этом следует отметить, что основную долю полной деформации полотен составляет пластическая необратимая деформация. Величина упругой и особенно эластической деформаций невелика. Это обусловлено тем, что при снижении температуры термопластичный клей вновь переходит в твердое состояние, прочно фиксируя структуру материала в его новом положении. Установлено, что МТМ после формования устойчиво со-

храняют форму изделия, не осыпаются и не раздвигаются в швах, что позволяет рекомендовать эти материалы для изделий прилегающего силуэта.

Таким образом, определено влияние структуры слоев (текстильных полотен и адгезива) на прочностные свойства МТМ, что позволяет рационально выбирать полотна, составляющие многослойный материал, с учетом его назначения и условий эксплуатации.

Литература

1. Ульвачева Л.А., Бесшапошникова В.И., Жагрина И.Н., Курсанова Е.А., Змеева Е.Д., Некрасова Н.В. Анализ ассортимента многослойных текстильных материалов и разработка их классификации. // Дизайн и технологии. – 2014. – № 44 (86). – С. 71-78.

2. Нано-, био-, химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды: монография / редкол.: Г. Е. Кричевский [и др.]. – Москва: Известия, 2011. – 528 с.

3. Бесшапошникова В.И., Жилина Е.В., Ковалева Н.Е., Загоруйко М.В. Огнезащитный композиционный материал для накладных деталей спецодежды. // Дизайн и технологии. – 2010. – № 15 (57). – С. 81-85.

4. Чагина Л.Л., Смирнова Н.А., Бойко С.В. Разработка льняных комплексных материалов для швейно-трикотажных изделий. // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2011. – №1. – С. 134-137.

5. Карташова Е.Н. Разработка метода проектирования двухслойных тканей по геометрическим и механическим характеристикам : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02. – М., 2004. – 15 с.

6. Патент. 2228692 РФ С1.7А41D27/06,С09 J7/02 Бесшапошникова В.И., Сладков О.М., Артеменко С.Е., Жилина Е.В. Способ получения термоклеявого прокладочного материала. Заявка № 2002132051, дата подачи 28.11.2002, опубл. 20.05.2004 Бюл. №14.

7. Патент. 2490379 Российская федерация, МПК D 03 D 11/00. Двусторонний многослойный камуфлирующий материал / Белова И.Ю., Бондаренко Л.И., Бабашова Е.Е.; заявитель и патентообладатель ИГТА (г. Иваново). - 2011153627/12; заявл. 27.12.11; опубл. 20.08.13. Бюл. № 23.

8. Патент. № 2233107 РФ 2003 Бесшапошникова В. И., Жилина Е. В., Зайцева Н. А., Милютин Н. М. Способ получения прокладочного материала для легкой одежды. Заявка №2003104914/12(005097), опубл. 2004 Бюл. №16.

9. Бесшапошникова В.И., Жилина Е.В., Гускина Н.Е., Полушенко И.Г. Прокладочный материал для легкой одежды. // Швейная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 22-25.

10. Куликова Т.В., Ковалева Н.Е., Бесшапошникова В.И., Штейнле В.А., Смирнова Н.А. Повышение прочности клеевых соединений текстильных материалов для производства швейных изделий. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2008. – №5. – С. 76-78.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ

И.А. Маркин, Е.Б. Демократова

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Сегодня на российском рынке геосинтетических материалов доступен широкий ассортимент продукции российских и зарубежных марок, различающихся не только страной-производителем, ценой и способом производства, но также и своим назначением. Полотна, обладающие разной толщиной, поверхностной плотностью и пропускной способностью относительно воды, рекомендованы к использованию в разных условиях.

Так, в случае, когда подбирается полотно для обертывания дренажной системы, лучшим вариантом явится **тонкий геотекстиль**, имеющий минимальную плотность, у которого невысокая плотность, а такие свойства, как водопрускающая способность, прочность и другие показатели были бы на высоком уровне. При необходимости армирования щебеночного слоя целесообразно использование геотекстиля средней прочности. Прочностные свойства тонкого полотна не соответствуют данным условиям применения, а чересчур толстый геотекстиль по истечении некоторого времени может быстро забиться частицами грунта и в результате этого прийти в негодность. Предпочтительным **является использование термокрепленного геотекстиля, так как иглопробивной** не имеет необходимых гигроскопических свойств и быстро засоряется грунтом.

Тем не менее, при анализе рынка геотекстильных нетканых материалов было установлено, что зачастую продавцы не имеют достаточной информации о свойствах и наиболее целесообразных областях применения своего товара, и эта информация отсутствует в маркировке полотен. Поэтому представляется целесообразным исследование нескольких образцов, выработанных разными способами и различающихся по свойствам, но рекомендованных торговыми организациями в качестве геотекстильных материалов для дренажных систем.

В качестве объектов исследования были выбраны три варианта полотна, выработанные разными способами производства, находящие широкое применение в строительстве на территории Московской области:

Образец №1 (жёлтый) – способ производства комбинированный (иглопробивной и каландрирование),

Образец №2 (серый) – спанбонд-мелтблун-спанбонд,

Образец №3 (белый) – термобондинг.

Все полотна выработаны из полиэфирных волокон и нитей. Образец №1 (жёлтый) содержит бикомпонентные волокна.

В работе был уточнен волокнистый состав полотен и определены их структурные характеристики.

При анализе нормативной документации на геотекстильные нетканые материалы было установлено, что в настоящее время действует ряд стандартов организаций – производителей геотекстильных материалов, а также ГОСТ 33068 «Материалы геосинтетические для дренажных систем. Общие технические требования» и СТО НОСТРОЙ 2.33.22-2011. «Мелиоративные системы и сооружения. Габионные противоэрозионные сооружения. Общие требования по проектированию и строительству».

Наиболее полный перечень рекомендуемых к применению показателей качества содержится в ГОСТ 33068. В него входят: прочность при растяжении; удлинение при максимальной нагрузке; прочность швов и соединений на разрыв; прочность при продавливании; прочность на пробой (метод падения конуса); устойчивость к расслоению; ползучесть при растяжении; повреждение при монтаже; характерная ширина отверстия; пропускание воды перпендикулярно поверхности; водопроницаемость в плоскости поверхности; устойчивость к ультрафиолетовому излучению; устойчивость к агрессивным средам; микробиологическая устойчивость.

Экспертным методом выбраны определяющие показатели качества. Установлено, что ими являются прочность при растяжении, удлинение при максимальной нагрузке, прочность швов и соединений на разрыв, пропускание воды перпендикулярно поверхности, водопроницаемость в плоскости поверхности, устойчивость к агрессивным средам.

Исследование определяющих показателей качества проводилось по стандартным методикам, однако для проведения одного из испытаний – пропускания воды в плоскости поверхности – в соответствии с рекомендациями EN ISO 12958 было разработано специальное устройство.

Данное средство измерения не проходило метрологическую аттестацию и даже не относится к какому-то утверждённому типу, поэтому значительный интерес представляет определение метрологических характеристик данного средства измерений.

При анализе результатов испытания на данном устройстве было установлено, что в начале серии испытаний оно даёт значительную ошибку, завышая значение коэффициента фильтрации на непредсказуемую величину. Тем не менее, результаты второго и последующих измерений содержат лишь небольшую величину случайной погрешности. Следует отметить, что величина систематической погрешности остается невыявленной.

Предлагаемое устройство пока не может быть рекомендовано для широкого применения. Однако доработка конструкции является перспективной, а полученные в работе результаты могут быть использованы для сравнительной оценки качества исследуемых полотен.

По результатам исследования прочностных характеристик был сделан вывод, что на разрывную нагрузку повлияли: способ производства, средняя плотность и поверхностная плотность полотна. Равномерность полотна по массе на разрывную нагрузку практически не оказала влияния.

По-видимому, разрывное удлинение в значительной мере определяется уплотнённостью материала, т.е. наличием связей между волокнами. Наименьшей прочностью соединений и швов выделяется образец №1 (жёлтый), что можно объяснить низкой средней плотностью и низкой связанностью волокон.

Полученные результаты исследования механических свойств могут быть объяснены применением материала в различных свойствах грунта. Так, образец №2 (серый) характеризуется высокой прочностью и низкой растяжимостью, что целесообразно при его использовании в почве с преобладанием камней. Образец №3 (белый) обладает высокой растяжимостью при сравнительно невысокой разрывной нагрузке, что оправдывает его применение в некаменистой почве. Образец №1 (жёлтый) обладает промежуточными значениями этих свойств, что характерно для его применения в качестве геотекстиля для дренажных систем в смешанной почве.

Была обнаружена прямая зависимость коэффициента фильтрации перпендикулярно поверхности от толщины материала b : чем толще материал, тем выше коэффициент фильтрации.

Анализ результатов определения коэффициента фильтрации в плоскости поверхности показывает, что наибольшее значение данной характеристики получено для образца №2 (серый), характеризующегося наименьшей толщиной, а наименьшее – для образца №1 (жёлтый), имеющего наибольшую толщину. Это противоречит априорным соображениям, что коэффициент фильтрации должен возрастать при увеличении толщины. Полученные противоречия можно объяснить особенностями способов производства и структуры полотен. Так, образец №1 (жёлтый) изготовлен механическим способом, в отличие от образцов №2 (серый) и №3 (белый), выполненного в виде двуслойного полотна.

Можно отметить наличие положительной связи между заполнением по массе и коэффициентом фильтрации в плоскости поверхности. По-видимому, при низких значениях заполнения по массе повышена сжимаемость полотна, что способствует закрытию пор материала под действием внешних нагрузок и снижению коэффициента фильтрации.

Наибольшее изменение разрывной нагрузки после обработки как серной кислотой, так и щёлочью наблюдается у образца №3 (белый). Это можно объяснить способом производства: этот образец, в отличие от двух других, выработан без использования механических способов скрепления. Склейки между волокнами, в силу своего аморфного строения, легче разрушаются под действием кислоты, чем сами волокна. При механических способах скрепления, между волокнами возникают силы трения и цепкости, которые мало зависят от действия агрессивной внешней среды.

Увеличение прочности образцов №1 (жёлтый) и №2 (серый) по длине, можно объяснить вымыванием кислотой из состава материалов некоторых текстильных вспомогательных веществ, необходимых для нормально-

го протекания технологического процесса производства нетканых материалов, но уменьшающих силы трения и цепкости между волокнами. Данное предположение подтверждается тем, что при реакции горения образцов, обработанных кислотой, судя по виду пламени и запаху, выделяются другие продукты, чем при реакции горения исходных образцов.

Уменьшение разрывной нагрузки по ширине этих образцов, можно объяснить ориентацией волокон, преимущественно вдоль холста. Это подтверждается значениями разрывной нагрузки исходных образцов, которые по длине полотна выше, чем по ширине.

У всех рассматриваемых образцов после обработки щёлочью разрывная нагрузка по длине уменьшилась, в то время как по ширине разрывная нагрузка уменьшилась только у образца №1 (жёлтый), который выработан на основе иглопробивного способа с применением каландрирования. У образцов №2 (серый) и №3 (белый), выработанных на основе термоскрепления, наблюдается увеличение разрывной нагрузки по ширине.

Можно отметить, что разрывная нагрузка образца №2 (серый) под действием как щёлочи, так и кислоты снизилась в меньшей степени, чем у других образцов. По-видимому, это связано с его способом производства, при котором волокна образуют склейки в большом количестве случайных точек.

Судя по результатам определения разрывного удлинения, после воздействия кислоты волокна, образующие полотна, стали более хрупкими за счёт частичного разрушения межмолекулярных связей и, возможно, полимерных цепей. Под действием щёлочи, судя по увеличению разрывного удлинения разрушаются не столько сами волокна, сколько их соединения (склейки и участки зацепления волокон).

Полученные результаты испытаний сравнивались с требованиями ГОСТ 33068 и СТО НОСТРОЙ 2.33.22-2011. Можно отметить, что ГОСТ 33068 содержит нормы только прочности при растяжении, удлинения при разрыве и устойчивости к агрессивным средам, а СТО НОСТРОЙ 2.33.22-2011 – прочности при растяжении и водопроницаемости в плоскости поверхности.

Результаты испытаний образцов №1 (жёлтый) и №2 (серый) не соответствуют требованиям ГОСТ 33068, но соответствуют требованиям СТО НОСТРОЙ 2.33.22-2011, а образец №3 (белый) не соответствует ни одному из нормативных документов из-за низкой разрывной нагрузки по ширине.

Несоответствие требованиям ГОСТ 33068 вызвано жёсткими требованиями данного стандарта к разрывной нагрузке и разрывному удлинению. По требованиям к устойчивости к агрессивным средам можно сделать вывод о забраковывании образцов №1 (жёлтый) и №3 (белый), в то время как образец №2 (серый) полностью им соответствует.

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО – МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ БАМБУКОВЫХ ВОЛОКОН

А.Н. Минязова, Ф.Ф. Хакимов

Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Россия

Производство химических волокон к началу третьего тысячелетия стало одной из важнейших отраслей мировой промышленности. В последние годы наметились новые важные тенденции в создании волокон и волокнистых материалов на их основе, которые существенно изменяют возможности в удовлетворении потребностей в текстильных материалах и изделиях из них различного назначения.

В связи с постоянным повышением объемов выпуска химических волокон, немаловажное значение приобретает проблема развития сырьевых ресурсов. На смену или в дополнение к традиционным видам должны прийти новые сырьевые ресурсы для получения мономеров и/или волокнообразующих полимеров на их основе, получение которых будет основано на воспроизводимых растительных ресурсах, продуктах биотехнологии и связывании углекислого газа и азота из атмосферы. Возобновляемым видом исходного сырья для волокон является целлюлоза. Возможности ее получения из древесины еще далеко не исчерпаны [1,2].

В странах Африки, Азиатского и Тихоокеанского регионов, а также в США проводят исследования по использованию в качестве источников сырья нетрадиционных видов древесины. Более глубокие научные исследования по получению волокон и целлюлозы из древесины тропических пород и изучению их физико-химических свойств современными методами посвящены в основном таким растениям, как пальма и бамбук [3].

Бамбуковое волокно появилось сравнительно недавно и на сегодняшний день его структура и свойства недостаточно изучены, поэтому необходимо исследовать свойства бамбукового волокна для выявления его достоинств и недостатков.

В данной работе проводились исследования физико – механических свойств трикотажных полотен на основе бамбуковых и хлопковых волокон.

На основании проведенных исследований установлено, что:

- капиллярность бамбукового трикотажного полотна лучше, хлопкового полотна на 38,5%;
- водопоглощение и водоемкость бамбукового трикотажного полотна лучше, хлопкового полотна на 21,36% и 26,76% соответственно;
- значения воздухопроницаемости бамбукового трикотажного полотна на 10% больше хлопкового полотна;

- бамбуковое трикотажное полотно по рядам на 10,2 % прочнее хлопкового, но по столбикам наблюдается противоположная картина;
- бамбуковое трикотажное полотно в мокром состоянии теряет прочность в 2 раза.

Литература

1. *Перепелкин К.Е.* Современные химические волокна и перспективы их применения в текстильной промышленности. // Российский химический журнал. т. XLVI. – 2002. – №1.
2. *Перепелкин К.Е.* Полимерные материалы будущего на основе возобновляемых растительных ресурсов и биотехнологии. Часть 1. // Технический текстиль. – №18. – 2008- [Электронный ресурс] Режим доступа/: <http://rustm.net/catalog/article/1317.html>.
3. *Михайлиди А.М., Котельникова Н.Е., Геньш К.В., Кушнир Е.Ю., Базарнова Н.Г.* Состав и свойства древесины и целлюлозы тропических пород растений. // Химия растительного сырья. – 2013. – №1. – С.15.

ОБ ОДНОМ МЕХАНИЗМЕ ПОЛЗУЧЕСТИ МАТЕРИАЛОВ

Ю.К. Островский

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Учитывая сложность структуры таких материалов как ткань, кожа, пластмасса, проблема получения интегральных зависимостей, приемлемых для инженера-технолога, исходя из микроструктурных межфазных и внутрифазных взаимодействий в таких средах, становится очень сложной. Макрореологическое или феноменологическое решение проблемы основано на полуэмпирическом подходе с аналитической и цифровой обработкой и обобщением экспериментальных данных по законам механики сплошных сред.

В работе предпринята попытка учёта влияния солитонного механизма возникновения волн деформации в образце материала вязко-упруго-пластической среды, подверженного механическому внешнему воздействию, на интегральные, легко фиксируемые параметры изменения геометрической формы образца. При этом рассматриваются временные зависимости деформации образца, которые называют релаксационными, т.е. приводящими образец в состояние равновесия. Такой подход при надлежащей параметризации релаксационной зависимости, свойственной данному типу материала, обладает заметным преимуществом перед известными и наиболее часто используемыми методами одновременной регистрации деформации и силы (напряжения), действующей на образец, т.к. значительно упрощает устройства и методику измерений и, кроме того, может быть произведён быстро и без разрушения материала.

Движение растянутой ангармонической цепочки из 40 атомов, один из концов которой был закреплен, а другой освобожден в начальный момент времени, численно изучалось в работе [1]. Образующаяся при этом волна релаксации, фронт которой двигался со скоростью, большей скорости звука, порождала солитоны деформации, в месте образования которых происходил разрыв межатомных связей цепочки. Этому явлению было посвящено огромное количество научных работ, но чтобы перейти к аналогичным процессам в кожевенных материалах, вспомним учебник [2].

Самым распространённым видом деформации при изготовлении и при использовании в быту изделий из кожи является удлинение при растяжении. Большинство материалов с волокнисто-сетчатой структурой имеет нелинейную зависимость деформации от напряжения, при этом при растяжении, например, происходит сначала упругая деформация образца материала по линейному закону (со скоростью звука), затем «включается» деформация поперечного сжатия и зависимость деформации от напряжения становится нелинейной; после снятия нагрузки сначала (со скоростью звука) происходит упругое частичное восстановление, а затем более медленное эластичное восстановление образца.

Упругая и эластичная деформации обратимы, причём последняя обусловлена изменением конформации участков молекулярных цепей, образующих области неупорядоченной структуры без изменения межатомных расстояний и валентных углов (внутренней энергии молекул). Эта деформация возникает и исчезает во времени, т.к. конформационные изменения самих цепей затруднены. Наконец, образец испытывает остаточную деформацию, которую можно представить как необратимую пластическую и запаздывающую эластичную.

Пластическая деформация обусловлена необратимым перемещением макромолекул, причём для линейных полимеров она регистрируется вблизи температуры плавления, а для кожи необратимые перемещения макромолекул возможны только при разрыве макромолекул и их агрегатов. Остаточные деформации кожи при умеренных механических нагрузках являются заторможенными вынужденно эластичными и могут быть обусловлены деформацией волокнисто-сетчатой макроструктуры кожи [2].

Современные математические модели успешно построены для вязкоупругих, вязко-пластичных, упруго-пластичных сред, либо включают в себя величины (напряжение, плотность потока энергии), измерения или оценки которых проблематичны.

Исследуя процессы распространения волн деформации в одномерных цепочках [3], авторы обратили внимание на то, что, например, при скачкообразном изменении нелинейного потенциала взаимодействия между частицами цепочки энергия такой уединённой волны существенно уменьшается. Это обстоятельство позволяет сопоставить резкое уменьшение энергии солитона с явлением локального изменения величины взаимо-

действия между частицами, т.е. фактически с обрывом цепочки. Такой результат был численно зафиксирован, как уже упоминалось, и в работе [1].

Практическое применение такой идеи продемонстрируем на следующем примере. Представим полоску кожевенного материала как почти совокупность N ангармонических цепочек, представляющих собой коллагеновые волокна, каждое из которых состоит из молекулярных цепочек, взаимодействующих между собой. Выделим из этих волокон N_i волокон, которые располагаются преимущественно вдоль вектора деформации и которые будем характеризовать некоторой средней жёсткостью k_i . При растягивании такой полоски в различных волокнах создаются различные напряжения, причем в некоторых из них возникают солитоны деформации, обусловленные изменением потенциалов взаимодействия между молекулярными цепочками волокна, распространение которых по волокну может привести к их обрыву или к необратимому изменению потенциалу взаимодействия между цепочками, и, следовательно, к уменьшению жёсткости полоски в целом. В силу случайности количества волокон, участвующих в процессе деформации полоски, а также случайного характера их конструкции (белковые молекулы, фибриллы коллагенового волокна, микро- и протофибриллы) сложно проследить за процессом образования солитонов, их временем жизни и т.д. Поэтому будем считать, что количество оборванных (или необратимо деформированных) волокон пропорционально их числу и времени воздействия напряжения. Тогда для числа $N(t)$ не разрушившихся цепочек получим:

$$N(t) = \sum_{i=1}^n (N_{i\infty} + (N_{i0} - N_{i\infty}) \exp\{-\mu_i t\}), \quad (1)$$

где μ_i характеризует частоту возникновения (исчезновения) солитонов в наборе $\{N_i\}$ почти подобных цепочек, N_{i0} – начальное число не разрушившихся волокон, $N_{i\infty}$ – конечное число не разрушившихся волокон, сохранившихся после воздействия деформации. Предположим, что в простейшем случае все цепочки почти одинаковы и среднюю жёсткость полоски можно представить в виде:

$$k(t) = k_{\infty} + (k_0 - k_{\infty}) \exp\{-\mu_0 t\}, \quad (2)$$

где k_0 , k_{∞} – средние жёсткости полоски до её деформации и после восстановления (релаксации), отнесённые к единице площади поперечного сечения полоски и к единице плотности её материала. В терминологии [2] такое изменение жёсткости полоски может быть обусловлено деформацией волокнисто-сетчатой макроструктуры кожи. Таким образом, при растяжении (сжатии) полоски в некоторых волокнах образуются солитоны деформации, распространяющиеся вдоль них в течение некоторого времени и, вероятнее всего, способствующие их обрыву, что неминуемо сказывается

на жёсткости цепочек и проявляется в процессе восстановления (релаксации) полоски.

Естественным обобщением такой модели является введение вязкостного члена $\eta(t)x'(t)$ с коэффициентом вязкости

$$\eta(t) = \eta_{\infty} + (\eta_0 - \eta_{\infty}) \exp\{-v_0 t\}. \quad (3)$$

Представить продольные колебания полоски с жёсткостью (2) и вязкостью (3) можно с помощью следующей линейной краевой задачи для простейшего волнового уравнения (4), избегая известных сложностей, связанных с решением соответствующих дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом или интегральных уравнений Вольтерра.

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} = -\eta(t) \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} + k(t) \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2}, 0 < x < l, t > 0, \\ u(0,t) = 0, \frac{\partial u(l,t)}{\partial x} = 0; u(x,0) = \frac{x}{l} u_0, \frac{\partial u(x,0)}{\partial t} = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Краевая задача (4) описывает смещение поперечных сечений полоски, левый конец которой закреплён, правый свободен и в начальный момент полоска равномерно растянута (u_0 – смещение правого конца полоски). В этой модели подразумевается, что в начальный момент времени мгновенно смещён вправо правый конец полоски и с некоторым запозданием (порядка времени жизни солитона) происходит его возвращение в почти исходное положение. Определив собственные функции задачи (4), проследим за перемещением правого конца полоски, переходя к относительным деформациям и безразмерным коэффициентам жёсткости и вязкости. Тогда, в первом приближении,

$$\begin{cases} \varepsilon''(t) + \eta^*(t)\varepsilon'(t) + k^*(t)\varepsilon(t) = 0, \\ \varepsilon(0) = 1, \varepsilon'(0) = 0. \end{cases} \quad (5)$$

Численное решение задачи (5) при соответствующем подборе параметров зависимостей (2), (3) обеспечивает адекватность модели (4) экспериментальным данным. Практически такой результат можно получить, если вместо зависимостей (2), (3) воспользоваться их логистическими модификациями. Это обстоятельство порождает слабую надежду на существование солитонного механизма ползучести кожевенных материалов.

Литература

1. Мелькер А.И., Михайлин А.И., Кузнецова Т.Е. Дробление ангармонической цепочки атомов. // Механика композитных материалов. – 1979. – №4. – С.720-723.

2. Зурабян К.М., Краснов Б.Я., Бернштейн М.М. Материаловедение изделий из кожи: Учебник для вузов. – М.: Легпромиздат, 1988. – 415 с.

3. Островский Н.Ю., Уварова Л.А., Островский Ю.К. Об одной особенности распространения ударных волн в одномерных цепочках / Материалы IX научной конференции МГТУ «Станкин» и «Учебно-научного центра математического моделирования МГТУ «Станкин» – ИММ РАН» по математическому моделированию и информатике. – М.: МГТУ «Станкин», 2008. – С. 48.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШЕЛКОВЫХ БЛУЗОЧНЫХ ТКАНЕЙ

С.В. Плеханова, А.А. Рахманова

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Женские блузки – элемент одежды, который никогда не покинет гардероб женщины: огромное разнообразие фасонов, стилей, материалов дает простор для фантазии в подборе, как повседневного наряда, так и вечернего туалета. Спрос на блузки устойчив. Напротив колеблющегося спроса на ультрамодные блузки стоит постоянный спрос на классическую коллекцию. Ультрамодные блузки мало подвержены износу, а сменяются за счет смены сезона и тенденций в моде. Смена классических вещей в гардеробе женщины может в наибольшей степени происходить за счет физического износа, так как мода на классику может быть стабильной и десятилетия.

Блузки – неотъемлемый элемент гардероба современной женщины, которая предъявляет определенные требования как к дизайну, цветовому решению, так и к тканям для изготовления блуз, обладающим высокими потребительскими свойствами.

Блузочные ткани разнообразны по волокнистому составу, особое место занимают блузки из искусственных волокон, которые могут конкурировать по физико-механическим свойствам и ценовым показателям с тканями из натуральных волокон.

Цель работы – исследование физико-механических свойств шелковых блузочных тканей.

В качестве объектов исследования были выбраны 5 образцов тканей из вискозного волокна различных поверхностных плотностей (90-120 г/м²) различных производителей.

В соответствии с ГОСТ 28253 «Ткани шелковые и полушелковые плательные и плательно-костюмные. Общие технические условия» в качестве исследуемых были выбраны показатели, значения которых регламентируются стандартом: разрывная нагрузка, удлинение при разрыве, стой-

кость к раздвигаемости нитей, стойкость к истиранию, изменение размеров после мокрой обработки, несминаемость, устойчивость окраски тканей.

Анализ результатов экспертизы качества шелковых блузочных тканей установил следующее. Только образец 2 соответствует нормативным значениям, указанным в ГОСТ 28253, остальные образцы не соответствуют нормам стандарта по показателю качества «изменение размеров после мокрой обработки». По остальным исследуемым показателям образцы соответствуют нормам. По показателю качества «изменение размеров после мокрой обработки» было проведено дополнительное исследование.

В процессе эксплуатации шелковые блузки подвергаются стирке или химчистке. Представляется интересным проведение сравнительного анализа изменения линейных размеров исследуемых тканей после мокрой обработки и химчистки. По данным литературных источников наибольшая усадка происходит после первого цикла воздействия. Поэтому была определена частичная усадка после одной мокрой обработки и химчистки (табл. 1).

Таблица 1

Изменение размеров тканей после различных воздействий

Номер ткани	Изменение размеров после мокрой обработки, %		Изменение размеров после химчистки, %	
	Основа	Уток	Основа	Уток
1	2	3	4	5
1	-3	-4	0	-1,5
2	-2	0	-1,5	0
3	-7	-5	0	0
4	-8	-10	-1	-0,5
5	-7	-1	-1	0

Как видно из таблицы наибольшее значение усадки после мокрой обработки по основе и утку имеет образец 4 (-8% и -10% соответственно). Наименьшее значение – образец 2 (-2% и 0% соответственно). Наибольшее значение усадки после химчистки имеют образцы 1 (0% по основе и 1,5% по утку) и 2 (-1,5% по основе и 0% по утку). Наименьшее значение – образец 3 (усадка отсутствует).

Сравнивая значение показателей изменения размеров после различных обработок можно отметить следующее, что значение усадки после химчистки значительно меньше усадки после стирки. Разница в значениях усадки при химчистке колеблется в диапазоне (-1,5% – 0%), а после мокрой обработки – в диапазоне (-10% – 0%).

Среди потребителей бытует мнение, что после первого загрязнения блузки, ее надо подвергать химчистке. Это позволит дольше сохранить потребительские свойства ткани. В последующем изделия можно подвергать стирке. В работе было проведено исследование усадки после мокрой обра-

ботки образцов, одни из которых перед этим однократно подвергали мокрой обработке, а другие – химчистке (табл. 2).

Таблица 2

Изменение размеров тканей после последующей мокрой обработки

Номер ткани	Образцы, которые предварительно подвергали			
	мокрой обработке, %		химчистке, %	
	Основа	Уток	Основа	Уток
1	2	3	4	5
1	-2	2	-2,5	-6
2	-1	0	0	-0,5
3	-1	0	-9	-5
4	-3	-1	-7	-5
5	-3	-1	-7	-4

Анализ результатов усадки после вторичной стирки образцов, которые первоначально подвергались мокрой обработке, установил, что значения усадки для всех образцов уменьшились, как по основе, так и по утку. Значения усадки лежат в диапазоне -3 – 0%. Наибольшую усадку получили образцы 4 и 5 (по основе -3%, по утку -1%), наименьшую – 2 и 3 (по основе -1, по утку 0%).

Анализ результатов усадки после вторичной стирки образцов, которые первоначально подвергались химчистке, установил, что значения усадки для всех образцов наоборот возросли, как по основе, так и по утку. Значения усадки лежат в диапазоне -9 – 0%, т.е. примерно в том же диапазоне, что и образцы после первой стирки (-10-0). Т.о. предварительная химчистка не уменьшает последующую усадку. Наибольшую усадку получил образец 3 (по основе -9%, по утку -5%), наименьшую – 2 (по основе 0%, по утку -0,5%).

Среди основных выводов проведенного исследования можно отметить, что блузочные ткани из вискозных волокон дают меньшую усадку при химической чистке. Однако при выборе вида чистки блузок немаловажную роль играет экономическая составляющая. По Москве средняя цена химчистки колеблется от 250р до 900р, цена стирки в домашних условиях существенно ниже.

Блузка – элемент одежды повседневного ношения, следовательно, требуется постоянное поддержание ее в чистом виде. При очищении блузок из вискозных волокон методом химчистки, усадка принимает меньшие значения, однако цена на нее намного больше. Перед потребителями встает выбор: внешний вид изделия или экономическая составляющая.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ДУБЛИРОВАННЫХ СИСТЕМ МАТЕРИАЛОВ

Н.П. Полякова, Н.А. Смирнова, В.В. Замышляева

Костромской государственной технологической университет, Россия

Основной задачей процесса проектирования и производства одежды является получение устойчивой объемно-пространственной формы изделий.

В настоящее время наиболее распространенным методом создания пространственной формы одежды является конструктивный. Большое число членений обеспечивает более четкую форму одеваемой поверхности [1]. Преимуществом конструктивного метода является возможность использования разных по жесткости материалов.

Сдвиг нитей в ткани обуславливает важные показатели технологичности, такие как формообразование и изменение линейных размеров. Способность тканей к сдвигу оказывает существенное влияние на процессы проектирования и изготовления одежды, определяет формоустойчивость и размеростабильность при эксплуатации.

В процессе производства и при эксплуатации одежды проявляются свойства тканей, которые обязательно надо учитывать при конструировании одежды. Эти свойства существенно влияют на технологические процессы раскроя, пошива, окончательной отделки швейных изделий. Они определяют способы ухода за изделиями. К основному свойству, определяющему технологичность материала, относится формовочная способность, характеризующая формуемость и формоустойчивость.

Формовочная способность текстильных материалов определяется их способностью образовывать сложную пространственную форму, устойчиво закреплять и сохранять ее в процессе эксплуатации изделия. Для ее оценки принято использовать критерий формоустойчивости, то есть способности к формозакреплению [2].

Формоустойчивость и размеростабильность деталей одежды определяется деформационными и релаксационными свойствами текстильных материалов, определяющими способность тканей изменять угол между системами основных и уточных нитей, то есть способность нитей основы и утка сдвигаться относительно друг друга.

Стандартный метод исследования деформации сдвига отсутствует, поэтому информации о способности текстильных материалов к изменению угла между системами нитей недостаточно. В КГТУ разработана методика определения технологичности на основе автоматизированного метода определения деформации сдвига, позволяющего исследовать деформацию тканей и систем материалов при сдвиге нитей и восстановлении после него [3].

Технологичность тканей и систем материалов оценивалась по показателям сдвига [4]:

– жесткость при сдвиге ($P_{сдв}$, сН) – сила сопротивления ткани к сдвигу нитей до появления диагональной складки. Чем выше значение деформирующего усилия, тем активнее ткань сопротивляется сдвигу.

– коэффициент формоустойчивости при сдвиге ($K_{ф_{сдв}}$), определяемый отношением работы восстановления после сдвига к работе сдвига. Чем ближе значение коэффициента формоустойчивости к единице, тем выше способность пробы восстанавливаться после деформации.

В качестве объектов исследований выбраны наименее исследованные и широко используемые в настоящее время для изготовления костюмных изделий льняные ткани.

Исследования проводились на пробах с рабочими размерами 100×100 мм. Исследованию подвергались льняные ткани и дублированные системы материалов с разными термоклеевыми прокладочными материалами (ТКПМ). ТКПМ выбраны разных структур: на тканой основе, на трикотажной основе основовязаного и поперечновязанного переплетений, на нетканой основе [5].

Результаты исследований, приведенные для льняной ткани крепового переплетения, показали, что применение ТКПМ позволяет увеличить жесткость тканей до трех раз (рис. 1).

Наибольшая жесткость достигается при дублировании ТКПМ на тканой основе, но повышение жесткости сопровождается понижением формоустойчивости на 19%.

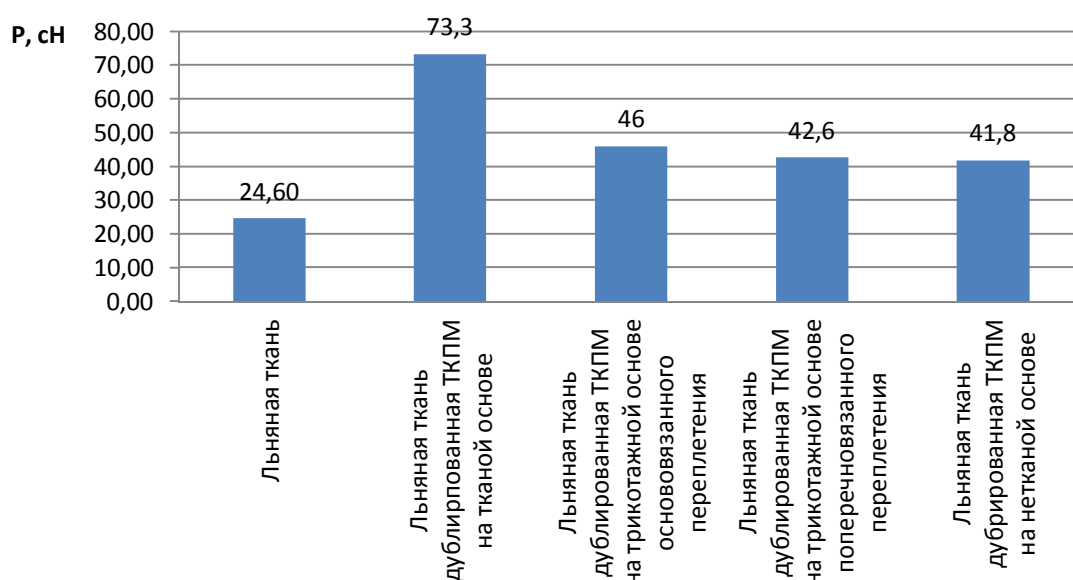


Рис. 1. Показатели жесткости дублированных систем материалов с ТКПМ (арт. 7331 – на тканой основе; арт. 3331 – на трикотажной основовязаного переплетения; арт. С50 – на трикотажной поперечновязанного переплетения; арт. 1159/817 – на нетканой основе)

Для создания пакетов, обладающих высокой упругостью и рациональной жесткостью наиболее предпочтительными являются ТКПМ на трикотажной основе поперечновязанного переплетения. ТКПМ на трикотажной основе поперечновязанного переплетения повышают жесткость при сохранении формоустойчивости. Пакеты одежды, дублированные ТКПМ на трикотажной основе поперечновязанного переплетения имеют самый высокий коэффициент формоустойчивости (0,83) (рис. 2).

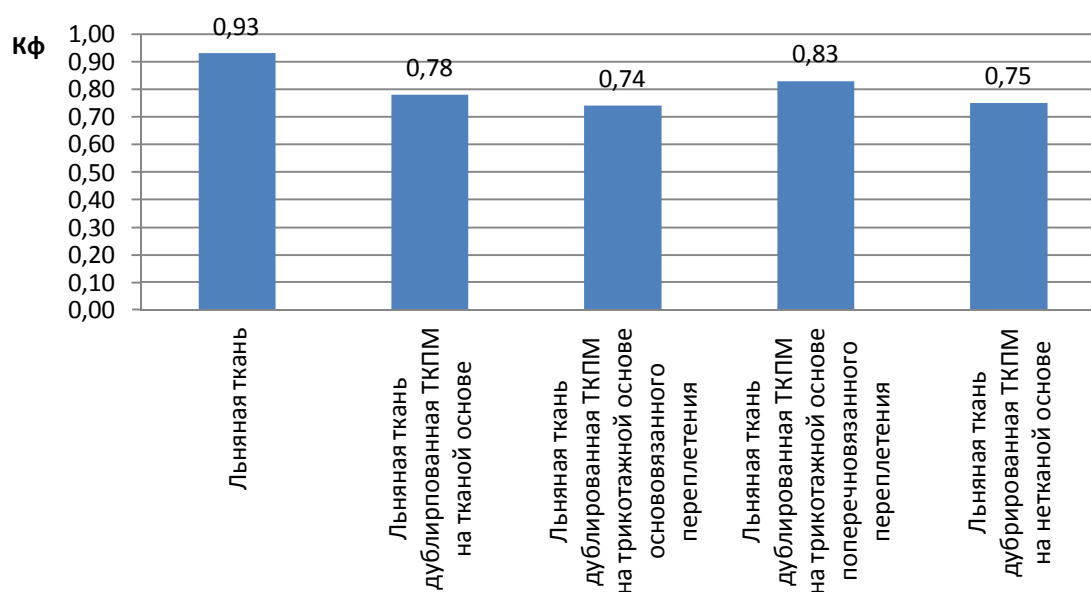


Рис. 2. Показатели коэффициента формоустойчивости дублированных систем материалов с ТКПМ

(арт. 7331 – на тканой основе; арт. 3331 – на трикотажной основовязанного переплетения; арт. С50 – на трикотажной поперечновязанного переплетения; арт. 1159/817 – на нетканой основе)

С экономической точки зрения для дублирования мелких деталей целесообразно применять самые дешёвые ТКПМ на нетканой основе, которые повышают жесткость деталей одежды и имеют достаточную формоустойчивость, соразмерную дублированным пакетам с трикотажной основой основовязанного переплетения (см. рис. 2).

Проведение исследований технологичности дублированных систем льняных тканей с ТКПМ на разных видах основы позволяет рекомендовать использование методики определения характеристик сдвига для выбора рациональных пакетов одежды, обладающих заданной жесткостью и высокой формоустойчивостью.

Литература

1. *Рогова А.П., Табакова А.И.* Изготовление одежды повышенной формоустойчивости. – М.: Легкая индустрия, 1979. – 184 с.

2. Жихарев А.П., Петропавловский Д.Г., Кузин С.К., Мишаков В.Ю. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности: Учебник для ВУЗов. – М.: Академия, 2004. – 448 с.

3. Добрынина Н.Н., Смирнова Н.А., Замышляева В.В., Лапшин В.В. Автоматизированный метод и устройство для исследования показателей качества тканей при сдвиге нитей. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – URL: www.science-education.ru/120-16521.

4. Замышляева В.В., Смирнова Н.А., Добрынина Н.Н., Полякова Н.П. Использование методики определения способности тканей к сдвигу нитей для оценки их технологичности. // Дизайн и технологии. – М.: МГУДТ. – 2015. – №48(90). – С. 58-63.

5. Бузов Б.А., Смирнова Н.А. Швейные нитки и клеевые материалы для одежды. – М.: ИНФРА-М. – 2013. – С. 192.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МНОГОКРАТНЫХ СТИРОК НА ПРОЧНОСТЬ ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ СТРОИТЕЛЕЙ

А.А. Рогова¹, Т.Н. Федулова¹, Ю.С. Шустов²

¹ Научно-исследовательский институт проблем хранения Росрезерва, Москва

² Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Для исследования изменения прочности специальных тканей, предназначенных для изготовления одежды рабочих строительных специальностей, были взяты образцы 5 различных артикулов (табл. 1).

Таблица 1

Структурные характеристики

Наименование показателей	Мастер-Стандарт Д25	Атлант	Томбой	Пре-стиж	Метеор
Условное обозначение	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4	Образец № 5
Волокнисты состав, %	100 % ХЛ	60% ХЛ, 40% ПЭ	33% ХЛ, 67% ПЭ	80% ХЛ, 20% ПЭ	20% ХЛ, 80% ПЭ
Поверхностная плотность ткани M_1 , г/м ²	280	320	245	250	185
Линейная плотность нитей основы T_o , текс	50	45	30	40	35
Линейная плотность нитей утка T_y , текс	54	58	40	44	35
Число нитей основы на 100 мм ткани P_o	300	360	380	300	280
Число нитей утка на 100 мм ткани P_y	250	250	300	270	250
Расчетная поверхностная плотность ткани без учета уработки нитей, г/м ²	285	307	234	238,8	185,5

Отклонение расчетной по- верхностной плотности ткани от фактической Δ , %	1,79	4,06	4,49	4,48	0,27
Толщина ткани b , мм	0,54	0,63	0,45	0,49	0,33
Средняя плотность ткани δ_t , мг/мм ³	0,52	0,51	0,54	0,51	0,56
Расчетный диаметр нити основы d_o , мм	0,28	0,27	0,22	0,25	0,24
Расчетный диаметр нити утка d_y , мм	0,29	0,30	0,25	0,26	0,24
Линейное заполнение ткани по основе E_o , %	84,67	96,39	83,07	75,73	66,12
Линейное заполнение ткани по утку E_y , %	73,33	75,99	75,73	71,48	59,03
Поверхностное заполнение E_s , %	95,91	99,13	95,89	93,08	86,12
Объемное заполнение E_v , %	64,81	63,49	68,06	63,78	70,08
Заполнение ткани по массе E_m , %	33,67	32,98	35,35	33,13	36,40
Поверхностная пористость ткани R_s , %	4,09	0,87	4,11	6,92	13,88
Объемная пористость ткани R_v , %	35,19	36,51	31,94	36,22	29,92
Общая пористость ткани R_m , %	66,33	67,02	64,65	66,87	63,60
Вид переплетения	Плотняное	Сатино- вое	Сарже- вое	Плот- няное	Сарже- вое
Отделка	Масло- и водоотталкивающая				

По табл. 1 можно сделать следующие выводы:

1. Наибольшую толщину имеет образец № 2, выработанный из нитей утка с наибольшей линейной плотностью.

2. Наибольшую плотность имеет образец № 2, а наименьшую – ткань «Диагональ».

3. У всех образцов линейное заполнение по основе выше, чем по утку, что связано с различной линейной плотностью нитей.

4. Наибольшим поверхностным заполнением обладает образец № 2, имеющая наибольшее соотношение $T_o P_o / T_y P_y$, а наименьшим образец №5.

5. Наибольшей пористостью обладает образец № 2, а наименьшей - образец № 5.

6. Можно отметить, что, не смотря на различие по поверхностной плотности, пористость имеет не большой размах варьирования.

Образцы подвергали многократным стиркам. Разрывные характеристики текстильных полотен определяются в соответствии с ГОСТ 3813-72

«Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении» [6]. Испытания проводились на разрывной машине Инстрон серии 4411.

Результаты определения разрывной нагрузки тканей для спецодежды рабочих строительных специальностей приведены в табл. 2 и на рис. 1-2.

У всех образцов разрывная нагрузка по основе выше, чем по утку. Это связано с видом переплетения и различной плотностью тканей по основе и утку.

Таблица 2

Разрывная нагрузка тканей для спецодежды рабочих строительных специальностей, Н

Количество стирок	Образец № 1		Образец № 2		Образец № 3		Образец № 4		Образец № 5	
	Основа	Уток	Основа	Уток	Основа	Уток	Основа	Уток	Основа	Уток
Без стирок	1792,0	906,2	2595,0	970,0	1963,0	919,7	1583,0	751,6	999,0	714,7
1 стирка	1777,0	847,4	2554,0	937,0	1923,0	897,4	1552,0	739,0	900,0	706,0
5 стирок	1752,0	835,0	2523,0	905,0	1852,0	866,9	1488,0	703,0	874,0	660,0
10 стирок	1718,0	782,3	2397,0	887,0	1793,0	840,0	1452,0	685,0	815,0	626,0
25 стирок	1620,0	734,0	2200,0	843,0	1732,0	785,0	1390,0	605,0	786,0	583,0
50 стирок	1529,0	667,0	2024,0	797,0	1597,0	737,2	1319,0	554,0	746,0	531,0

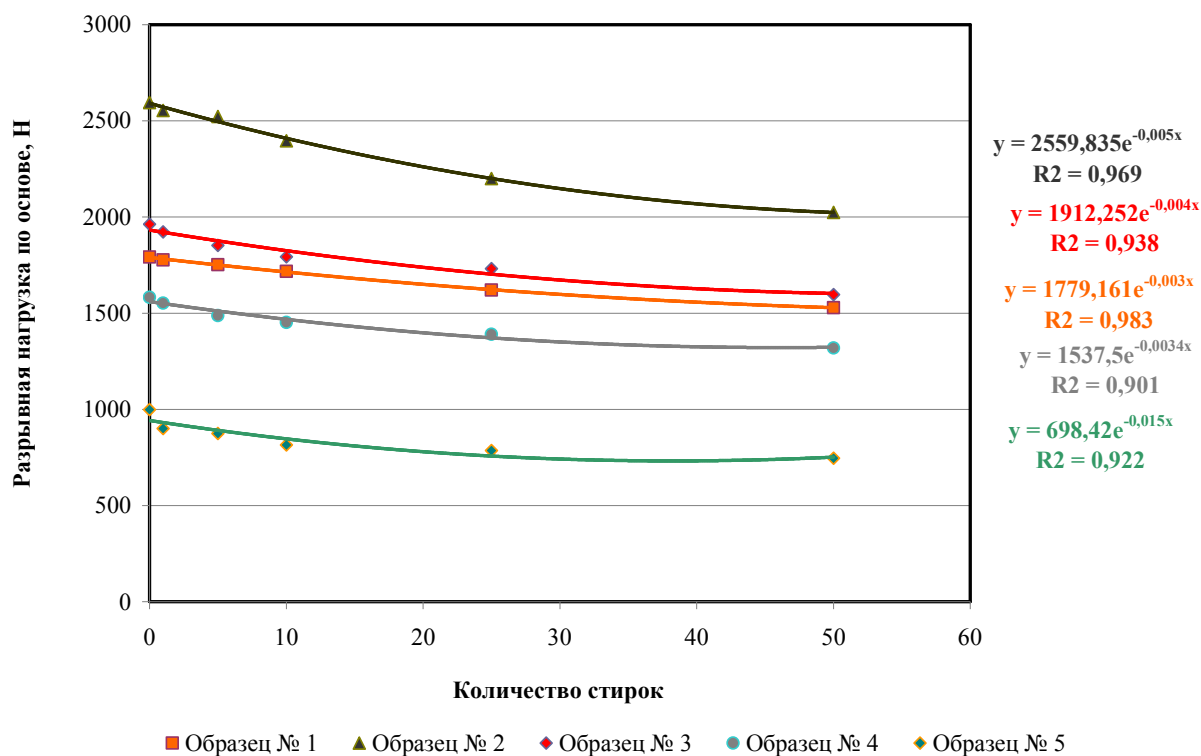


Рис. 1. Зависимость разрывной нагрузки по основе тканей для спецодежды рабочих строительных специальностей от количества стирок

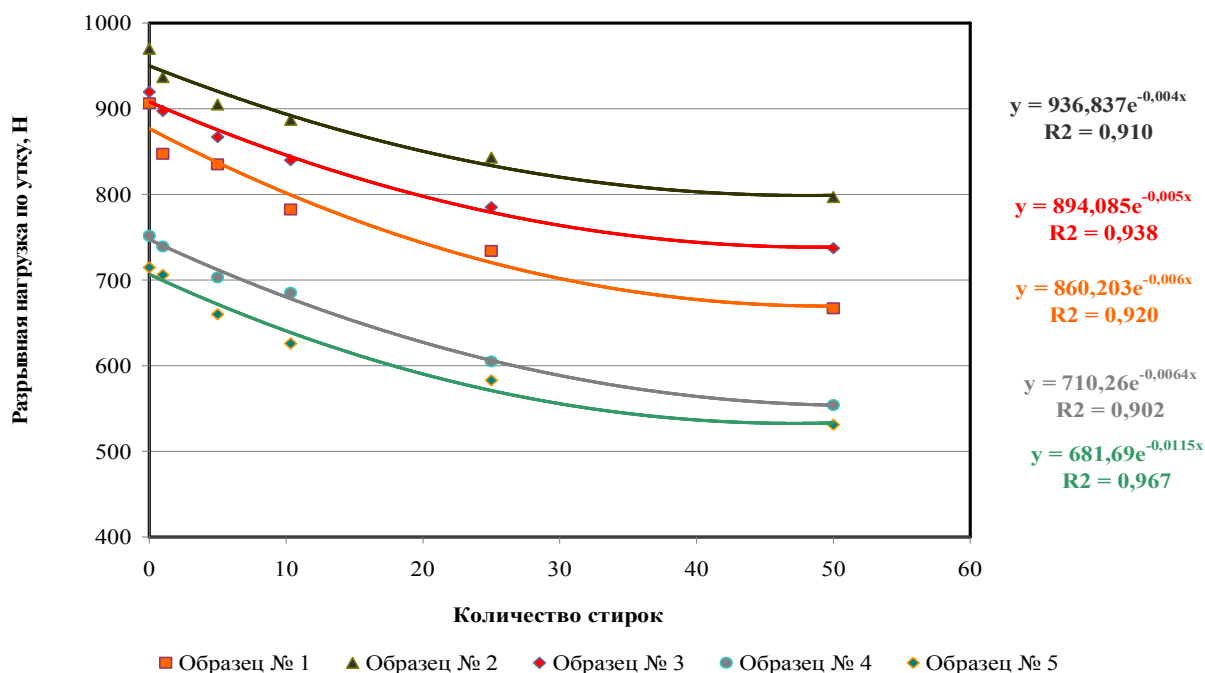


Рис. 2. Зависимость разрывной нагрузки по утку тканей для спецодежды рабочих строительных специальностей от количества стирок

Разрывная нагрузка после многократных стирок снижается, так как происходит изнашивание полотен из-за моющих средств и механических воздействий. Наиболее интенсивно снижается прочность у образца № 2, у которого, несмотря на наибольшую линейную плотность нитей, в процессе стирок происходит расшатывание структуры нитей из-за невысокой величины крутки, то есть пряжа становится более рыхлой и ворсистой. Однако величина прочности у данного образца остается наибольшей, так как он выработан с наибольшим сочетанием величин линейной плотности и плотности ткани по обоим направлениям. Наименьшее изменение по основе происходит у образца № 1, в то время как по утку интенсивность приблизительно одинаковая. Снижение прочности тканей для спецодежды рабочих строительных специальностей в зависимости от количества стирок происходит по экспоненциальному закону

$$y = a e^{-bx}$$

где y – разрывная нагрузка по основе и утку, Н; x – количество стирок; a, b – расчетные коэффициенты уравнения регрессии.

Литература

1. . *Кирюхин С.М., Шустов Ю.С.* Текстильное материаловедение. – М.: КолосС, 2010. – 360 с.
2. ГОСТ 3811-72 «Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей».

3. ГОСТ 3812-72 «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения плотности нитей и пучков ворса».

4. ГОСТ 30157.0-95 «Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения».

5. ГОСТ 30157.1-95 «Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок».

6. ГОСТ 3813 - 72 «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении».

О ТЕПЛОВОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПОЛУПРОЗРАЧНОЙ СРЕДЫ

С.В. Родэ, Е.Ю. Шампаров, И.Н. Жагрина

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

При отсутствии конвективных потоков вещества тепловая проницаемость теплозащитных материалов легкой промышленности определяется двумя типами теплопереноса: теплопроводностью и потоком теплового излучения. Поток мощности, обусловленный тепловым излучением, обычно полагают малым по сравнению с теплопроводностью, что в корне неверно. Причины глубокого непонимания роли теплового излучения в тепловой проницаемости материалов мы здесь попытаемся объяснить.

Рассмотрим, как ведет себя тепловое излучение в полупрозрачной среде. Пусть у нас есть пространство, заполненное однородной изотропной средой с глубиной проникновения теплового излучения a . Проходя через слой некоторой толщины dl , излучение экспоненциально затухает

$$P = P_0 \exp(-dl/a) = P_0(1 - dl/a). \quad (1)$$

Поглощение пропорционально падающей мощности

$$dP = -P_0 dl/a. \quad (2)$$

По закону Кирхгофа в состоянии теплового равновесия средой поглощается столько же мощности, сколько излучается [1]. Распространение теплового излучения носит диффузный характер. Выясним, какая мощность излучается нормально слою толщиной dx при падении на него некоторой мощности под углом φ (рис.1). Поглощение и, соответственно, излучение обратно пропорциональны косинусу угла падения

$$dl = dx/\cos \varphi. \quad (3)$$

Мощность, излучаемая нормально к поверхности, наоборот, прямо пропорциональна косинусу угла падения. Поэтому нормальная к поверхности светимость слоя не зависит от угла падения:

$$d\varepsilon = -dP_x/P_0 = -dP \cos \varphi/P_0 = dx/a. \quad (4)$$

Для распространения мощности в заданном направлении несущественен тот факт, что излучение идет диффузно.

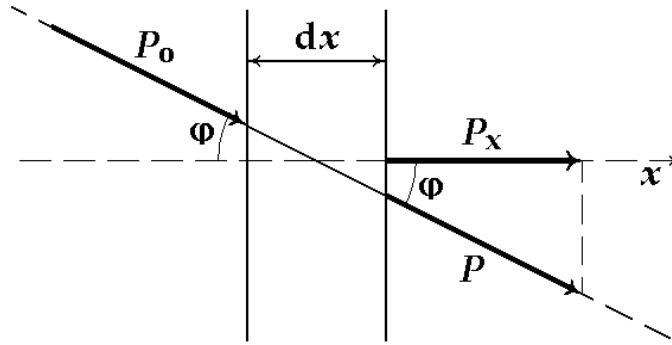


Рис. 1. Иллюстрация инвариантности светимости слоя

По закону Стефана-Больцмана поток мощности с единицы поверхности абсолютно черного тела [1, 2]

$$P_0/S = \sigma T^4, \quad (5)$$

где σ – постоянная Стефана-Больцмана и T – температура среды. Тогда поток мощности, излучаемой нормально к поверхности полупрозрачного слоя толщиной dx

$$d\Phi = dP_x/S = \sigma T^4 d\varepsilon = \sigma T^4 dx/a. \quad (6)$$

Пусть в среде присутствует некоторый небольшой градиент температуры α такой, что изменение температуры на толщине a мало по сравнению с самой температурой

$$\alpha = dT/dx \ll T/a. \quad (7)$$

В этом случае поток тепловой мощности излучения с горячей стороны от поверхности не равен потоку с холодной стороны (рис.2). Поток мощности $d\Phi_x$ от элемента толщиной dx , находящегося на расстоянии x от поверхности с температурой T (1, 4, 6), составляет

$$d\Phi_x = -\sigma(T + \alpha x)^4 \exp(-x/a) dx/a. \quad (8)$$

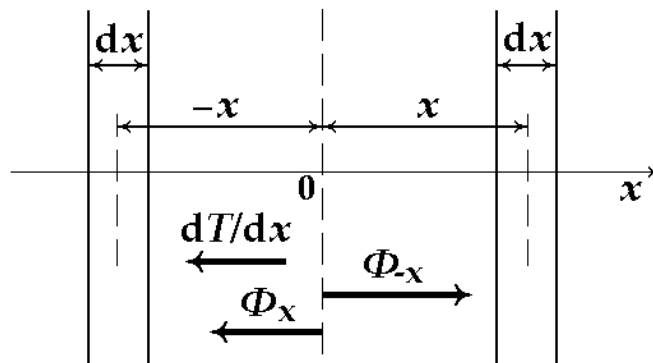


Рис. 2. Формирование потока теплового излучения навстречу градиенту температуры в полупрозрачной среде

Некомпенсированный поток мощности равен разности потоков с холодной и горячей сторон от поверхности

$$\Phi_{\infty} = \int_0^{\infty} d\Phi_x - d\Phi_{-x} \approx -8\alpha\sigma T^3 \int_0^{\infty} x \exp(-x/a) dx/a = -8\alpha\sigma T^3 a. \quad (9)$$

При обычных температурах, когда приложенная к образцам разность температур много меньше их средней температуры, поток мощности излучения так же, как и поток, обусловленный теплопроводностью среды, пропорционален градиенту температуры. При постоянной приложенной разности температур поток мощности излучения также обратно пропорционален толщине образца материала. Вследствие собственной тепловой светимости полупрозрачной среды изменение потока мощности излучения не сводится к экспоненциальному затуханию в толще образца. Долю мощности, переносимую излучением, часто без всяких на то оснований ошибочно включают в долю, переносимую благодаря теплопроводности. При измерениях выявляют зависимость, удовлетворяющую уравнению Фурье для теплопроводности, и полагают, что остальное несущественно. Но согласно (9) для излучения выполняется такого же типа зависимость. Поэтому нахождение теплопроводности полупрозрачных материалов таким банальным методом некорректно.

Согласно уравнению Фурье поток Φ_T мощности благодаря теплопроводности среды D

$$\Phi_T = D\alpha. \quad (10)$$

Мощность, идущая благодаря излучению, равна мощности, идущей благодаря теплопроводности, при эквивалентной глубине проникновения

$$a_e = D/(8\sigma T^3). \quad (11)$$

Теплопроводность абсолютного большинства теплозащитных материалов близка к теплопроводности воздуха $D_B = 0.0262$ Вт/(м·К)[2], которому (при 300 К) соответствует $a_e = 2.14$ мм. Уже по визуальным характеристикам теплозащитных материалов, по их прозрачности в видимом диапазоне света понятно, что их глубины проникновения теплового излучения как минимум сравнимы с этим значением. Это говорит о том, что доля потока излучения в тепловой проницаемости материалов как минимум существенна. А при высокой прозрачности среды (большой a) и малой теплопроводности D вклад мощности излучения может быть не только существенным, но даже и доминирующим. Кроме этого следует особо отметить, что задача определения вклада того и другого типа передаваемой мощности и нахождения параметров среды является весьма нетривиальной и сложной для решения.

Литература

1. www.physicum.narod.ru 368.pdf
2. Физические величины: справочник под редакцией И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова, – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.

ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ НИТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ПОЛЗУЧЕСТИ

В.Ш. Саркисов¹, П.Ю. Тер-Микаэлян², М.В. Шаблыгин¹

¹ Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

² ООО «НПТ Климатика», Россия

При использовании различных аналогий и гипотез для определения упругих и вязких характеристик нитей возникает задача, связанная с определением коэффициента вязкости, входящего в математические описания механических моделей. Решение данной задачи зависит от математического описания применяемых механических моделей.

Для решения сформулированной задачи рассмотрим математическое описание трехэлементной механической модели, представляющей собой последовательное соединение упругого элемента с модулем E_1 с моделью Кельвина - Фойгта, характеризующейся упругим элементом с модулем E_2 , и вязким элементом с коэффициентом вязкости η [1]. Представим его в виде:

$$\sigma = E_2 \left(\varepsilon - \frac{\sigma}{E_1} \right) + \eta \left(\frac{d\varepsilon}{dt} - \frac{d\sigma}{E_1 dt} \right), \quad (1)$$

где ε - полная деформация, σ - напряжение, t - текущее время, η - коэффициент вязкости.

Из уравнения (1) выводится формула для нахождения коэффициента вязкости по известным экспериментальным изотермическим кривым ползучести. Выведенная формула имеет вид:

$$\eta = \frac{\sigma - E_2(\varepsilon - \sigma/E_1)}{\frac{d\varepsilon}{dt}}. \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что для определения зависимости коэффициента вязкости, например от времени, по известным кривым ползучести необходимо знать величины E_1, E_2 , определить зависимости ε от t и $\frac{d\varepsilon}{dt}$ от t , где $\frac{d\varepsilon}{dt}$ - скорость ползучести.

Для установление взаимосвязи коэффициента вязкости с функцией ползучести, применяемой для описания семейства изотермических кривых ползучестей, рассмотрим решение уравнения (1) при $\sigma = const$. Заведомо полагая, что η зависит от t , а $\sigma = const$, представим решение дифференциального уравнения (1) относительно ε в виде:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_1} + \frac{\sigma}{E_2} \left[1 - \exp \left(- \int_0^t \frac{E_2}{\eta} d\xi \right) \right], \quad (3)$$

где $1 - \exp\left(-\int_0^t \frac{E_2}{\eta} d\xi\right)$ - функции ползучести модели.

Очевидно, что экспериментальные кривые ползучести должны описываться уравнением, структура которого аналогична уравнению (3).

Для описания ползучести нитей уравнение ползучести нити представим в виде:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_{1\vartheta}} + \frac{\sigma}{E_{2\vartheta}} f(t), \quad (4)$$

где t - текущее время, $f(t)$ - известная возрастающая функция ползучести, $f(0)=0$, $f(\infty)=1$, $E_{1\vartheta}$ и $E_{2\vartheta}$ - упругие характеристики нити, определяемые с применением экспериментальных кривых.

Продифференцировав (4) по t , подставим полученное выражение $\frac{d\varepsilon}{dt}$ в (2) и проведем преобразование при условии $E_{1\vartheta} = E_1$, $E_{2\vartheta} = E_2$ с учетом зависимости (4). Получим

$$\eta = \frac{E_{2\vartheta} [1 - f(t)]}{f'(t)}. \quad (5)$$

Формула (5), позволяет, определить зависимость коэффициента вязкости от времени по экспериментальной кривой ползучести нити с применением известной функции ползучести и упругой характеристики нити $E_{2\vartheta}$.

Используя результаты работ [2,3], запишем уравнение для описания ползучести нити СВМ с применением принципа температурно-временной аналогии [2] и лавсановой нити с применением принципа напряженно - временной аналогии [3]:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_{1\vartheta}} + \frac{\sigma}{E_{2\vartheta}} \frac{2}{\pi} \operatorname{arctg} \left[\left(\frac{t}{\tau_n} \right)^k \right], \quad (6)$$

где $f \left[\left(\frac{t}{\tau_n} \right)^k \right] = \frac{2}{\pi} \operatorname{arctg} \left[\left(\frac{t}{\tau_n} \right)^k \right]$ - функция ползучести, τ_n - время запаздывания,

$\tau_n = \tau_0 \exp \frac{\Delta U(\sigma)}{KT}$, $\Delta U(\sigma) = U_0 - \alpha \sigma$ - энергия активации, σ - напряжение, T - абсолютная температура, K - постоянная Больцмана, α - активационный объем, U_0 - энергия активации при $\sigma = 0$, τ_0 - предэкспоненциальный множитель. При записи уравнения (6) использованы обозначения введенные в (4).

Из (5) с учетом функции ползучести, входящей в уравнение (6), получим:

$$\eta = \frac{E_{2\vartheta} \pi \tau_n^k \left[1 + \left(\frac{t}{\tau_n} \right)^{2k} \right] \left[1 - \frac{2}{\pi} \operatorname{arctg} \left(\frac{t}{\tau_n} \right)^k \right]}{2 k t^{k-1}} . \quad (7)$$

Из (7) и зависимости входящего в (6) времени запаздывания следует, что зависимость коэффициента вязкости от напряжения, температуры, энергии активации и времени в общем виде можно представить следующим образом:

$$\eta = E_{2\vartheta} \cdot \eta \left(\frac{U_0 - \alpha \sigma}{KT}, t \right), \quad (8)$$

Из зависимостей (7) и (8) однозначно вытекает, что применение уравнения (6) для описания ползучести нитей с применением напряженно - временной аналогии или температурно- временной аналогии возможно лишь при условии зависимости коэффициента вязкости от времени, причем, данная зависимость будет возрастающая и в некоторых случаях может быть описана степенными функциями At^α , где $\alpha < 1$. Например, при условии $\left[1 + \left(\frac{t}{\tau(\sigma)} \right)^{2k} \right] \left[1 - \frac{2}{\pi} \operatorname{arctg} \left(\frac{t}{\tau(\sigma)} \right)^k \right] = a$, где a - постоянная, указанная зависимость имеет следующий вид:

$$\eta = \frac{E_{2\vartheta} \pi a}{2k} \tau_n^k t^{1-k}. \quad (9)$$

Так как $k < 1$ [2,3], то показатель степени при t , $1 - k = \alpha < 1$.

Из (9) с учетом зависимости времени запаздывания от энергии активации и температуры получим частный случай зависимости коэффициента вязкости от времени (8), которую можно представить в виде трех сомножителей:

$$\eta = E_{2\vartheta} \cdot \eta_1 \left(\frac{U_0 - \alpha \sigma}{KT} \right) \eta_2(t). \quad (10)$$

Из анализа (10) и математической формулировки о геометрическом подобии кривых следует, что расчетные кривые, построенные с применением зависимости (10), образуют семейство подобных кривых. То есть, в этом случае можно говорить о подобии семейства кривых коэффициента вязкости, построенных в координатах η от t . Следует отметить, что если семейство кривых ползучестей исследуемой нити описывается функцией Кольрауша

$f(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t}{\tau_n} \right)^k \right]$, то из (5) следует, что зависимость η от t

имеет вид, аналогичный зависимости (9): $\eta = E_{2\vartheta} k^{-1} \tau_n^k t^{1-k}$. Поэтому при применении функции Кольрауша для описания ползучести, например, лав-

сановой нити, капроновой нити и т.д., расчетные кривые зависимостей η от t должны быть подобны.

Из работы [1] следует, что изотермические кривые ползучести нити Армос в области малых деформаций описываются уравнением, учитывающим увеличение модуля упругости в процессе деформации. Для удобства иллюстрации применения формулы (5) представим его в виде:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_3(\sigma)} + \frac{\sigma}{E_3(\sigma)} \left[1 - \left(1 + \frac{t}{\tau_n} \right)^{-\frac{1}{k}} \right], \quad (11)$$

где $E_3(\sigma) = E_1 = E_2$, $E_3(\sigma)$ - модуль упругости нити, зависящий от напряжения, E_1 и E_2 - упругие характеристики модели, τ_n и k - постоянные.

Из формулы (5) с учетом функции ползучести, входящей в уравнение (11), получим, что

$$\eta = E_3(\sigma) k \tau_n \left(1 + \frac{t}{\tau_n} \right). \quad (12)$$

Из (12) следует, что зависимость η от t при постоянном напряжении описывается возрастающей линейной функцией. Из (12) также следует, что зависимость коэффициента вязкости от времени при $\sigma = const$ и $T = const$ можно представить в виде двух сомножителей: $\eta = E_2(\sigma) \eta_2(t)$. Последнее равенство является математической формулировкой подобия семейства кривых коэффициента вязкости.

Таким образом, из приведенного материала следует, что в рамках математического описания рассмотренной модели с увеличением времени нахождения нити под нагрузкой в режиме ползучести коэффициент вязкости также увеличивается, причем, увеличение коэффициента вязкости с увеличением времени не зависит от методов определения упругих характеристик нитей.

Литература

1. Тер-Микаэлян П.Ю., Саркисов В.Ш., Гуськова В.Ю. Моделирование релаксационных процессов в нити Армос в области малых деформаций / Сборник материалов. XVIII международный научно-практический форум (SMARTEX-2015, 26-29 мая)», Иваново – 2015, ИВГПУ. – С. 67-71.

2. Тер-Микаэлян П.Ю., Шаблыгин М.В., Тиранов В.Г., Саркисов В.Ш. К описанию ползучести комплексных нитей из жесткоцепных полимеров // Химические волокна. – 2009. – № 3. – С. 36-39.

3. Москин И.В., Бекина А.А., Саркисов В.Ш. К расчетному прогнозированию кратковременных процессов деформирования синтетических нитей при различных режимах нагружения по диаграммам ползучести // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2007. – №4. – С 109-113.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ШЕРСТЯНЫХ КОСТЮМНЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ ШКОЛЬНОЙ ФОРМЫ МАЛЬЧИКОВ

А.М. Смирнова, Е.Б. Демократова

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

В качестве объектов исследования были выбраны полушерстяные и шерстяные ткани, рекомендованные работниками торговых организаций для пошива костюмов, предназначенных для посещения школьных занятий. Согласно ярлыкам, они обладали следующими характеристиками:

Ткань №1 – шерстяное волокно 35%, вискозное 50%, полиамидное 15%, страна-производитель Италия;

ткань №2 – шерстяное волокно 74%, вискозное 25%, эластан 1%, страна-производитель Россия;

ткань №3 – шерстяное волокно 37%, полиэфирное 63%, страна-производитель Россия;

ткань №4 – шерстяное волокно 40%, кашемир 15%, хлопковое 45%, страна-производитель Италия;

ткань №5 – шерстяное волокно 65%, хлопковое 35%, страна-производитель Италия.

В работе был уточнен волокнистый состав тканей. Установлено, что все образцы ткани, за исключением ткани №1, соответствуют заявленному волокнистому составу, но не в процентном содержании.

Несмотря на то, что в составе ткани №1 отсутствует шерстяное волокно, было принято решение сравнивать свойства этой ткани со свойствами других тканей и требованиями стандарта, так как эта ткань заявлена как полушерстяная и именно с этой маркировкой поступает к потребителю.

Для всех исследуемых тканей были определены структурные характеристики.

По данным анализа ГОСТ 28000 и литературных источников, значимыми для указанных тканей могут быть следующие показатели качества:

- волокнистый состав;
- устойчивость окраски к стирке, поту, сухому трению, глажению;
- изменение линейных размеров после мокрых обработок (усадка);
- стойкость к истиранию; разрывная нагрузка;
- разрывное удлинение;
- сминаемость;
- воздухопроницаемость;
- гигроскопичность;
- пиллингуемость;
- художественно-колористическое оформление (ХКО).

Очевидно, что эти показатели значимы в разной степени. Поэтому в

работе был проведен экспертный опрос для выбора определяющих показателей качества.

Ими оказались: волокнистый состав (коэффициент весомости 0,20); устойчивость окраски (0,17); усадка (0,16); стойкость к истиранию (0,11); разрывная нагрузка (0,10); разрывное удлинение (0,13); сминаемость (0,14).

Испытания проводились в целом по стандартным и типовым методикам. Сминаемость определялась по ГОСТ 18117 «Ткани и штучные изделия чистошерстяные и полушерстяные. Метод определения сминаемости» на приборе СТ. Однако для более полного исследования изменение сминаемости в процессе носки изделия было проведено 5 циклов смятия, каждый из которых включал 5 минут нагрузки и 3 минуты отдыха.

Кроме того, дополнительно сминаемость была определена органолептическим методом. Для этого экспертам предлагалось смять ткань рукой и оценить изменение ее внешнего вида по 20 – балльной шкале, где баллы 1 – 5 соответствовали оценке «плохо», 6 – 10 «удовлетворительно», 11 – 15 «хорошо», 16 – 20 «отлично».

Проведенные испытания позволили сделать следующие выводы.

По результатам испытаний на разрывную нагрузку и удлинение при разрыве было определено, что ткань №3 показала низкую разрывную нагрузку. Это можно объяснить тем, что она выработана из толстых нитей при значительном расстоянии между ними. В ткани №1 в состав входит полиамидное волокно, за счет которого ткань самая прочная. Ткани №1 и №3 имеют наибольшее разрывное удлинение, так как они содержат полиамидные и полиэфирные волокна.

Следовательно, содержание высокорастяжимых полиамидных и полиэфирных волокон в ткани способствует повышению разрывного удлинения.

Ткань №3 не соответствует требованиям ГОСТ 28000 к разрывной нагрузке, а ткани №№ 4 и 5, содержащие хлопковое волокно, – к разрывному удлинению. Остальные ткани соответствуют требованиям стандарта к данным показателям качества.

По результатам определения коэффициента сминаемости самые высокие (худшие) результаты показала ткань варианта 5, это обуславливается тем, что в ее составе присутствует хлопковое волокно. Наилучшие результаты по основе характерны для ткани №1, основа которой состоит из полиамидного волокна, а по утку – для ткани №2, уточная система которой содержит эластан. Ткань № 1 в направлении утка имеет высокую сминаемость из-за содержания вискозного волокна.

Ткань №5 не соответствует нормам стандарта из-за большого содержания хлопкового волокна. Ткань №4 на протяжении всего времени испытания соответствует норме. Все остальные образцы соответствуют нормам на протяжении лишь 3 – 4 циклов смятия.

По результатам органолептического определения несминаемости

был сделан вывод, что наилучшей является ткань №4, ей несколько уступает ткань №2, а наихудшей является ткань №5. Методом корреляционного анализа установлено, что имеет место тесная связь между несминаемостью, определенной органолептическим путем, и сминаемостью по основе и особенно по утку.

Для всех образцов ткани характерна небольшая усадка, соответствующая требованиям стандарта.

По итогам испытания на устойчивость окраски к различным воздействиям ткань варианта №5 при сухом трении показала устойчивость окраски ниже, чем у других образцов. По данному показателю все ткани соответствуют требованию стандарта.

Исследование стойкости к истиранию показало, что все образцы ткани, кроме ткани варианта 5, соответствуют нормам стандарта. Самые высокие показатели у тканей №№ 1 и 2. Это можно объяснить составом ткани №1 (высокое содержание полиамидного волокна) и высокой круткой нитей ткани №2. Низкая стойкость к истиранию ткани №5 объясняется присутствием в ее составе хлопкового волокна и низкими значениями наполнений, т.е. низкой связностью.

Для выбора наилучшего варианта ткани и установления наихудшего варианта была проведена комплексная оценка по определяющим показателям качества с учетом рассчитанных коэффициентов весомости.

По комплексной оценке наилучшей является ткань №1. Однако ее нельзя рекомендовать потребителю, т.к. она не содержит шерстяного волокна. Из оставшихся тканей наилучшая – ткань №2 отечественного производства, а наихудшая – ткань №5, выработанная в Италии.

Недостатком ткани №3, изготовленной в России, является низкая разрывная нагрузка и сравнительно низкая стойкость к истиранию, несмотря на то, что ткань содержит полиэфирное волокно.

ПРИНЦИП ПОДОБИЯ ПРИ ЗАТВЕРДЕВАНИИ В УСЛОВИЯХ ДВУХФАЗНОЙ ЗОНЫ

И.И. Сулимцев

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

В работе [1] прямыми измерениями было показано, что при затвердевании металлического расплава в условиях двухфазной зоны в последней возникает диффузионной переохлаждение, изменение которого тесно связано с процессом формирования структуры, возникающей в процессе кристаллизации.

Изменение диффузионного переохлаждения для исследованных сплавов имеет характерную куполообразную форму (рис. 1) с максимумом вблизи начала затвердевания.

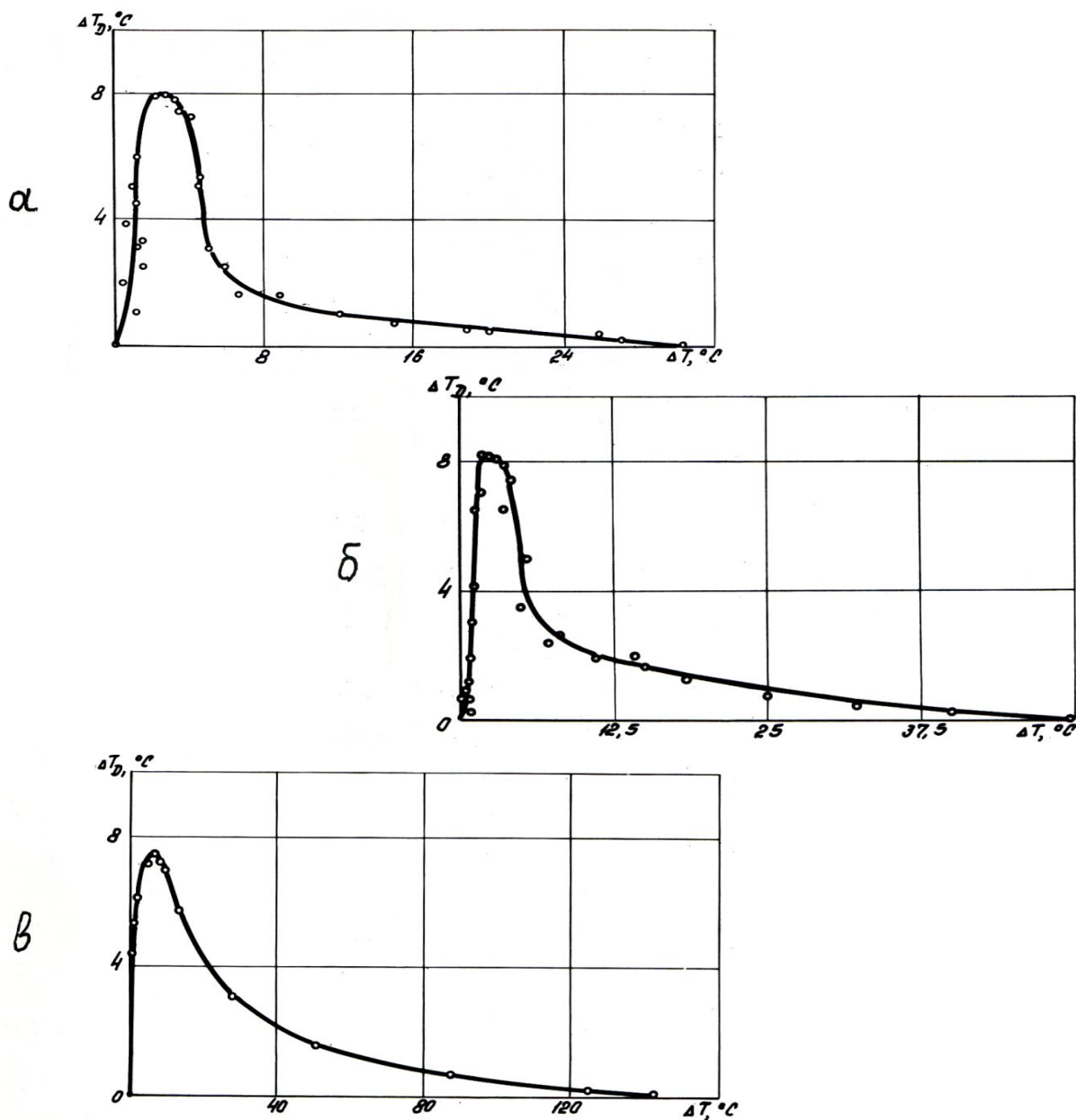


Рис. 1. Зависимость диффузионного переохлаждения в элементарном объеме двухфазной зоны от ее температуры ΔT для сплавов: а) Cd + 30 вес.% Zn, $W = 0,13$ °C/c; б) Sn + 60 вес.% Pb, $W = 0,09$ °C/c; в) Zn + 55 вес.% Sn, $W = 0,2$ °C/c

Приведенные зависимости представляют собой поведение диффузионного переохлаждения в физически малом (элементарном) объеме двухфазной зоны, то есть в таком ее объеме, при затвердевании которого скорость охлаждения, температура, средний состав двухфазной зоны в каждой точке такого объема можно считать одинаковыми.

Изменение максимального значения диффузионного переохлаждения указанных сплавов в элементарном объеме двухфазной зоны в зависимости от скорости охлаждения приведены на рис 2.

Поскольку диффузионное переохлаждение есть общее свойство двухфазной зоны, связанное с процессом затвердевания [2], желательно

было бы получить такое представление распределение диффузионного переохлаждения в двухфазной зоне, которое не зависит от конкретного сплава и условий затвердевания.

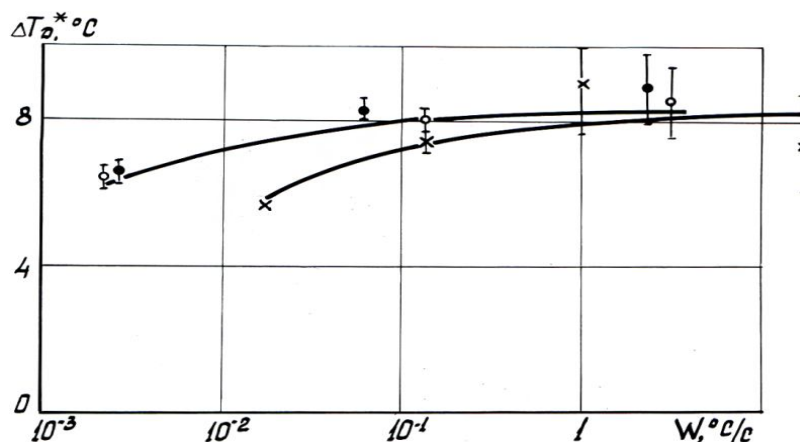


Рис. 2. Максимальное диффузионное переохлаждение в элементарном объеме двухфазной зоны при различных скоростях охлаждения сплавов:
 • Sn+60 вес.% Pb; ○ Cd + 30 вес.% Zn; × Zn + 55 вес.% Sn

С этой целью построим зависимость приведенного диффузионного переохлаждения $\Delta T_D / (\Delta T_D^*)$ от приведенной температуры двухфазной зоны $\Delta T / (\Delta T^*)$, где ΔT^* - интервал затвердевания соответствующего сплава; ΔT - температура двухфазной зоны, отсчитанная от линии ликвидус сплава. Такой способ представления указанных зависимостей позволяет изучать кристаллизацию различных элементарных объемов двухфазной зоны различного состава при различных условиях затвердевания в сопоставимых условиях затвердевания. Полученная таким путем сводная нормированная кривая распределения диффузионного переохлаждения в двухфазной зоне исследованных сплавов изображена на рис. 3.

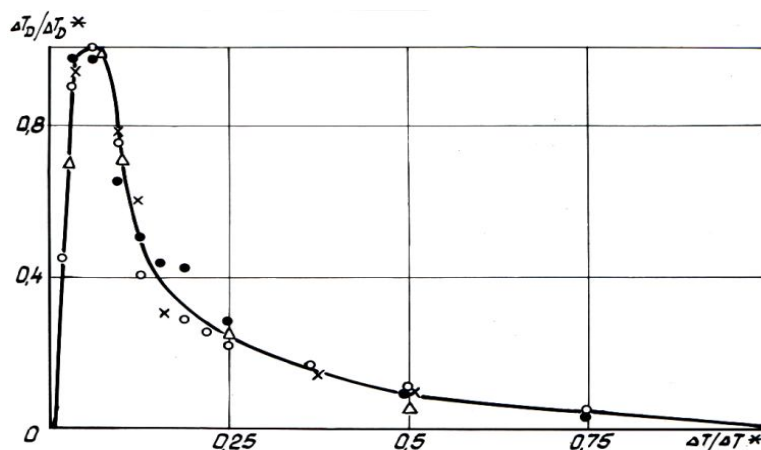


Рис.3. Зависимость приведенного (нормированного на максимальное значение) диффузионного переохлаждения в элементарном объеме от приведенной (нормированной на интервал затвердевания) температуры двухфазной зоны сплавов: ○ Sn + 60 вес.% Pb; Δ, × Cd + 30 вес.% Zn; • Zn + 55 вес.% Sn

Анализ приведенной зависимости показывает, что кинетика развития диффузионного переохлаждения для различных сплавов и при различных скоростях охлаждения двухфазной зоны хорошо описывается единой кривой.

Это указывает на подобный характер процессов кристаллизации двухфазной зоны изученных бинарных сплавов. Полученный результат может значительно упростить анализ процессов в двухфазной зоне при ее теоретическом изучении, а также при разработке схем воздействия на структуру кристаллизующегося материала.

Литература

1. Сулимцев И.И. Закономерности формирования структуры материала при его затверждении из расплава. / Сборник научных статей и воспоминаний «Памяти В.А. Фукина посвящается». – М.: МГУДТ. Ч.1., 2014. – С.208-216.

2. Иванцов Г.П. Диффузионное переохлаждение при кристаллизации бинарного сплава: Докл. АН СССР. – 1951. – Т. 81. – № 2. – С. 179-182.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ НА СТАБИЛЬНОСТЬ СТРУКТУРЫ ПЛЕТЕННЫХ ПОЛОТЕН ПРИ СДВИГЕ

М.В. Томилова, Н.А. Смирнова

Костромской государственный технологический университет, Россия

Стабильность структуры плетеных полотен и изделий, характеризующаяся способностью плетеных полотен сохранять геометрические размеры ячеек при действии внешних сил, является одним из основных показателей, определяющих качество плетеных полотен и изделий. В процессе эксплуатации плетеные полотна и изделия взаимодействуют с парами воздуха, вследствие чего текстильные плетеные изделия могут изменять свои размеры и свойства [1], поэтому исследование влияния влажности на стабильность структуры плетеных полотен является актуальным.

Сдвиг, при котором происходит изменение положения исходных элементов относительно друг друга в структуре полотна под действием внешних сил, приложенных в плоскости полотна [2], является основным видом деформации, оказывающим влияние на стабильность структуры плетеных полотен. Стандартных методов оценки стабильности структуры плетеных полотен при сдвиге, характеризующейся устойчивостью исходных элементов к действию сдвигающего усилия, на настоящий момент не существует.

С целью изучения влияния влажности воздуха на стабильность структуры при сдвиге полотен из льняной ровницы 720, 980 текс и 1,17 ктекс были изготовлены ручным способом плетеные полотна двуксиаль-

ным и триаксиальным переплетениями прямого типа (табл. 1). Прямой тип переплетения характеризуется ортогональным расположением систем исходных элементов в плоскости плетения.

Полотна двааксиального переплетения выработаны по аналогии образования полотняного переплетения. Триаксиальные плетеные полотна изготовлены с третьей правой (Z) системой [3, 4] ровницы, расположенной слева вверх направо, которая вводилась в структуру двааксиального переплетения под углом 45° . Полотна вырабатывались с одинаковыми геометрическими плотностями по всем системам: вертикальной, горизонтальной и правой.

Оценка стабильности структуры плетеных полотен при сдвиге проводилась по разработанной методике [5], реализуемой на автоматизированном устройстве [6]. Методика, в основу которой положен запатентованный метод [7], заключается в деформировании изготовленных цельноплетеных прямоугольных проб рабочими размерами 50×100 мм, закрепленных в нижнем зажиме и верхнем зажиме, совершающем возвратно-поступательное движение в горизонтальной плоскости.

Таблица 1

Характеристики строения и поверхностной плотности плетеных полотен прямого типа из льняной ровницы

№ полотна	Линейная плотность ровницы, текс	Переплетение		Геометрическая плотность $b_{i,j}$, мм		Поверхностная плотность M_s , г/м ²
		Вид	Условное обозначение			
1	720	двааксиальное	Г-В	b_{Γ}	4,6	287
				$b_{\text{В}}$	4,5	
2		триаксиальное	Г-В-Z	b_{Γ}	4,2	321
				$b_{\text{В}}$	3,5	
				b_{Z}	3,3	
3		980	двааксиальное	Г-В	b_{Γ}	4,6
	$b_{\text{В}}$				4,5	
4	триаксиальное		Г-В-Z	b_{Γ}	4,2	775
				$b_{\text{В}}$	3,5	
				b_{Z}	3,3	
5	1170		двааксиальное	Г-В	b_{Γ}	4,6
		$b_{\text{В}}$			4,5	
6		триаксиальное	Г-В-Z	b_{Γ}	4,2	900
				$b_{\text{В}}$	3,5	
				b_{Z}	3,3	

Примечание: b – геометрическая плотность (расстояние между центрами ровницы одной системы исходных элементов), мм; $b_{\text{В}}$ – геометрическая плотность по вертикали, b_{Γ} – геометрическая плотность по горизонтали, b_{Z} – геометрическая плотность правой системы.

Стабильность структуры плетеных полотен при сдвиге оценивалась по релаксации усилий при сдвиге и коэффициенту устойчивости структуры.

Релаксация усилия (ΔP , %) в состоянии сдвига характеризуется падением напряжения в пробе в состоянии сдвига и определяется:

$$\Delta P = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \cdot 100, \quad (1)$$

где P_1 – усилие сдвига пробы на заданный угол, сН; P_2 – усилие после 15 минут нагружения, сН.

Меньшая величина изменения усилия характеризует высокую способность структуры плетеного полотна сопротивляться действию сдвигающего усилия.

Коэффициент устойчивости структуры (K_R , %) определяется как отношение работы восстановления после сдвига к работе сдвига. Чем больше коэффициент устойчивости структуры, тем выше способность структуры плетеного полотна сопротивляться сдвигу.

$$K_R = \frac{A_B}{A_{сдв}} \cdot 100, \quad (2)$$

где A_B – работа восстановления, мкДж; $A_{сдв}$ – работа сдвига, мкДжД.

Перед испытаниями пробы выдерживались в течение суток в эксикаторах с влажностью от 0 до 98%. Стабильность структуры объектов исследования определялась при сдвиге на угол 5 град, при котором не нарушалась ровнота поверхности полотна (табл. 2).

Таблица 2

Характеристики сдвига плетеных полотен из льняной ровницы на 5°

№ полотно	Влажность 0 – 2 %		Влажность 65 %		Влажность 98 %	
	Релаксация усилия ΔP , %	Коэф-нт устойчивости структуры, K_R , %	Релаксация усилия ΔP , %	Коэф-нт устойчивости структуры, K_R , %	Релаксация усилия ΔP , %	Коэф-нт устойчивости структуры, K_R , %
1	10,54	75,2	18,34	71,9	21,03	69,48
2	4,63	86,2	5,35	83,1	8,34	80,8
3	9,74	75,03	16,18	72,8	17,73	67,12
4	2,7	85,14	5,01	82,2	7,91	78,64
5	4,93	83,6	6,26	73,5	8,6	77,16
6	1,81	88,3	6,46	87,2	7,04	84,13

Анализ показателей, характеризующих падение напряжения в плетеных полотнах, свидетельствует о более высокой стабильности структуры плетеных полотен триаксиальных переплетений, как при минимальной, так и при максимальной влажности.

Способность полотен триаксиальных переплетений к восстановлению структуры после сдвига при увеличении влажности выше, чем у полотен двааксиальных переплетений.

Изменение влажности полотен триаксиальных переплетений из льняной ровницы линейной плотностью 1,17 ктекс позволяет сохранить высокий коэффициент устойчивости структуры (более 88 %, 87 %, 84 %).

При проектировании плетеных полотен и изделий с высокими требованиями к стабильности структуры рекомендуется выбирать материалы с большей линейной плотностью и использовать триаксиальное переплетение.

Выводы

1. Исследование влияния влажности на характеристики сдвига плетеных полотен показало, что полотна триаксиальных переплетений обладают наиболее стабильной структурой в сравнении с полотнами двуаксиальных переплетений.

2. Анализ коэффициентов устойчивости структуры, характеризующих способность плетеных полотен к восстановлению после сдвига, при изменении влажности сохраняется высоким у полотен триаксиальных переплетений.

Литература

1. Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности: учеб. для высших учебных заведений. – 4-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 448 с.

2. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия): учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1992. – 272 с.

3. Смирнова Н.А., Томилова М.В. Влияние строения плетеных полотен на релаксационные характеристики при сдвиге. // Дизайн и технологии. – 2015. - №47. – С. 63 – 68.

4. Томилова М.В., Смирнова Н.А., Хамматова В.В. Исследование разрывных характеристик плетеных полотен при одноосном растяжении. // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. - №8. – С. 87 – 90.

5. Томилова М.В., Смирнова Н.А., Лапшин В.В. Оценка свойств плетеных полотен. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014. - №1. – С. 27 – 29.

6. Добрынина Н.Н., Лапшин В.В., Смирнова Н.А., Замышляева В.В. Автоматизированный метод и устройство для исследования показателей качества тканей при сдвиге нитей / Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. Режим доступа: <http://science-education.ru/120-16521>.

7. Лапшин В.В., Томилова М.В., Смирнова Н.А., Замышляева В.В. Добрынина Н.Н. Способ определения релаксационных свойств материалов при сдвиге // Патент РФ № 2549497. – Оpubл. 27.04.2015. Бюл. № 12.

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ НА РАННИХ ЭТАПАХ ЖИЗНИ ЛЬНЯНОЙ ПРОДУКЦИИ

Н.М. Федосова

Костромской государственной технологической университет, Россия

Известно, что качество, определяющее конкурентоспособность любой продукции, должно обеспечиваться и поддерживаться на всех этапах ее жизненного цикла. Повышению эффективности переработки льняного сырья будет способствовать организация технологического процесса с ориентацией на особенности исходных стеблей.

Одним из условий рентабельного производства льна на стадии агропроизводства является получение стабильных урожаев и высокого качества стеблевой массы. Выполнение его зависит, по крайней мере, от трех факторов – применяемой агротехнологии, биологического потенциала сорта и погодных условий в период вегетации. Первые два фактора можно отнести к категории управляемых, поскольку возможно определить рациональное сочетание биологического потенциала перспективных сортов льна и адаптивных машинных технологий, дифференцированных для различных почвенно-климатических и хозяйственных условий.

Суть адаптивной технологии [1, 2] состоит в том, что она содержит предпочтительную для данных условий совокупность научно обоснованных технологических приемов и технических средств возделывания сельскохозяйственных культур. Переход от типовых технологий производства культур, учитывающих усредненные условия зоны, к адаптивным, учитывающим условия конкретного сельскохозяйственного предприятия, будет способствовать повышению эффективности сельскохозяйственного производства.

Что касается льна, то для него, как и для других культур, в соответствии с Федеральным регистром технологий производства продукции растениеводства приняты три типа технологий [2, 3]:

– обычная технология, которая предполагает возделывание сельскохозяйственной культуры на основе использования естественного плодородия почвы и минимального применения химических средств и предусматривает урожайность 4–5 ц/га волокна (в переводе), 2–2,5 ц/га семян, средний номер тресты не ниже 1,00;

– интенсивная технология, предполагающая в дополнение к естественным условиям произрастания растений интенсивное использование органических, минеральных удобрений и других средств химизации и обеспечивающая урожайность не менее 7 ц/га волокна (в переводе), не менее 3 ц/га семян, средний номер тресты не ниже 1,25;

– высокая технология, которая предполагает на основе диагностики содержания в почве основных питательных компонентов создание опти-

мальной среды за счет внесения требуемых доз азота, фосфора, калия, микроудобрений, штаммов и пр.; контроль за развитием растений и применение в зависимости от природно-климатических условий и состояния их по фазам развития различных биологических и химических средств, обеспечивающих наивысшую урожайность культуры – не менее 9 ц/га волокна (в переводе), не менее 4 ц/га семян, средний номер тресты не ниже 1,25.

С точки зрения возможных направлений переработки льняного сырья можно отметить традиционную технологию [см., например, 4], обеспечивающую получение длинного и короткого волокна, которую целесообразно применять для сырья высокого качества, и технологию получения однотипного волокна [см., например, 5], более подходящую для переработки низкосортного и/или короткостебельного сырья (см. рис. 1). Следует отметить, что в случаях низкого качества соломы, малой длины стеблей операцию «получение тресты» из технологического процесса можно исключить с целью снижения издержек производителя.

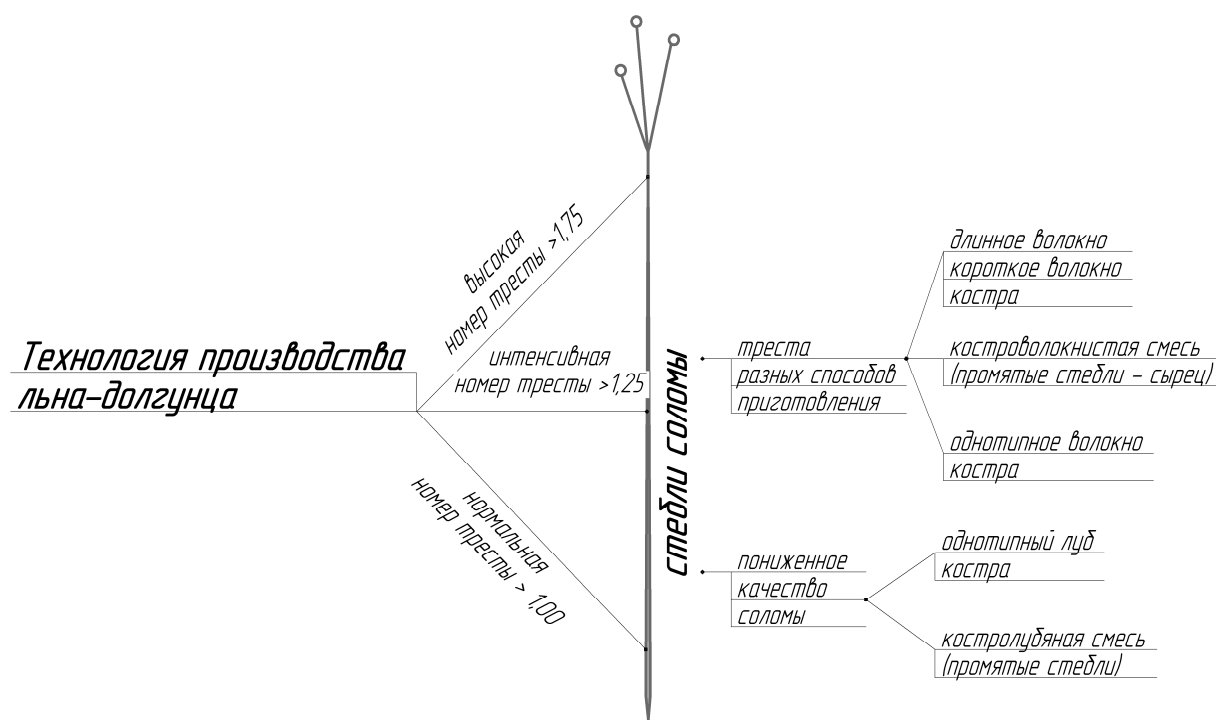


Рис. 1. Технологии производства и направления переработки стеблей льна-долгунца

В последние годы все более популярной у агропроизводителей формой льна становится масличный лен, преимущественно лен-межеумок. Его привлекательность объясняется увеличением товарной продукции, в основном, за счет семян. Стеблевая масса, получаемая при этом, хоть и содержит волокнистые вещества, пригодные для переработки в различные

материалы, часто не перерабатывается. Для решения этой проблемы возможно применение упрощенных технологий переработки стеблей (рис. 2).

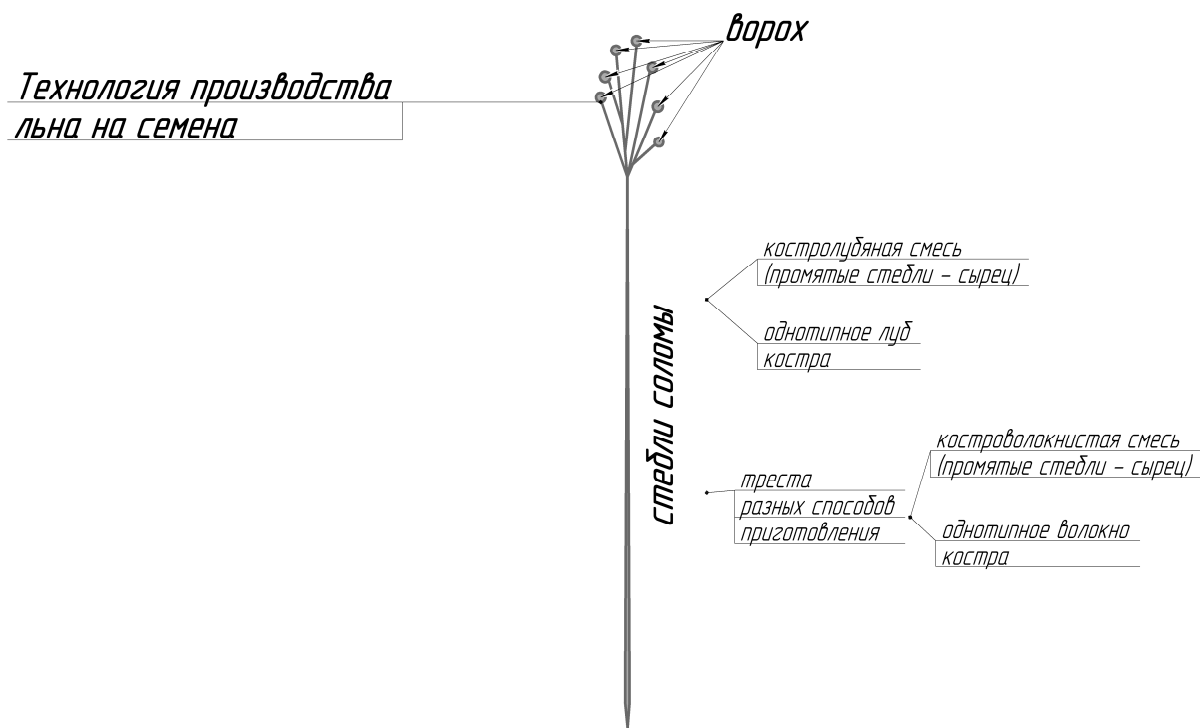


Рис. 2. Возможные направления переработки стеблей льна масличного

В любом случае при организации технологического процесса необходимо одновременно обеспечивать качество и снижать издержки производства – обеспечивать конкурентоспособность льнопродукции. Для упрощения решения этой проблемы необходима разработка системы четких требований к технологиям производства и гибких систем управления ими, в том числе с использованием автоматизированных.

Ранее предложен алгоритм комплексной оценки технологического качества льняных стеблей по морфологическим и анатомическим свойствам [5]. При этом возможна организация оценки свойств как вручную, так и с использованием современных цифровых фото- и видеоустройств и специального программного обеспечения, а также оценка морфологических и анатомических свойств по отдельности. Использование его на практике позволит принимать обоснованные решения о направлении переработки массы льняных стеблей и более эффективно использовать имеющиеся сырьевые ресурсы.

Литература

1. *Афанасьев Б.Ф.* Адаптивная технология возделывания льна-долгунца // Состояние и перспективы развития льноводства в Сибири : материалы межрегион. науч.-практ. конференции, посвященной 70-летию

Томской селекции льна. Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. СИБНИИС-ХиТ. – Томск : Изд-во «Ветер», 2007. – С. 47–49.

2. *Поздняков Б.А., Ковалев М.М.* Организационно-экономические аспекты технологизации льняного комплекса: монография. – Тверь: ГУПТО Тверская областная типография, 2006.

3. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна-долгунца : метод. рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008.

4. *Марков В.В., Суслов Н.Н., Трифонов В.Г., Ипатов А.М.* Первичная обработка лубяных волокон : учебник для вузов. – М.: Легкая индустрия, 1974.

5. *Федосова Н.М., Вихарев С.М., Соколов А.С.* Совершенствование методов оценки технологического качества льна и приемов его переработки: монография. – Кострома: Костром. гос. технол. ун-т, 2013.

ВЛИЯНИЕ МАСЕЛ НА ТКАНИ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ РАБОТНИКОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ

Г.М. Чернышева, А.Ф. Давыдов, М.В. Чернышев, Е.Д. Ефанов
Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Приобретение и выдача работающим специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты является одним из путей обеспечения безопасности производственных процессов в самых различных отраслях экономики.

Специальная одежда должна не только обеспечивать защиту работающих от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов, возникновение которых возможно на рабочем месте, но и обеспечивать нормальное функциональное состояние организма работника, быть износостойкой и эстетичной.

Очевидно, что защитные свойства специальной одежды определяются в первую очередь свойствами ткани, из которой она изготовлена.

При выборе специальной одежды и материалов для ее изготовления должны учитываться: характер опасных и вредных производственных факторов, а также характер их воздействия на организм работающего, тяжесть выполняемых работ, параметры микроклимата на рабочем месте, режим труда и отдыха, эстетические и иные требования.

Нефтяные синтетические смазочные масла представляют собой высокомолекулярные жидкости желтовато-коричневого цвета. Основные компоненты нефтяных масел – алифатические, ароматические и нафтеновые углеводороды с примесью их кислородных, сернистых и азотистых производных. Для получения специальных технических свойств в нефтя-

ные масла часто вводятся различные присадки (соединения железа, меди, хлора, серы, фосфора и др.).

Токсическое действие смазочных масел проявляется, главным образом, при попадании масла на открытые участки тела, при длительной работе в одежде, пропитанной маслом, и проявляется в виде различных кожных заболеваний: дерматитов, экзем, фолликулитов, масляных угрей вплоть до кожных форм рака.

Объектами исследования были выбраны шесть образцов тканей, предназначенные для спецодежды нефтеперерабатывающей отрасли, выпускаемые российскими и зарубежными предприятиями: Томбой (33% хлопок, 67% полиэфир); Балтекс - 260 (49% хлопок, 51% полиэстер); Мастер-Люкс 100% хлопок); Премьер-комфорт 250 (80% хлопок, 20% полиэстер); СТ-1 (51% хлопок, 49% полиэстер); Ткань костюмная «Сатурн» (100% хлопок).

В качестве испытательных масел применяются: Белое неорганическое масло; белое неорганическое масло и Н-гексадекан в объемной пропорции 65/35; Н-гексадекан; Н-тетрадекан; Н-додекан; Н-декан; Н-октан; Н-гептан. В табл. 1 представлены результаты испытаний влияния различных нефтяных масел на ткани для спецодежды.

Таблица 1

Результаты испытаний маслоотталкивания тканей для спецодежды

Номер ткани	1	2	3	4	5	6
Маслоотталкивание	5	5	5	5	3	4
Маслоотталкивание, балл, не менее по ГОСТ 11209	5	5	5	5	5	5

Процесс испытаний продолжают до тех пор, пока очевидные признаки промокания испытуемой пробы проявятся в течение 30 с.

Показателем маслоотталкивания является величина, оцениваемая в баллах, соответствующая наибольшему номеру испытательной жидкости, которая не смачивает ткань в течение 30 с.

Если показатели маслоотталкивания разных участков элементарной пробы имеют различные значения, то за окончательный результат принимают наименьшее значение маслоотталкивания.

Анализ результатов испытаний маслоотталкивания позволяет сделать вывод о том, что образцы 5, 6 не соответствуют требованиям стандарта.

Литература

1. Давыдов А.Ф. и др. Выбор показателей безопасности и качества тканей используемых для пошива одежды специального целевого назначения. // Рабочая одежда и средства индивидуальной защиты. – 2006. – №2. – 44 с.

2. Чернышев М.В., Давыдов А.Ф., Чернышева Г.М. Выбор номенклатуры и исследование тканей спецназначения для защиты от нефти и нефтепродуктов. / Материалы докладов Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии развития текстильной и легкой промышленности». – М., 2014. – 56 с.

3. Чернышев М.В., Давыдов А.Ф., Чернышева Г.М., Пикалова Е.П. Влияние сырой нефти и нефтепродуктов на стойкость к истиранию тканей для пошива одежды работников нефтеперерабатывающих заводов. / Материалы докладов 48 Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной 50-летию университета. В 2 т. Т 2 / УО «ВГТУ». – Витебск, 2015. С. 314-315.

СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ТЕРМООГНЕСТОЙКОЙ ПРЯЖИ

О.А. Шленникова¹, Н.Н. Баева², Н.А. Леденёва³

¹Производственно-коммерческая фирма ЭКМ, Москва, Россия

²Московский государственный университет управления и технологии
им. К.Г. Разумовского, Россия

³Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Термоогнестойкие арамидные волокна успешно используются при изготовлении средств защиты, негорючих отделочных материалов, в производстве органопластиков. Совершенствование волокнистого состава отвечает растущим техническим требованиям, предъявляемым к термоогнестойким материалам [4].

В работе сравнивались свойства материалов, выработанные из арамидной пряжи, фасонной и пряжи после её термообработки. Исследовалось влияние структуры текстильных материалов из термоогнезащитной пряжи на показатели водопоглощения. Пряжа полученная из различных вариантов арамидных волокон для эксперимента предоставлена производством ООО «Лирсот».

Фасонная пряжа получена из арамидных волокон с вложением 20% полиакрилонитрильных волокон. ПАН относится к синтетическим карбоцепным высокомолекулярным соединениям. Фасонная пряжа имеет петлистую структуру, в которой извитости волокон и сукрутины образованных петель закреплены. С повышением разветвленности и деформирования элементарных волокон снижается разрывная нагрузка в сравнении с арамидной пряжей. Для арамидной пряжи после термообработки наблюдается изменение окраски, характерной для этих волокон. Некоторые изменения в структуре параарамидного волокна привели к изменению механических свойств этой пряжи: снижению разрывной нагрузки (табл. 1).

Таблица 1

Свойства пряжи из арамидных волокон

№ п\п	Характеристика	Линейная плотность, текс	Крутка кр/м	Разрывная нагрузка, кгс	Удлинение при разрыве, %
1	Пряжа арамид	29,4 x 2	300	990±20	6,1±0,8
2	Пряжа арамид (термообработанная)	29,4 x 2	300	575±20	5,1±0,8
3	Фасонная пряжа	24,5 x 2	280	655±20	5,9±0,8

Способность текстильных материалов сорбировать воду за определенное время определяется водопоглощением. Проведено сравнение показателей водопоглощения для тканей полотняного, саржевого переплетений и кулирного трикотажа, полученных из трех вариантов арамидной пряжи. Предварительный эксперимент показал, что текстильные материалы из этого волокна достаточно быстро сорбируют влагу [1,2]. Сравнительные исследования и расчет водопоглощения текстильных материалов проведен согласно ГОСТ 3816-81 [3].

Для любого волокнистого материала капиллярная структура складывается из микроструктуры вещества волокна и макроструктуры текстильного материала. Сорбция воды арамидными волокнами может осуществляться имидными и амидными группами, за счет присутствия атомов азота. В работе сравнивались показатели водопоглощения для тканей полотняного и саржевого переплетений, которые широко используются для технических целей. Так как ткань полотняного переплетения отличается однообразием лицевой и изнаночной сторон, то использование фасонной пряжи позволит разнообразить её внешний вид. Показатель водопоглощения для тканей из гладкой и фасонной пряжи имеют близкие значения (табл. 2).

Тканые полотна из арамидной пряжи используются как средства индивидуальной, так и коллективной защиты. Такие материалы подвергаются воздействию факторов внешней среды. Эти факторы, включая температуру, влажность воздуха, солнечную радиацию, дождь, ветер и т.д., объединены общим термином «светопогоды». Под действием светопогоды происходит старение материала, т.е. ухудшение его первоначальных свойств. Изучалась стойкость тканей из арамидной пряжи на воздействие светопогоды в естественных условиях в течении 8 месяцев. Чаще всего стойкость полотен к действию светопогоды характеризуется падением их разрывной нагрузки.

В данной работе для сравнения свойств полотен использовался показатель водопоглощения: до и после естественной инсоляции (табл. 2). Для полотен как полотняного, так и саржевого переплетения после естественной инсоляции наблюдается увеличение значений водопоглощения. Такую тенденцию необходимо учитывать при эксплуатации этого вида тканей.

Таблица 2

Показатели водопоглощения образцов текстильных материалов

№ п\п	Характеристика образцов	Сырье, пряжа	Поверхностная плотность, г\м ²	Водопоглощение, %
1	Ткань, полотняное переплетение	арамид	228	57
2	Ткань, полотняное переплетение	фасонная	210	75
3	Ткань, полотняное переплетение (после инсоляции)	арамид	225	84
4	Саржа 2/2	арамид	220	62
5	Саржа 2/2 (после инсоляции)	арамид	220	79
6	Трикотаж, гладь	арамид	400	97
7	Трикотаж, гладь	фасонная	390	79
8	Трикотаж, гладь	арамид (термообработка)	400	81
9	Трикотаж, ластик 1+1	арамид	550	123
10	Трикотаж, ластик 1+1	фасонная	530	115
11	Трикотаж, ластик 1+1	арамид (термообработка)	540	110
12	Трикотаж, миланский ластик	арамид	540	140
13	Трикотаж, миланский ластик	фасонная	520	116
14	Трикотаж, миланский ластик	арамид (термообработка)	530	126

В работе анализировались свойства трикотажных полотен базовых и комбинированных переплетений. При этом показатели водопоглощения трикотажных полотен объясняются не только сорбционными свойствами полимерных волокон, но и механическим захватом частиц воды поверхностью материала.

Структура трикотажного полотна является пористым материалом, и образована различными видами петель. Для трикотажа одинарного переплетения гладь значение водопоглощения ниже, чем для ластичных переплетений (табл. 2). Эти переплетения характеризуются чередованием лицевых и изнаночных петельных столбиков.

Миланский ластик представляет сочетание ряда ластика с рядом трубчатой глади. Такой трикотаж с обеих сторон имеет одинаковый вид, не закручивается. Из-за наличия рядов глади трикотаж обладает уменьшенной растяжимостью, чем ластик 1+1 и хорошей формоустойчивостью. В переплетении миланский ластик создаются поры, ограниченные протяжками трубчатой глади, соединяющие лицевые и изнаночные петельные столбики. Частицы воды при непосредственном контакте могут проникать и задерживаться в этих порах.

Для трикотажных полотен из фасонной пряжи наблюдается некоторое снижение показателя водопоглощения. Возможно, это объясняется тем, что извитости волокон и сукрутины фасонной пряжи закрывают поры

в структуре трикотажа, снижая способность механического захвата частиц воды.

Показатели водопоглощения для трикотажных полотен из арамидной пряжи имеют большие значение, чем для полотен, полученных из термообработанной пряжи. Это можно объяснить снижением сорбционной способности этой пряжи. В этом случае частицы воды удерживаются на поверхности образца преимущественно механическим захватом пораами трикотажа.

Результаты проведенных исследований показали, что значения водопоглощения для тканей полотняного и саржевого переплетений после инсоляции возрастает. Это необходимо учитывать в материалах, предназначенных для длительной эксплуатации под воздействие светопогоды. Фасонную пряжу возможно использовать для расширения ассортимента тканых полотен, т.к. это незначительно влияет на показатель водопоглощения.

Одинарные полотна имеют меньшие показатели водопоглощения, чем двойные ластичные трикотажные полотна. Для трикотажных полотен из фасонной и термообработанной арамидной пряжи наблюдается снижение этих показателей. Проведенные исследования подтверждают влияние как сырьевого состава волокон, так и структуры текстильных материалов на показатель водопоглощения. Использование различных вариантов термоогнестойкой пряжи отечественного производства позволяет расширить ассортимент текстильных материалов.

Литература

1. *Баева Н.Н.* Изучение эксплуатационных свойств текстильных материалов из волокон арлана / Сборник тезисов международной научно-технической конференции «Современные проблемы развития текстильной и легкой промышленности». – М.: МГУТУ им. К.Г.Разумовского, 2012, С.71.

2. *Баева Н.Н., Шленникова О.А.* Водопоглощение трикотажных полотен из минеральных и синтетических нитей / Международная научно-техническая конференция «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (ИННОВАЦИИ-2015). Сборник материалов. – М.: МГУДТ, 2015, ч.2. – С. 122-125.

3. ГОСТ 3816-81 Материалы текстильные. Методы определения водопоглощения.

4. *Михайлин Ю.А.* Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы. – С.-Петербург: Профессия, 2006. – 624 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ПОДРОСТКОВ

О.А. Щедрина, Л.А. Осипенко

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал ДГТУ),
г. Шахты, Россия

Задачей легкой промышленности является представление разнообразного ассортимента одежды отвечающего желаниям и удовлетворяющего потребностям людей в изделиях высокого качества.

Качество одежды формируется на этапах изготовления материалов, создания модели и конструкции, конфекционирования пакета изделия и собственно процесса изготовления одежды [1].

К детской одежде предъявляется комплекс требований, который подлежит обязательному исполнению.

Гигиенические требования предъявляются ко всему пакету материалов входящие изделия. Материалы должны отвечать нормам СанПиН 2.4.7./1.1.1286-03, обеспечивать свободу движений, не мяться, легко надеваться и сниматься. Кроме того, одежда служит для защиты тела от механических и химических воздействий.

В соответствии с гигиенической классификацией по бальной системе для подростковой теплозащитной одежды определили классифицирующий показатель, $KП=0,875$, который относится к III классу.

Анализируя комплекс требований предъявляемых к теплозащитной детской одежде, в результате ранговой оценки выбраны наиболее значимые свойства основного, подкладочного и прокладочного материала.

В качестве образцов материала для исследований выбран комплект материалов, используемых для производства теплозащитной детской одежды на предприятии ООО «Ариадна-96» г. Шахты Ростовской области. Характеристика материалов, используемых для изготовления зимней куртки для подростка представлены в табл.1.

По наиболее значимым свойствам выбраны стандартные методики и проведены соответствующие испытания.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Большинство образцов основных материалов отвечают гигиеническим требованиям по воздухопроницаемости и водоупорности и могут быть рекомендованы для использования в детской одежде [2].

Только две ткани подкладки имеют воздухопроницаемостью более $100 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \times \text{с})$, и только их можно рекомендовать для использования в зимней куртке для мальчика [2].

Таблица 1

Характеристика материалов

№ образца	Артикул и название ткани	Технические показатели						Волокнистый состав, %	Розничная цена 1 м, руб
		Ширина, см	Поверхностная плотность, г/м ²	Линейная плотность, текс		Плотность нитей на 10 см			
				по основе	по утку	по основе	по утку		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Основной материал									
1	Ткань курточная арт.52397	140	95	9,0 (111,1)	9,0 (111,1)	560	380	НПэф	197,0
2	Ткань курточная арт.52392	100	65	6,7 (149)	12,0 (83,3)	523	268	НПэф	164,0
3	Ткань плащевая с водоотталкивающей пропиткой арт.52400	140	109	11,0 (90,9/2)	6,7 (149)	369	239	НПэф/ НК	180,0
4	Ткань плащевая с пленочным покрытием арт.52341	100	82	11,0 (90,9)	11,0 (90,9)	389	275	НК	160,0
5	Ткань курточная арт.52304	150	72	8,4 (119)	8,4 (119)	478	368	НПэф	246,0
6	Ткань курточная с отделкой лаке арт.52363	110	75	12,0 (83,3)	12,0 (83,3)	338	286	НПэф	180,0
7	Ткань курточная арт. 52241	150	75	8,4 (119)	8,4 (119)	520	350	НПэф	265,0
8	Ткань плащевая с пленочным покрытием арт.52313	150	123	11,0 (90,9/2)	11,0 (90,9/2)	296	214	НПэф	270,0
Подкладочный материал									
1	Ткань подкладочная арт. 52364	150	56	6,7 (149)	6,7 (149)	523	326	НК	150,0
2	Ткань подкладочная арт. 52395	160	66	6,7 (149)	6,7 (149)	447	256	НК	150,0
3	Ткань подкладочная арт. 52401	100	53	6,7 (149)	6,7 (149)	501	340	НК	150,0
Утепляющий материал									
1	Полотно клееное объемное из синтетических волокон арт.935601	150	160	-	-	-	-	ВЛс-100	150,0
2	Полотно клееное объемное из синтетических волокон арт.935569	150	140	-	-	-	-	ВЛс-100	120,0

2. Для зимних курток, выполненных из плащевых материалов, рекомендованный коэффициент теплопроводности должен быть равен $0,041 \div 0,059 \text{ Вт}/(\text{м} \times ^\circ\text{С})$ [3].

3. При исследовании гигроскопичности подкладочных материалов установили, что гигроскопичность должна быть не менее 4 % в соответствии с СанПином [2], этому требованию соответствует образец № 2, именно его можно порекомендовать для детской теплозащитной одежды.

4. Испытание образцов основного материала на выявление явной прорубки, показало, что испытуемые образцы относятся к группе средней прорубаемости. Данная группа прорубаемости не желательна для изделий зимней группы, в связи с этим можно порекомендовать использование правильно подобранных игл и ниток, или укрепление швов от проникновения влаги.

5. При исследовании усадки основных и подкладочных материалов установили, что все образцы относятся к группе безусадочных материалов, но имеют различные значения усадки по знаку по основе и утку, это необходимо учитывать при конструировании моделей [3].

6. При исследовании устойчивости окраски к различным видам воздействия установили, что все образцы отвечают особо прочному крашению.

7. При исследовании значимых свойств утепляющих материалов рекомендованным для использования в детской теплозащитной одежде является полотно клееное объемное с поверхностной плотностью до $200 \text{ г}/\text{м}^2$.

Производство детской теплозащитной одежды является важным и перспективным направлением в отрасли швейной промышленности. Анализируя свойства используемых материалах, можно судить о качестве будущего изделия, его безопасности, способствовать созданию комфортного микроклимата в пододежном пространстве.

Литература

1. Щедрина О.А., Осипенко Л.А. Влияние различных факторов на теплозащитные свойства пакетов одежды / Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности: сборник материалов Всероссийской научной студенческой конференции. Часть 1. – М.: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2015. – 181 с.

2. Санитарно – эпидемиологические правила и нормативы СанПин «2.4.7./1.1.1286 – 03» . Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых. 2003, 16 с.

3. Гущина К.Г., Беляева С.А., Командрикова Е.Я. Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки их качества: Справочник. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 312 с.

МАРКЕТИНГОВЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОСТАТКОВ ТКАНИ ДЛЯ ШВЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

О.А. Щедрина, Л.А. Осипенко

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал ДГТУ),
г. Шахты, Россия

Современные швейные предприятия характеризуются современным уровнем техники, организации производства и технологии, что дает возможность им успешно конкурировать на рынке швейных изделий.

Подростки – это юные модники, которые любят красоваться около зеркала и хвастаться перед друзьями. Их теплая одежда должна быть под стать модным показам детской одежды.

Подростковая одежда должна соответствовать современному стилю и моде.

При проектировании детской одежды необходимо учитывать ряд факторов, одним из которых является климатический пояс.

В умеренном климате требуется универсальная верхняя одежда, способная трансформироваться путем пристегивания дополнительных утепляющих прокладок, пелерин и капюшонов, защищающих от холода и атмосферных осадков.

Наилучшим способом организации детской одежды является ее многослойность и способность к трансформации. Такая одежда будет практична в эксплуатации, способна поддерживать оптимальный микроклимат под одеждой и отвечает современным направлениям моды.

Современные подростки подвижны, стремительны в своем развитии и имеют весьма переменчивые вкусы. Одежда с дополнительными элементами способна не только защищать от климатических изменений, но и позволит менять внешний вид изделия, что очень важно для юных модников.

Для того что бы лицо не испытывало температурного дискомфорта предлагается использовать шапки с пристегивающимися ветрозащитными масками. Для регулировки пододежной температуры рекомендуется применять пристегивающиеся утепляющие прокладки, а для защиты от порывов ветра пристегивающиеся ветрозащитные планки. Для защиты рук от холода и влаги рекомендуется использование варежек трансформирующихся в перчатки.

Шапки, маски и планки возможно изготавливать из межлекальных или концевых отходов основных и подкладочных материалов. Анализируя современное направление моды и тенденции в детской одежде на рис.1 представлены возможные дополнительные элементы для детской зимней одежды, изготавливаемые из процента межлекальных отходов и концевых остатков.



Рис. 1. Дополнительные элементы для детских зимних курток

Рекомендованный процент межлекальных отходов на должен превышать 20% от общей площади раскладки, а допустимой длиной конечного остатка является длина не более 15 сантиметров ткани. Однако швейные предприятия малой и средней мощности могут устанавливать свои отклонения от допустимых значений.

При рациональном использовании концевых остатков и межлекальных отходов предприятие способно увеличить прибыль и привлечь новых клиентов.

Производство дополнительных элементов будет выгодно для предприятия, в связи с тем, что на их изготовление не требуется дополнительного расхода ткани и себестоимость данных изделий будет не высокой, а клиент, покупая куртку, будет покупать и дополнительный набор элементов на свой вкус.

АНАЛИЗ МИКРОСТРУКТУРЫ ОБРАЗЦОВ НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ*

В.В. Хамматова, Р.Ф. Гайнутдинов

Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Россия

В последние годы перспективным направлением в науке является разработка текстильных материалов с принципиально новыми антимикробными, антигрибковыми и вирулицидными свойствами специального

* Проект выполняется в организации исполнителя (Получателе субсидии) при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в соответствии с требованием соглашения № 14.577.21.0019 о предоставлении субсидии на проведение прикладных научных исследований. Уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI57714X0019.

назначения, способствующими повышению комплекса эксплуатационных характеристик спецодежды, которые применяются для многих отраслей промышленности: нефтехимического, строительного, энергетического и т.д. [1, 2].

Основой таких материалов специального назначения, как правило, являются натуральные и смешанные синтетические волокна, производство которых в Российской Федерации является оправданным благодаря огромным запасам природного сырья (нефть, газ).

Текстильные материалы специального назначения, производимые в России, различаются как исходным сырьем, так и по виду применяемых отделочных пропиток. В ряде случаев при заключительной отделке текстильных материалов необходимо не только улучшить эксплуатационные свойства и повысить санитарно-гигиенические показатели, но и придать тканям специфические свойства, такие, как способность отталкивать воду, противостоять масляным и другим загрязнениям, быть огнестойкими, бактерицидными, устойчивыми к гниению. Такие виды отделки называются специальными [3].

Кроме вышеизложенных требований, для потребителя большое значение имеют характеристики, экологическая и гигиеническая чистота продукции – факторы, обеспечивающие расширение и постоянное обновление ассортимента текстильных полотен. В этом случае, следует отдать предпочтение наномодифицированным текстильным материалам, которые предварительно обрабатываются коллоидным раствором наночастиц серебра, имеющих концентрацию – 0,2 г/л. После пропитки образцов текстильных материалов коллоидным раствором наночастиц серебра, их извлекали и закрепляли потоком неравновесной низкотемпературной плазмы (ННТП) пониженного давления, в соответствии с разработанной технологией [4]. Использование наноразмерных частиц металлов для получения новых материалов специального назначения служит основой для создания экологически чистых текстильных материалов, получаемых в мягких условиях и при минимальных затратах ресурсов (энергии и реагентов).

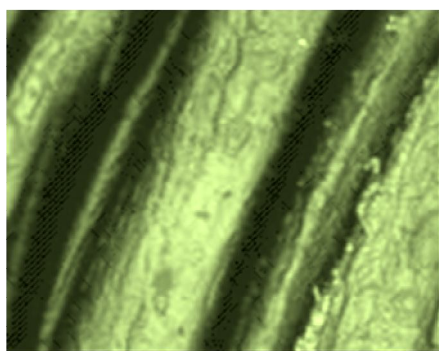
Широкий спектр применения наномодифицированных текстильных материалов потребует проведения микроскопических исследований, которые должны быть обоснованы с точки зрения получаемой бактерицидной ткани, согласно выбранной технологии и их структуры. Кроме того, необходимо выяснить механизмы воздействия коллоидного раствора наночастиц серебра, взаимодействия волокон друг с другом, их взаимное расположение и характеристики нового текстильного материала, поскольку именно данные факторы структуры будут определять механические свойства получаемого материала.

Наиболее перспективным современным направлением исследований текстильных материалов является метод неразрушающего контроля внутренней структуры [5]. В данном направлении известны работы по приме-

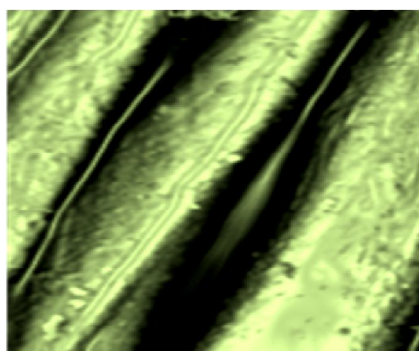
нению компьютерной томографии [6]. Однако размеры поперечного сечения одиночных нитей тканых структур существенно больше размеров поперечного сечения одиночных волокон, достигающих величины 0.05 мм. Анализ работ, выполненных в данном направлении, показал, что получение качественного изображения одиночной нити в структуре тканого материала при использовании томографов медицинского назначения представляет существенные проблемы [7].

В последние десятилетия быстрое и точное решение прикладных задач в текстильном материаловедении возможно осуществить с использованием сканирующей электронной микроскопии [8]. Поэтому изображение поверхности волокон образцов ткани до и после их наномодифицирования коллоидным раствором наночастиц серебра, получены методом сканирующей электронной микроскопии на конфокальном лазерном сканирующем микроскопе «Olympus OLS LEXT 4000», поскольку позволяет измерять экспериментальные образцы с наклоном до 85° и общий диапазон увеличений составляет до 17280 крат. Разрешение по горизонтали до 120 нм, по вертикали до 10 нм.

В частности рассмотрим исследование морфологических особенностей микроскопических объектов на примере нано- и микроструктуры контрольных и наномодифицированных образцов натуральных текстильных материалов «Премьер Cotton 300», артикул 10408», состав 100% хлопок (поверхностная плотность 300 г/м²) с помощью сканирующего электронного микроскопа (рис. 1).



а) контрольный образец



б) наномодифицированный образец

Рис. 1. Микрофотографии поверхности хлопковых волокон ткани «Премьер Cotton 300», артикул 10408 (×10000)

Детальное изучение расположения наночастиц серебра позволяет отметить их наличие не только на поверхности, но и внутри хлопкового волокна, что можно проследить по любой, произвольно взятой нити, на рис. 1. Внешняя поверхность хлопковой нити не ровная и напоминает гофрированный шланг. Такая поверхность, безусловно, способствует усилению взаимозацепления (трения) частиц наносеребра и укреплению структурных элементов внутри материала. Кроме того, по полученным микро-

фотографиям можно утверждать о достаточно равномерном распределении наночастиц серебра по поверхности наномодифицированных волокон, что должно обеспечить одинаковое проявление их антибактериальной активности.

Весьма положительным моментом является значительное превышение радиуса наномодифицированной хлопковой нити. Этот факт позволяет сделать вывод об отсутствии трещинообразования, ломки или наличия напряжений в хлопковых нитях вследствие изгиба. С точки зрения физико-механических свойств, шероховатая матовая поверхность с равномерной толщиной хлопковой нити, способствуют упрочнению текстильного материала в целом.

В результате наномодифицирования экспериментальных образцов текстильных материалов, большая часть наночастиц серебра диффундирует внутрь волокон, где они формируются и прочно удерживаются в волокне и таким образом обеспечивают продолжительный бактерицидный эффект ткани.

Заключение

Таким образом, результаты исследований методами сканирующей электронной микроскопии на конфокальном лазерном сканирующем микроскопе свидетельствуют о различиях в структуре поверхности контрольных и наномодифицированных образцов, обусловленных, очевидно, их отделкой коллоидным раствором наночастиц серебра и плазменной обработкой для формирования элементов структуры и размеров наночастиц серебра.

Установлено, что для устойчивого закрепления и равномерного распределения наночастиц серебра на поверхности текстильного материала «Премьер Cotton 300», артикул 10408 целесообразно проводить их обработку в потоке ННТП пониженного давления в режиме $P_k=20-22$ Па; $W_p=3,5$ кВт; $\tau=1$ м/мин; $G_{\text{возд}}=0,04$ г/с, что препятствует вымыванию наночастиц серебра с поверхности исследуемых текстильных материалов в процессе их эксплуатации и стирки.

Предлагаемую наномодифицированную ткань «Премьер Cotton 300», артикул 10408, защищающую от микроорганизмов, рекомендуется применять для производства одежды специального назначения.

Литература

1. *Хамматова Э.А.* Повышение механических свойств многофункциональных текстильных материалов для производства изделий специального назначения. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности», Иваново. – 2014. – №5. – С. 44-48.

2. *Лаврентьева Е.П.* Новые материалы с комплексом защитных свойств. // Текстильная промышленность. – 2006. – № 1-2. – С. 76-77.

3. Отделка хлопчатобумажных тканей. В 2 ч. Ч.1 Технология и ассортимент хлопчатобумажных тканей: Справочник. Под ред. Б.Н. Мельникова. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 432 с.

4. *Хамматова В.В.* Изготовление экспериментальных образцов наномодифицированных текстильных материалов влияющих на прочность одежды специального назначения. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, Иваново – 2016. – №2. – С. 59-65.

5. *Ивановский В.А.* Развитие систем неразрушающего контроля армирующих тканых структур. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, – №1. – С. 151-155.

6. *Summerscales J., Russell P.M., Lomov S.V., Verpoest I., Parnas R.* The fractal dimension of X-ray tomographic sections of a woven composite. // Advanced Composite Letters. – Vol 13. – N2. – 2004. – P. 115-123.

7. *Ивановский В.А.* Анализ компьютерных томографов для дефектоскопии цельнотканых армирующих структур. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, Иваново. – 2013. – № 3 (345). – С.23 – 28.

8. *Нагорнов Ю.С., Ясников И.С., Тюрков М.Н.* Способы исследования поверхности методами атомно-силовой и электронной микроскопии. – Тольятти: ТГУ, 2012. – 58с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К ОБУВИ ДЛЯ ПОДРОСТКОВ

Д.П. Лойко, В.Н. Катрич, И.В. Мозолева
Донецкий национальный университет экономики и торговли
им. Михаила Туган-Барановского

Решение вопросов, связанных с проблемой несоответствия внутренних размеров и формы обуви размерам и форме стопы подростков, вызвала необходимость разработки требований, предъявляемых к качеству и безопасности обуви.

В связи с этим, важно учитывать особенности формирования стоп подростков, поскольку известно, что их растущая стопа не является уменьшенной копией уже сформировавшейся стопы взрослого человека. Условия носки обуви подростками заметно отличаются от условий носки другими представителями половозрастных групп населения. Это обусловлено, прежде всего, более активной подвижностью подростков и, как результат, большим воздействием на обувь различных видов нагрузки.

Согласно Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков» подростки – пользователи продукции в возрасте от 14 до 18 лет.

В Руководстве ISO/IEC 51 «Аспекты безопасности. Руководящие указания с включением их в стандарты» безопасность определяется как отсутствие недопустимого риска, связанного с предотвращением вреда для жизни или здоровья человека.

Создание рациональной обуви, обеспечивающей выполнение предъявляемых к ней требований, связано с решением сложных задач в области материаловедения по выбору и применению обувных материалов. Особенности классификации обуви приводят к дифференциации требований к обувным материалам. К сожалению, требования потребителей обуви, в данном случае подростков, находятся в явном противоречии с экономическими и технологическими аспектами ее производства, в частности проектирования.

С целью решения этого противоречия целесообразно разработать научно обоснованные требования к обуви.

В случае несоблюдения требований вышеуказанного регламента в отношении деления населения на половозрастные группы могут иметь место неверно заданные границы подросткового возраста, что, как правило, приводит к недостаточному обеспечению уровня функциональных и эргономических свойств обуви.

Согласно требованиям нормативной документации обувь для подростков должна быть лёгкой, удобной, не стеснять движений, соответствовать форме и размеру стопы. При несоблюдении требований стандартов она может явиться причиной появления ряда заболеваний. Так, уплощение стопы ведет к нарушению осанки, болезням позвоночника, а значит и работе, внутренних органов. Уменьшение физиологических изгибов позвоночника (плоская спина), особенно в сочетании с плоскостопием, приводит к постоянным микротравмам головного мозга, нарушениям памяти и внимания.

Окостенение стоп детей завершается лишь с окончанием роста (приблизительно 21 г.), поэтому стопа подростка подвержена деформации под влияние механического воздействия. В связи с этим такие показатели качества как толщина, гибкость подошвы, масса обуви, а также теплозащитные свойства подлежат обязательному нормированию.

В свое время модельно-колодочный сектор Центрального научно-исследовательского института кожевенно-обувной промышленности занимался изучением возрастных изменений, происходящих с возрастом в скелете стопы и в составе мускулатуры, связок, сосудов и нервов. Результаты исследований свидетельствуют, что более уязвимыми являются тыльная часть в области сгиба стопы и лодышка. Носочная часть обуви должна быть выполнена так, чтобы в любых фазах движения концы пальцев не упирались в переднюю стенку обуви. Стелечная часть в пучках и пятке (опорная часть в обуви) определяется по контуру отпечатка, полученному при стоянии ребенка на обеих ногах.

Рассматривая вопрос научного подхода формирования требований к обуви для подростков, необходимо учитывать, что в процессе ее производства широко применяют клеи. Довольно распространенное применение клеев в производстве обуви, несомненно, обусловлено рядом их преимуществ использования (клеящая способность, термостойкость, водостойкость, морозостойкость, прочность склеивания и др.).

При этом необходимо учитывать специфические требования того или иного производства, а также условия эксплуатации обуви. В обувном производстве важно осуществлять выбор клеев для проведения сложного формования верха обуви на колодке, так как при эксплуатации обуви клеевые соединения должны быть устойчивы как к многократному изгибу, так и температурным перепадам в процессе носки.

Учитывая это, становится понятным доминирующее применение для приклеивания подошв каучукоподобных адгезивов, имеющих активные полярные функциональные группы. В данном случае речь идет о хлоропреновых и полиуретановых каучуках, являющихся основой соответственно полихлоропреновых и полиуретановых обувных клеев. За счет гибкости каучукоподобных макромолекул создается диффузное взаимопроникновение макромолекул и их сегментов в зоне контакта адгезива с субстратом, клеевому креплению обеспечивается устойчивость к многократному изгибу, а вследствие полярных функциональных групп – сильное адгезионное межмолекулярное взаимодействие.

Итак, предметом наших следующих научных исследований будет формирование обязательных требований, предъявляемых к обуви для подростков, с учетом как национального, так и международного опыта.

СЕКЦИЯ 4. СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДИФИЦИРОВАНИЯ И ОТДЕЛКИ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА К КРАШЕНИЮ ПО НЕПРЕРЫВНОМУ СПОСОБУ

А.А. Азанова, Л.Н. Абуталипова, Г.Н. Хуснутдинова

Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Россия

Крашение текстильных материалов по непрерывному способу отличается высокой производительностью и меньшим количеством промышленных выбросов. Для трикотажных полотен непрерывное крашение применяется сравнительно редко, что связано с рядом трудностей, обусловленных структурой материала: сложностями обеспечения перемещения полотна через машину без натяжения, расправления кромок, а также равномерного отжимом по всей ширине [1].

При непрерывном крашении кругловязаного полотна в виде жгута трудно добиться равномерного распределения красителя со всех сторон «трубки». Известно [2-4], что обработка текстильных материалов низко-температурной плазмой (НТП) придает им способность быстро и равномерно смачиваться водными растворами, а также увеличивает их сорбционную емкость. В связи с этим представляло интерес исследование возможности крашения по непрерывному способу трикотажного полотна в виде жгута, подготовленного плазменной обработкой.

Осуществляли крашение хлопчатобумажного трикотажного полотна активными и прямыми красителями по однованному плюсовочно-запарному способу с предварительной его подготовкой отвариванием и плазменной активацией. Перед крашением проводили плазменную обработку сурового полотна на установке высокочастотного емкостного разряда пониженного давления в плазмообразующей среде воздуха.

Наиболее характерные результаты экспериментов демонстрируют данные, приведенные в табл.1 и на рис. 1-2 на примере крашения активным красителем «Ремазоль RR маренго».

Как видно по табл.1, окраска наружных и внутренних сторон трикотажного полотна в виде «трубки» по интенсивности и равномерности практически одинаковая.

Таблица 1

Показатели окраски кругловязаного трикотажного полотна, окрашенного в виде трубки, предварительно подготовленного НТП обработкой

Сторона трикотажного полотна в виде «трубки» (жгута)	Показатель	
	K/S	Равномерность окраски
Внешняя сторона слоя, находящегося при НТП обработке на стороне активного электрода	1,58	0,35
Внутренняя сторона слоя, находящегося при НТП обработке на стороне активного электрода	1,56	0,37
Внутренняя сторона слоя, находящегося при НТП обработке на стороне «пассивного» электрода	1,53	0,37
Внешняя сторона слоя, находящегося при НТП обработке на стороне «пассивного» электрода	1,57	0,36

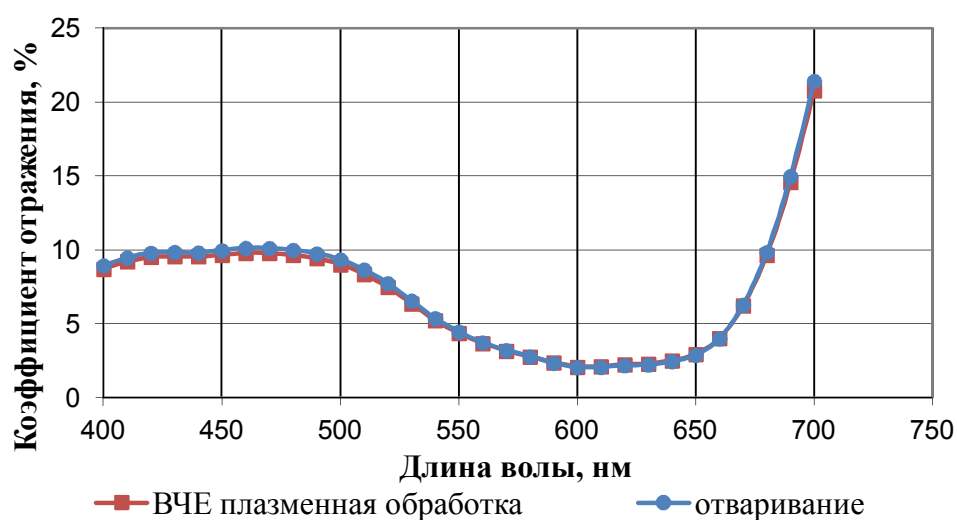


Рис. 1. Спектры отражения трикотажного полотна, окрашенного по непрерывному способу с разными вариантами подготовки

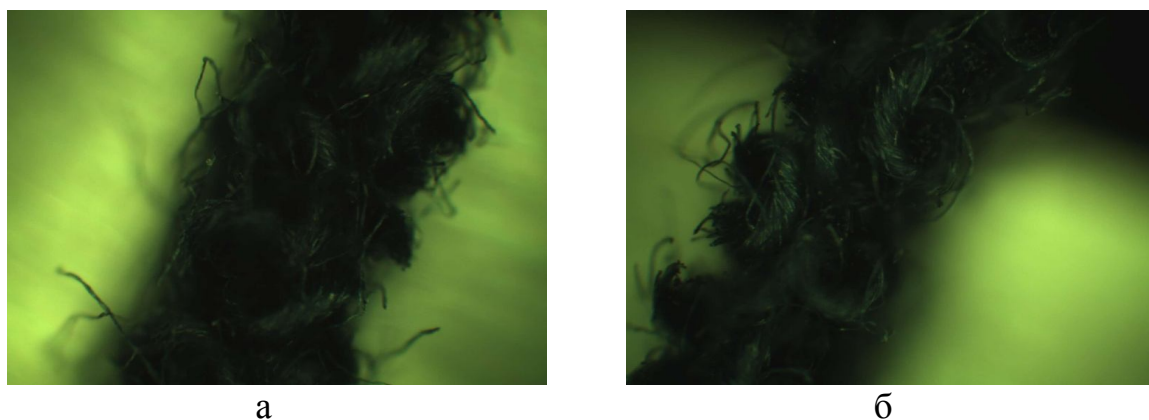


Рис. 2. Фотография среза трикотажного полотна, окрашенного по непрерывному способу (а - подготовленного НТП обработкой; б - подготовленного отвариванием)

Спектры отражения образцов, окрашенных с разными вариантами подготовки, (рис.1) показывают, что предварительная НТП обработка позволяет получать окраски, идентичные окраскам, полученным подготовкой традиционным отвариваем, и характеризуются равномерным прокрасом по толщине (рис.2). Устойчивость полученных окрасок к условиям эксплуатации соответствует требованиям действующих стандартов.

Таким образом, использование НТП обработки позволяет окрашивать хлопчатобумажное трикотажное полотно в виде «трубки» с получением интенсивных равномерных окрасок, что говорит о ее эффективности и перспективности для применения в непрерывных процессах.

Литература

1. Чешкова А.В. Химические технологии и оборудование трикотажного отделочного производства. – Иваново: Изд-во ИГХТУ, 2008. – 113 с.
2. Мельников Б.Н., Федосов С.В., Шарнина Л.В., Акулова М.В. Применение тлеющего разряда в текстильной и строительной промышленности. – Иваново: Изд-во ИГХТУ, 2008. – 232 с.
3. Квач Н.М., Тюркина Т.В., Садова С.Ф. Плазмохимическая обработка льняных тканей. // Текстильная промышленность. – 1995. – № 1–2. – С. 46–48.
4. Азанова А.А., Абдуллин И.Ш., Нуруллина Г.Н. Плазменные технологии в процессах отделки трикотажа. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2015. – 156 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТКАНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

М.В. Антонова, Р.Н. Фазуллина, Ю.Б. Шестерикова

Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Россия

С развитием промышленного сектора все чаще встает вопрос об очистке промышленных сточных вод и утилизации отходов. Отделочное производство требует много воды для проведения различных процессов и их отдельных стадий, что приводит к большому числу различных потоков сточных вод. Ухудшающаяся экологическая ситуация вынуждает ужесточать требования к сбросу отходов и сточных вод предприятий. Как известно практически не одно предприятие не может работать без образования отходов и стоков [1].

Однако, сегодня ситуация со сбросом промышленных сточных вод меняется. Все более жесточающиеся требования к сбросу производственных стоков требуют поиск и разработку наиболее эффективных решений в области их очистки [2]. На многих предприятиях имеются старые очист-

ные сооружения, выполненные еще в далекие застойные времена. Не более 50% таких сооружений работали эффективно на момент их запуска в эксплуатацию. На сегодняшний день практически ни одно старое очистное сооружение не может удовлетворять требованиям предприятия.

Существенное значение в фильтровальной технике имеют фильтроткани. Поэтому вопросы строения, проектирования, изготовления и выбора фильтровальной ткани в большинстве случаев имеют решающее значение для процесса фильтрования, в особенности в начале фильтрования при задержании на поверхности ткани первых частиц твердой фазы, до образования осадка, так как определяют собой скорость фильтрования (производительность фильтра), чистоту фильтрата, гидравлическое сопротивление и другие показатели, позволяющие нормально вести процесс. Тем не менее эти вопросы до настоящего времени не получили должного развития [3]. Поэтому является актуальным исследование применения текстильных нетканых материалов для механической очистки сточных вод.

Механическая фильтрация - очистка воды от твердых взвесей с помощью пористых материалов в фильтре. Критерием качества механической фильтрации является прозрачность воды. Основным процессом, протекающим при фильтровании, состоит в проникновении твердых частиц разделяемой суспензии в поры фильтровальной ткани.

Отделение твердых частиц суспензий от жидкости при помощи фильтровальных тканей является сложным процессом [4].

На первом этапе исследования проводился эксперимент по фильтрации сточной воды через нетканые материалы. Объектами исследования были выбраны: войлок, поролон на основе пенополиуретана, синтепон на основе полиэфира. Сточная вода в первом случае была загрязнена песком, во втором – маслом. Фиксировали, за какое время произойдет полная фильтрация. Результаты опыта представлены в табл. 1.

Таблица 1

Определение времени фильтрации

Название материала	Время фильтрации, сек	
	песок	масло
Войлок	12	60
Поролон на основе пенополиуретана	9	43
Синтепон на основе полиэфира	15	36

Как видно из результатов эксперимента, фильтрация загрязненной воды быстрее всего прошла через синтепон, чем через поролон и войлок. Это объясняется большим размером пор и низкой плотностью материала. Отметим, что скорость и время фильтрации не гарантирует качественную очистку воды.

Водопоглощение оказывает существенное влияние на скорость и чистоту фильтрования, а, следовательно, на производительность фильтров

и качество очистки. Количественная оценка этого влияния возможна только при учете работы формирующегося на ткани в процессах фильтрования осадка. Однако изучение водопоглощения фильтровальных тканей, свободных от осадков, имеет также важное значение как для их проектирования и выработки, так и эксплуатации [5].

На втором этапе исследования проводили определение водопоглощения фильтровальных материалов. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Определение водопоглощения фильтровальных материалов

Название материала	Масса до проведения опыта, г	Масса после погружения в воду на 2 часа, г	Масса после погружения в воду на 22 часа, г	Водопоглощение, %
Войлок	2,062	5,38	6,455	213,04
Поролон	0,84	8,819	8,928	962,85
Синтепон	0,551	6,136	11,254	1942,46

Результаты испытаний показали, что благодаря высокой пористости синтепон обладает большей способностью впитывать воду. Как видно из таблицы, масса войлока и поролон, погруженных в воду на 22 часа, изменяется не значительно. В то время как синтепон массу увеличивает примерно в 2 раза. Следовательно, степень водопоглощения синтепона в 2 раза выше, чем у поролон и в 9 раз выше по сравнению с войлоком. Это скорее всего объясняется наибольшей пористостью синтепона по сравнению с остальными фильтровальными неткаными материалами.

На следующем этапе эксперимента мы исследовали качество очистки воды и характер фильтрации. При очистке воды от песка синтепон пропускал в свои поры большое количество загрязнений, что затрудняло дальнейшую фильтрацию. Синтепон также пропускал через себя песок, так как его поры больше, чем размер песчинок. Тот же результат был и с масляной водой. Масло проникало в поры, замедляя время фильтрации.

Результаты фильтрации сточной воды представлены на рис. 1.



Рис. 1. Фотографии отфильтрованных сточных вод загрязненных; а) песком и б) маслом через поролон

При использовании войлока в качестве фильтра для механической очистки воды от песка, наблюдалось снижение скорости фильтрации. Загрязнение, оставаясь на поверхности фильтра затрудняли фильтрацию воды, тем самым увеличивая время. Фильтрация замасленной воды была осложнена по тем же причинам. Следовательно, это влияет на время очистки воды и на качество.

При фильтрации воды поролоном загрязнения не проходили в слои материала, оставаясь на поверхности. При этом качество и время фильтрации не ухудшилось. В результате получили менее загрязненную воду, чем при фильтрации синтепоном и войлоком. Такой характер фильтрации объясняется оптимальным объемом пор, которые задерживали загрязнения, и достаточной плотностью материала, которая задерживала загрязнения на поверхности, не пропуская их в слои и не затрудняя фильтрацию. Как было ранее сказано, что плотность и пористость данного нетканого материала зависят от метода холстообразования. В данном случае это вспенивание.

После проведения эксперимента на основе полученных данных подсчитали привес испытываемых нетканых материалов. Данные отображены в табл. 3.

Таблица 3

Определение привеса нетканых материалов

Название материала	Привес, г	
	песок	масло
Войлок	6,835	7,025
Поролон	12,727	13,205
Синтепон	8,709	7,885

Результаты показали, что после фильтрации у поролона на основе пенополиуретана привес стал больше по сравнению с другими образцами. Следовательно, это доказывает, что поролон лучше других испытываемых нетканых материалов задерживал на своей поверхности загрязнение, благодаря своей оптимальной плотности и пористости.

Таким образом, исследование показало, что применение на текстильных предприятиях в качестве фильтроткани поролона на основе пенополиуретана позволит повысить эффективность очистки сточных вод, что позволит вторично использовать воду для нужд предприятия, предотвратит затраты на приобретение дорогостоящих фильтров и фильтровальных тканей. На качество и время фильтрации влияет пористость и плотность испытываемых нетканых материалов, а так же их состав и способ производства.

Установлено, что поролон на основе пенополиуретана относительно войлока и синтепона больше подходит в качестве фильтровальной перегородки. Его пористость и плотность оказались оптимальными для фильтрации загрязнений.

Литература

1. *Хабибуллина А.Ю., Соловьев М.Г., Винокуров А.И.* Химические волокна: получение, свойства, применение // Материалы X международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам «Научному прогрессу - творчество молодых». – 2015. – С. 157-158.
2. *Николаев С.Д., Рыбаулина И.В., Абрамова Т.С., Зимников М.С.* Метод проектирования фильтровальных тканей, предназначенных для фильтрации жидких сред // Сборник трудов конференции: Инновационные технологии и материалы. – 2012. – С. 21-23.
3. *Садыкова Ф.Х., Садыкова Д.М., Кудряшова Н.И.* Текстильное материаловедение и основы текстильных производств. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 223 с.
4. *Гусаков А.В., Перепелкин К.Е.* Полиэфирные фильтровальные ткани и их свойства. // Химические волокна. – 2007. – №1. – С. 33-36.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМОЛИЗА ЛУЗГИ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

П.В. Аркушевски, М.А. Середина

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Углеродные адсорбенты (активные угли) в силу своих физико-химических свойств являются уникальными и идеальными сорбционными материалами, которые позволяют решать большой круг вопросов обеспечения химической и биологической безопасности человека, окружающей среды и инфраструктуры.

Среди большого разнообразия исходных углеродсодержащих материалов для получения АУ в последние годы особый интерес представляют различные растительные отходы. На сегодняшний день на планете, и в России в том числе, ежегодно образуется огромное количество возобновляемых растительных отходов и продуктов переработки углеродсодержащего сырья, достигающее сотен миллионов тонн в год.

Переработка отходов сельскохозяйственных культур и различных плодов - одно из возможных направлений получения новых углеродных материалов со специфическими свойствами.

Активированный уголь получают из различных углеродсодержащих материалов органического происхождения, таких как древесный уголь, каменноугольный кокс, нефтяной кокс, скорлупа кокоса, грецкого ореха, косточки абрикоса, маслины и других плодовых культур.

В настоящее время растут темпы производства растительного масла, в связи с этим увеличивается количество невостребованных отходов - луз-

ги подсолнечника. Высокое содержание целлюлозы и лигнина в составе данного сырья предполагает возможность получения на её основе углеродных материалов.

Процесс получения углеродных материалов из целлюлозного сырья происходит в результате термохимических превращений исходного материала. Эти процессы зависят от химической природы исходного сырья, а так же условий термообработки.

В качестве объектов исследований были выбраны два образца лузги подсолнечника: исходный материал, а так же не содержащий влаги и жира. С целью изучения термических превращений лузги подсолнечника исследован процесс термолиза указанных материалов. Процесс термолиза проводили в муфельной печи в интервале 200-350°C со скоростью нагрева 25°C в минуту. Температурный интервал термолиза был выбран с учетом температурного диапазона термического разложения лузги подсолнечника.

Исследована кинетика процесса термолиза исходной и обезжиренной лузги подсолнечника (Табл. 1).

Таблица 1

Результаты процесса термолиза исходного и обезжиренного образца растительного сырья*

Продолжительность процесса термолиза, мин	КО, % при температуре термолиза, °С		
	250°C	300°C	350°C
10	57,4/17,6	44,4/15,4	27,1/15,1
20	50,9/15,6	26,7/11,9	16,9/11,7
30	49,5/14,5	20,4/11,0	16,0/10,6
40	48,5/10,0	20,2/11,0	14,0/7,2

* В числителе-КО термолиза исходной лузги, в знаменателе - КО термолиза обезжиренной лузги.

Как видно из представленных данных при температуре 250°C происходит незначительная потеря массы при термолизе исходного материала, так как согласно данным термогравиметрического анализа при этой температуре происходит только удаление влаги и подсолнечного масла. Дальнейшее повышение температуры термолиза до 300°C приводит к значительному уменьшению выхода карбонизованного остатка до 20,4% при продолжительности 30 минут, по сравнению с выходом карбонизованного остатка (КО) при температуре 250°C, значение которого составляет 49,5%. Повышение температуры термолиза до 350°C приводит к резкому снижению выхода КО термического разложения лузги подсолнечника до 14,0% при продолжительности 40 минут.

Исследовано влияние содержания влаги и масла в лузге подсолнечника на процесс термолиза указанного материала. Для исследования был выбран образец, из которого удалили подсолнечное масло методом экстракции бензолом с последующей сушкой до постоянной массы.

Согласно полученным данным удаление влаги и масла из лузги подсолнечника приводит к снижению устойчивости материала к термоокисли-

тельной деструкции. Так при температуре 250°C и продолжительности 30 минут КО термолиза исходного образца составляет 49,5%, а в этих же условиях термолиз обезжиренной лузги подсолнечника составляет 14,5%. По-видимому, наличие в составе подсолнечного масла высококипящих жирных кислот обеспечивает более высокую термостабильность исходного материала.

В процессе термолиза целлюлозосодержащего материала происходят термохимические превращения целлюлозы. В процессе термической деструкции целлюлозы при температуре выше 250°C происходит окисление гидроксильных групп до альдегидных, а затем до карбоксильных.

Для оценки степени термоокисления лузги подсолнечника было определено содержание кислотных групп в карбонизованных остатках термолиза (табл. 2).

Таблица 2

Основные физико-химические свойства лузги подсолнечника*

Наименование материала	КО, %	Содержание кислотных групп, моль/г	Сорбционная активность по йоду, %
Исходный	44,4	1,1	12,7
Обезжиренный	15,4	0,4	44,4

* температура термолиза 300°C, продолжительность процесса 10 минут.

Для исходного образца характерно невысокое содержание кислотных групп (1,1 моль/г) при достаточно значительном выходе КО термолиза. Снижение содержания карбоксильных групп в КО термолиза обезжиренной лузги до 0,4 моль/г объясняется тем что в отсутствии жирных кислот усиливается процесс термодеструкции материала. В процессе экстракции удаляются все полиненасыщенные жирные кислоты, входящие в состав подсолнечного масла, кроме олеиновой ($T_{\text{кипения}} = 360^\circ\text{C}$). По-видимому, присутствие в составе лузги подсолнечника олеиновых кислот способствует повышению выхода КО термолиза, так как эти кислоты содержат сопряженные $\text{C}=\text{C}$ связи, которые не способны к разрыву при температуре выше 250°C.

Сорбционная активность по иоду является основной характеристикой поглотительной способности активных углей. Данные приведенные в таблице 2 показывают, что наибольшую сорбционную способность проявляет образец обезжиренной лузги подсолнечника, которая составляет 44,4%, а сорбционная активность по иоду некоторых промышленных активированных углей не превышает 45%. Образец исходной лузги подсолнечника характеризуется меньшей поглотительной способностью и составляет 12,7%. По-видимому, исходный образец лузги подсолнечника имеет большую термостабильность, за счет присутствия подсолнечного масла, которое снижает интенсивность протекания окислительных процессов, что в свою очередь уменьшает образование пористой структуры.

Исследование КО лужги подсолнечника методом атомно-силовой микроскопии показало, что микрорельеф поверхности исходной лужги (рис.1) является очень не однородным со множественными включениями в структуру остатков семечка подсолнечника и размытой поверхностью с остатками масла.

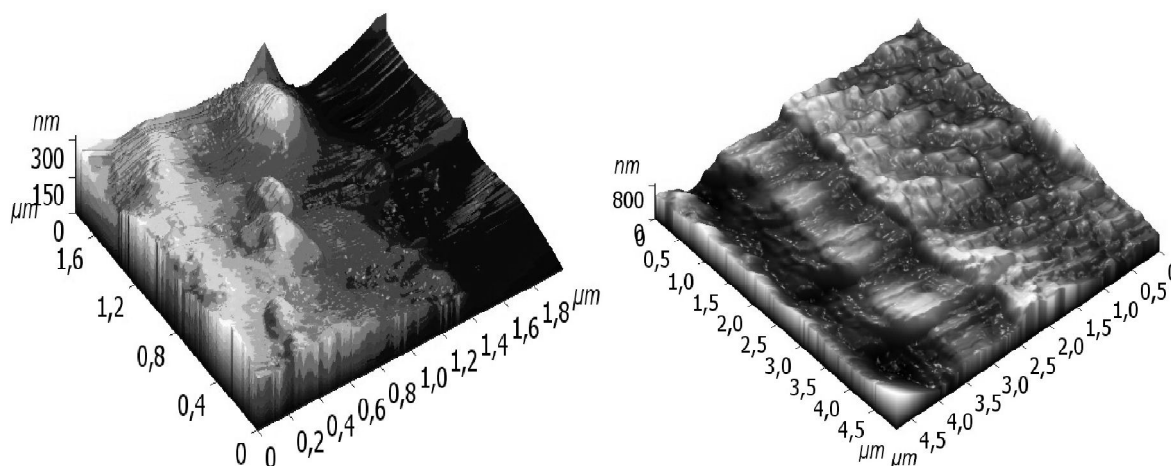


Рис. 1. Трехмерные микрофотографии поверхности исходной и карбонизованной лужги подсолнечника

Поверхность КО карбонизованной лужги подсолнечника стала более гладкой и слоистой. Это обусловлено тем, что в процессе термолиза происходит дополнительная ориентация элементов надмолекулярной структуры целлюлозы, за счет чего становится более выраженной её фибриллярная структура. В трехмерном изображении КО термолиза лужги подсолнечника отчетливо наблюдается упорядоченность слоев поверхности карбонизованного материала.

Установлено, что сорбционная способность карбонизованных материалов зависит от химического состава и свойств исходного растительного сырья и обезжиренная лужга является перспективным сырьем в производстве углеродных материалов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АФЛАММИТА КВВ НА ПРОЦЕСС ПИРОЛИЗА ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТКАНЕЙ

В.И. Бешапошникова, О.Н. Микрюкова, Н.А. Макарова, Т.С. Лебедева
Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Горение волокнообразующих полимеров представляет собой сложный физико-химический процесс, включающий в себя как химические реакции деструкции, сшивания и карбонизации полимера в конденсированной фазе, превращения и окисления газовых продуктов, так и физические процессы интенсивной тепло- и массопередачи. Для подавления горения

необходимо создать условия, способствующие разрыву цикла процесса горения в конденсированной и газовой фазах.

С этой задачей успешно справляются замедлители горения, введение которых в волокнообразующий полимер является наиболее эффективным методом снижения горючести для большинства текстильных материалов [1-4]. Однако, несмотря на большое число проводимых научных исследований, проблема снижения горючести, дымообразования и токсичности продуктов горения и пиролиза термопластичных волокнообразующих полимеров, таких как поликапроамида, полиэтилентерефталата, а так же карбонизирующихся полимеров целлюлозных и белковых полностью не решена [5-7].

Для решения данной проблемы в работе исследовали влияние фосфоразотсодержащего замедлителя горения афламмита КWB (диалкилфосфопропиониламид-N-метил) на процесс пиролиза и горения целлюлозных тканей. В качестве текстильного материала выбрана суровая хлопчатобумажная ткань арт. 210, поверхностной плотности 110 г/м^2 , которая предварительно подверглась кипячению с целью удаления шликты и улучшения смачиваемости.

Приготовление модифицирующего раствора афламмита КWB осуществляли разбавление дистиллированной водой до требуемой концентрации замедлителя горения в пропиточном растворе. Катализатор – 70-75% фосфорная кислота H_3PO_4 . Сшивающий агент – Квекодур DM 70 на основе меламиноформальдегидной смолы, который включает конденсацию карбамида и формальдегида в соотношении 1:(1,6-1,8) при рН 8,3.

Температура пропиточного раствора $35 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$. Ткань погружали в модифицирующий раствор ЗГ и выдерживали в течение 5-6 мин. Затем образцы отжимали и высушивали в шкафу при температуре $100 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ до содержания влаги $8 \pm 0,5\%$. После чего образцы термообработывали при температуре $150\text{-}160 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 2-10 мин. Избыток антипирена и удаление остатков фосфорной кислоты осуществляли промывкой ткани в холодной воде с последующей окончательной сушкой.

Модифицированные образцы взвешивали на аналитических весах с точностью до $0,001 \text{ г}$ и определяли привес замедлителя горения в структуре ткани. Процесс пиролиза модифицированной ткани исследовали методом термогравиметрического анализа на приборе TGA Q500 фирмы Intertec Corporeshion в атмосфере воздуха при скорости нагрева $20 \text{ }^\circ\text{C/мин}$.

Для определения устойчивости огнезащитного эффекта модифицированных образцов к мокрым обработкам пробы подвергали стирке по ГОСТ Р ИСО 10528-99. Определение показателя воспламеняемости кислородного индекса осуществляли по ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) на приборе Stenton Resfor (Австралия) при давлении кислорода в системе $0,18 \text{ МПа}$ и азота $0,19 \text{ МПа}$.

Ранее проведенными исследованиями [8] определены оптимальные параметры процесса модификации хлопчатобумажной ткани афламмитом КWB: концентрация замедлителя горения афламмита КWB в модифицирующем растворе 20%, температура раствора – 100 ± 5 °С, продолжительность пребывания текстильного материала в растворе 340 ± 5 сек. При этих условиях достигается максимальное значение показателя горючести кислородного индекса 30-33%.

Получена математическая модель, описывающая зависимость кислородного индекса y , от параметров модификации, которая позволяет управлять процессом огнезащитной модификации текстильных полотен фосфорсодержащим замедлителем горения афламмитом КWB и получать хлопчатобумажные ткани с разной степенью огнезащиты с учетом предъявляемых требований и назначения изделий. Уравнение имеет вид:

$$y = 28,14 + 2,29 x_1 + 1,68 x_2 + 0,89 x_3 + 0,5 x_1 x_2 - 0,33 x_2 x_3 + 0,23 x_1 x_2 x_3,$$

где $x_1 = C$, концентрация афламмита в растворе, мл/л; $x_2 = T$, температура модифицирующего раствора, °С; $x_3 = \tau$, время модификации, сек.

Результаты испытания образцов модифицированной ткани на показатель горючести показали, что теоретические расчеты согласуются с экспериментальными данными.

Установлено, что введение в модифицирующий раствор 1% фосфорной кислоты и термообработка в течение 2 мин не оказывает существенного влияния на прочность ткани. С увеличением количества фосфорной кислоты до 2-3% прочность ткани снижается, по-видимому, за счет гидролиза целлюлозы в водной среде в присутствии кислотного катализатора.

По данным термогравиметрического анализа (ТГА) при пиролизе целлюлозных тканей огнезащищенных афламмитом КWB снижается температура начала основной стадии деструкции на 100-120 °С (табл. 1).

Процесс разложения тканей протекает с меньшей скоростью и меньшими (на 33-35%) потерями массы, по сравнению с исходным образцом. Модификация способствует увеличению выхода коксового остатка, так при 500 °С для исходной ХБ ткани потери массы составили 100%, в то время как для модифицированной 49-65%. Все это свидетельствует об ингибирующем влиянии модификации на процесс пиролиза, которое способствует усилению процессов структурирования и карбонизации. При этом модификация 20% раствором афламмита КWB обеспечивает повышение кислородного индекса до 30-33% об (рис. 1, кр. 1).

Дальнейшее увеличение содержания замедлителя горения в пропи-точном растворе не эффективно, так как кислородный индекс возрастает незначительно на 1-2%.

Таблица 1

Влияние условий модификации на процесс пиролиза огнезащитенной хлопчатобумажной ткани
(по данным DTG и TG)

№ образца	Характеристика образца. Содержание замедлителей горения в хлопчатобумажной ткани арт. 210, % масс	Температура деструкции, °С, $\frac{T_n - T_k}{T_{max}}$	Потери массы от деструкции, %, $\frac{\Delta m_{max} - \Delta m_{min}}{V_{max}}$, МГ/МИН	Потери массы, %, при температуре, °С								
				200	300	400	500	600	700	800	900	1000
1	ХБ ткань исходная	$\frac{345-375}{364}$	$\frac{70}{9,8}$	3,9	7,0	85,0	100	100	100	100	100	100
2	19,5% афламмита КWB (из 10% раствор)	$\frac{250-330}{294}$	$\frac{37}{6,2}$	5	42	52	65	80	87	92	94	94
3	27% афламмита КWB (из 20% раствор)	$\frac{240-330}{270}$	$\frac{35}{6,4}$	8	40	46	49	58	65	75	85	87
4	29,8% афламмита КWB (из 30% раствор)	$\frac{230-350}{294}$	$\frac{35}{6,09}$	7,5	30	48	54	64	73	82,5	87,3	87,3
5	28,5% афламмита КWB (из 20% раствор афламмита КWB+ 10% DM 70)	$\frac{290-350}{326}$	$\frac{36}{7,3}$	5	12	48	57,5	69	83,5	90	95	95

Примечание: DM 70- сшивающий агент на основе меламиноформальдегидной смолы; T_n и T_k – температура начала и окончания основной стадии деструкции, соответственно; T_{max} – максимальная температура при которой наблюдается максимальная скорость $V_{max} = (\Delta m_{max} - \Delta m_{min}) : m_n : t$, где Δm_{max} - максимальные потери массы, %; Δm_{min} - минимальные потери массы, %; m_n - 1% от массы навески, мг; t – время нагрева образца на 100°С при скорости нагрева 20°С/мин, мин.

Меньшая концентрация раствора является недостаточной, для придания огнезащитных свойств хлопчатобумажной ткани.

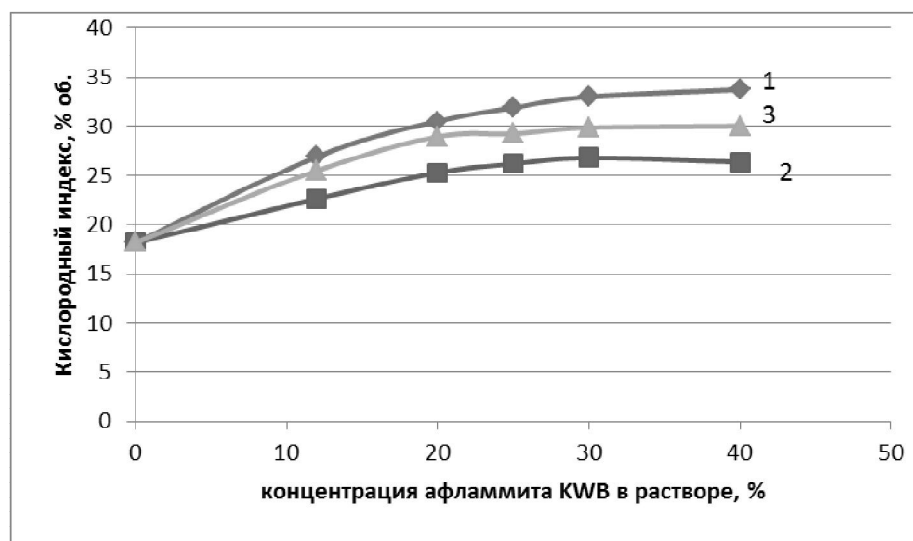


Рис. 1. Зависимость кислородного индекса от концентрации афламмита KWB в растворе: 1 – до стирки; 2- после стирки; 3 – модифицированные и обработанные 10% DM 70 – после стирки

Однако полученный огнезащитный эффект не устойчив к многократным стиркам и после 10 стирок кислородный индекс на всех образцах не превышал 26,8% об (рис. 1, кр. 2). Поэтому образцы ХБ ткани после модификации афламмитом KWB обрабатывали 10% раствором сшивающего агента Квекодур DM 70, с последующей сушкой и термообработкой. Полученные образцы после многократной стирки характеризуются высоким показателем кислородного индекса 29-30% об., что свидетельствует о химическом взаимодействии замедлителя горения с волокнообразующим полимером. Температура начала основной стадии деструкции смещается на 50° в область более высоких температур (образец 5, табл. 1), потери массы при 500° составили 57,5%, что свидетельствует об усилении процессов структурирования и карбонизации и снижении горючести ХБ ткани.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработан способ придания огнезащитных свойств хлопчатобумажным тканям, которые можно рекомендовать для изделий бытового и технического назначения.

Литература

1. Волохина А.В., Щетинин А.М. Создание высокопрочных, термо- и огнестойких синтетических волокон. // Химические волокна. – 2001. – № 2. – С. 14-21.
2. Besshaposnikova V.I., Artemenko S.E., Panova L.G., Kulikova T.V., Grishina O.A., Shteinle V.A., Zagoruiko M.V. Flameproofing modification of synthetic materials by laser radiation. // Fibre Chemistry. – 2008 . – V. 40. – №1. – P. 61-65

3. *Перепелкин К.Е.* Принципы и методы модифицирования волокон и волокнистых материалов. // Химические волокна. – 2005. – №2. – С. 37-51.

4. *Бесшапошникова В.И.* Огнезащитная модификация полиакрилонитрильных волокнистых материалов // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2013. – Том 56. – Вып.1. – С. 95-99.

5. *Копьев М.А.* Огнезащитные текстильные материалы. Часть I. Снижение пожароопасности текстильных материалов. // Текстильная промышленность. – 2005. – № 1-2. – С. 20-26.

6. *Зубкова Н.С., Бутылкина Н.Г., Гальбрайт Л.С.* Принципы выбора замедлителей горения для снижения пожарной опасности гетероцепных волокнообразующих полимеров. // Химические волокна. – 1999. – № 4. – С. 17-21.

7. *Бычкова Е.В., Панова Л.Г.* Взаимодействие замедлителей горения с вискозным волокном. // Химические волокна. – 2013. – № 6. – С. 27-32.

8. *Бесшапошникова В.И., Микрюкова О.Н., Лебедева Т.С., Бесшапошникова Н.В.* Модификация целлюлозных тканей замедлителем горения афламмитом КWB // VII международная конференция «Перспективные полимерные композиционные материалы. Альтернативные технологии. Переработка. Применение. Экология». («Композит-2016»). – Энгельс, 28-30 июня 2016 г. – С.14-16.

КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ С ЭФФЕКТОМ САМОЗАЛЕЧИВАНИЯ

*К.М. Борисов^{1,2}, Е.С. Бокова¹, А.А. Калинина², О.А. Серенко³,
А.М. Музафаров³*

¹ Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

² Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН, Москва

³ Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, Москва

Все материалы на основе полимеров и композиций на их основе подвержены повреждениям, вызванным механическими, термическими, химическими воздействиями, ультрафиолетовым излучением или комбинацией этих факторов. Это может провоцировать формирование микротрещин внутри полимерной матрицы, где их обнаружение и устранение затруднено или невозможно.

Среди многочисленных кремнийорганических полимеров, нашедших широкое применение в различных областях техники, строительстве, медицине и в быту особое место занимают MQ смолы, представляющие собой наноразмерные густо сшитые образования. Аббревиатура MQ означает сочетание моно- (М) и кватро- (Q) функциональных звеньев. Модификация кремнийорганических покрытий MQ смолами, приводит не только к увеличению их физико-механических показателей, но и усиливает способ-

ность к самозалечиванию некоторых из них, например метилсилосилоксанов.

Широкий спектр применения кремнийорганических покрытий, в том числе модифицированных MQ смолами, является толчком для поиска оптимальных методов самозалечивания таких материалов, что представляет большой научный и практический интерес.

Цель работы – исследование влияния MQ смолы на залечивание материалов на основе высокомолекулярного синтетического диметилсилоксанового каучука (СКТН-Е) и железосилоксана (Fe-силоксан).

В качестве модификаторов использовали две MQ смолы: с заблокированными $[\text{SiO}_2][\text{Me}_3\text{SiO}_{0.5}]$ и неблокированными - $[\text{SiO}_2][\text{Me}_3\text{SiO}_{0.5}]\text{OH}$ остаточными OH-группами.

Для сшивания СКТН-Е были приготовлены следующие композиции: высокомолекулярный, термостойкий синтетический диметилсилоксановый каучук (СКТН-Е): Fe-силоксан (3:1); СКТН-Е: Fe-силоксан : MQ (3:1:1); СКТН-Е : Fe-силоксан : MQ (3:1:2). Процесс сшивания проводили в реакторе открытого типа при $T=200\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 2 часов. Готовый материал представлял собой плёнку толщиной 0,3 мм.

Исследование процесса самозалечивания изучали на готовых плёнках, путем нанесения 3-х трещин шириной 40-50; 70-80 и 110-120 мкм, с последующим нагреванием до $200\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 2 часов. Фиксацию изменения толщины трещин проводили при помощи цифрового стереоскопического микроскопа DMW143 при четырёхкратном увеличении. Результаты исследований представлены в табл. 1.

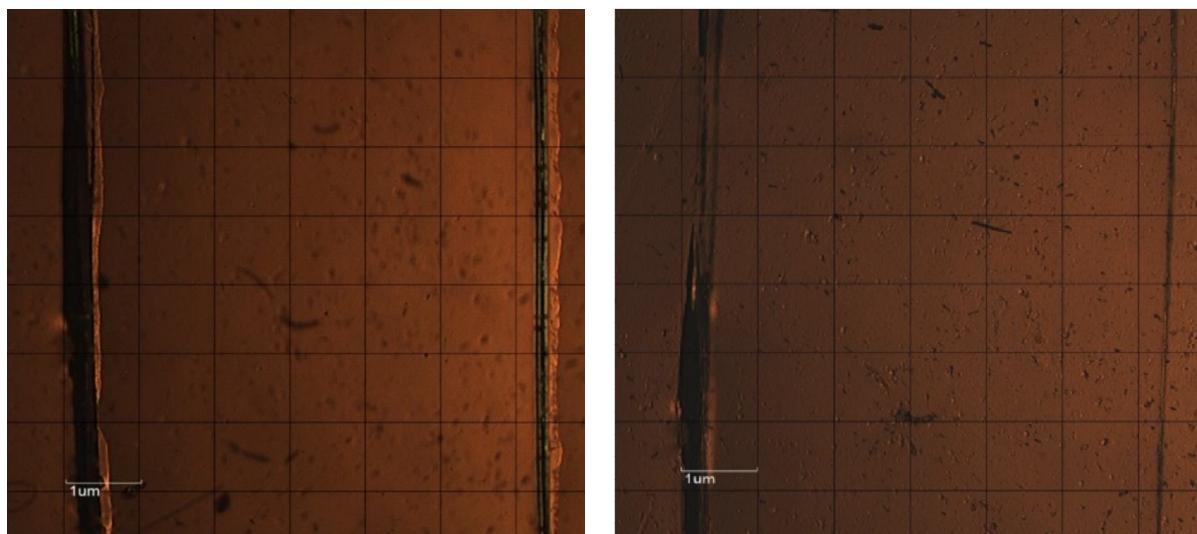
Таблица 1

Зависимость эффекта самозалечивания от состава материала

Состав композиции	Толщина трещины мкм.	Эффект залечивания при $T=200\text{ }^\circ\text{C}$	Кинетика самозалечивания трещин		
			30 мин	1 час	2 часа и более
СКТН-Е : Fe-силоксан (3:1)	40-50	+	Отсутствует	Отсутствует	Полное
	70-80	-			
	110-120	-			
СКТН-Е : Fe-силоксан : MQ (a) (3:1:1)	40-50	+	Отсутствует	Отсутствует	Полное
	70-80	+			
	110-120	-			
СКТН-Е : Fe-силоксан : MQ (a) (3:1:2)	40-50	+	Отсутствует	Полное, частичное или отсутствует	Полное
	70-80	+			
	110-120	+			
СКТН-Е : Fe-силоксан : MQ (б) (3:1:2)	40-50	-	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
	70-80	-			
	110-120	-			
СКТН-Е : Fe-силоксан : MQ (б) (3:1:2)	40-50	-	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
	70-80	-			
	110-120	-			

Исследование кинетики самозалечивания показало, что полное заживление трещин в образцах, полученных из всех композиций, происходит в течение минимум 2 часов непрерывного прогрева.

В образце, содержащем 2 масс. ч. MQ залечивание тонких трещин шириной 40-50 мкм, происходит в течение 1 часа, при большей ширине трещины, залечивание имеет частичный характер или отсутствует (рис. 1).



а б
Рис. 1. Трещины в металлосилоксановом покрытии: до прогрева (а), после прогрева (б)

В образцах, содержащих 1 и 2 масс. ч. неблокированной MQ смолы, эффект залечивания не наблюдался. Это связано с тем, что неблокированная смола образует ковалентные связи со связующим в ходе его отверждения, в отличие от блокированной, которая, вероятно, оказывает пластифицирующее действие на полимер, влияя на способность материалов проявлять эффект самозалечивания.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРОЧНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ С МЕМБРАННЫМ ПОКРЫТИЕМ ПОСЛЕ МНОГОКРАТНЫХ СТИРОК

О.В. Вишневская, Р.Г. Ибрагимов, В.В. Вишневский, Н.В. Осипов
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Россия

В настоящее время появился высокий спрос на текстильные материалы с мембранным покрытием. Это обусловлено тем, что в зависимости от вида и состава покрытия, полученные многофункциональные текстильные материалы обладают высокими воздухо- и паропроницаемыми свойствами, защищают от воды и сильного ветра, устойчивы к физическим и механическим воздействиям.

К текстильным материалам с мембранным покрытием относится особая группа тканей, основной упор при изготовлении которых делается на наличие определенных свойств и характеристик за счет наносимого по-

крытия. Данный многофункциональный материал используется для пошива верхней одежды для активных видов спорта, специальной одежды для особых климатических условий.

В данной работе было исследовано влияние многократных стирок на прочностные свойства (разрывную нагрузку) материалов с мембранным покрытием, а также попытка восстановления прочностных свойств данных материалов с помощью плазменной обработки.

В качестве объектов исследования были выбраны двухслойные материалы с мембранным покрытием, нанесенным на изнаночную сторону: полиэфирная ткань с полиуретановым (ПУ) покрытием Климат 3 и полиэфирвискозная ткань с ПУ покрытием Климат 3+ ОАО «Чайковский текстиль» (г. Чайковский) и полиэстеровый флис с ПУ покрытием Алова ООО «Балтийский текстиль» (г. Санкт-Петербург).

Образцы текстильных материалов подвергались 5 стиркам бытовым порошком без содержания хлора при 60⁰С [1], так как производители тканей с мембранным покрытием не рекомендуют использовать хлорсодержащие порошки, которые приводят к деструкции материалов.

После пятикратных стирок текстильных материалов с покрытием был проведен ряд лабораторных исследований по определению прочностных характеристик тканей по ГОСТ 14236-81 на универсальной испытательной машине Shimadzu AGS-X (Япония).

Восстановление защитных свойств проводилось в ВЧЕ-плазменной установке пониженного давления. Известно [2-4], что плазменная обработка приводит к изменению поверхностных свойств текстильных и кожевенных материалов. Описание лабораторной установки представлено в работе [3].

Обработка проводилась в среде смеси газов аргона (70%) –ацетилена (30%), расход (G) которого составлял - 0,04 г*с⁻¹ при напряжении (U) 5 кВ, токе (I) 0,7 А, рабочем давлении газа (P) 26,1 Па и продолжительности обработки (τ) 7 минут при частоте генератора 13,56 МГц. После плазменной обработки образцы также исследовались по вышеперечисленным методикам.

Значения механических характеристик материалов с мембранным покрытием после 5 стирок и восстановления в ВЧЕ-плазме пониженного давления представлены в табл. 1.

Таблица 1

Механические характеристики материалов с мембранным покрытием

Материал	Вид обработки	Разрывная нагрузка, Н	
		По основе	По утку
Материал с покрытием Климат 3	-	239,7	143,9
	Стирка	231,6	144,4
	Плазменная обработка	228,7	144,9

Материал с покрытием Климат 3+	-	575,5	413,4
	Стирка	551,1	380,6
	Плазменная обработка	590,7	430,1
Материал Алова	-	601,3	400,9
	Стирка	464,02	364,0
	Плазменная обработка	642,6	418,2

Экспериментально полученные значения прочности свидетельствуют о том, что после стирки, разрывная нагрузка материала с покрытием Климат 3 снижается на 3,3% по основе и практически не меняется по утку, однако воздействие плазмы не привело к желаемому результату для данного материала и разрывная нагрузка по основе имеет тенденцию к снижению. Такой результат может быть связан со стиркой, которая привела к необратимым процессам.

Влияние стирки на материал с покрытием Климат 3+ также снижает разрывную нагрузку материала на 4,3% по основе и на 7% по утку. Восстановление плазмой приводит к интересным результатам: разрывная нагрузка увеличивается на 2,6% по основе и на 4% по утку относительно контрольного образца.

Разрывная нагрузка материала Алова после стирки снижается на 23% по основе и 9,3% по утку соответственно. Плазменная обработка позволяет увеличить разрывную нагрузку на 6,8% по основе и на 4,3% по утку относительно контрольного образца. Повышение прочности материалов происходит, вероятно, за счет прививки ионов плазмообразующего газа к возникающим свободным радикалам в поверхностном слое ткани и покрытия. В результате формируются сшитые структуры на поверхности, происходит улучшение физико-механических свойств, повышается гидрофобность поверхности.

Таким образом, в результате экспериментальных исследований и на основе данных установлено:

- после воздействия ПАВ и пятикратного гидромеханического воздействия на текстильные материалы с покрытием, происходит снижение разрывной нагрузки для всех исследуемых материалов;

- установлено, что плазменная обработка в среде аргона-ацетилена позволяет увеличить разрывную нагрузку материала с покрытием Климат 3+ на 2,6% по основе и на 4% по утку и материала Алова на 6,8% по основе и на 4,3% по утку относительно контрольного образца и снижает разрывную нагрузку материала с покрытием Климат на 3,3% по основе.

Исследование восстановления прочностных свойств материалов с покрытиями с помощью ВЧЕ-плазмы пониженного давления позволяет сделать вывод о том, что плазма является универсальным инструментом для регулирования механических свойств.

Литература

1. ГОСТ 30157.1-95. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок.
2. *Абдуллин И.Ш., Ибрагимов Р.Г., Зайцева О.В., Вишневский В.В., Осипов Н.В.* Гидрофобизация поверхности материалов с мембранным покрытием с помощью плазменной обработки. // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – №19. – С 47-49.
3. *Абдуллин И.Ш., Желтухин В.С., Кашанов Н.Ф.* Высокочастотная плазменно – струйная обработка материалов при пониженных давлениях. Теория и практика применения. – Казань: Казанский университет, 2000. – 348 с.
4. *Абдуллин И.Ш., Ибрагимов Р.Г., Вишневская О.В., Вишневский В.В., Осипов Н.В., Горелышева В.Е.* Исследование изменения свойств поверхности двухслойных мембранных материалов после плазменной обработки. // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – №8. – Т.19. – С 75-78.

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВЕРХНОСТНОЙ МОДИФИКАЦИИ ВОЛОКОН ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.А. Волков¹, А.А. Агеев²

¹ Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

² Российский новый университет, Москва

В процессе изучения поверхностной модификации полимерных волокон пленкообразованием из нанодисперсий фторполимеров [1-3] и методом молекулярного наслаивания из растворов фторсодержащих поверхностно-активных веществ [4-6] нами было обнаружено явление обращения правила трех сигма Юнга-Дюпре [7], состоящего в том, что модифицированная поверхность волокон в текстильных материалах хорошо удерживала капли масла от растекания, а капля воды удерживалась на поверхности лишь определенное время, но изменение размера капли воды и краевого угла смачивания начиналось практически вслед за её нанесением.

Механизм этого явления длительное время оставался для нас непонятным, пока мы не разработали высокоточный и чувствительный способ определения капиллярности гравитометрическим методом [8] и не выявили «эффект увлажнения», когда предварительное увлажнение текстильных материалов повышало капиллярное впитывание воды на порядок [9], что натолкнуло нас на мысль о выделении из волокон при смачивании водой поверхностно-активных веществ.

Нас интересует возможное негативное воздействие ПАВ при эксплуатации изделий из текстильных материалов на эффект модификации

тканей с целью придания им гидрофобных и олеофобных защитных свойств. В процессе наших многолетних исследований модификации текстильных материалов фторсодержащими веществами нами было обнаружено явление обращения правила трех сигма Юнга-Дюпре, состоящее в том, что модифицированная ткань хорошо защищала от проникновения масла, но совершенно не сопротивлялась проникновению воды.

В качестве примера в табл. 1 приведены результаты исследования свойств некоторых образцов модифицированной ткани в зависимости от условий модификации и использованных препаратов.

Таблица 1

Влияние условий обработки и состава ткани на модифицирование поверхностных свойств

Номер образца и характеристики модификации	Результаты определения параметров смачивания		Смачивание деканом
	водой	Силиконовым маслом	
1.Ткань ХБ+ПЭ. Пропитка (2% раствор хитозана+ $1,7 \cdot 10^{-3}$ моль/л ПФСК t=1 мин). Сушка и проглаживание утюгом при 150°	$\Theta = 141,4 \pm 9,8$	$\Theta = 45,4 \pm 14,5$	$\Theta = 0$. Капля практически мгновенно впитывается
2.Ткань ХБ Пропитка (2-х кратная пропитка раствором ПФСК-8 $1,7 \cdot 10^{-3}$ моль/л t=20 мин). Между обработками сушка. После второй пропитки проглаживание утюгом при 150°	$\Theta = 0$ (капля воды впитывается практически мгновенно)	$\Theta = 144,2 \pm 5,1$	Капля декана пропитывает ткань в течение 1,5 мин. $\Theta_n = 60,1$ Через минуту $\Theta = 19,8$

Как можно видеть из приведенных в табл.1 данных, в значительном количестве случаев модифицирование поверхности некоторых образцов не защищает от проникновения воды, хотя при смачивании маслом показываются хорошие результаты. Этот факт долгое время мы не могли объяснить и только после выявления «эффекта увлажнения» смогли дать разумное объяснение. На рис. 1 показаны результаты определения эволюции капли воды и краевого угла смачивания поверхности модифицированного образца ткани.

Можно видеть, что некоторое время краевой угол смачивания (и размер капли) воды изменяются незначительно. Это может быть связано с тем, что процесс экстракции незакрепленных молекул ПАВ из модифицирующего покрытия в отсутствие перемешивания является диффузионным. Но как только часть незакрепленных молекул ПАВ перейдет в каплю, изменится её поверхностное натяжения и смачивание будет происходить не «чистой» водой, а раствором ПАВ.

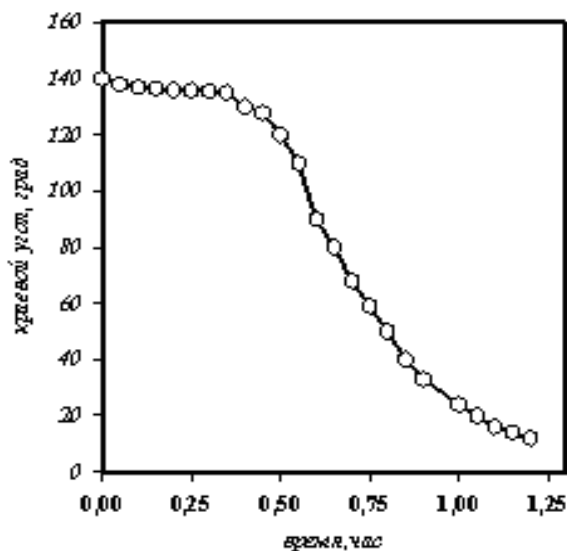


Рис. 1. Влияние времени контакта капли воды с поверхностью модифицированной ткани на краевой угол смачивания

На поверхности модифицирующей пленки перед фронтом смачивания может формироваться бимолекулярный адсорбционный слой ПАВ, гидрофилизующий смачиваемую поверхность. В результате такой перестройки модифицирующего слоя поверхность через некоторый достаточно короткий промежуток времени становится гидрофильной, т.е. краевой угол смачивания становится менее 90 градусов. Исследование эволюции капли масла на поверхности показало, даже за 15 дней краевой угол смачивания модифицированной поверхности ткани остается тупым, т.е. это покрытие эффективно защищает ткань от проникновения масла. Для предотвращения нарушения целостности модифицирующего покрытия вследствие растворения его компонентов в воде, требуется более полное закрепление модифицирующих веществ на поверхности волокон ткани.

Если модификацию волокон осуществлять путем формирования пленки фторсодержащего полимера из латекса, то там возможное содержание поверхностно-активных веществ в пленке модификатора за счет стабилизатора дисперсии [9]. Возможны два пути снижения модифицирующих свойств в присутствии ПАВ в этом случае – использование в качестве стабилизатора латекса фторсодержащих ПАВ, способных закрепляться на поверхности волокон или использование поверхностно-активного мономера, способного пришиваться к поверхности глобул [10]. При модификации поверхности волокон пленками олигомеров фторопласта или наноразмерными частицами его, возможно выделение ПАВ из волокон при контакте воды на поверхности с некоторыми дефектами модифицирующей пленки. В этом случае потребуются принимать меры для более регулярного формирования модифицирующей пленки.

Вывод

Синтетические и натуральные волокна содержат поверхностно-активные вещества. Поэтому требуется учитывать их присутствие при разработке технологических процессов поверхностной модификации волокон текстильных материалов.

Авторы приносят благодарность чл. кор. РАН Е.Б. Бойнович за результаты работы по эволюции капель воды и масла, полученные в лаборатории поверхностных явлений ИФХ РАН под ее руководством.

Литература

1. Волков В.А., Жиронкин А.Н., Сорокина Л.А. Влияние коллоидно-химических свойств латексов фторсодержащих полимеров и фторуглеродных ПАВ на модификацию тканей. Ч.2. // Известия Вузов. Технология текстильной промышленности. – 1996. – Т.39. – №2. – С.63-68.
2. Волков В.А., Слеткина Л.С. Сорокина Л.А. и др. Влияние природы эмульгаторов на модификацию тканей фторсодержащими латексами. // Журнал прикладной химии. – 1994. – Т.67. – Вып. 10. – С. 1719-1723.
3. Volkov V.A., Gorchakova V.M., Belova S.V. Effect of the binder on the capillary properties of nonwoven materials. // *Fibre Chemistry*. – 1999. – Т. 31. – № 2. – С. 117-119.
4. Volkov V.A., Amarlui A., Shchukina E.L., Egorova O.S., Eleev A.F. Modification of textile fibers with nanolayers of fluorine-containing interpolimer complex. // *Fibre Chemistry*. 2009. – Т. 41. – № 6. – С. 350-354.
5. Zhironkin A.N., Volkov V.A., Gordeev A.S. Adsorption of fluorine-containing surfactants from aqueous solutions on the surface of polyamide fibers. // *Colloid Journal*. – 1997. – Т.59. – № 4. – С.442-445
6. Volkov V.A., Shchukina E.L., Amarlui A., Ageev A.A., Kukleva K.K., Eleev A.F. Molecular stratification nanotechnology in antiadhesive modification of fabric fibers. // *Fibre Chemistry*. – 2008. – Т. 40. – № 2. – С. 127-135.
7. Волков В.А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина. – 2001. – 646 с.
8. Волков В.А., Агеев А.А., Слабова К.Д., Титов Ю.И. Гравитометрический метод определения параметров капиллярности тканей и нетканых материалов / Сборник докладов Международной конференции «Новое в технике и технологии в текстильной и легкой промышленности». – Витебск: ВГТУ, 2015. – С. 33-34.
9. Volkov V.A., Rodionova R.V. Synthesis and properties of synthetic polymer latexes with copolymerized emulsifiers. // *Fibre Chemistry*. – 2006. – Т. 38. – № 5. – С. 359-364.
10. Rodionova R.V., Volkov V.A., Sheveryova N.M. The possibility of using latexes modified with unsaturated nonionogenic surfactants as finishing additives. // *Коллоидный журнал*. – 1995. – Т. 57. – № 3. – С. 445-447.

ЭФФЕКТ УВЛАЖНЕНИЯ И КАПИЛЛЯРНОСТЬ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.А. Волков¹, К.Д. Слабова¹, А.А. Агеев²

¹Московский государственный университет дизайна и технологии

²Российский новый университет, Москва

При изучении капиллярности нетканого иглопробивного материала Стелан, который используется в качестве стелечного материала в производстве обуви [1] нами с применением нового гравитационного метода высокой степени точности [2] был обнаружен эффект, который мы назвали «Эффект увлажнения». Этот эффект проявляется в повышении капиллярного поглощения воды нетканым материалом после предварительного его смачивания и высушивания. На рис. 1 приведена зависимость кинетики массового поглощения воды образцами полиэфирного нетканого материала «Стелан» от количества смачиваний.

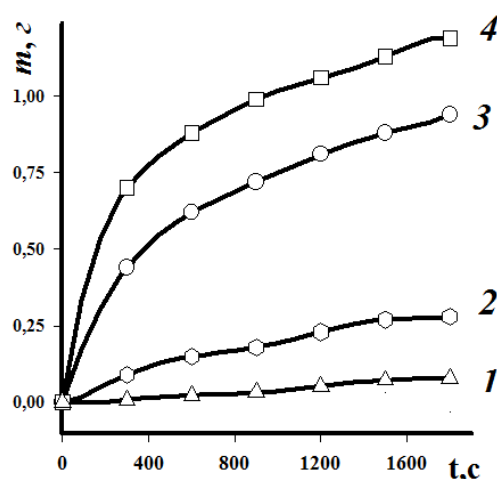


Рис. 1. Влияние количества измерений на капиллярность Стелана (ПЭ)
Количество измерений: 1-1, 2-2, 3-3, 4-4

Первая кинетическая кривая показывает кинетику поглощения воды исходным образцом «Стелана». Ничего необычного в ходе этой кривой не наблюдается. По данным работы [3] максимальная высота подъема воды по этому образцу составляет всего 2,1 мм. что соответствует низкоэнергетической поверхности, характерной для полиэфирных волокон. Но повторное исследование кинетики поглощения воды после высушивания исходного образца (после первого определения) показало, что капиллярность «Стелана» увеличилась (кривая 2), причем существенно. А при определении капиллярности в третий раз показало еще более существенный рост гидрофильности (кривая 3). Такое изменение возможно только в результате изменения поверхностных свойств волокон внутри капилляров. По-

сколькx полиэфирные волокна не набухают в воде, то изменения размера капилляров происходить не может, следовательно, изменению подлежит только поверхностное натяжение как раствора, так и самих волокон на границе с водной средой. Это возможно в результате десорбции из волокон поверхностно-активных веществ, которые при авиважной обработке поглощают неионогенные ПАВ внутрь полимерного материала. В работе [4] было установлено, что потребуется до 8 водных обработок для очистки волокон от этих сорбированных веществ. Поэтому при первых нескольких обработках неионогенные ПАВ выделяются в водную фазу и смачивание капилляров происходит не водой, а водными растворами ПАВ со значительно меньшим поверхностным натяжением, чем у воды, что способствует смачиванию. Кроме того, в результате выхода НПАВ из объема волокон на поверхность будет формироваться такой адсорбционный слой, который гидрофилизует поверхность полимера [5,6].

Определение капиллярности нетканых материалов из полиэфира, проклеенных различными синтетическими латексами показало, что проклеивание латексами, содержащими ПАВ в качестве стабилизатора полимерных дисперсий, приводит к достаточно интенсивному поглощению воды, практически на уровне отваренной хлопчатобумажной ткани. Следовательно, применение латексов для проклеивания может также вызывать вторичные загрязнения окружающей среды эмульгаторами. Этого можно, например, избежать, если использовать латексы с «пришитым» эмульгатором.

Хотя процесс выделения ПАВ из объема волокон на поверхность диффузионный и потребует значительно времени для установления равновесия, уже на начальном этапе увлажнения некоторое количество ПАВ будет выделяться. Следовательно, последующее смачивание осуществляется уже раствором и даже незначительного количества растворенных веществ достаточно для резкого снижения поверхностного натяжения и проникающей способности раствора по сравнению с «чистой» водой.

Это явление было также отмечено и ранее, но не в столь явной форме в работе [7], в которой проводили очистку поверхности синтетических материалов перед осуществлением их модификации, также как и другие исследователи. Оценить количественно вклад выделившегося ПАВ в изменение капиллярности не представляется возможным, поскольку мы не можем предсказать или оценить экспериментально концентрацию растворов внутри капилляров, соответственно не знаем и величину поверхностного натяжения, знание которой необходимо для расчетов косинуса краевого угла смачивания. Но мы можем рассчитать работу смачивания и уже по её изменению судить о вкладе растворения ПАВ в «эффект увлажнения».

Установлено, что после выдерживания образца нетканого материала для отмывки загрязнений в течении 30 минут при перемешивании водной

фазы капиллярность ещё более возрастает. Три последующих отмывки также приводят к повышению капиллярности.

Очевидно, что при использовании таких нетканых материалов в качестве фильтров, геотекстиля, фильтров или гидроизоляционного материала, поверхностно-активные вещества будут выделяться и загрязнять почву и подземные источники воды [8], попадать в пищевые цепочки и оказывать вредное влияние на организм человека.

Очевидно, также, что изготовление одежды из синтетических волокон может способствовать глобализации распространения загрязнений водного бассейна поверхностно-активными веществами.

Выводы

1. Установлено, что при смачивании полиэфирных нетканых материалов происходит выделение ПАВ из волокон, что может послужить причиной вторичного загрязнения водного бассейна и способствовать глобализации распространения вредных загрязнений водного бассейна.

2. Сточная вода от прачечных и аквачистки даже после многоступенчатой очистки обладает фитотоксичным действием.

3. Для снижения вредного воздействия загрязняющих воду веществ предложен метод очистки с рециклизацией ПАВ.

Литература

1. *Островский Ю.К., Полухина Л.М., Евсюкова Н.В.* Капиллярность нетканых стелечных материалов / XVIII Международный научно-практический форум «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы» (SMARTEX - 2015), 2015. –Т.1. – № 1-1 (1). – С. 207-210.

2. *Волков В.А., Агеев А.А., Слабова К.Д., Титов Ю.И.* Гравитометрический метод определения капиллярности тканей и нетканых материалов. / Материалы докладов Международной научно-технической конференции «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности». – Витебск: ВГТУ – 2015. – С.33-34.

3. *Андреева М.В., Евсюкова Н.В., Полухина Л.М.* Влияние адсорбирующих волокон на гидрофизические свойства нетканых стелечных материалов / Сборник материалов Всероссийской научной студенческой конференции «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности». Часть 1. – М.: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2015. – С.129.

4. *Волков В.А., Агеев А.А., Миташова Н.И., Кибалов М.К.* Адсорбция и моющее действие поверхностно-активных веществ в процессе стирки. // Вісник Хмельницького національного університету (Вісник ХНУ). – 2011. – № 4. – С. 147-154.

5. *Агеев А.А., Волков В.А., Щукина Е.Л., Егорова О.С.* Адсорбция неионогенных ПАВ на поверхности волокон и её влияние на электрокине-

ческий потенциал. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 1. – С. 59-64.

6. *Zhironkin A.N., Volkov V.A., Gordeev A.S.* Adsorption of fluorine-containing surfactants from aqueous solutions on the surface of polyamide fibers. // Colloid Journal. 1997. – Т. 59. – № 4. – С. 442-445.

7. *Михайловская А.П., Горюнова М.В., Иванов В.А., Киселев А.М.* О механизме взаимодействия катионных поверхностно-активных веществ с полиэфирным волокном. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2011. – № 1. – С.57-61.

ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ХЛОРИНОВОГО ВОЛОКНА С КОМПЛЕКСОМ АНТИАДГЕЗИОННЫХ И АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ

Э.В. Воронова, Н.В. Колоколкина

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

В настоящее время волокнистые материалы с различными функционально-защитными свойствами находят широкое применение в различных отраслях, в экстремальных условиях работы с агрессивными средами (МЧС, предприятия газовой и нефтяной промышленности и др.)

Для обеспечения необходимого комплекса свойств волокнистым материалам для использования их в разных областях применяются методы композитной модификации.

Интерес представляло получение хлорированных волокон с комплексом антиадгезионных и антимикробных свойств. Известно, что для придания антиадгезионных свойств наиболее эффективными модификаторами являются фторполимеры, в частности, политетрафторэтилен [1].

Для придания комплекса указанных свойств использовали антиадгезионный ультрадисперсный порошок политетрафторэтилен (ПТФЭ) с размером частиц 0,5 – 5,0 мкм, антимикробный препарат нитрофуранового ряда - β -(5-нитрофурил-2) акролеин (НФА). Для более равномерного распределения фторполимера в композиции использовали поверхностно-активное вещество (ПАВ) неонол.

Композиции на основе хлорированного поливинилхлорида (ХПВХ) в ацетоне с добавками ПТФЭ, ненола и НФА получали смешением компонентов при комнатной температуре. Было показано, что композиции устойчивы в течение 60 минут.

Были исследованы реологические свойства растворов ХПВХ и композиций ХПВХ с добавками ПТФЭ, ненола и НФА (рис. 1). Вязкость определяли на ротационном вискозиметре «ПОЛИМЕР РПЭ-14» по методике [2].

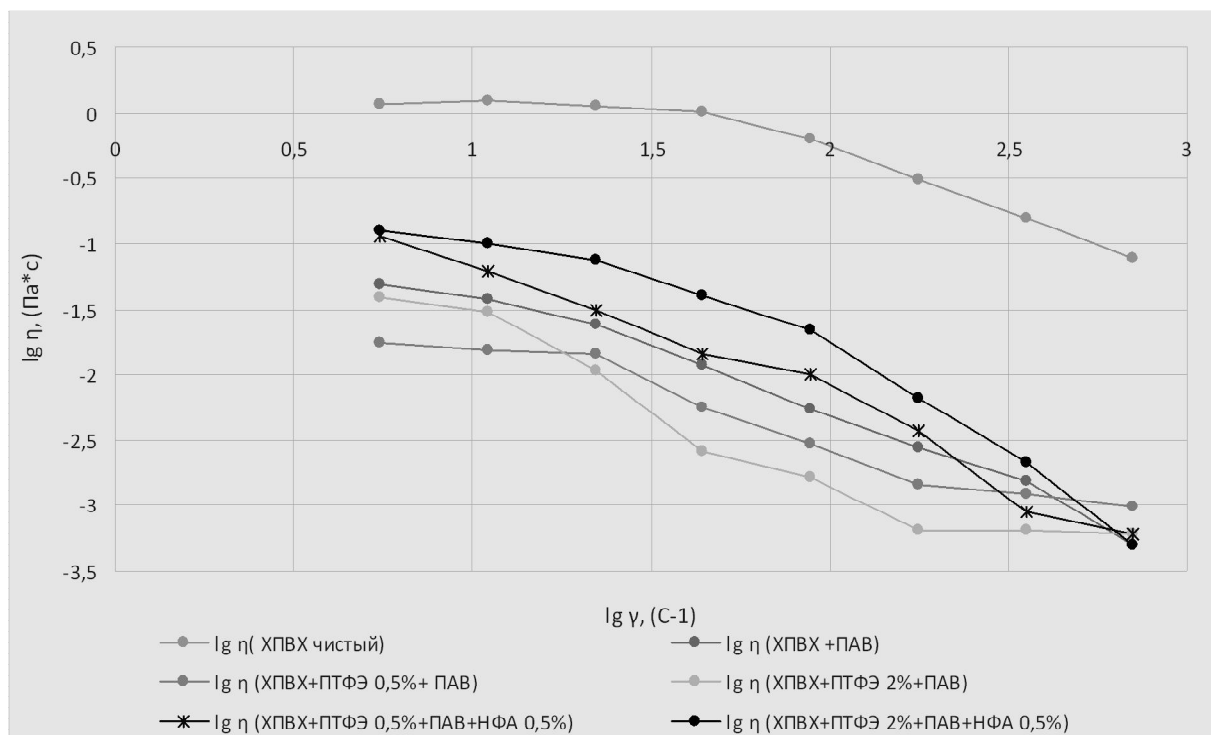


Рис. 1. Реологические кривые течения раствора ХПВХ и композиций ХПВХ с добавками ПТФЭ, неонола и НФА

Как видно из полученных данных, введение добавок ПТФЭ (0,5; 2%) и неонола в раствор ХПВХ приводит к снижению значения вязкости по сравнению с вязкостью чистого ХПВХ. Введение в композицию ПТФЭ (0,5; 2%), неонола и НФА(0,5%) приводит к некоторому повышению вязкости по сравнению с раствором ХПВХ с добавкой ПТФЭ и неонола. При высоких сдвиговых усилиях существенного различия между вязкостями композиций и исходным формовочным раствором ХПВХ не наблюдается. Поэтому, можно сделать вывод, что формование из таких композиций возможно без изменения каких-либо параметров формования.

Из полученных композиций осуществляли формование волокон по мокрому способу. Для формования использовали фильеру с количеством отверстий – 25, диаметром 0,08мм. Формование проводили на формовочной лабораторной установке МУЛ-1 по методике [3].

Уровень антиадгезионных свойств полученных модифицированных хлориновых волокон определяли по краевому углу смачивания. Данные представлены в табл. 1.

Как видно из данных, введение фторполимера ПТФЭ в хлориновое волокно приводит к увеличению краевого угла смачивания более, чем на 35 град. по сравнению с исходным хлориновым волокном, достигая 130 град. (вода) и 100 град. (масло), что свидетельствует о высокой эффективности данного способа модифицирования хлоринового волокна для придания антиадгезионных свойств.

Таблица 1

Зависимость значений краевых углов смачивания волокон от состава формовочных растворов ХПВХ с добавками ПТФЭ, неонола и НФА

Состав волокна	Содержание ПТФЭ в композиции, %, масс.	Содержание НФА в композиции, %, масс.	Краевой угол смачивания волокон, θ°	
			Вода	масло
Хлорин (чистый)	-	-	95	70
Хлорин+ПТФЭ+неонол	0,5	-	100	95
Хлорин+ПТФЭ+неонол	1,0	-	120	100
Хлорин+ПТФЭ+неонол	2,0	-	130	90
Хлорин+ПТФЭ+неонол	3,0	-	125	90
Хлорин+ПТФЭ+неонол	5,0	-	100	80
Хлорин+ПТФЭ+неонол+НФА	0,5	0,5	100	95
Хлорин+ПТФЭ+неонол+НФА	1,0	0,5	115	105
Хлорин+ПТФЭ+неонол+НФА	2,0	0,5	120	105
Хлорин+ПТФЭ+неонол+НФА	3,0	0,5	115	90
Хлорин+ПТФЭ+неонол+НФА	5,0	0,5	100	95

Было показано, что введение ПТФЭ в количестве 2% масс. приводит к более высокому уровню антиадгезионных свойств, нежели при других, более высоких концентрациях, вводимых в формовочный раствор ХПВХ.

Введение ПТФЭ и антимикробного НФА в структуру хлоринового волокна приводит к некоторому снижению уровня антиадгезионных свойств. Краевой угол смачивания составляет 120 град. (вода) и 105 град. (масло).

Количество НФА в волокне определяли спектрофотометрическим методом. Хлориновое волокно с ПТФЭ и НФА растворяли в ацетоне и по предварительно построенной калибровочной кривой зависимости оптической плотности от концентрации НФА в ацетоне определяли количество антимикробного препарата.

Таким образом, показана возможность получения модифицированных хлорированных волокон с комплексом антиадгезионных и антимикробных свойств путем введения модификаторов в структуру волокна.

Литература

1. Пророкова Н.П., Бузник В.М., Кирюхин Д.П., Никитин Л.Н. Перспективные технологии гидро- и олеофобизации текстильных материалов. // Химическая технология. – 2010. - Т.11. - №4. – С.213-224.

2. Гальбрайт Л.С., Слёткина Л.С., Редина Л.В. и др. Теоретические основы переработки полимеров: Методические указания к лабораторным работам. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2000. – 28с.

3. Химические волокна: основы получения, методы исследования и модифицирование: учебное пособие для химико-технологических факультетов высших учебных заведений / под ред. Т.В. Дружининой. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006. - 472 с. (С.256-259.)

4. Волков В.А., Миташова Н.И., Агеев А.А. Фитотоксичность сточных вод и растворов, содержащих поверхностно-активные вещества / Материалы научно-практической конференции «Глобализация и эколого-экономическое развитие регионов». – М.: МГУЛ, 2015. – С.48-56.

ПОВЫШЕНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ ВОЛОКНА ТЕРЛОН

Р.Н. Гайнулин, М.А. Середина

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Полимерные материалы внедрились во все сферы человеческой деятельности – технику, здравоохранение, быт. Каждый день, человек, сталкивается с различными пластмассами, резинами, синтетическими волокнами. Полимерные материалы обладают многими полезными свойствами: они высокоустойчивы в агрессивных средах, хорошие диэлектрики и теплоизоляторы. Однако, существенным фактором, сдерживающим промышленное применение разнообразных полимерных материалов, является их пожарная опасность, обусловленная горючестью и дымообразующей способностью.

Придание огнезащитных свойств волокнистым материалам для изготовления технических тканей и нетканых материалов, применяемых для изготовления пожарных рукавов, транспортерных лент в угольных и обогатительных шахтах, тентов, фильтров, спецодежды, строительных материалов и конструкций, швейных обивочных материалов, наполнителей для мебели является актуальной задачей.

Особое внимание следует уделить волокнистым материалам на основе термопластичных полимеров, которые имеют высокую скорость распространения пламени, плавятся и выделяют большое количество дыма при горении.

В качестве объектов исследования были использованы смеси волокнистых материалов, таких как: полиэфирное (ПЭ) волокно, хлорин, капрон, вискозный корд, с волокном Терлон. Исследовано влияние химического состава волокнистых смесей на выход карбонизованного остатка термолиза. Процесс термолиза проводили при температуре 400°C в течение 30 минут. Выбор указанной температуры основан на том, что температурный интервал термического разложения исследуемых волокон находится в этой области температур.

Наиболее высокий выход карбонизованного остатка (КО) термолиза наблюдается для смеси, содержащей 75% волокна Терлон и 25% волокна хлорин и составляет 76,2%. Это связано с тем, что волокно хлорин в своем составе содержит до 67% хлора, который ингибирует окислительные процессы в газовой фазе горения и оказывает влияние на выход карбонизованного остатка. Наименьшее количество карбонизованного остатка термолиза сохраняется при разложении смеси волокон Терлон и капрон для смесей волокон любого состава. Это связано с тем, что термическое разложение волокна капрон происходит при температуре около 440°C без образования карбонизованного остатка. Определены огнезащитные показатели волокнистых смесей методом кислородного индекса (табл. 1). Установлена зависимость огнезащитных свойств волокнистых материалов от выхода карбонизованного остатка термолиза.

Таблица 1

Огнезащитные показатели волокнистых смесей

Волокна исходные	Состав смеси									
	Волокно: Терлон, %									
	100:0		75:25		50:50		25:75		0:100	
	КО, %	КИ, %	КО, %	КИ, %	КО, %	КИ, %	КО, %	КИ, %	КО, %	КИ, %
Капрон	9,1	18,5	17,1	23,1	32,3	25,2	53,9	27,5	82,6	27
Хлорин	32,4	40,5	45,1	–	56,2	40,1	76,2	–	82,6	27
Вискозный корд	2,5	17,5	25,4	24,0	45,1	25,5	60,3	28,0	82,6	27
ПЭ	21,9	20,7	35,8	24,5	49,3	25,7	67,5	34,7	82,6	27

Как видно из представленных данных, почти все исследуемые волокнистые смеси относятся к легковоспламеняющимся материалам, то есть кислородный индекс (КИ) не превышает 27-28%, за исключением волокнистых смесей содержащих волокно хлорин и смеси, содержащей 25% полиэфирного волокна (ПЭ). Повышение огнезащитных характеристик смесей, содержащих ПЭ волокно, может объясняться стабилизирующим эффектом волокна Терлон. В процессе термолиза данной смеси волокон протекает реакция сшивания и коксообразования и за счет образующегося защитного барьерного слоя на поверхности деструктирующего полимера затрудняется диффузия летучих продуктов термолиза. Температура на поверхности горящего полимера может достигать 400-450°C и указанный выше эффект может способствовать снижению горючести смеси, содержащей ПЭ волокно. Следует отметить высокие огнезащитные показатели смесей, содержащих волокно хлорин, КИ которых превышает 40%. При содержании в волокнистой смеси до 75% волокна Терлон, все исследуемые материалы относятся к трудновоспламеняемым (КИ выше 27%).

С целью повышения пожаробезопасности волокнистых материалов исследована возможность повышения огнезащитных показателей волокон

путем обработки их водным раствором полифосфата аммония (ПФА). Исследовано влияние огнезащитной обработки полифосфатом аммония на выход карбонизованного остатка термолита смесей волокон (табл. 2).

Таблица 2

Огнезащитные показатели волокнистых смесей обработанных ПФА

Волокна обработанные	Состав смеси Волокно – Терлон, %									
	100:0		75:25		50:50		25:75		0:100	
	КО, %	КИ, %	КО, %	КИ, %	КО, %	КИ, %	КО, %	КИ, %	КО, %	КИ, %
Капрон	18,3	25,8	28,0	27,0	46,0	27,5	62,5	28,9	74,5	–
Хлорин	38,7	–	46,1	43,0	56,8	45,3	77,6	–	74,5	–
Вискозный корд	40,0	–	45,6	>52	51,6	>50	66,1	47,4	74,5	–
ПЭ	32,3	25,2	37,5	27,8	51,9	28,6	65,9	34	74,5	–

Установлено, что максимальный выход карбонизованного остатка наблюдается при термолите вискозной кордной нити: КО термолита увеличивается с 21.1% для исходного волокна до 40% для модифицированного. Известно, что фосфоразотсодержащие замедлители горения являются наиболее эффективными для огнезащиты целлюлозных материалов. Содержание фосфора в волокне хлорин и вискозной кордной нити практически одинаково (5,9%) и сопоставимы значения карбонизованного остатка термолита (около 40%). Более высокое содержание фосфора в полиэфирном волокне (8,0%) приводит к повышению выхода карбонизованного остатка термолита обработанного волокна примерно на 10%. Наименьшей эффективностью огнезащитного действия полифосфат аммония обладает для волокна капрон: при содержании в материале до 10% фосфора КО термолита обработанного волокна повышается всего лишь на 8%. Следует отметить, что огнезащитное действие полифосфата аммония приводит к усилению термодеструкции волокна Терлон.

Полифосфат аммония практически не оказывает огнезащитного действия для смеси, содержащей волокно хлорин. КО термолита смеси волокон хлорин и Терлон различного состава практически совпадает с КО термолита обработанного волокна хлорин.

Для смеси волокон, содержащей волокно капрон, характерно плавное повышение выхода карбонизованного остатка термолита. Причем максимальное значение КО термолита (46%) наблюдается для волокнистой смеси, содержащей 50% волокна Терлон. Полифосфат аммония очень незначительно влияет на термодеструкцию смеси волокон Терлон с полиэфирным: для волокнистой смеси, содержащей 75 % полиэфирного

волокна, КО термолита повышается с 35,8% (для исходной смеси) до 37,5% (для обработанной).

Обработка ПФА позволяет повысить огнезащитные свойства смеси, содержащей 50% волокна хлорин до значения КИ, равного 45,3%. По видимому, при горении указанной смеси волокон наблюдается явление синергизма огнезащитного действия фосфора и хлора. Полифосфат аммония обеспечивает незначительно снижение горючести смеси, содержащей ПЭ волокно. КИ исходной смеси волокон, содержащей 50% ПЭ волокна, составляет 25,7%, а для модифицированной ПФА повышается до 28,6%. Самой низкой эффективностью огнезащитного действия ПФА обладает для смесей, содержащих волокно капрон. Для смеси, содержащей 75% волокна Терлон, КИ изменяется с 28,5% (для исходной смеси волокон) до 28,9% (для обработанной смеси). Все исследуемые смеси волокон после огнезащитной обработки относятся к группе трудновоспламеняемых материалов.

Таким образом, волокно Терлон, играет роль полимерного замедлителя горения, способствуя повышению огнезащитных характеристик всей композиции волокон.

Для изготовления защитной спецодежды работников пожароопасных предприятий необходимо использовать материалы не только с повышенными огнезащитными свойствами и прочностью, а так же обладающими высокими гигиеническими характеристиками. В качестве таких материалов могут быть использованы полимерные материалы на основе вискозного корда и волокна Терлон, модифицированные полифосфатом аммония.

МЕТОД ПЛАЗМЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТОВ НА ИХ ОСНОВЕ

А.Р. Гарифуллин, К.Н. Галямова, И.И. Каримуллин, А.Е. Карноухов
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Россия

Учитывая обилие технологий модификации углеродных волокон (УВ), широко применяемых в производстве спортивного инвентаря и спортивных автомобилей, таких, как обработка кислотами, электрохимическая обработка, радиационная прививка, нанесение наночастиц на поверхность, метод плазменной модификации предстает, как один из самых экологически безопасных, универсальных и эффективных методов [1]. Использование уникального в своем роде высокочастотного емкостного разряда (ВЧЕ) при пониженном давлении показало эффективность в воздействии на показатели поверхностных свойств УВ [2,3]. Также было установлено влияние ВЧЕ обработки при пониженном давлении на повышение адгезионного взаимодействия на границе раздела фаз волокно-матрица в волокнистых

полимерных композиционных материалах (ВПКМ) [4].

Целью работы является изучение воздействия плазменной модификации на показатели сдвиговой прочности ВПКМ.

Модификацию ткани проводили на установке высокочастотного емкостного разряда пониженного давления [5]. Обработка проходила при следующих параметрах: расход плазмообразующего газа $G = 0,04$ г/с, плазмообразующие газы: аргон (давление $P = 26$ Па), воздух (давление $P = 50$ Па), напряжение на аноде $U_a = 1,5; 3; 5$ кВ. Время обработки $t = 10; 20; 40$ мин.

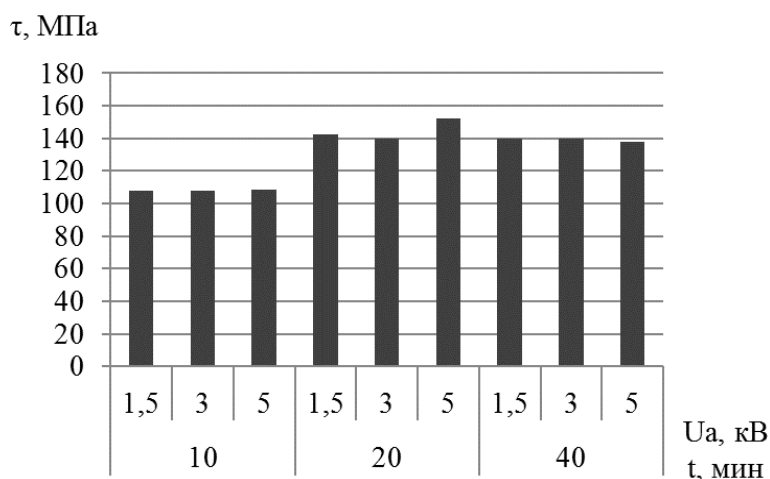
При создании микропластиков в качестве армирующего компонента ВПКМ выбрана ткань-саржа 2/2-1270-12К-450 (Россия). Полимерная матрица изготавливалась из эпоксидной смолы ЭД-20 и полиэтиленполиамиона (ПЭПА) в соотношении 10:1.

В качестве разбавителя полимерной матрицы использовали РП (ТУ 6-10-1095-76). Для предотвращения хрупкого разрушения при увеличении нагрузки добавлялся в матрицу дибутилфталат (ГОСТ 8728-88). Условия отверждения: 20 часов при нормальных условиях и 4 часа при температуре 80°C .

Исследование сдвиговой прочности проводили по методике, описанной в работе [4].

Эксперимент проводили на универсальной испытательной машине Autograph AGS-X (Shimadzu, Япония).

Результаты исследования сдвиговой прочности отражены на рис. 1.



По итогам механических испытаний выявлено улучшение сдвиговой прочности, что объясняется улучшением адгезии между УВ и полимерной матрицей.

Результат обработки ВЧЕ разрядом при пониженном давлении в среде воздуха исследовали методом ИК-Фурье спектроскопии на приборе ФМ-1201 (Россия) методом отражения (рис. 2).

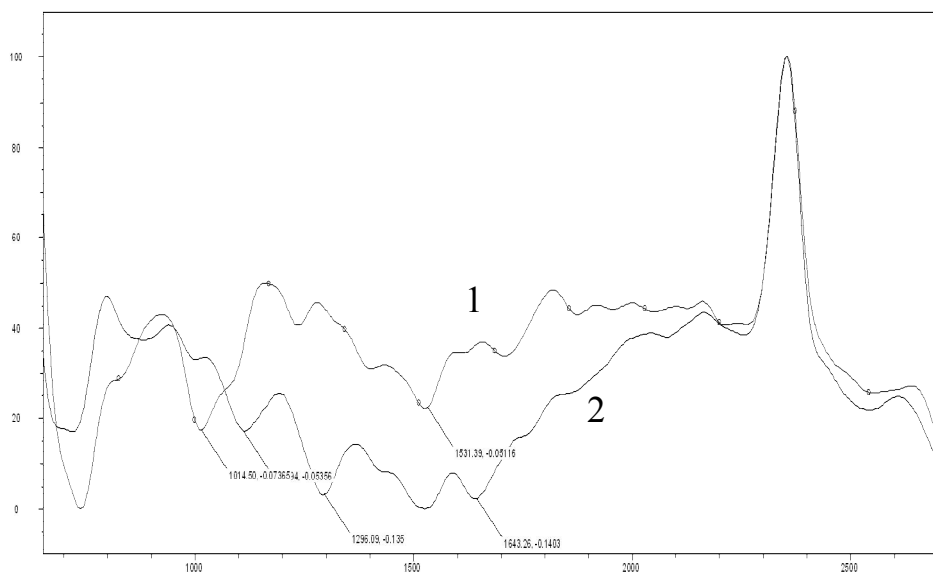


Рис. 2. ИК-Фурье спектрограмма углеродных волокон до (1) и после (2) обработки

Анализ спектров показал, что в спектре образца МНПВО появляется полоса колебаний, что свидетельствует о привитии функциональных групп $-C-O$ и $-C=O$ за счет окислительного процесса при плазменной обработке в среде воздуха, что приводит к улучшению химической адгезии с эпоксидной матрицей в ВПКМ [6].

Литература

1. Гарифуллин А.Р., Абдуллин И.Ш. // Вестник Казанского технологического университета, 17, 7, 80 – 85 (2014).
2. Гарифуллин А.Р., Абдуллин И.Ш. // Вестник Казанского технологического университета, 17, 14, 101 – 102 (2014).
3. Гарифуллин А.Р., Исрафилов И.Х., Каримуллин И.И., Карноухов А.Е., Скидченко Е.А. Вестник технологического университета, 19, 8, 81 – 83 (2016).
4. Гарифуллин А.Р., Абдуллин И.Ш., Исрафилов И.Х., Мингалиев Р.Р., Скидченко Е.А. Вестник технологического университета, 18, 17, 169 – 170 (2015).
5. Абдуллин И.Ш., Желтухин В.С., Сагбиев И.Р., Шаехов М.Ф. Модификация нанослоев в высокочастотной плазме пониженного давления. – Казань: Изд-во Казан. технол. ун-та, 2007. – 356 с.
6. Keming Ma, Ping Chen, Baichen Wang, Guiling Cui, Xinteng Xu. Journal of Applied Polymer Science, 118, 1606–1614 (2010).

ФЕРМЕНТАТИВНО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ БЕЛКА В ПРИСУТСТВИИ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ

К.А. Громова, В.И. Чурсин

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Одним из актуальных направлений в решении проблемы получения дополнительных источников белков для пищевой и фармацевтической промышленности является использование вторичных продуктов переработки кожевенного производства.

В связи с существующей в настоящее время тенденцией увеличения выпуска и расширения объема использования белков животного происхождения, особое значение приобретает разработка технологий, позволяющих переводить нерастворимый структурированный белок в более востребованные формы (порошки, гели, эмульсии). Наиболее приемлемыми в этом отношении являются биотехнологические способы, основанные на применении ферментов и позволяющие регулировать степень деструкции белоксодержащих материалов без использования токсичных химических материалов.

В зависимости от назначения к продуктам ферментативного гидролиза предъявляют разные требования. Продукты гидролиза представляют собой сложную смесь аминокислот и полипептидов с различной молекулярной массой, соотношение которых зависит от условий обработки. Получение продуктов деструкции белка с определенными характеристиками определяется выбором ферментного препарата, оптимизацией технологических режимов проведения процесса, использованием вспомогательных добавок.

Уникальные свойства полиэтиленгликолей (ПЭГ) обуславливают их широкое промышленное, биотехнологическое и клиническое применение. ПЭГ обладает высокой растворяющей способностью по отношению к веществам как гидрофильного, так и гидрофобного характера. ПЭГ в растворе способен взаимодействовать как с белками, так и с аминокислотами, что в свою очередь может оказать влияние на процесс ферментативного гидролиза и свойства получаемых продуктов.

Целью работы являлось исследование влияния добавок ПЭГ-300 на процесс гидролиза гольевой обрести лизоцимом. Выбор лизоцима обусловлен его широким применением в медицине и пищевой промышленности, а также его бактериостатическими свойствами и относительной термостойкостью. Кинетику биотрансформации голья оценивали методом формолового титрования, основанного на нейтрализации карбоксильных групп белка, предварительно обработанного формальдегидом, раствором гидроксида натрия, позволяющим определить содержание в белке азота концевых аминокислот. Общее содержание белка в продуктах гидролиза опреде-

ляли по сумме аминокислот и пептидов методом титрования раствором гидроксида натрия в 50% и 90% этиловом спирте, а также по результатам рефрактометрии. Дополнительно оценивали содержание α -аминокислот в продуктах гидролиза по реакции с нингидрином.

Результаты формолового титрования голья и реакционной смеси представлены на рис. 1.

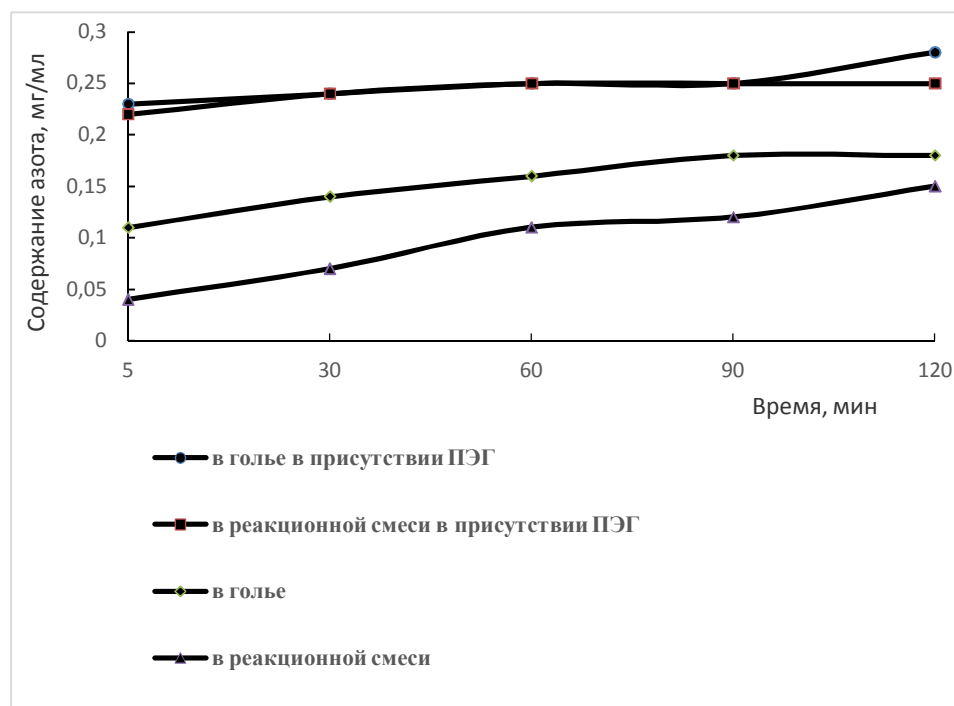


Рис. 1. Динамика изменения содержания азота концевых аминокислот в реакционной смеси и в голье в процессе гидролиза

Как следует из рис. 1 содержание белка в продуктах гидролиза и в самом голье увеличивается вследствие разрушения системы межмолекулярных связей в обоих случаях, то есть в присутствии ПЭГ и в его отсутствие. Однако следует заметить, что присутствие ПЭГ в реакционной смеси несколько тормозит процесс гидролиза в твердой фазе. Причиной этого может быть эффект стерической стабилизации, обусловленный способностью ПЭГ предотвращать адсорбцию белков и других биомолекул на поверхностях материалов. Причем наиболее заметен этот эффект на начальной стадии процесса ферментативного гидролиза. По мере деструкции белка межструктурные промежутки увеличиваются, что приводит к увеличению диффузии фермента к более мелким элементам структуры и ускорению процесса гидролиза.

Использование нингидриновой реакции для количественного определения α -аминокислот по оптической плотности исследуемых растворов позволяет контролировать протекание различных биохимических процессов, в том числе деструкцию белка под действием ферментов. Экспери-

ментальные значения определения содержания α -аминогрупп в продуктах гидролиза, перешедших в водный раствор, свидетельствуют в пользу использования ПЭГ для ускорения деструкции белка под действием лизоцима (рис. 2).

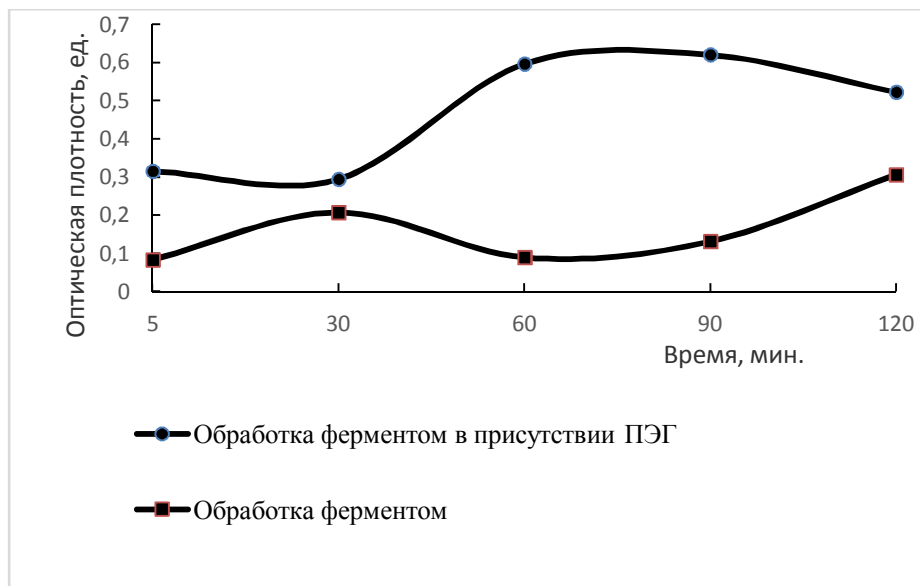


Рис. 2. Динамика изменения оптической плотности реакционной смеси в процессе ферментативного гидролиза

Из рис. 2 следует, что после индукционного периода, обусловленного стерическим фактором, наибольший рост оптической плотности раствора наблюдается в период времени с 30 до 60 минут ферментативного гидролиза, и после установления относительного постоянства значений, через 90 минут обработки оптическая плотность реакционной системы снижается. Зависимость для варианта обработки, в котором использовался только фермент лизоцим, носит "зеркальный характер" относительно предыдущего. Наиболее вероятным объяснением изменения оптической плотности реакционной среды в процессе гидролиза голя в присутствии ПЭГ может быть его способность взаимодействовать с продуктами гидролиза белка. Так, рост оптической плотности возможно происходит за счет образования конъюгатов с более крупными фрагментами белка, образующимися на первой стадии гидролиза.

С увеличением степени деструкции белка в раствор переходят олигопептиды с концевыми аминогруппами, содержащие к тому же атомы азота в боковых радикалах, являющиеся центрами связывания ПЭГ. Образование химических связей ПЭГ с радикалами лизина и аргинина, присутствующих в составе коллагена в количестве, соответственно 4% и 8%, может являться препятствием для последующего расщепления модифицированных молекул олигопептидов лизоцимом, что и приводит к снижению оптической плотности раствора.

Таким образом, можно констатировать идентичность ферментативного гидролиза белка, в основе которого лежит один и тот же механизм. В то же время результаты этого эксперимента подтверждают ранее высказанное предположение, что в присутствии ПЭГ деструкция полипептидов замедляется, на что указывает более плавное снижение оптической плотности раствора.

В ходе эксперимента было отмечено, что присутствие в реакционной системе незначительного количества ПЭГ приводит к образованию комплекса с продуктами деструкции белка, что, в свою очередь проявляется в формировании желеобразной (гелевой) консистенции реакционной смеси при охлаждении ее до комнатной температуры. Известно, что в процессе гелеобразования основную роль играют водородные связи, количество которых в системе продукты деструкции белка - ПЭГ достаточно велико, что и позволяет получать целевые продукты в виде плотного геля.

В результате проведенного исследования определена динамика изменения комплекса показателей, характеризующих процесс ферментативно-термической деструкции коллагенсодержащего материала (голевой обрези) и влияние добавки ПЭГ на этот процесс. Установлено замедление процесса гидролиза белка лизоцимом в начальной стадии процесса, обусловленное способностью ПЭГ предотвращать адсорбцию фермента на поверхности обрабатываемого материала.

Показано, что в результате образования химических связей ПЭГ с радикалами аминокислот в пептидах, содержащими атомы азота, затрудняется дальнейшая ферментативная деструкция модифицированных молекул олигопептидов, а продукты гидролиза характеризуются высокой гелеобразующей способностью.

ВЛИЯНИЕ ХИТОЗАНСОДЕРЖАЩИХ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ НОСИТЕЛЕЙ НА ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИЭНЗИМНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

*Э.Э. Досадина¹, М.А. Кульметьева¹, Е.О. Медушева¹,
Ю.А. Евдокименко¹, А.А. Белов²*

¹ Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва

² НИИ текстильных материалов, Москва

В связи с возрастающими требованиями к качеству лекарственных препаратов, принимая во внимание наличие большого количества вспомогательных веществ на фармацевтическом рынке, в том числе и веществ нового поколения, по-прежнему актуален поиск и разработка новых полифункциональных вспомогательных веществ [1]. Особый интерес из большого перечня биополимеров для различного применения в биомедицинских технологиях в качестве вспомогательного вещества представляют

собой хитозан (Хт) и диальдегидцеллюлоза (ДАЦ), которые могут принимать участие и в процессе заживления ран благодаря их свойствам [1-2].

На поведение иммобилизованных ферментов при получении, хранении и эксплуатации может оказывать существенное влияние матрица носителя, а также продукты ее распада. Поэтому необходимо рассмотреть влияние всех структурных единиц используемых материалов на ферментативную активность применяемых терапевтических агентов (ферментов). В качестве структурных единиц целлюлозы и хитозана были использованы: глюкоза, глюкозамин, N-ацетилглюкозамин и формальдегид как возможной продукт распада окисленной целлюлозы (ДАЦ). Полученные данные приведены на рис.1-2.

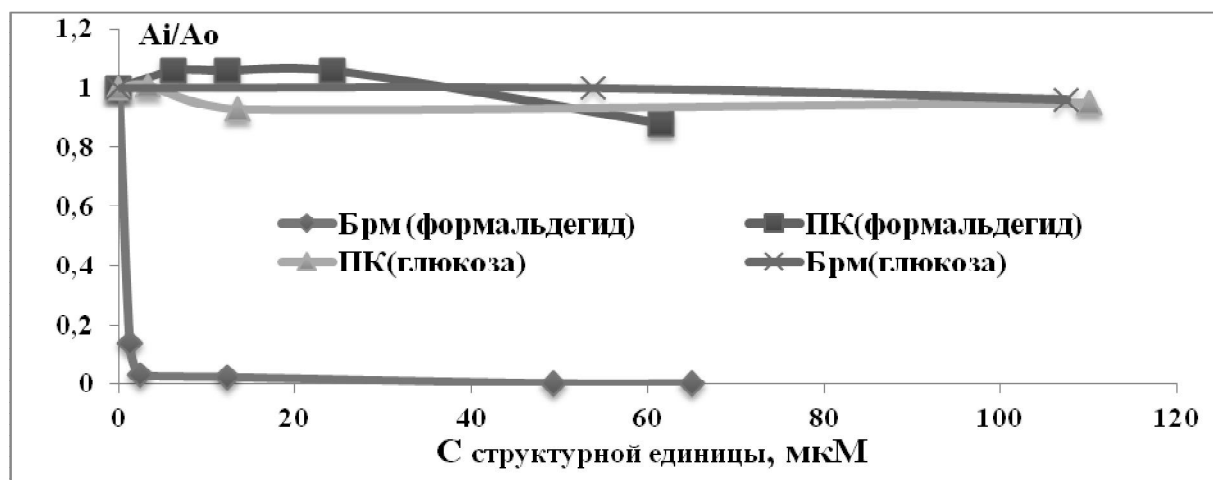


Рис.1. Графические зависимости влияния структурных единиц и возможных продуктов распада целлюлозы и окисленной целлюлозы (формальдегид) на ферментативную активность ферм ПК и бромелаина (субстрат казеин)

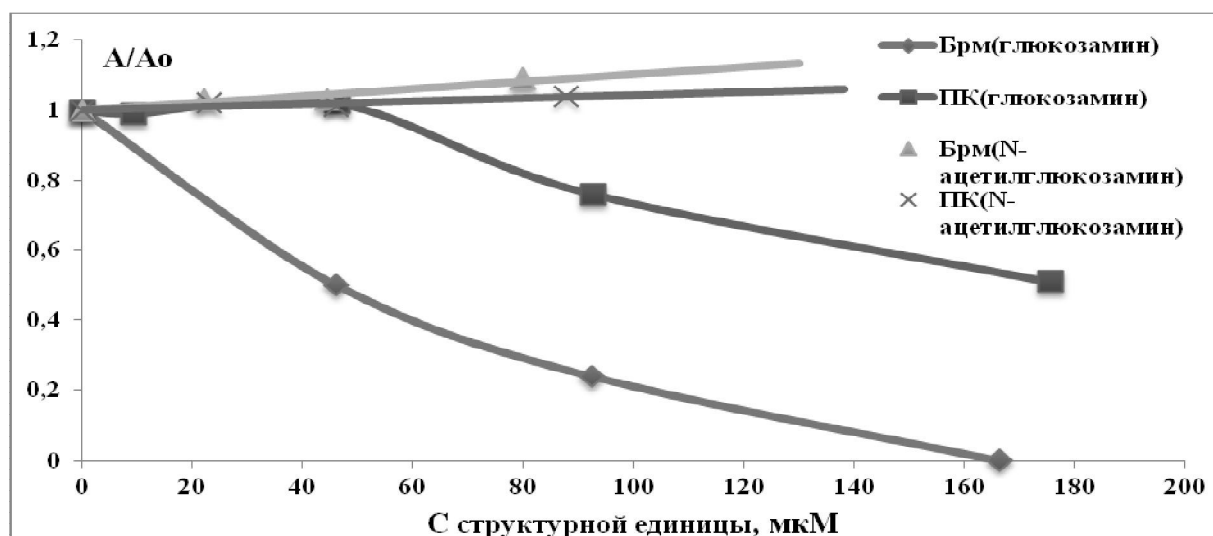


Рис. 2. Графические зависимости влияния структурных единиц хитозана на ферментативную активность ПК и бромелаина (субстрат казеин)

Как видно из полученных данных, глюкоза и N-ацетилглюкозамин в исследованных концентрациях не оказывают влияние на исследованные ферменты, при этом формальдегид и глюкозамин значительно снижают активности ПК и бромелаина.

Взаимодействие исследуемых ферментов с формальдегидом было изучено в качестве модели влияние матрицы окисленной целлюлозы на ПК и бромелаин, а именно взаимодействие альдегидных групп носителя с ферментами. Из-за большого размера молекулы хитозана могут возникнуть стерические затруднения при взаимодействии хитозана с карбонильными группами модифицированного носителя. Вследствие этого не все карбонильные группы оказываются связанными с амино-группами хитозана. С оставшимися альдегидными группами, не занятыми хитозаном, могут взаимодействовать ферменты ПК и бромелаина. В результате было показано, что падение ФА обусловлено взаимодействием карбонильных групп и активных центров ферментов. Взаимодействие ферментов ПК и бромелаина с хитозаном является ключевым этапом получения исследуемых иммобилизованных препаратов. Было выдвинуто предположение о том, что подобное взаимодействие может проходить по 3 путям: образование интерполиэлектролитного комплекса за счет образования ионных связей, инкапсулирование молекул фермента в хитозановый гель, а также адсорбция белков ферментных комплексов на агрегатах хитозана [3]. Было показано, что вид взаимодействия зависит от концентрации хитозана в системе: при ее увеличении молекулы хитозана способны связываться между собой, образуя стабильные агрегаты, на которых и происходит адсорбция ферментов.

Таблица 1

Величины эффективных констант скорости инактивации (мес^{-1}) при высушивании и хранении (при 25 °С) исследуемых препаратов

Образец	k_d	k_1	k_2
Брм-ХТ*	11,14	0,501	0,140
Брм-ХТ-Сус*	1	0,793	0,071
Брм+Сус*	12,48	0	0,167
ПК**	3,9	0,55	0,033
ХТ-ПК**	2,72	0,54	0,020

* - субстрат казеин, ** - субстрат азоколл.

Из литературы известно [4], что цистеин является активатором тиоловых протеиназ, поэтому при иммобилизации бромелаина на различные носители цистеин был использован для повышения активности исследуемых систем. Полученные данные показывают, что при высушивании систем различного состава, значительная потеря активности происходит на первой стадии, которая описывается константой k_d и характеризуется по-

терей гидратной оболочки белка. На основе полученных результатов для последующей иммобилизации на целлюлозные носители была выбрана система с наименьшими константами инактивации.

Таблица 2

Величины эффективных констант скорости инактивации (мес^{-1})
полученных препаратов в процессе высушивания и хранения (при 25 °С)
(субстрат – казеин)

Образец	k_d	k_1	k_2
ДАЦ(0,28)-Брм	32,40	0	-
ДАЦ(0,28)-{Брм+ХТ}	29,86	0,80	-
ДАЦ(0,28)-ХТ-Брм	20,22	0	-
Ц(0,008)-ХТ-Брм-Сус	0	3,80	0,48
ДАЦ(0,26)-ХТ-Брм-Сус	0	0	0,22
{ДАЦ(0,28) + ХТ} + ПК	0	0,44	0,06
ДАЦ(0,28) + (ХТ+ПК(порошок))	0	0,32	0,11
ДАЦ(0,28)+ (ХТ + (ПК+NaCl))	0	0,54	0,10

Полученные данные показывают принципиальную возможность получения иммобилизованных препаратов на основе разных ферментных комплексов (ПК или бромелаин) при различных условиях иммобилизации с сохранением необходимого значения ферментативной активности разрабатываемых препаратов.

Более подробно результаты исследований будут рассмотрены и объяснены в докладе.

Литература

1. Белов А.А. Текстильные материалы, содержащие иммобилизованные гидролазы для медицинских и косметологических целей. Получение. Свойства. Применение. // LAP LAMBERT Acad. Pub., GmbH & Co. KG. Germany. –2012. – 242 с.
2. Назаренко Г.И., Сугурова И.Ю., Глянцев С.П. Рана. Повязка. Больной. // Медицина. – 2002. – С. 469.
3. Dosadina E.E., Kulmetyeva M.A., Belov A.A. The changing of enzymatic activity of hydrolases immobilized on natural polysaccharide matrix for purulent and burn wounds treatment during storing and exploitation. // Biointerface Research in Applied Chemistry. – 2016. – Vol.6, Issue 3. – pp. 1291-1298;
4. Hale L.P., Greer P.K., Trinh C.T. et al. Proteinase activity and stability of natural bromelaine preparations. // International Immunopharmacology. – 2005. – №5. – P. 783-793;

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ДЛЯ БИОЗАЩИТЫ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н.С. Дымникова, Е.В. Ерохина

Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, Иваново

В современных условиях активно развиваются исследования по совершенствованию приемов модификации целлюлозных волокон для создания широкого ассортимента новых, не производимых ранее, высококачественных материалов, в том числе антимикробных и биозащищенных. Одним из наиболее перспективных направлений является получение на основе целлюлозных волокон металлокомпозитов серебра. Наноразмерное серебро занимает особое положение в ряду коллоидных металлов в силу своих уникальных оптических свойств, относительной химической инертности и высокой биоцидной активности по отношению к грамотрицательным и грамположительным бактериям, спорам, грибам.

Высказываются предположения, что, высокоселективное воздействие НЧ на биологические культуры обусловлено, прежде всего, большой удельной площадью поверхности частиц и их морфологией. В связи с этим важную роль приобретает разработка химических и физико-химических методов направленного синтеза НЧ серебра в присутствии различных модификаторов (стабилизаторов НЧ).

Однако, следует отметить, что одной из важнейших проблем является получение достаточно стабильных на воздухе наночастиц малого размера, в течение длительного времени сохраняющих высокую активность и при этом в приемлемых с экономической точки зрения условиях (не требующих больших затрат энергии, дорогостоящего оборудования и химических реагентов и т.п.). Поэтому вопросы получения наночастиц и процессы их стабилизации необходимо рассматривать в комплексе.

Цель данной работы заключалась в определении условий формирования металлполимерных композитов серебра и оценке целесообразности их применения для обеспечения целлюлозным текстильным материалам антимикробной активности или биозащищенности.

Основой выбранного нами способа формирования наночастиц серебра является химическая реакция восстановления ионов Ag^+ . Окислительно-восстановительную реакцию осуществляли путем введения восстановителей в раствор соли, содержащий стабилизаторы. Достоинством данного способа синтеза является простота и отсутствие необходимости использования сложного аппаратного оформления.

Процесс формирования высокодисперсных частиц контролировали по изменению окраски растворов, их агрегативной устойчивости и спектрофотометрически. Оптические спектры поглощения Ag гидрозолей регистрировали в фиолетовой части видимого спектра с максимумом поло-

сы 390—450 нм на спектрофотометре Agilent 8453 в кварцевой кювете при длине оптического слоя – 1 см. Размеры частиц металла оценивали методом фотонной корреляционной спектроскопии на приборе «Zetasizer Nano ZS».

Оценку антибактериальной активности наноконпозитов серебра проводили методом диффузии в агар на твёрдой среде. В качестве контроля использовали необработанный материал. Чашки Петри в течение суток выдерживали в термостате при температуре 37°C. Биозащищенность материалов определяли по коэффициенту их устойчивости к микробиологическому разрушению после длительного (10-14 дней) контакта с микрофлорой, включающей совокупность штаммов плесневых грибов и бактериальных культур.

Для обоснованного выбора исходных концентраций катионов был проведен анализ биологической активности НЧ серебра отношению к грамположительной и грамотрицательной микрофлоре при микробной нагрузке не менее 10^6 кл./мл, различающихся размерами и синтезированных различными способами. В результате показана зависимость биологической активности НЧ от свойств препарата, а, именно, от условий в которых происходит формирование и стабилизация нанообъектов.

Методом спектрофотометрического анализа и визуально по изменению окраски растворов выявлены оптимальные условия синтеза наночастиц в растворах Ag^+ в присутствии различных прекурсоров. В качестве последних использовали восстановители различной природы и природные полимерные соединения. Исследование кинетики восстановления серебра ($6 \cdot 10^{-3}$ М) в растворе природных полимеров при температурах 80 и 90 °С показало, что со временем проведения процесса увеличивается интенсивность полосы поглощения металла и смещение ее максимума в коротковолновую область. Эти изменения, согласно литературным источникам, связаны с уменьшением размера наночастиц и увеличением их числа. Полученные данные наглядно подтверждены спектрами, снятыми методом фотонной корреляционной спектроскопии, согласно которым в исследуемом растворе присутствуют наночастицы серебра с размером преимущественно 40-70 нм.

Сравнительная оценка биозащищенности серебросодержащих наноконпозитов льна, полученных в присутствии стабилизаторов различной природы, выявили у Agконпозитов более высокую эффективность воздействия на грамположительную микрофлору (*Staphilococcus*) в сравнении с грамотрицательной (*Escherichia coli*), зоны задержки роста в первом случае составляют 3-4 мм.

Новым, интересным, но малоизученным является процесс получения металлических наночастиц серебра химическим восстановлением в водных растворах их малорастворимых солей. Перспективность данного направления обусловлена возможностью синтезировать частицы, размер которых

контролируется размером частиц предшественников, и регулировать в широком диапазоне состав, структуру и свойства синтезируемых наночастиц. При этом важно, что переводом серебра в высокодисперсное состояние обеспечивают несвойственную его малорастворимым солям антимикробную активность.

Синтез наночастиц осуществляли путем восстановления серебра в водных растворах его солей, различающихся растворимостью на 5-40 порядков (ПР от $1,6 \cdot 10^{-5}$ до $8,5 \cdot 10^{-45}$). В качестве восстановителя, использовали тетрагидроборат натрия.

На примере получения золя хлорида серебра исследовано влияние условий приготовления реакционных систем перед введением в них тетрагидробората натрия. Известно, что использование ВМС на стадии перед синтезом наночастиц позволяет контролировать в дальнейшем процесс восстановления, поскольку катионы солей-предшественников включаются в комплекс с желатином посредством донорно-акцепторного взаимодействия с атомами азота в его цепи. Дисперсные системы готовили путем введения стабилизатора в водный раствор хлорида натрия, либо в водный раствор нитрата серебра, либо в систему после образования хлорида серебра.

Изучение динамики восстановления AgCl после введения боргидрида натрия в стабилизированные реакционные системы показало, что предварительное связывание растворимых солей в комплекс с желатином обеспечивает лучшие результаты при синтезе НЧ серебра. В этих случаях спектральные кривые золя, имеющие размытые полосы поглощения в области 360-450 нм *ex tempore* (т.е. сразу после приготовления), постепенно в течение 24-144 часов трансформируются в спектры с четко выраженным максимумом высокой интенсивности при 400 нм. Такие изменения рассматривают как доказательство образования наночастиц серебра с узким распределением по размерам. Интенсивность окраски формирующегося серебряного золя с течением времени приобретает насыщенный желто-коричневый цвет, что обусловлено образованием высокодисперсного серебра.

Методом фотонной корреляционной спектроскопии определены размеры синтезированных частиц серебра. Эволюция данных спектров показывает, что восстановление протекает достаточно медленно. Так только по истечении 144 ч. диаграмма распределения частиц по размерам, формируемых при выявленных оптимальных условиях синтеза, свидетельствует о преимущественном образовании НЧ радиусом 20-25 нм, включая оболочку стабилизаторов.

Изучена зависимость образования наночастиц серебра от растворимости его солей. Так, соли серебра, с наиболее низкой растворимостью в воде (ПР 10^{-22} - 10^{-45}), восстанавливаются очень медленно. Даже по истечении суток спектральные кривые имеют размытый максимум. Напротив, спектры золей, формируемых из солей серебра, имеющих растворимость

порядка $10^{-5} - 10^{-10}$, характеризуются более выраженным максимумом в области 400 нм.

Для определения биологической активности синтезированных золей серебра была оценена их эффективность в обеспечении защиты целлюлозосодержащим текстильным материалам от действия биодеструкторов. При контакте в течение 14 суток с почвенной микрофлорой ткани, содержащие нативные целлюлозные волокна, теряют до 100 % прочности. Нарушение целостности структуры незащищенной хлопко-льняной ткани свидетельствует о полной потере её эксплуатационных и эстетических свойств. В аналогичных условиях ткань, обработанная серебряным золем, не имеет видимых следов разрушения. Однако, для повышения биозащиты экспериментальных образцов выявлена целесообразность использования композиционных составов, применение которых позволит обеспечить высокую устойчивость целлюлозных материалов при минимальном содержании в них НЧ_{Ag} .

СИНТЕЗ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е.В. Ерохина, Н.С. Дымникова

Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, Иваново, Россия

В условиях роста резистентных к антисептикам микроорганизмов (МО) чрезвычайно важной является проблема придания целлюлозосодержащим медицинским материалам антимикробности, техническим материалам - биозащищенности. Применение для этих целей наночастиц (НЧ) меди и серебра обусловлено антибактериальным и лечебным действием их соединений.

Совмещение в одной частице 2-х металлов, различающихся физико-химическими свойствами, изменение их соотношений, варьирование структуры и морфологии частиц может сопровождаться неаддитивным изменением свойств нанообъектов [1, 2]. Так, полагают, что медь и серебро могут многократно усиливать положительные свойства друг друга.

Несмотря на интерес исследователей к формированию медных и серебряных золей, синтез смешанных наночастиц меди и серебра недостаточно изучен. Зависимость структуры НЧ от многих факторов, включающих тип восстановителя, соотношение потенциалов и концентраций присутствующих металлов, природу стабилизаторов, условия проведения процессов и т.д., указывают на актуальность исследования процессов химического восстановления катионов.

Синтез бикомпонентных биологически активных золей предполагает использование концентрированных растворов солей, что обуславливает низкую агрегативную устойчивость формируемых систем. Поэтому долж-

на быть решена задача обеспечения стабильности формируемых золей. Стабилизацию наночастиц в растворе, как правило, обеспечивают различными высокомолекулярными соединениями - желатином, поливиниловым спиртом, ПВП, агар-агаром, которые в силу своей пространственной конфигурации, препятствуют агрегации наночастиц в растворе.

Эффективным приемом повышения устойчивости наночастиц к агрегации и окислению является использование в качестве стабилизаторов комплексообразующих соединений, способных связывать катионы металлов в устойчивые комплексы [3]. Восстановление металлов в присутствии лигандов предотвращает выпадение в осадок малорастворимых гидроксидов и приводит к снижению скорости окислительно-восстановительных реакций. Последнее связывают с уменьшением разности потенциалов за счет сдвига редокс-потенциала пары ион металла/металл в более отрицательную область [4].

В проводимых нами исследованиях в качестве стабилизаторов были использованы комплексообразующие соединения - аминные производные фосфоновой кислоты, обладающие способностью связывать катионы металлов в щелочной среде при высокой температуре. Применение производных фосфоновой кислоты при формировании золей обусловлено их относительной безопасностью для человека, о которой свидетельствует применение ряда комплексонов (НТФ, ДТДФ, ОЭДФ) в пищевой промышленности и медицине.

Цель данной работы заключается в выявлении оптимальных условий синтеза гетерометаллических золей меди и серебра в присутствии хелантов - аналогов фосфоновой кислоты и оценке их эффективности в обеспечении биозащиты целлюлозосодержащим текстильным материалам.

Экспериментальная часть. Формирование бикомпонентных наночастиц осуществляли путем химического восстановления катионов в водных растворах их солей тетрагидроборатом натрия, выбор которого обусловлен его высокой активностью при комнатной температуре и отсутствием значительных количеств продуктов окисления, загрязняющих наночастицы. Достоинством данного способа синтеза является простота и отсутствие необходимости использования сложного аппаратного оформления. Наночастицы синтезировали в открытой термостатируемой ячейке при температуре $20-80 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Синтезированные золи хранили в закрытых колбах.

Процесс формирования высокодисперсных частиц контролировали визуально по изменению окраски растворов, их агрегативной устойчивости, а также спектрофотометрически и путем потенциометрического титрования. Оптические спектры поглощения растворов регистрировали в области 300-800 нм на спектрофотометре Agilent 8453. Размер НЧ в коллоидных растворах определялся методом динамического рассеяния света на анализаторе размера субмикронных частиц Zetasizer Nano ZS (Malvern).

В процессе исследований определены скорость, температурный режим, последовательность введения и соотношение компонентов для образования стабильных ультрадисперсных частиц меди и серебра.

Устойчивость к биоразрушению целлюлозосодержащих текстильных материалов, модифицированных синтезированными золями, оценивали в соответствии с ГОСТ 9.060 после 10 суток контакта с почвенной микрофлорой либо в условиях культивирования естественной микрофлоры.

В качестве объектов для защиты от биодеструкторов использовали ткань Брезент арт.7 поверхностной плотностью 500 г/м^2 , содержащую нативные (не подвергавшиеся действию химических реагентов) волокна льна и хлопка, а также трикотажное полотно с поверхностной плотностью 100 г/м^2 .

Обсуждение результатов. Стабильные коллоидные растворы наночастиц благородных металлов в жидкости позволяют наблюдать их плазмонный резонанс, т.е. возникновение специфической полосы поглощения раствора в видимой области, обусловленный малостью размера частиц. Для меди и серебра плазмонная частота наночастиц смещается из УФ в видимую области спектра. Химическое восстановление ионов металлов в водных растворах часто используют при получении металлических НЧ.

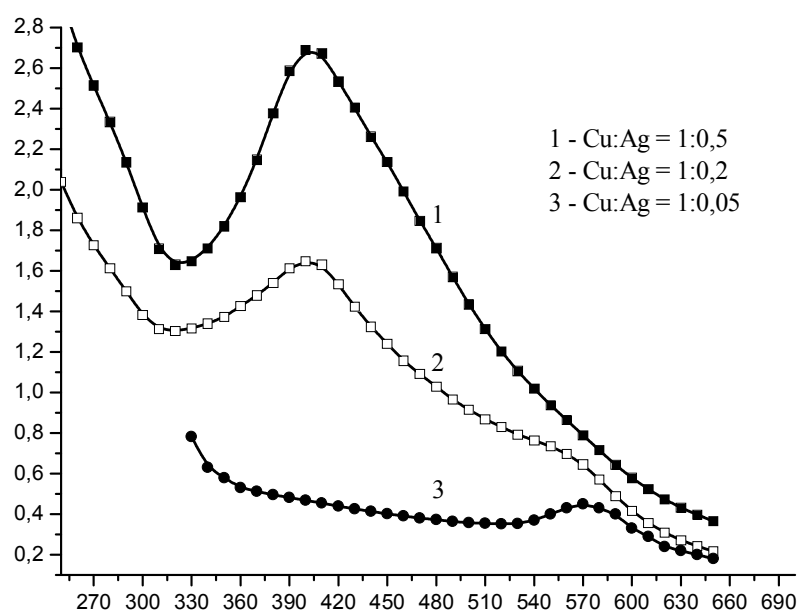
Для формирования биметаллических зольей из растворов их солей использовали тетрагидроборат натрия, имеющий высокий отрицательный редокс-потенциал. Он способен восстанавливать медь и серебро до элементного состояния, инициировать образование большого числа зародышей новой фазы на начальной стадии процесса и ингибировать реакции автокаталитического восстановления катионов на поверхности частиц [5]. В зависимости от условий проведения процесса могут формироваться различные по размерам частицы ядро-оболочка (core-shell) в которых в качестве ядра могут выступать как медь, так и серебро, а в слоях оболочки могут присутствовать как металлы, так и их оксиды [1].

В результате исследований определены особенности синтеза биметаллических наночастиц в присутствии нитрилотриметиленфосфоновой кислоты.

Показана важная роль гидроксида натрия при формировании НЧ, установлены его оптимальные концентрации.

Найден эффективный прием повышения агрегативной устойчивости зольей, стабилизированных хелантами, заключающийся в обеспечении полимерного «экрана» на частицах металла, достигаемом введением добавок полимеров, на порядок меньших в сравнении с их традиционно применяемыми концентрациями.

Выявлены условия формирования стабильных бикомпонентных медь – серебросодержащих зольей при различном мольном соотношении Cu^{2+} и Ag^+ (см. рис).



Установлено, что при соотношении медь - серебро 1:0,5 (кривая 1), то есть при достаточно высокой концентрации серебра, не наблюдается максимум в области полосы плазмонного резонанса меди (550-570 нм), что может свидетельствовать о преимущественном синтезе НЧ типа ядро-оболочка, где ядро – это медь, оболочка – серебро.

Напротив, при минимальном содержании соли серебра (кривая 3) в спектре отсутствует полоса, ответственная за поглощение НЧ серебра и проявляется максимум ППР_{Cu}. При соотношении Cu:Ag = 1:0,2 двухполосный спектр поглощения золя (кривая 2) может указывать на образование различных наноструктур, как биметаллических (Cu_{core}Ag_{shell} и Ag_{core}Cu_{shell}), так и моночастиц серебра и меди.

В рамках данного исследования установлено, что радиус образующихся биметаллических НЧ, измеренный методом динамического рассеяния света, составляет 18-20 нм.

Определена устойчивость образцов текстильных материалов с интеркалированными частицами металла к действию микроорганизмов. Установлена высокая сохранность текстильных материалов с включениями НЧ меди и биметаллических НЧ. В результате проведенных испытаний показана возможность получения биозащищенного волокна для последующего изготовления материалов устойчивых к действию биодеструкторов: утеплители для строительства домов, технические ткани для обивки салонов автомобилей, бытовой и медицинский текстиль, антибактериальные стельки для обуви, чулочно-носочные изделия.

Спектральные измерения выполнены на оборудовании центра коллективного пользования "Верхневолжский региональный центр физико-химических исследований".

Литература

1. *Ершов Б.Г., Абхалимов Е.В.* Коллоидная медь и особенности её реакции с ионами серебра в водном растворе. // Коллоидный журнал. – 2009. – Т. 71. – № 4. – С. 486-491.
2. *Michel Pellarin, Inas Issa, Cyril Langlois u and.* // Journal of Physical Chemistry. 2015. – vol. 119. – P. 5002–5012.
3. *Свиридов В.В., Воробьева Т.Н., Гаевская Т.В., Степанова Л.И.* Химическое осаждение металлов из водных растворов. – Минск: Изд-во «Университетское», 1987. – 270 с.
4. *Мальцева Н.Н., Хаин В.С.* Борогидрид натрия. – М.: Наука, 1985. – 209 с.
5. *Васильев В.П. и др.* Комплексоны и комплексонаты. // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 4.С. – 39-44.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛАЗМЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ НА ФИЗИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАТУРАЛЬНЫХ КОНОПЛЯНЫХ ВОЛОКОН

А.Р. Ибатуллина, А.Р. Файзуллина

Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Россия

С древнейших времен и до конца XIX века единственным сырьем для производства текстильных материалов служили натуральные волокна, которые получали из различных растений. Сначала это были волокна дикорастущих растений, а затем волокна льна и конопли.

Конопля – традиционная отечественная сельскохозяйственная культура, возделываемая для получения волокна и маслосемян. Конопля на территории Российской Федерации имеет широкий ареал распространения как в широтном (40-64° с.ш.), так и в меридиональном направлениях. Благодаря пластичности обладает разнообразием географических форм, различающихся по биологическим свойствам и морфологическим признакам. Для промышленных целей возделывают преимущественно сорта конопли, относящиеся к среднерусскому и южному экотипам [1].

Пенька (волокна стеблей конопли) – ценное промышленное сырьё, идёт на изготовление различных видов верёвок, канатов, шпагатов, шнуров, сердечников стальных тросов, тканей технического назначения и одежды. Волокна конопли отличаются особой прочностью и стойкостью к солёной воде, в результате незаменимы в морском деле. Канаты и верёвки из пеньки до сих пор используются, так как практически не изнашиваются от контакта с морской солью и обладают высокой морозостойкостью.

В условиях недостатка хлопкового и льняного волокна конопля стала источником компенсации дефицита прядильного сырья. Благодаря уни-

кальным технологическим свойствам, конопляная продукция получила новые, нетрадиционные направления использования. За рубежом внедрены эффективные экологически чистые технологии выделения целлюлозы из конопли.

Однако несмотря на высокие показатели гигиенических, прочностных и других свойств конопляного волокна. Актуальным остается дополнительная технологическая «доработка» и его усовершенствование. Эффективным современным инструментарием улучшения свойств текстильных материалов является плазменная модификация.

Плазма – это частично или полностью ионизированный газ. С помощью плазменной обработки можно изменять гидрофильные, адгезионные и механические свойства волокон, нитей.

Опыт предыдущих исследований показывает актуальность и востребованность применения плазменной модификации при использовании текстильных волокон растительного происхождения, а обзор литературных данных показал недостаточность исследования влияния плазменной модификации на свойства волокон конопли. Этот вопрос является малоизученным, но, несомненно, имеет большую значимость и практическую ценность. Развитие использования методов плазменной модификации при производстве волокон конопли оправдано технологически, экономически и экологически. В качестве объектов исследования были выбраны конопляные волокна, полученные летним методом сбора. Модификация производилась в высокочастотном емкостном (ВЧЕ) разряде такими газами как аргон, пропан-бутан, воздух.

Органолептический метод оценки свойств дает возможность определить общие показатели материала. Волокна оценивали визуально и тактильно. Волокна конопли, полученные летним сбором, обладают блеском, желтым окрасом, среди недостатков можно выделить: грубы на ощупь, имеются остатки костры, низкая эластичность и темный оттенок, не поддающийся полному отбеливанию.

Модификация в среде аргона придала волокну дополнительную эластичность, в среде воздуха - более светлый бежевый цвет и блеск, в среде пропан-бутана - более наполненную структуру и более гладкую поверхность указано в табл. 1.

Таблица 1

Органолептическое описание волокон

Волокна, модифицированные в плазме	Приобретенные свойства
В среде аргона	Эластичность
В воздушной среде	Светло бежевый цвет и блеск
В среде пропан-бутан	Наполненная структура, гладкость

Для определения прочности и удлинения конопляных волокон при разрыве использовали испытательную машину Shimadzu AGS-X. Образцы

конопляных волокон устанавливали в зажимах строго посередине и без перекосов. При помощи винтов, установленных на зажимах, фиксировали образец в верхнем, а затем в нижнем зажиме. Растяжение образца осуществляли за счет поднятия верхнего зажима с постоянной скоростью. Усредненные данные по изменению показателей физико-механических свойств образцов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Средние показатели разрывной нагрузки конопляного волокна

Газ	Сила, Н	Удлинение, мм
Исходный образец	4,95	2,25
Обработка в среде воздух	6,30	1,78
Обработка в среде аргон	10,81	1,75
Обработка в среде пропан-бутан	6,13	1,54

После плазменной обработки, у образцов изменились физико-механические свойства. Обработка образцов конопляных волокон в низкотемпературной плазме позволила повысить показатель разрыва образцов в сравнении с контрольным образцом.

На рис. 1 указаны данные по разрывной нагрузке конопляного волокна.

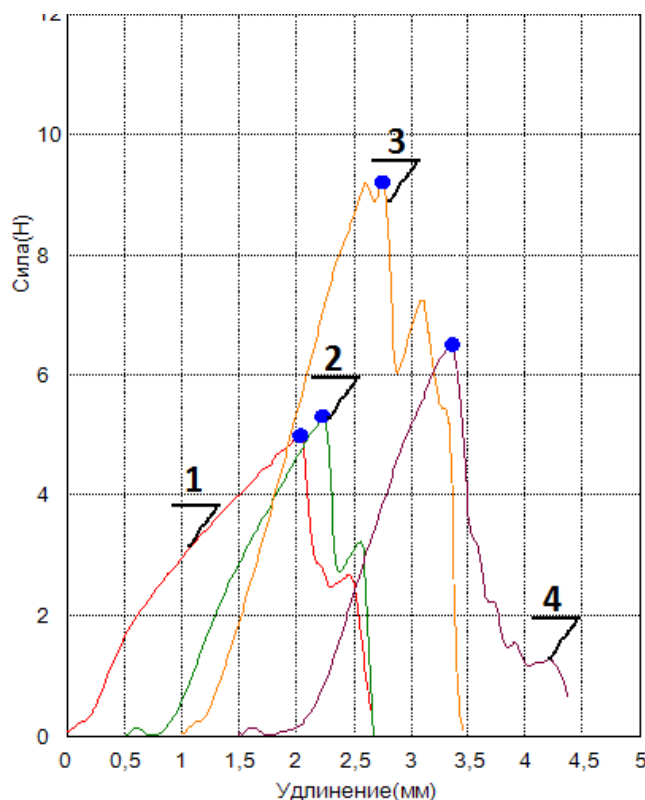


Рис. 1. Разрывная нагрузка исходного конопляного волокна и волокон, подверженных плазменной модификации (1 - Контрольный; 2 - Воздух; 3 - Аргон; 4 - Пропан-бутан)

Лучшим волокном по показателю прочности является образец, подверженный плазменной модификации газом аргон, он превосходит исходный образец по разрыву в 2,2 раза. Образец, обработанный в низкотемпературной плазме газом воздух, превосходит исходный образец в 1,27 раз. Образец модифицированный в низкотемпературной плазме газом пропан-бутан превосходит исходный образец в 1,23 раза. Показатель удлинения практически не изменяется.

Проведенные исследования подтверждают актуальность плазменной модификации текстильных волокон, полученных на основе конопляного сырья.

Литература

1. *Тарасов С.В.* Прядение льна и других лубяных волокон. – М.: Легкая индустрия, 1980, 408 с.

ИЗМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ ТЕХНИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ ПОСЛЕ ПЛАЗМЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ

С.В. Илюшина, Я.С. Тарасова, А.И. Бугаева

**Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Россия**

В производстве технических тканей необходимым остается улучшение их поверхностных, физико-механических и адгезионных свойств, производство конкурентоспособной продукции, как по цене, так и по качеству. В связи с этим для регулирования адгезионной способности, физико-механических характеристик, а также удешевления технических тканей для резинотехнических изделий (РТИ) актуальной является разработка новых составов технических тканей или модификация их поверхности.

Эффективным способом модификации текстильных материалов является применение плазменных технологий [1]. Плазменная обработка текстильных материалов относится к сухим, экологически чистым процессам модификации, которая не требует применения химических реагентов и отвода вредных веществ.

Обработка образцов технических тканей для РТИ проводилась в плазменной установке высокочастотного емкостного (ВЧЕ) разряда, описанной в работе [2].

Для армирующих и кордных технических тканей необходимо повышение гидрофильных свойств, в связи с этим данные ткани обрабатывались в наиболее гидрофильном режиме: сила тока $I_a=0,5$ А, $U_a=4,5$ кВ, $t=3$ мин, плазмообразующий газ аргон [1]. Вследствие того, что для прокладочной ткани необходимо придание гидрофобных свойств, обработка ткани проводилась в среде аргон-пропан-бутан в соотношении 70:30.

Для исследования влияния плазменной обработки на поверхностные свойства технических тканей были выбраны методы определения капиллярности, водопоглощения и краевого угла смачивания.

Значения капиллярности технических тканей определялись по ГОСТ 29104.11-91. На рис. 1 представлены значения капиллярности технических тканей до и после плазменной обработки.

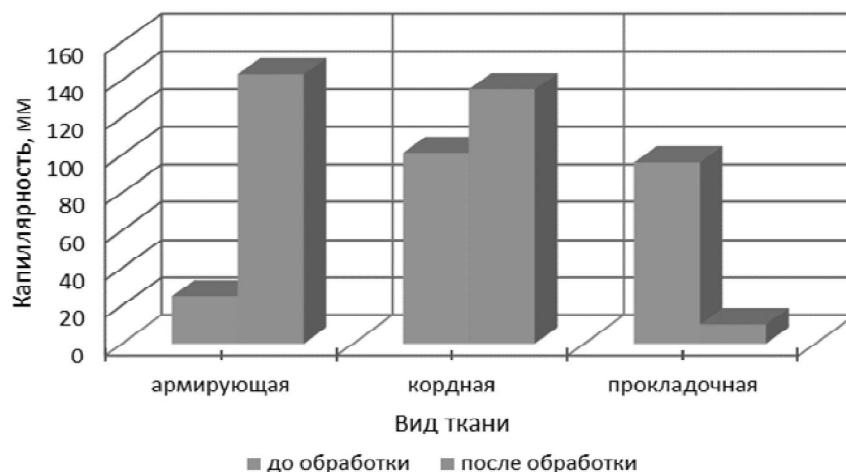


Рис. 1. Значения капиллярности технических тканей до и после плазменной обработки

Согласно представленным данным, после плазменной модификации капиллярность армирующей ткани увеличилась на 83%, для кордной ткани – на 33,6%, для прокладочной ткани капиллярность снизилась на 89%.

Далее проводилась экспериментальная оценка краевого угла смачивания технических тканей методом лежащей капли. Установлено, что после плазменной модификации краевой угол смачивания армирующей ткани уменьшается на 54%, для прокладочной ткани – увеличивается на 46%.

Для кордной ткани равновесный краевой угол не устанавливается, вероятно это связано с плотностью ткани. Данная ткань имеет меньшую плотность по сравнению с другими тканями. В связи с этим изменения поверхностных свойств для кордной ткани оценивались по показателям капиллярности и водопоглощения.

Значения водопоглощения технических тканей оценивались согласно стандартному методу по ГОСТ 3816-81. На рис. 2 представлены значения водопоглощения технических тканей до и после плазменной обработки.

Согласно данным, представленным на рис. 2, после плазменной модификации водопоглощение армирующей ткани увеличилось на 40%, для кордной ткани – на 17%, для прокладочной ткани водопоглощение снизилось на 20%.

Повышение гидрофильных свойств для армирующей и кордной тканей вероятно связано с возникновением на поверхности материала свободных радикалов, которые, реагируя с активными компонентами плазмы,

могут образовывать гидрофильные группы, что объясняет значительное увеличение смачиваемости при обработке в аргоне. В случае прокладочной ткани, при обработке в среде смеси газов аргон-пропан-бутан придание гидрофобных свойств вероятно связано с прививкой мономерных звеньев и осколков молекул пропан-бутана к возникающим свободным радикалам, а также с образованием дополнительных мостиков и сшивок, что значительно снижает количество свободных радикалов по окончании обработки [3].

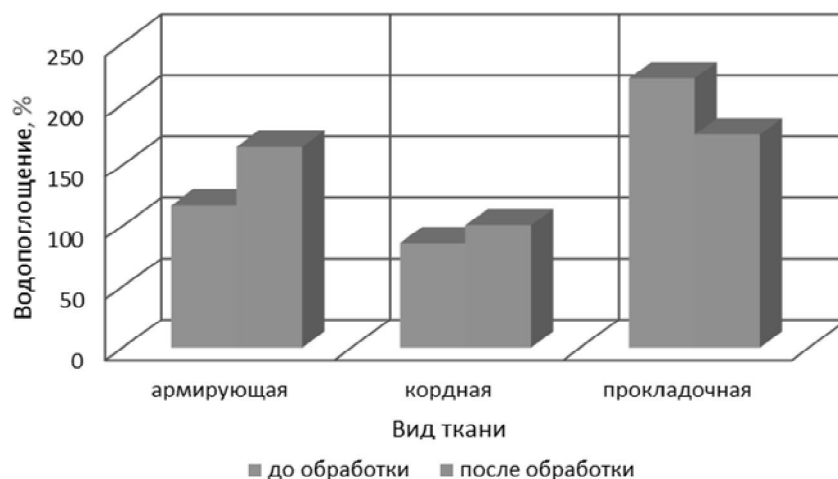


Рис. 2. Значение водопоглощения технических тканей до и после плазменной обработки

Таким образом, исходя из полученных результатов экспериментов, можно сделать вывод, что воздействие плазмы ВЧЕ разряда пониженного давления на технические ткани приводит к изменению поверхностных свойств технических тканей в зависимости от состава тканей, параметров плазменной обработки, а также вида плазмообразующего газа.

Литература

1. *Сергеева Е.А., Илюшина С.В.* Создание технических тканей с заданными поверхностными свойствами путем модификации неравновесной низкотемпературной плазмой. // *Дизайн. Материалы. Технология.* – 2012. – №2(22). – С. 47-50.
2. *Гришанова И.А., Сергеева Е.А., Илюшина С.В.* Оптимизация режимов низкотемпературной плазменной обработки высокомолекулярных полиэтиленовых волокон. // *Вестник Казанского технологического университета.* –2010. – № 7. – С. 94-98.
3. *Илюшина С.В., Сергеева Е.А.* Повышение гидрофильности технических тканей неравновесной низкотемпературной плазмой. // *Актуальные проблемы науки о полимерах: сборник материалов научной школы с международным участием.* – Казань: КГТУ, 2011. – С. 80-82.

СОВРЕМЕННЫЕ РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОТДЕЛКЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

И.Д. Капаева, С.В. Сапожников, А.Е. Третьякова, В.В. Сафонов
Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

В настоящее время стоит задача разработки ресурсосберегающих технологий, позволяющих обеспечить рациональное использование сырья, энерго- и водопотребления, снизить нагрузку на экологию окружающей среды.

Одним из решений является использование СВЧ-энергии, поскольку интерес к СВЧ-излучению в настоящее время определяется широкими возможностями применения для интенсификации разнообразных процессов, а также экономическими преимуществами, обусловленными повышением производительности оборудования и энергосбережением. Практическая реализация внедрения СВЧ, включая и использование в бытовых приборах, обеспечивается наличием доступных и относительно недорогих устройств и аппаратов.

Задача энергосбережения является одной из ключевых проблем текстильной промышленности, что служит основным стимулом исследования особенностей и преимуществ СВЧ-обработки на стадиях предварительной подготовки, крашения и заключительной отделки текстильных материалов. Преимущества СВЧ при печати наиболее детально рассмотрено на примере процессов с использованием активных красителей. Показано, что этот технологический подход позволит повысить содержание красителя на ткани и интенсивность окраски при сохранении высокой устойчивости к физико-химическим воздействиям. В связи с этим актуальным является анализ возможностей колорирования текстильных материалов методом пигментной печати с использованием СВЧ-излучения.

В качестве объектов исследования использовали печатные составы на основе полиуретанового загустителя и неорганических нанопигментов. Экспериментальные данные определили оптимальные условия подготовки печатных составов (способ обработки пигментов, их содержание и методы диспергирования в связующем), а также их фиксации на материале (мощность и длительность воздействия СВЧ-излучения).

Установлено, что СВЧ-обработка позволяет обеспечить более высокую устойчивость окраски к физико-химическим воздействиям (стирке, дистиллированной воде, «поту», свету) по сравнению с термофиксационной технологией. Ткани характеризуются повышенными физико-механическими показателями и интенсивностью окраски.

Таким образом, основным преимуществом нового технологического подхода с использованием СВЧ-обработки является резкое, более чем на порядок, снижение времени и энергетических затрат процесса по сравне-

нию обычным термическим нагревом, что, соответственно приводит к повышению производительности процесса печати.

Другим аспектом сегодняшнего дня является поиск альтернативного топлива в связи с постепенным сокращением использования нефти. В качестве альтернативы рассматривается природный газ и составляющий его основу метан, стоимость которого достаточно низка. С точки зрения экологии метан является относительно безопасным газом, и его повсеместно используют в качестве топлива.

Обычно адсорбционные процессы, точнее сорбенты, широко применяются для очистки, осушки, концентрирования, разделения газовых и жидких смесей. При этом используется только наиболее активная часть объема порового пространства адсорбентов (до 15-20 %) в области малых заполнений. Для обратимого аккумулирования метана с использованием микропористых волокнистых сорбентов при сверхкритических давлениях и температурах предложено использовать углеродный волокнистый сорбент (УВС) – это искусственное пористое волокнистое вещество, образованное кристаллитами углерода и обладающее способностью поглощать газообразные вещества, в том числе и метан. Преимущество волокнистых сорбентов позволяет устранить проблему пыления адсорбентов, способствует уменьшению затрат на защиту двигателя, а также увеличению ресурсов работы двигателя внутреннего сгорания.

В условиях сверхкритических давлений и температур достигаются высокие заполнения микропор, а адсорбированное вещество находится в особом нанодиспергированном состоянии (НДС-состояние).

Выбор сорбента базировался среди широкого ряда промышленных пористых углеродных адсорбентов по характеристической энергии адсорбции, удельному объему микропор и насыпному весу. Отдано предпочтение пористому волокнистому материалу С200, полученному на основе полимерных волокон из вискозы. Его преимуществом являются повышенная кинетика сорбции за счет высокой удельной поверхности и большая доступность функциональных групп, высокая скорость поглощения различных веществ, прочность, отсутствие пыления, высокая адсорбционная активность и соответствующая эффективность.

В работе экспериментально определены изотермы адсорбции метана на волокнистом сорбенте С200 в области температур, превышающих критическую, рассчитаны из условия линейности изостер по двум изотермам адсорбции для температуры кипения T_b и критической температуры T_{cr} .

Расчет на основе теории объемного заполнения микропор (ТОЗМ) с использованием уравнения Дубинина – Радужкевича удовлетворительно описывает ход экспериментальных кривых изотерм адсорбции. Установлено, что расчетные кривые имеют меньшую крутизну по сравнению с экспериментальными кривыми. В области вышекритических температур

расчетные и экспериментальные зависимости практически симбатно сдвигаются с ростом температуры.

В координатах $a = f(\ln p)$ изотермы адсорбции метана на волокнистом углеродном сорбенте С200 имеют s -образный вид и не изменяют своей формы при переходе через критическую температуру ($T_{cr} = 190,77$ К).

Свойство линейности изостер с практической точки зрения имеет значение, в виду того, что оно позволяет рассчитывать параметры адсорбционного равновесия в широких интервалах температур и давлений, без проведения трудоемких исследований.

На основе результатов проведенного исследования можно сделать вывод, что линейность изостер адсорбции является универсальным свойством адсорбционных систем «адсорбтив – микропористое твердое тело» в широком интервале температур и давлений.

При термодинамическом анализе адсорбционных систем рассматривается дифференциальная теплота адсорбции, отражающая энергетику адсорбции и характер межмолекулярных взаимодействий.

Проведенные эксперименты показали, что изостерическая теплота адсорбции на начальном участке уменьшается с повышением температуры. Теплота адсорбции плавно падает с увеличением адсорбции, т.е. с ростом заполнения объема микропор. Причем в начальной области заполнения при $a < 3$ ммоль/г (~5 молекул на микропору) изостерическая теплота адсорбции быстро уменьшается от 22,5 до 18 кДж/моль, что свидетельствует о существовании энергетической гетерогенности пористого волокнистого сорбента. Молекулы адсорбата первоначально занимают наиболее выгодные адсорбционные центры, в результате теплота падает с ростом адсорбции. В интервале величин адсорбции от 5 до 8,5 ммоль/г (~8...13 молекул на микропору) теплота адсорбции остается практически постоянной, равной ~17 кДж/моль. Затем происходит относительно резкое падение теплот адсорбции, связанного с уменьшением среднего расстояния между адсорбированными молекулами и нарастанием сил отталкивания.

В исследуемой системе «метан – волокнистый сорбент С200», показана существующая энергетическая неоднородность углеродного волокнистого сорбента.

Объемная плотность адсорбированного метана в интервале давлений до 10 МПа и температуре 293 К существенно выше, чем в системе хранения без адсорбента. Однако с ростом давления эта разница уменьшается.

Как показали расчеты, наибольшая эффективность использования углеродных микропористых адсорбентов для адсорбционного аккумулярования метана наблюдается в интервале давлений от 3 до 5 МПа и температуре 20°C. При этом в данной области давлений использование адсорбентов позволяет повысить объем запасенного метана почти в 2 раза по сравнению с баллоном без адсорбента.

С точки зрения решения прикладных задач, проведенные исследования показали возможность создания новых тепловых машин с гетерогенным рабочим телом (газ – пар – жидкость – адсорбент). Преимущество таких систем энергетически более выгодно, поскольку теплота адсорбции может существенно превышать теплоту конденсации.

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ КРИОГЕЛЕЙ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА С ДОБАВКАМИ ХИТОЗАНА*

*Н.Р. Кильдеева¹, Г.Р. Ульябаева¹, Н.А. Сажнев¹, Е.А. Подорожко²,
В.И. Лозинский²*

¹ Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

² Институт элементоорганических соединений РАН им. Несмеянова, Москва

Уникальные свойства криогелей позволяют разрабатывать на их основе новые системы с контролируемым выделением лекарственных веществ, раневые покрытия, материалы биомедицинского назначения (тканевая инженерия). При этом каждая конкретная область диктует свой набор требований к свойствам и микроструктуре таких материалов. Это определяет необходимость исследований, направленных на выяснение характера, а также механизмов влияния различных факторов и параметров процесса криотропного гелеобразования, на свойства получаемых криогелей. Криогели поливинилового спирта (ПВС) – физические гели, которые образуются в результате последовательного замораживания, выдерживания в замороженном состоянии и затем оттаивания концентрированных растворов данного полимера [1-4]. Характерная особенность криогелей ПВС – их макропористость, формируемая поликристаллами замерзшего растворителя, после размораживания которых в массе образца остаются полости (поры), заполняемые оттаявшей жидкостью. Образующаяся непрерывная гелевая сетка, обеспечивает прочность и свободную диффузию воды и низкомолекулярных соединений.

Путем введения в исходный раствор ПВС каких-либо дисперсных наполнителей (твердых частиц, упруго-вязких гелей, клеток микроорганизмов, пузырьков газа, микрокапель гидрофобных жидкостей, наночастиц) при последующей криогенной обработке можно получить композитные криогели с различными свойствами. Если добавки растворимые, тогда после замораживания-оттаивания формируются так называемые комплексные гелевые матрицы.

Целью работы являлось получение комплексных и композитных криогелей ПВС, сравнительное изучение их морфологии и функциональных характеристик.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки в рамках базовой части Госзадания в сфере научной деятельности Проект №2698.

В работе были получены комплексные и композитные криогели ПВС с добавками хитозана путем замораживания, инкубирования в замороженном состоянии и последующем оттаивания из общего раствора этих двух полимеров. Для этого использовалась солевая форма хитозана – хлоридрат хитозана.

Как говорилось ранее, введение различных добавок приводит к изменению физико-химических свойств исходных криогелей. Так же и введение NaCl в растворы ПВС приводит к модификации микроструктуры и параметров пористости образующихся криогелей.

На рис. 1 приведены микрофотографии тонких срезов криогелей ПВС, полученных с добавками и без добавления NaCl. В результате исследований было выявлено, что характер морфологии препаратов, в состав которых входил электролит, несколько изменялся по сравнению с препаратами, полученными без добавления NaCl. В частности, размеры поперечного сечения макропор уменьшался от 4-5 до 1-3 мкм, структура становилась более диффузной.

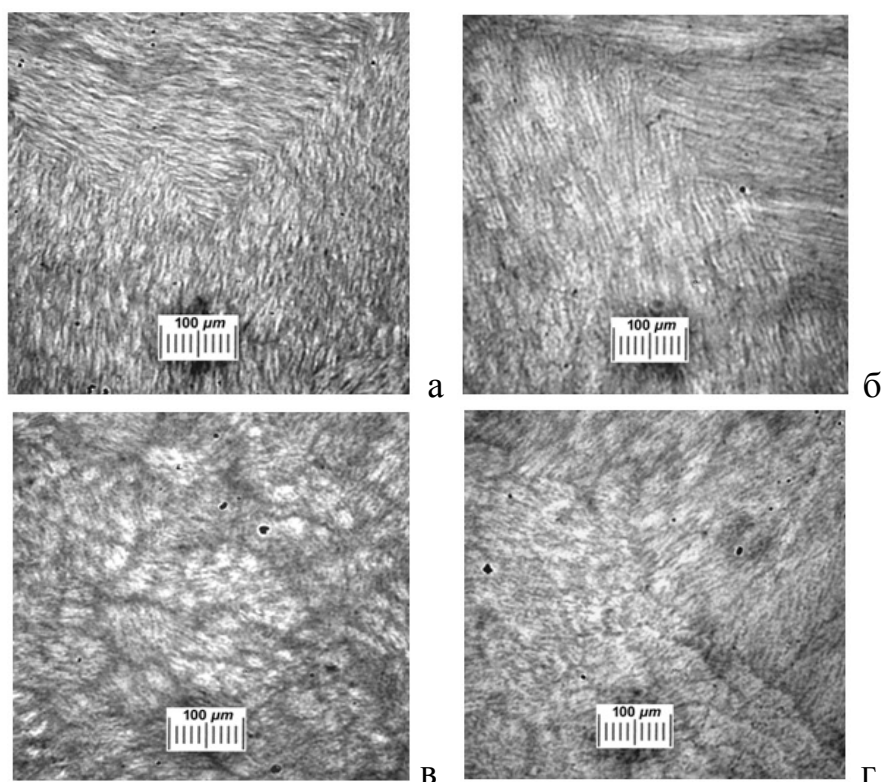


Рис. 1. Микрофотографии тонких срезов криогелей ПВС: (а - криогель, сформированных из водного раствора ПВС; б - криогель, сформированных из раствора ПВС в присутствии 0,15 моль/л NaCl; в - комплексный криогель, сформированный из смешанного водного раствора ПВС и хлоридрата хитозана; г - комплексный криогель, сформированный из смешанного водного раствора ПВС и хлоридрат хитозана в присутствии 0,15 моль/л NaCl)

Перспективы использования таких хитозан-содержащих криогелей определяются биосовместимостью хитозана, пористой структурой криогеле-

ля и наличием в структуре полимера первичной аминогруппы. Неподделенная электронная пара азота аминогруппы хитозана придает этому полимеру свойства полилиганда при сорбции меди, кобальта и других элементов, имеющих вакантную орбиталь. Крупнопористая структура криогелей хитозана, их развитая поверхность являются предпосылками для улучшения кинетических свойств сорбентов. Результаты этих экспериментов приведены на рис.2 в виде кинетических кривых сорбции Cu^{2+} из водных растворов с разной концентрацией сульфата меди. Как было установлено, основное количество сорбата связывалось композитными криогелями ПВС достаточно быстро – за 15-20 мин, а далее процесс сильно замедлялся и через 1-2 ч значения сорбции практически переставали изменяться. Однако, как выяснилось, процесс при этом не заканчивался, и через 24 ч (крайние правые точки на рис. 6а и 6б) сорбция возрастала еще, причем, в большей степени при высоких концентрациях сульфата меди, что, по-видимому, связано с побочной реакцией его гидролиза и осаждением основной соли и гидроксида меди, наблюдаемое как изменение цвета композитного сорбента с ярко-голубого на бирюзовый.

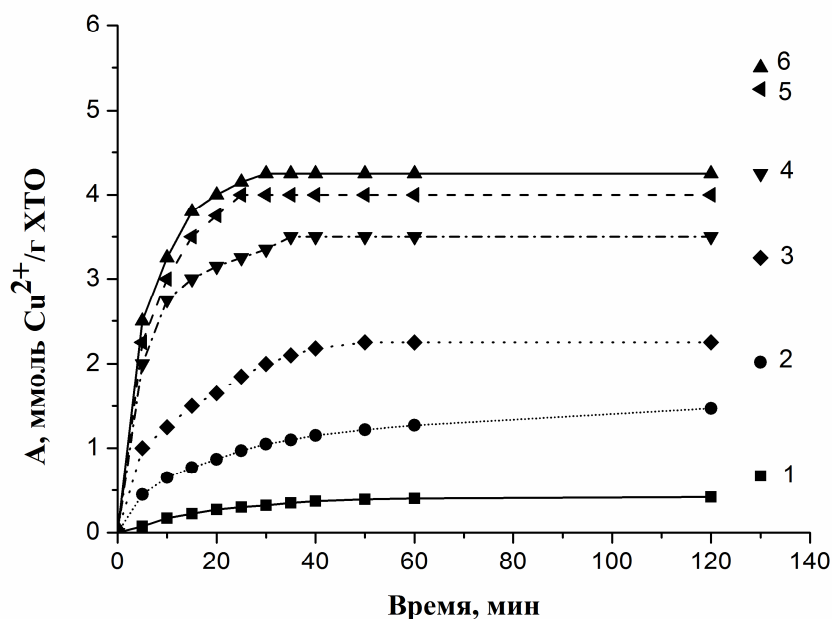


Рис. 2. Кинетические кривые сорбции ионов Cu^{2+} из растворов сульфата меди разной концентрации композитными криогелями ПВС, приготовленными щелочной обработкой криогелей, сформированных из исходных растворов состава: вода – ПВС – ХГХ. Концентрации растворов сорбата: 5 (1), 10 (2), 20 (3), 50 (4), 75 (5) и 100 (6) ммоль/л

Как видно из рис. 2, криогели ПВС-хитозана обладают высокой сорбционной активностью и скоростью достижения сорбционного равновесия. Максимальное значение предельной адсорбции A_{∞} составило 5,3-5,6 ммоль/г хитозана-основания (ХТО).

Литература

1. Лозинский В.И. Криотропное гелеобразование растворов поливинилового спирта. // Успехи химии. – 1998 - №67 (7) - С.641-655.
2. Lozinsky V.I., Vainerman E.S., Rogozhin S.V. Study of cryostructurization of polymer systems. // Colloid and Polymer Science. – 1982. – V. 260. – № 8. – P. 776–780.
3. Лозинский В.И. Криогели на основе природных и синтетических полимеров: получение, свойства и применение. Дис. ... д-ра хим. наук. - М.: ИНЭОС РАН, 1994.
4. Подорожко Е.А., Ульябаева Г.Р., Кильдеева Н.Р., Тихонов В.Е., Лозинский В.И. Изучение криоструктурирования полимерных систем. Комплексные и композитные криогели поливинилового спирта, содержащие соответственно, растворимую и нерастворимую формы хитозана. // Коллоидный журнал. – 2016. – Т. 78. – №1. С. 75.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ МАССОПЕРЕНОСА В ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЯХ НА ОСНОВЕ КИНЕТИЧЕСКИХ КРИВЫХ СОРБЦИОННОГО УВЛАЖНЕНИЯ

М.К. Кошелева, О.Р. Дорняк, М.С. Апалькова

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия
Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф.Морозова,
Россия

В отделочном производстве текстильной промышленности процессы сушки и термовлажностной обработки во многом определяют эффективность производства и качество готовых материалов, поэтому совершенствование технологий производства текстильных материалов требует глубокого изучения широкого круга проблем теплопереноса в капиллярно-пористых средах.

В работе описывается разработанная применительно к хлопчатобумажным тканям методика, которая позволяет определить локальные коэффициенты массопереноса жидкой фазы.

Проведён анализ методов расчёта кинетических коэффициентов массопереноса в капиллярно-пористых материалах [1-7,9].

Расчетная формула для коэффициента влагопроводности (для переноса в виде жидкости) имеет вид [5-6]:

$$a_m = \frac{K_{23} \Psi_2(\theta_2)}{\mu_2} \cdot \frac{RT}{\bar{v}} \cdot \frac{u}{\varphi} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial u}; \quad \varphi = \varphi(u, T), \quad (1)$$

где $a_m = a_m(u, T)$ - коэффициент влагопроводности, m^2/s ; u – влагосодержание; φ - относительная влажность воздуха; T – температура, K ; $\Psi(\theta)$ – относительная фазовая проницаемость; θ_i - насыщенность объема порового пространства i -ой фазой; μ – вязкость, $Pa \cdot s$; R – универсальная газовая посто-

янная Дж/(моль·К); \bar{v} – молярный объем жидкости, м³/моль; K_{23} – коэффициент проницаемости жидкой фазы при полном насыщении, м². Нижние индексы относятся отдельным фазам гетерогенной системы: индекс 1 – к парогазовой, 2 – к жидкой, 3 – к твердой фазе.

Коэффициент влагопроводности нелинейным образом зависит от влагосодержания и температуры в данной частице материала. Функция относительной фазовой проницаемости для процессов переноса связанной воды принимается равной единице.

Для расчетов $a_m = a_m(u, T)$ необходимы: уравнение изотермы сорбции паров воды $\varphi = \varphi(u, T)$ и значение коэффициента проницаемости пористой системы жидкостью K_{23} .

Для получения уравнения изотермы сорбции $u = u(\varphi, T)$ на вакуумной сорбционной установке с весами Мак-Бена-Бакра получены кинетические кривые сорбционного увлажнения окрашенной хлопчатобумажной ткани с поверхностной плотностью $M = 138 \pm 7$ г/м² при различных значениях относительной влажности воздуха, предельные значения которых определяют изотерму сорбции.

Для описания сорбционных свойств исследуемой ткани использовано уравнение Л.Б. Цимерманиса [8], которое для типичных капиллярно-пористых тел имеет вид:

$$u = u_{\text{мг}} \varphi^{a_0 k^\phi}, \quad (2)$$

где u – равновесное влагосодержание, $u_{\text{мг}}$ – максимальное гигроскопическое влагосодержание при данной температуре, φ – относительная влажность воздуха, a_0 и k – безразмерные постоянные, называемые, соответственно, структурной активностью капиллярно-пористого материала и коэффициентом приращения активности связи.

На основе опытной изотермы сорбции с использованием метода наименьших квадратов определены постоянные члены уравнения изотермы сорбции (2): $a_0 = 0.8474$; $k = 7.824$; $u_{\text{мг}} = 0.286$.

Задача определения коэффициента проницаемости формулировалась на основе прямой краевой задачи для нестационарного нелинейного уравнения влагопроводности в осесимметричном образце при отсутствии фазовых переходов [5]:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(a_m r \frac{\partial u}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(a_m \frac{\partial u}{\partial z} \right); \quad (3)$$

$$u(0, r, z) = u_0 < u_p(\varphi_c, T_c); \quad (4)$$

$$u \Big|_{r_1} = u_p(\varphi_c, T_c); \quad \frac{\partial u}{\partial r} \Big|_{r_2} = 0. \quad (5)$$

Здесь t – время; r, z – радиальная и осевая координаты образца; u_p – равновесное влагосодержание материала; индекс c – относится к среде, ок-

ружающей образец, 0 – начальное состояние. Часть внешней границы образца (Γ_1) контактирует с окружающей средой, другая часть (Γ_2) – влагоизолирована.

Используя семейства опытных значений среднего влагосодержания $u_{cp}(t) = \frac{1}{V} \int_V u(t,r,z)dV$, полученные на основе измерений при различных значениях

$$\varphi_{с} u_{срj,i} = u_{эксп}(t_j, \varphi_{сi}), \quad (6)$$

можно получить значения коэффициента проницаемости, входящего в формулу (1). Для этого требуется решение коэффициентной обратной задачи.

Квазирешением для обратной коэффициентной задачи (4-9) является величина K_{23} , минимизирующая функционал вида:

$$J(K_{23}) = \sum_i \sum_j \left\{ u_{срi,j}(K_{23}) - u_{эксп}(t_j, \varphi_{сi}) / u_{эксп}(t_j, \varphi_{сi}) \right\}^2 \rightarrow \min. \quad (7)$$

Величина коэффициента проницаемости найдена с использованием численных методов в условиях одномерного приближения. Найденное решение дает значение коэффициента проницаемости $K_{23} = 10^{-16} \text{ м}^2$.

Установлено удовлетворительное совпадение кинетических зависимостей, полученных опытным и расчетным путем.

Показано, что использование локальных коэффициентов влагопроводности позволяет описать сорбционное увлажнение окрашенного хлопчатобумажного материала при различных параметрах сушильного агента.

Для сравнения использовалась эмпирическая зависимость $a_m = a_m(u)$, приведенная в работе [3]. Показано, что предложенный в статье способ определения коэффициента влагопроводности учитывает качественные особенности механизма влагопереноса и может использоваться в инженерных методах расчета процессов сушки тканей.

Литература

1. Кошелева М.К., Рудобахта С.П. Определение коэффициентов массоотдачи и массопроводности из кривых кинетики. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2015. – № 6 (360). – С. 175-180.
2. Кошелева М.К., Дорняк О.Р., Апалькова М.С. Выбор параметров процесса сушки капиллярно-пористого материала. // Международный научно-прикладной журнал «Промышленная теплотехника». – 2015. – Том 37. – № 7. – С. 166-167.
3. Лыков А.В. Тепломассообмен. – М.: Энергия, 1971. – 560 с.
4. Нигматулин Р.И. Основы механики гетерогенных сред. – М.: Наука, 1978. – 336 с.
5. Дорняк О.Р. Тепломассоперенос в ненасыщенных коллоидных ка-

пиллярно-пористых анизотропных материалах. Автореф. дис. ... докт. техн. наук. – Воронеж: ВГТУ, 2007. – 32 с.

6. *Дорняк О.Р.* Расчет кинетических коэффициентов массопереноса в коллоидных капиллярно-пористых материалах // Труды 3 международ. науч.-практич. конф. "Современные энергосберегающие тепловые технологии (Сушка и тепловые процессы СЭГТ-2008)". Т.1. – М.: Изд-во МГУПБ, 2008. – С. 162-166.

7. *Никитенко Н.И., Снежкин Ю.Ф., Сорокова Н.Н., Кольчик Ю.Н.* Метод определения коэффициента диффузии связанного вещества в капиллярно-пористых материалах // Труды международ. науч.-техн. семинара "Актуальные проблемы сушки и термовлажностной обработки материалов". – Воронеж: ГОУ ВПО ВГЛТА, 2010. – С. 44-47.

8. *Цимерманис Л.-Х. Б.* Сорбция, структурообразование, массоперенос (термодинамика влажного тела). – М.: «Алекс», 2006. – 232 с.

9. *Лыков А.В.* Явления переноса в капиллярно-пористых телах. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1954. – 296 с.

ДЕЙСТВИЕ ГЛИЦЕРИНА НА ФЕРМЕНТЫ, ИММОБИЛИЗОВАННЫЕ НА ХИТОЗАНСОДЕРЖАЩИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ НОСИТЕЛИ

М.А. Кульметьева¹, Э.Э. Досадина¹, Е.Е. Савельева¹, А.А. Белов²

¹ Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва

² НИИ текстильных материалов, Москва

Иммобилизованные ферментные препараты класса гидролаз успешно применяются для лечения различных типов ран с развитым гнойно-воспалительным процессом, чаще всего это обширные площади поврежденных тканей с обильной экссудацией, в то время как атравматичность перевязочного материала чрезвычайно важна даже при маленьких размерах поверхности раны. Для улучшения атравматических свойств перевязочного материала был выбран глицерин, т. к. он способен удерживать влагу, являясь при этом безвредным для организма. Глицерин также известен своим пластифицирующим действием на хитозан [1]. Благодаря этим качествам его часто включают в состав лекарственных средств и материалов медицинского назначения.

В работе использовали протеолитический комплекс из гепатопанкреаса краба (ПК), содержащий в основном сериновые протеиназы, в том числе и истинные коллагеназу и эластазу, хитозан (ХТ) со степенью деацелирования 80% и MW около 500 кДа и глицерин (Гл). Ферментативную активность препаратов определяли, как описано в [2], в 1/15М фосфатном буферном растворе pH-8,0 (субстраты казеин, азоколл и VArNA. Иммоби-

лизацию ПК проводили на диальдегидцеллюлозу (ДАЦ), полученную в результате перйодатного окисления [3] и содержащую хитозан рис. 1) Хт и Хт - Гл. Полученные образцы хранились в темноте.

Было исследовано влияние добавок глицерина на процесс иммобилизации и сохранение ферментативной активности иммобилизованных препаратов в процессе хранения и при термоинактивации. Иммобилизация протеолитического комплекса на матрицу осуществляется за счёт химического связывания ферментов ионной связью с хитозаном и азометиновой связью с диальдегидцеллюлозой, физического связывания водородными и Ван- дер - Ваальсовыми взаимодействиями и механического за счёт включения в поры. Исследование процесса иммобилизации показало, что в присутствии глицерина практически отсутствует хемосорбция ферментов, так как глицерин, образуя с матрицей водородные связи, экранирует доступные аминогруппы [1] и альдегидные группы от ферментов ПК (рис. 1).

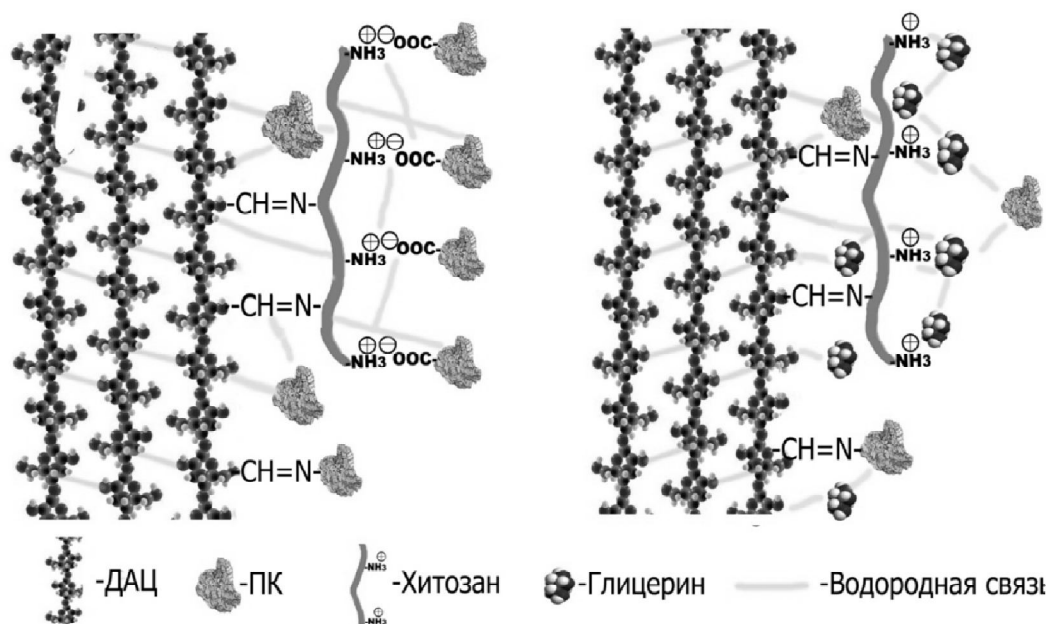


Рис. 1. Возможные схемы образования препаратов ДАЦ-Хт-ПК с глицерином и без глицерина

Изучение действия Гл и Хт на протеолитический комплекс показало, что при увеличении количества Гл в растворе происходит падение ферментативной активности. Добавление хитозана в смесь ПК - Гл приводит к восстановлению ферментативной активности.

Это может быть объяснено тем, что происходит взаимодействие хитозана с глицерином с образованием аддуктов [1]. Как показано на рис. 2а, глицерин окружает молекулы хитозана, образуются межмолекулярные водородные связи между $-NH_2$, $-NH_3^+OOC-CH_3$ или $-CH_2OH$ хитозана и $-CH_2OH$ группами глицерина. Это приводит к сильному взаимодействию между матрицей (хитозаном) и молекулами глицерина, ограничивающему

движение молекул глицерина. [4]. На полученных с помощью метода атомно-силовой микроскопии (АСМ) изображениях поверхности пленок Хт и Хт - Гл видно, что образование этих водородных связей между глицерином и хитозаном приводит к упорядочиванию структуры хитозана (рис. 2б). За счет этого происходит уменьшение шероховатости волокон препарата, что однозначно является положительным качеством.

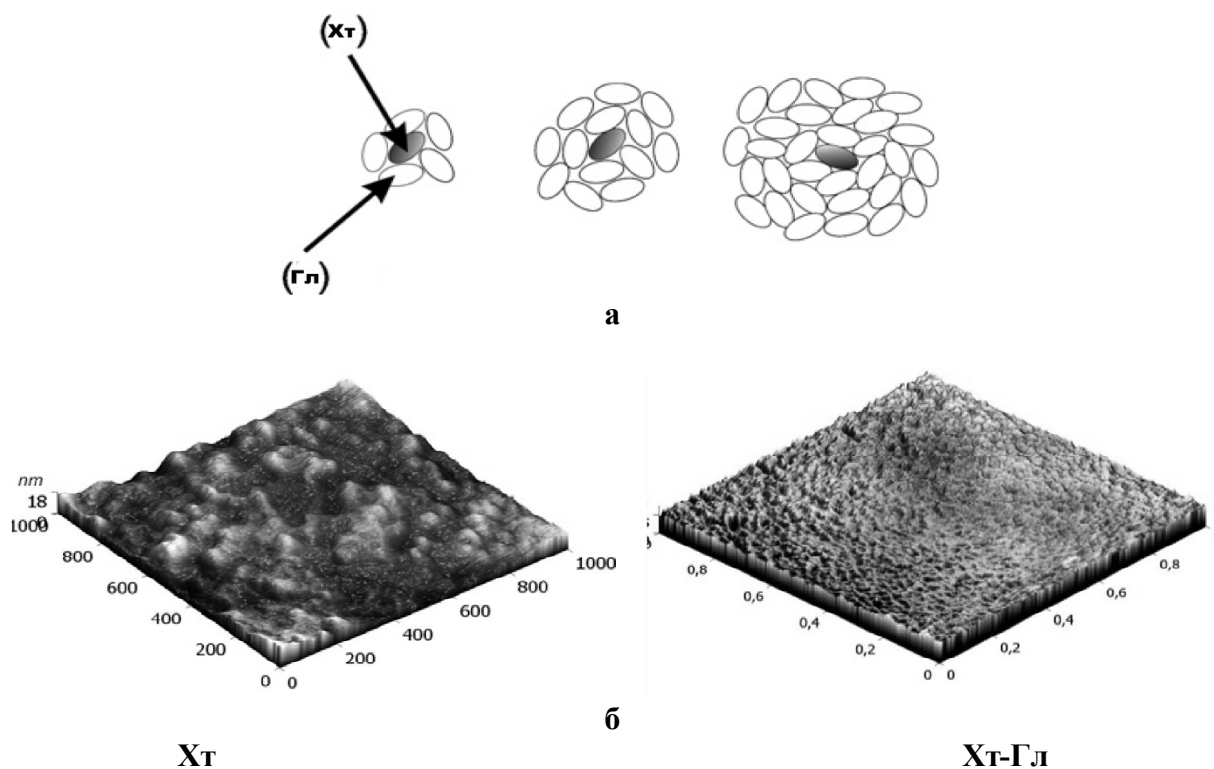


Рис. 2. а - схема образования аддуктов Хт-Гл[4]; б - АСМ - изображения пленок ХТ и Хт-Гл (1x1 мкм)

В табл. 1 приведены эффективные константы скорости инактивации образцов в процессе хранения.

Как видно из данных для иммобилизованных на диальдегидцеллюлозу образцов, глицерин дестабилизирует трипсиноподобные ферменты, входящие в протеолитический комплекс, однако его действие на общую протеолитическую активность несколько иное: наблюдается стабилизация. При увеличении температуры хранения иммобилизованных препаратов процесс инактивации ускоряется. Пленки Хт – ПК с добавками глицерина более стабильны при длительном хранении, чем в отсутствие глицерина.

Константы инактивации рассчитывали по уравнению первого порядка ($A_t/A_0 = a_0 * e^{-k_d t} + a_1 * e^{-k_1 t} + a_2 * e^{-k_2 t}$), где k - эффективные константы скорости инактивации (мес⁻¹) препаратов - в процессе высушивания (k_d , за 20 часов) и хранения (k_1, k_2) при заданной температуре. k_1 - характеризует лабильную часть иммобилизованного фермента, а k_2 - стабильную.

Таблица 1

Эффективные константы скорости инактивации (мес-1) модифицированных и немодифицированных препаратов ПК в процессе иммобилизации, высушивания (kd, за 24 часа) и хранения (k1, k2) при различных температурах

Иммобилизованный препарат	Константа инактивации, мес -1					
	5°C		r.t.		37°C	
	k1	k2	k1	k2	k1	k2
(ДАЦ(0,32) + ХТ) + ПК *	0		0,031		0,187	0,074
(ДАЦ(0,32) + ХТ-Гл) + ПК *	0		0,043		0,268	0,090
	5°C		r.t.		37°C	
	k1	k2	k1	k2	k1	k2
	0	0,048	0,17	0,042	0,490	0,090
(ДАЦ(0,32) + ХТ-Гл) + ПК **	0	0,011	0,14	0,007	0,385	0,004
	r.t.					
	kd		k1		k2	
ХТ-ПК***	2,72		0,54		0,020	
ХТ(Гл - 2%)-ПК***	2,91		0,177		0,031	
ХТ(Гл - 5%)-ПК***	3,33		0,172		0,026	

* - субстрат казеин;

** - субстрат ВАРНА;

*** - препараты в виде пленки, субстрат азоколл.

В табл. 2 приведены значения эффективных констант скорости термоинактивации при различных температурах для растворов ПК, ХТ-ПК и ХТ (5%Гл) - ПК. Как видно из полученных данных, реакция инактивации как нативного, так и мобилизованного протеолитического комплекса из гепатопанкреаса краба подчиняется первому порядку, существенных различий между константами инактивации систем ХТ-ПК и ХТ (Гл)-ПК нет, что вероятно связано с большей подвижностью молекул и большей доступностью аминных групп в растворе хитозана, по сравнению с хитозаном в иммобилизованных высушенных образцах.

Таблица 2

Величины эффективных констант скорости инактивации (мес-1) исследуемых препаратов при разных температурах (субстрат –казеин)

t, °C	25		37		45		55		65	100
Образец	k1	k2	k1	k2	k1	k2	k1	k2	k1	k1
	ч-1									
ПК	0	0,001	0,162	0,02	0,886	—	1,67	—	7,63	∞
ХТ-ПК	0,021	0,008	0,302	0,001	1,597	—	1,838	0,515	3,173	12,59
ХТ(Гл - 5%)-ПК	0,017	0,007	0,36	0,005	1,528	—	2,154	0,122	3,225	13,08

Несмотря на то, что матрица стабилизирует фермент, процесс инактивации замедляется, но не останавливается. Поэтому важно, чтобы образ-

цы имели как можно более низкую кин в процессе хранения, а следовательно - большой гарантированный срок годности. Как было сказано выше, потери ферментативной активности при получении иммобилизованных препаратов в основном происходят в процессе иммобилизации, высушивания и хранения. В процессе иммобилизации ФА теряется из-за:

- автолиза (чтобы избежать этого иммобилизацию проводят в условиях, при которых фермент наименее активен);
- химической модификацией отдельных групп активного центра;
- изменения конформации белковых молекул и, как следствие, изменения в составе активного центра;
- экранирования доступа субстрата к молекуле фермента или его активному центру;

Литература

1. *Quijada-Garrido I., Iglesias-Gonzalez V., Mazorn-Arechederra J.M., Barrales-Rienda J.M.* The role played by the interactions of small molecules with chitosan and their transition temperatures. Glass-forming liquids: 1,2,3-Propantriol (glycerol). // *Carbohydrate Polymers*. – 2007. – v. 68. – p. 173–186.

2. *Белов А.А., Рыльцев В.В., Игнатюк Т.Е.* Методы определения протеолитической активности в промышленных образцах иммобилизованных протеиназ. // *Химико-фармацевтический журнал*. – 1992, №11-12. – С. 101-103.

3. *Белов А.А.* Текстильные материалы, содержащие иммобилизованные гидролазы для медицинских и косметологических целей. Получение. Свойства. Применение. // LAP LAMBERT Acad. Pub., GmbH & Co. KG. Germany. – 2012. – 242 с.

4. *Vlacha M., Giannakas A., Katapodis P. etc.* On the efficiency of oleic acid as plasticizer of chitosan/clay nanocomposites and its role on thermo-mechanical, barrier and antimicrobial properties – Comparison with glycerol. // *Food Hydrocolloi*. – 2016. – V.57. – Pages 10–19.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕЧАТАНИЯ КАМВОЛЬНОЙ ЧИСТОШЕРСТЯНОЙ ТКАНИ МЕТОДОМ ЦИФРОВОЙ ПЕЧАТИ

Д.О. Масленникова, М.В. Пыркова

Московский государственный университет дизайна и технологий, Россия

Текстильная продукция из натуральных шерстяных волокон всегда ценилась и имела большой спрос. Шерстяные материалы имеют большое количество преимуществ: ткань практически не мнется, почти не загрязняется, очень прочная и долговечная и отлично сохраняет тепло. Однако, с появлением тканей из синтетических волокон, ее популярность стала снижаться. И только после появления шерстяной ткани, которая может вы-

держивать машинную стирку, имеет свойство быстро высыхать и практически не требовать глажки, ее популярность начала возрождаться.

Использование метода цифровой печати все больше захватывает не только рынок рекламы, но и все чаще используется в сфере колорирования текстильных материалов

Разработка экологически чистой технологии печатания по шерстяной ткани с использованием цифровых технологий позволит избавиться или вовсе уйти от привычных традиционных методов, которые являются иногда не только экологически вредными и не безопасными для человека и окружающей среды, но и экономически не выгодными.

Данная технология позволяет минимизировать количество выбросов, за счет исключения используемых реагентов или уменьшения их концентраций. В полиграфии используют как краски, так и чернила. Когда речь идет о струйной печати, часто используется термин «чернила». Но, например, в полиграфии в целом принято использовать термин «краска». Разумеется это не одно и то же. Чернила – представляют собой красящее вещество, растворенное в воде или спирте. Краска же является более сложной органической системой [1]. Самый значащий фактор для качественного отпечатка в струйной печати – это краски, их печатные и другие рабочие и технологические свойства.

Создание идеального состава для печати на таких принтерах достаточно тяжелая задача, ведь нужно учитывать очень многие характеристики. Краски должны иметь длительный срок хранения, легко протекать через тонкие капилляры, вскипать и конденсироваться без изменения свойств, поверхностное натяжение должно быть сбалансированно таким образом, чтобы краска самопроизвольно не вытекала из сопел, но образованные капли были строго определенного размера. Кроме того, краски должны моментально высыхать при попадании на запечатываемый материал, иметь высокую адгезионную способность, быть совершенно не прозрачной, иметь свойства не выцветать (даже при постоянном солнечном воздействии) и быть совместимыми между собой, с материалами картриджа и печатающей головки [2].

Эти взаимно противоречащие требования крайне затрудняют процесс создания печатных красок. Краски для струйного способа печати – это чернила, созданные на водной основе, с добавлением глицерина, глицоля, этилового спирта и других жидких органических красителей. В производстве некоторых красок, в частности черных, вместо жидких красителей используют твердые пигменты.

Важными характеристиками чернил являются: вязкость, стабильность, скорость испарения, химическая агрессивность, предел Рэлея и др.

Если поверхностное натяжение слишком высокое, то чернила не будут должным образом продвигаться к печатающей головке, что приведет к неоднородности печати. На бумаге чернила будут долго сохнуть и разма-

зываются. Если поверхностное натяжение слишком низкое, то чернила будут вытекать из сопел и образовывать при печати кляксы. Кроме того, при этом изображение расплывается, теряется четкость и яркость картинки, чернила впитываются в подложку (лист мокрый) и проникают на другую сторону листа (пробивание).

Всего в составе чернил WWM может быть до 15 компонентов. Тщательно сбалансированные характеристики и подходящий химический состав позволяют получать хорошие чернила для определенного типа картриджей. Характеристики получаемых чернил взаимосвязаны между собой и при изменении одного параметра или компонента - изменяются другие. Так, например, повышая вязкость чернил, можно снизить поверхностное натяжение и чернила будут долго сохнуть на бумаге и размазываться. Снижая вязкость, получим жидкие чернила, которые будут вытекать из дюзов при печати, но засыхать в них при простое в работе.

Самый популярный и эффективный способ фиксации красителя при цифровой струйной печати на натуральной ткани – обработка пропитанной и запечатанной ткани горячим паром в специальном устройстве – зрельнике. Чернила всегда фиксируются на ткани не полностью, и, поэтому, остатки не зафиксированного красителя обычно удаляют из ткани путем ее последующей тщательной промывки, как и в классической печати.

Для сравнения разработанными чернилами так же было проведено традиционное печатание шерстяной ткани через сетчатый шаблон. Результаты для всех способов печати приведены в таблице.

Таблица

Печатание шерстяного волокна традиционным способом и с использованием цифровой печати

Способ печати	Способ обработки образца	D	С _{кр} , мг/100мл	m _н , г	m _к , г	L	a	b
Традиционная печать	Исходный	0,47	9,20	0,39	0,90	1	0	0
	НТП	0,23	4,50	0,51	1,25	1	0	0
	СВЧ	0,25	4,90	0,45	1,15	1	0	0
Традиционная печать чернилами	Исходный	0,35	6,80	0,66	1,91	1	0	0
	НТП	0,32	6,30	0,44	1,33	1	0	0
	СВЧ	0,20	3,90	0,69	1,13	1	0	0
Стандартные чернила для текстиля	Исходный	0,25	4,88	0,40	0,43	44	10	-2
	НТП	0,30	5,87	0,48	0,53	36	9	1
	СВЧ	0,05	0,95	0,50	0,54	45	8	1
Разработанные чернила	Исходный	0,02	0,37	0,40	0,43	49	6	1
	НТП	0,13	2,53	0,49	0,55	31	6	-3
	СВЧ	0,03	0,57	0,50	0,53	54	6	-1

Как видно из таблицы, образцы, напечатанные с использованием цифровых технологий, сильно проигрывают по насыщенности цвета. Но количество не закрепившегося красителя меньше, что означает что вода, попадающая в стоки после стадии промывки, не будет нуждаться в тща-

тельной очистке. Таким образом, применение цифровой технологии для печатания шерстяных тканей целесообразно, однако требует более детального изучения.

Литература

1. Цифровая печать: [пер. с англ.] – М.: МГУП, 2006. – 56 с.
2. Стефанов С. Струйная печать, или орнамент переплетения идей (часть 1). // Журнал «КомпьюАрт». – 2004. – №3.

УПАКОВОЧНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СО СПЕЦИАЛЬНОЙ ОТДЕЛКОЙ

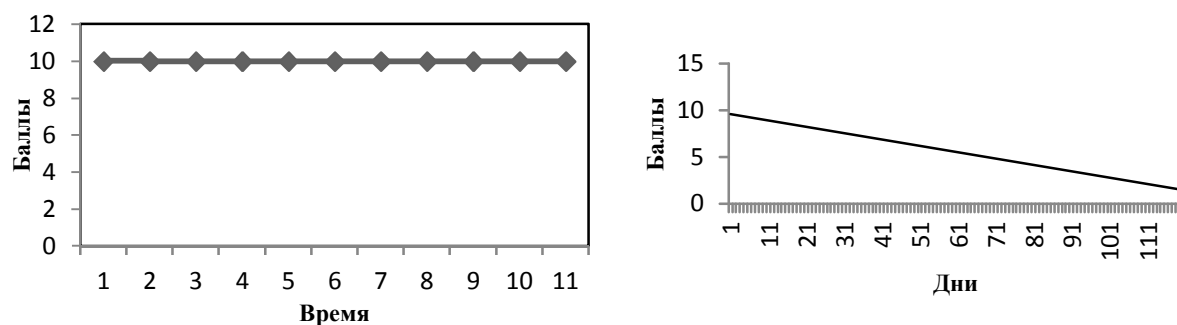
И.И. Меньшова, Н.А. Ракова

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

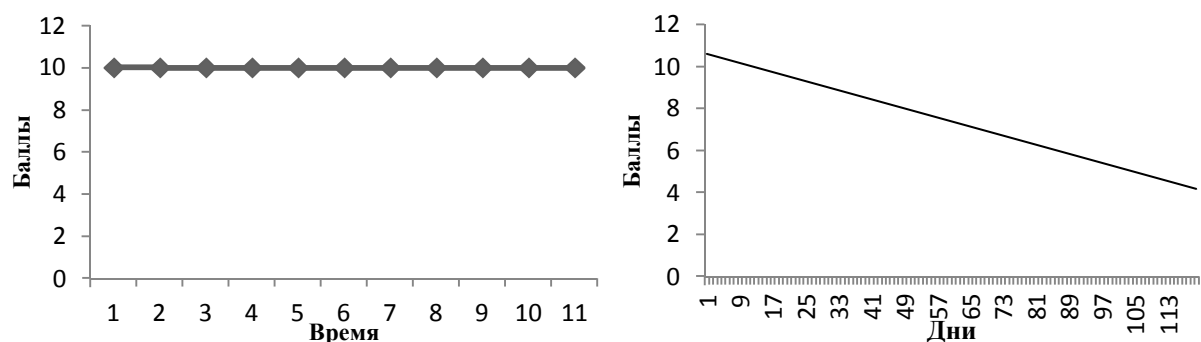
Новое направление в маркетинговых подходах реализации товаров это художественное оформление упаковочных материалов для них. В работе исследовали красочное оформление упаковки из текстильных материалов с одновременным приданием ей специальных свойств методом печатания. Печать осуществляли по суровому льну арт. 099-330 пигментным красителем красно-коричневым В.

В составе печатной краски в качестве связующего использовали водную дисперсию сополимеров на основе акрилатов, загустителя на основе акрилата натрия и ароматизирующие вещества по классификации Haarmann & Reimer ориентального и цветочного ароматов.

Одновременно упаковочный материал должен обладать и безопасными свойствами. Были разработаны технологические условия придания огнезащитных свойств упаковке с ароматическим эффектом. Качество ароматизирующей отделки упаковочных текстильных материалов, проводили в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5496-2005. На рис.1-2 устойчивость ароматизации. Условия нанесения ароматизаторов и препаратов для заключительной отделки на текстильные материалы представлены в табл. 1.



**Рис.1. Изменение ароматических свойств за сутки и в течение месяца.
Ароматизатор ванилин**



**Рис.2 изменение ароматических свойств за сутки и в течение месяца.
Ароматизатор иланг-иланг**

Таблица 1

Способы нанесения ароматизаторов и препаратов для заключительной отделки текстильных материалов

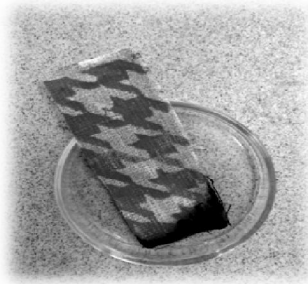
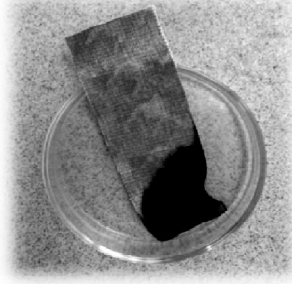

1. Тех усло ло- вия	Антиперен- смесь водо- раствори- мых солей анион ак- тивных фосфоросо- держащих соединений	Про- питка Суш- ка	20 °С 60°С	Печатная краска содержащая аро- матизирующие вещества 4- гидрокси-3- метоксибензаль- дегид(ванилин) Гераниол (эфир- ное масло иланг- иланг)	Сушка	60°С	Термооб- работка	T= 150°С		
2. Тех усло ло- вия	Печатная краска со- держащая ароматизи- рующие вещества 4- гидрокси-3- метокси- бензальде- гид (вани- лин) Гера- ниол (эфирное масло иланг- иланг)	Суш- ка	60°С	Пропитка Сушка	20 °С 60°С	Анти- перен- смесь водо- раство- римых солей анион актив- ных фосфо- росо- держа- щих соеди- нений	Суш- ка	60°С	Тер- мо- об- ра- бот- ка	T= 150°С

Как видно из рис. 1-2 устойчивость цветочного аромата (гераниол (эфирное масло иланг-иланг) ТУ-9151-001-77499056-2005. превышает ориентальный аромат (ванилин) ГОСТ 16599-71.

Качество огнезащитной отделки определяли по скорости распространения пламени по поверхности ткани. В табл. 2 представлены упаковочные материалы с огнезащитной отделкой и без.

Таблица 2

Качество огнезащитной отделки

Тех условия 1	Тех условия 2	Без огнезащитной отделки
V=0,23 см/с	V=0,53 см/с	V=0,16 см/с
		

Таким образом комплексная отделка позволяет создать упаковочный текстильный материал со специальными свойствами.

Литература

1. Практикум по химической технологии отделочного производства: Учебное пособие / Под редакцией В.В. Сафонова. - М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008. - 595 с.
2. ГОСТ Р ИСО 5496-2005. Методология обучение испытателей обнаружению и распознаванию запахов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АФЛАММИТА КWB С ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМ ВОЛОКНОМ

О.Н. Микрюкова, Н.А. Макарова, Т.С. Лебедева, А.С. Комарова
 Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Важным вопросом в производстве текстильных материалов с комплексом специальных свойств является выбор оптимальных путей и методов модификации. Как показал анализ литературных данных, за последние полвека для модификации текстильных материалов широко используются методы пропитки с использованием дополнительных специальных воздействий на поверхность и структуры волокон с целью образования активных центров, обеспечивающих химическое взаимодействие модификатора с волокнообразующим полимером [1-10]. Наиболее эффективными замедлителями горения текстильных материалов являются фосфор-, азотсодержащие соединения. Однако не все известные замедлители горения обеспечивают устойчивый к многократным стиркам огнезащитный эффект. Поэтому исследования в данном направлении по-прежнему являются актуальными.

В работе исследовали взаимодействие фосфоразотсодержащего замедлителя горения афламмита КWB (диалкилфосфонопропиониламид-N-

метил) с целлюлозой хлопчатобумажной (ХБ) ткани. В качестве текстильного материала выбрана суровая хлопчатобумажная ткань арт. 210, поверхностной плотности 110 г/м². Приготовление модифицирующего раствора афламмита КWB осуществляли разбавление дистиллированной водой до требуемой концентрации замедлителя горения в растворе. Известно, что модификацию реактивным органическим фосфорсодержащим замедлителем горения афламмитом КWB необходимо проводить в присутствии катализатора фосфорной кислоты с последующей термообработкой. По разным источникам режимы обработки и количество фосфорной кислоты неодинаковое. Поэтому возникает необходимость уточнения эффективной концентрации фосфорной кислоты в растворе афламмита КWB и продолжительности термообработки.

Для этих целей в раствор афламмита КWB постоянной концентрации 20% вводили раствор фосфорной кислоты в количестве 0,5-3 %. Время термообработки изменяли от 1 до 10 мин. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Определение привеса афламмита КWB на х/б ткани при разных условиях обработки

Образец	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9
Характеристики									
Содержание Н ₃ РO ₄ в растворе, %	0,5	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0
Температура термообработки, °С	130	150	140	130	150	140	130	150	140
Время термообработки, мин	2	5	10	2	5	10	2	5	10
Привес замедлителя горения в структуре ткани, %	23,2	27	26,8	22,1	20,5	19,9	20,2	19,9	20,6

Как видно из табл. 1, наибольший привес 27% замедлителя горения наблюдается на образцах, модифицированных раствором афламмита КWB содержащим 1% фосфорной кислоты, и подвергнутых термообработке при 150°С в течение 5 мин. Дальнейшее увеличение продолжительности термообработки до 10 мин приводит к незначительному снижению привеса антипирена, за счет удаления остатков гидратационной влаги. Увеличение концентрации фосфорной кислоты в модифицирующем растворе также не эффективно.

Исследование влияния модификации на прочностные ХБ ткани показало, что введение в модифицирующий раствор 1% фосфорной кислоты и термообработка в течение 2 мин не оказывает существенного влияния на прочность ткани, разрывная нагрузка и удлинение снижаются на 4-5% по сравнению с немодифицированным образцом. С увеличением количества фосфорной кислоты до 2-3% прочность ткани снижается на 25-35% , по-видимому, за счет гидролиза целлюлозы в водной среде в присутствии ки-

слотного катализатора. С увеличением продолжительности термообработки до 5-10 мин удлинение модифицированной ХБ ткани снижается до 40%. Таким образом, исследования позволили установить эффективные параметры модификации ткани и последующей термообработки.

Важным требованием к качеству огнезащитных материалов является устойчивость огнезащитного эффекта к стиркам. Устойчивость к стиркам оценивали по изменению массы проб, то есть по изменению привеса афламита КWB в структуре ткани после стирки модифицированных образцов в водном мыльном растворе, при модуле ванны 1:30, температуре 60 °С, в течение 30 мин, в соответствии с требованиями ГОСТ 11209-85 и ТР ТС 019/2011, а также по изменению показателя горючести кислородному индексу. Для повышения устойчивости огнезащитного эффекта к стиркам модифицированную ткань обрабатывали сшивающим агентом – Квекодуром DM 70 на основе меламиноформальдегидной смолы, который включает конденсацию карбамида и формальдегида в соотношении 1:(1,6 - 1,8) при pH 8,3.

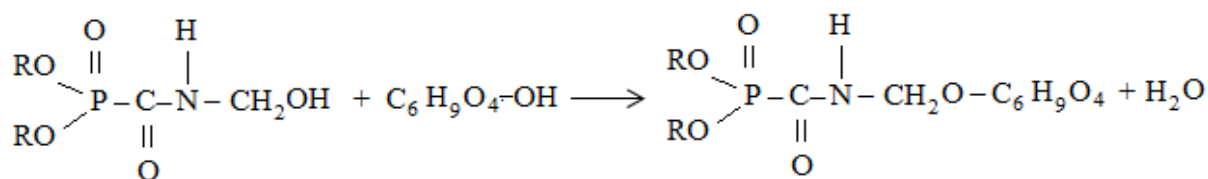
Полученные результаты, табл. 2, свидетельствуют, что даже термообработанные образцы модифицированной ХБ ткани теряют вес до 40%, кислородный индекс снижается до 26,2% об. Это свидетельствует о том, что модификация в основном носит поверхностный характер и замедлитель горения не взаимодействует с волокнообразующим полимером, поэтому легко вымывается при стирке проб в мыльном растворе. Можно предположить, что остальная часть замедлителя горения проникает в объем волокна и прочно удерживается за счет химического взаимодействия молекул целлюлозы с реакционноспособными метилольными группами афламита КWB. Введение сшивающего агента DM 70 лишь усиливает процесс взаимодействия. Это подтверждается данными инфракрасной спектроскопии (ИКС).

Таблица 2

Показатели свойств модифицированной ХБ ткани

Показатель	20% р-р КWB без термообработки	20% р-р КWB T=150°C, T=5 мин	20% р-р КWB + 10% р-р DM 70, T=150°C, T=5 мин	20% р-р КWB без термообработки	20% р-р КWB T=150°C, T=5 мин	20% р-р КWB + 10% р-р DM 70, T=150°C, T=5 мин
	До стирки			После стирки		
Привес замедлителя горения в структуре ткани, %	27,2	27,0	29,0	9,8	14,6	28,5
Кислородный индекс образцов, % об.	26,5	29,5	31,5	24,8	26,2	29,3

Исследование взаимодействия замедлителя горения с целлюлозой ХБ ткани проводили методом ИКС на спектрофотометре «-75IR» и Фурье спектрометре «Infraium FT-801». Образец таблетки содержал 4 мг пробы и 200 мг калий брома. Таблетки прессовали под давлением 2МПа. В ИК спектрах образца (рис. 1), модифицированного афламмитом КWB, значительно уменьшается интенсивность и площадь полос в области 3525 см^{-1} , соответствующих колебаниям валентных связей ОН групп целлюлозы (кр. 2 и 3), что может быть обусловлено взаимодействием афламмита КWB замещением гидроксильной группы целлюлозы по схеме:



Кроме того, в структуре модифицированной ткани (кр. 3) присутствуют полосы в области 1490 и 822 см^{-1} , характерные для афламмита КWB, что говорит о присутствии фосфора в молекуле модифицированной целлюлозы.

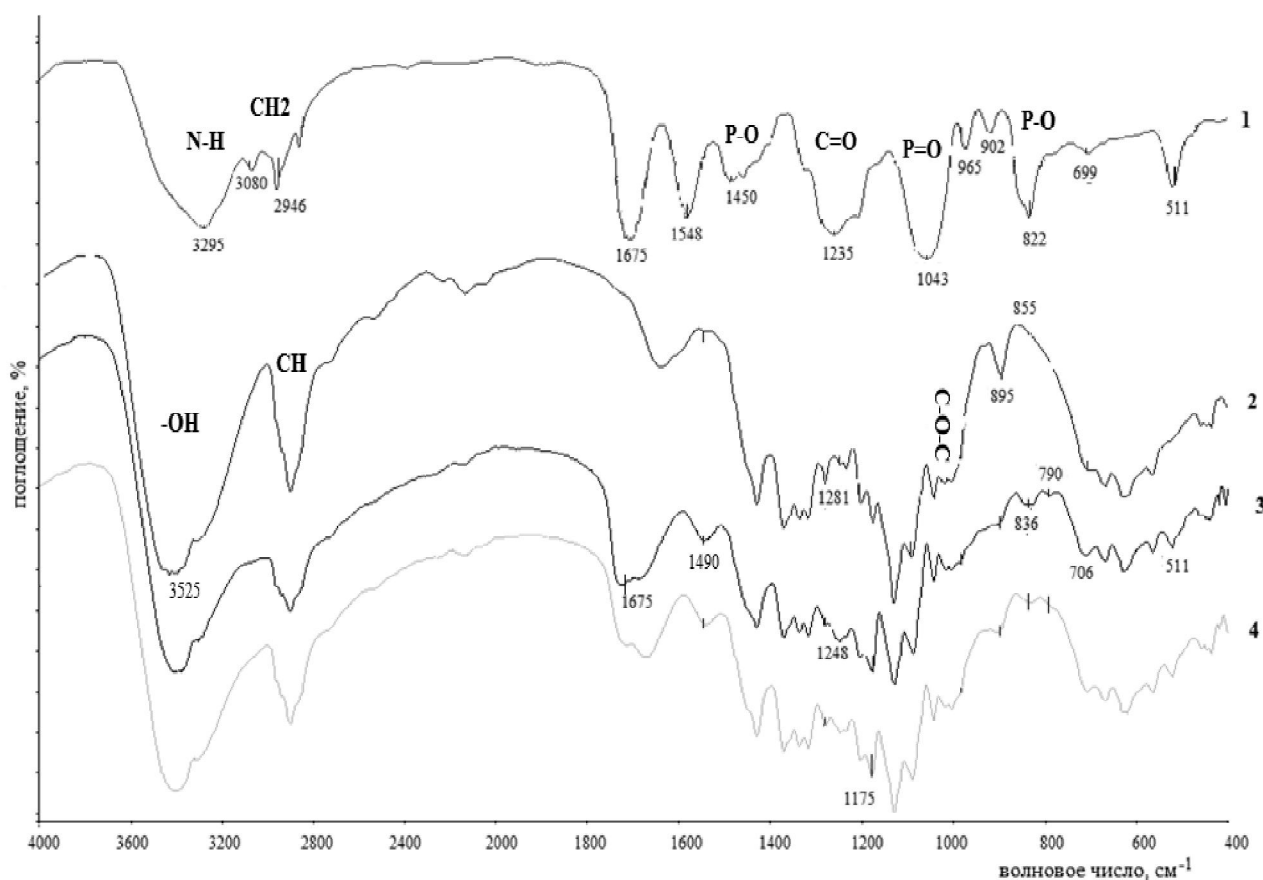


Рис. 1. Данные ИКС: 1 – афламмит КWB, 2 – исходная ХБ ткань; 3 – ХБ ткань модифицированная 20% р-р афламмита КWB+10% DM 70, термообработанная 150°C , 5 мин, до стирки; 4 – образец №3 после стирок

При этом после стирки эти полосы сохраняются (кр. 4), что свидетельствует о химическом взаимодействии афламмит КWB и целлюлозы.

Таким образом, в результате проведенных исследований предложен механизм взаимодействия замедлителя горения афламмита КWB с целлюлозой хлопчатобумажной ткани.

Литература

1. *Перепелкин К.Е.* Принципы и методы модифицирования волокон и волокнистых материалов. // Химические волокна. – 2005. – №2. – С. 37-51.
2. *Волохина А.В., Щетинин А.М.* Создание высокопрочных, термо- и огнестойких синтетических волокон. // Химические волокна. – 2001. – № 2. – С. 14-21.
3. *Бесшапошникова В.И.* Особенности огнезащиты текстильных материалов под воздействием лазерного излучения. // Химические волокна. – 2012. – № 2. – С. 37.
4. *Besshaposhnikova V.I., Artemenko S.E., Panova L.G., Kulikova T.V., Grishina O.A., Shteinle V.A., Zagoruiko M.V.* Flameproofing modification of synthetic materials by laser radiation. // Fibre Chemistry. – 2008. – V. 40. – №1. – P. 61-65
5. *Зубкова Н.С., Бутылкина Н.Г., Гальбрайт Л.С.* Принципы выбора замедлителей горения для снижения пожарной опасности гетероцепных волокнообразующих полимеров. // Химические волокна. – 1999. – № 4. – С. 17-21.
6. *Бесшапошникова В.И.* Огнезащитная модификация полиакрилонитрильных волокнистых материалов // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2013. – Том 56. – Вып.1. – С. 95-99.
7. *Копьев М.А.* Огнезащитные текстильные материалы. Часть I. Снижение пожароопасности текстильных материалов. // Текстильная промышленность. – 2005. – № 1-2. – С. 20-26.
8. *Бесшапошникова В.И.* Исследование влияния фосфорсодержащих замедлителей горения на структуру, свойства и пиролиз ПАН волокна. // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2005. – Т. 48. – № 2. – С. 61.
9. *Бычкова Е.В., Панова Л. Г.* Взаимодействие замедлителей горения с вискозным волокном. // Химические волокна. – 2013. – № 6. – С. 27-32.
10. *Бесшапошникова В.И., Загоруйко М.В., Куликова Т.В., Гришина О.А.* Придание огнезащитных свойств композиционным текстильным материалам для швейных изделий. // Дизайн и технологии. – 2009. – № 14. – С.109.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КРАШЕНИЯ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ВОЛОКОН РАЗЛИЧНЫМИ КЛАССАМИ КРАСИТЕЛЕЙ

А.С. Мишукова, В.В. Сафонов

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Полиуретановые волокна [ПУ] в настоящее время используются достаточно часто, но проблема крашения полиуретановых волокон остается. Часто красят обкрученные волокна, а ПУ остается неокрашенным. Так как концевые толуидиновые группы в составе макромолекул полиуретанов могут протонироваться в кислой среде, это дает возможность использовать кислотные красители для крашения. Применение дисперсных красителей обусловлено тем, что они хорошо подходят для крашения термопластичных волокон.

В работе было использовано полиуретановое волокно LYCRA FIBER SPANDEX YARN 156 DTEX TYPE 166C MERGE 1A196. Для работы были выбраны красители: кислотный алый, кислотный зеленый антрахиноновый Н2С, дисперсный розовый 2С, дисперсный желто-коричневый 2Ж.

Исследовали влияние изменения концентрации красителя, времени, температуры крашения, рН среды и концентрации ПАВ. Крашение с различными концентрациями, 0,1, 0,3, 0,5, 1 и 3% от массы волокна, проводилось при температуре 60°C 45 мин для кислотных красителей и 60 мин для дисперсных. При исследовании кинетики крашения время изменялось от 5 до 60 минут, крашение проводилось с концентрацией 1 % от массы волокна при температуре 60°C. Температура изменялась от 40°C до 100°C, крашение проводилось с концентрацией 1% 45 мин для кислотных красителей, 60 мин для дисперсных красителей. Модуль ванны для всех испытаний составлял 20.

Для определения цветовых характеристик использовался спектрофотометр Miholta (Италия, Япония) с программным обеспечением «ORINTEX», при минимальных коэффициентах отражения. В результате исследования крашения были получены спектры отражения образцов ПУ, окрашенных различными методами.

На рис. 1 представлены спектры отражения образцов ПУ, окрашенных с различными концентрациями красителей. Кривая 1 соответствует концентрации 0,1% от массы волокна, кривая 2 — 0,3%, кривая 3 — 0,5%, кривая 4 — 1%, кривая 5 — 3%.

Из данных рис.1 видно, что с увеличением концентрации каждого красителя пик не менялся, следовательно, оттенок не изменялся. Светлота с увеличением концентрации уменьшается, а насыщенность увеличивается. Минимальное значение коэффициента отражения для кислотного алого составляет 500 нм, для кислотного зеленого антрахинонового — 620 нм,

для дисперсного желто-коричневого 2Ж — 420 нм, для дисперсного розового 2С — 520 нм.

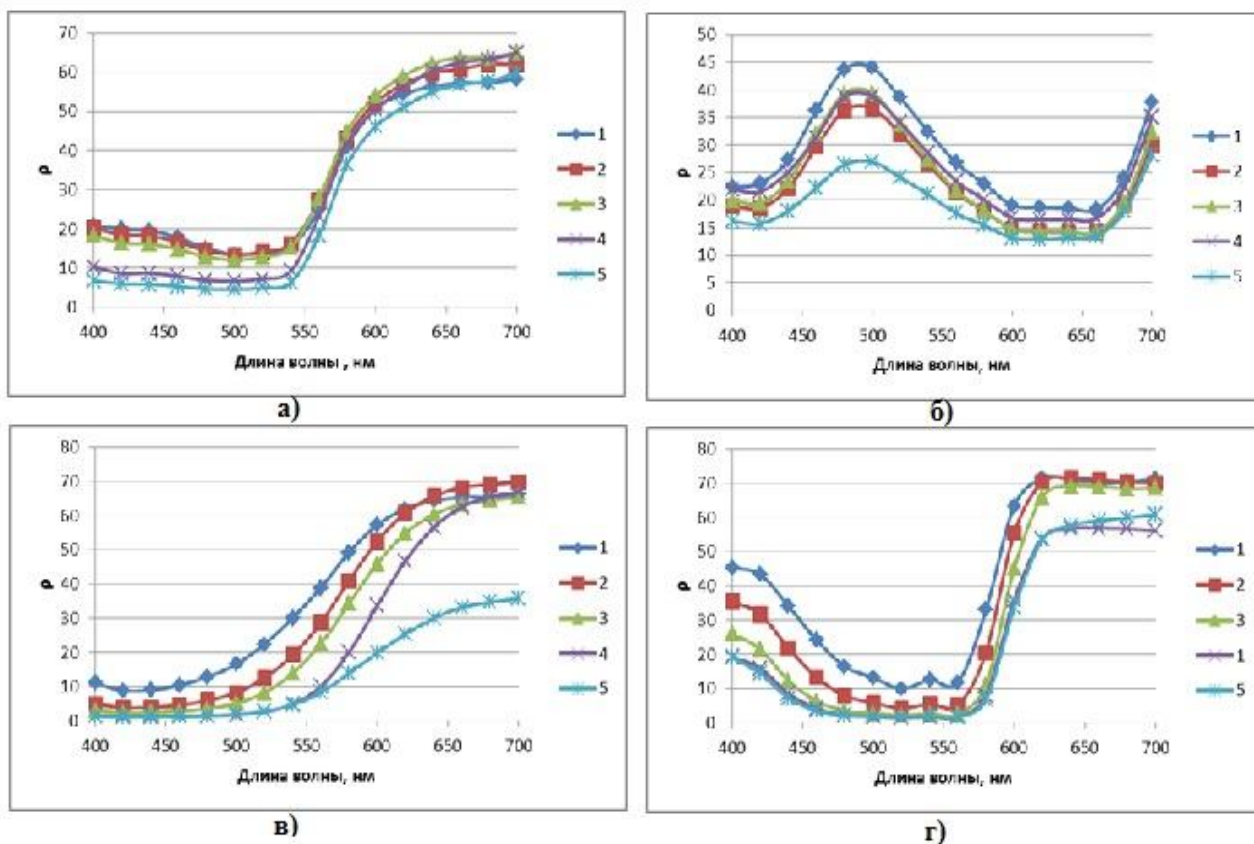


Рис. 1. Спектры отражения образцов ПУ, окрашенных с различными концентрациями красителей

а) кислотным алым; б) кислотным зеленым антрахиноновым Н2С; в) дисперсным желто-коричневым 2Ж; г) дисперсным розовым 2С

В дальнейших расчетах для каждого красителя использовались значения при соответствующих длинах волн. По сравнению с кислотными красителями дисперсные красители при увеличении концентрации давали более яркий оттенок, тогда как окраска кислотными красителями оставалась ненасыщенной. Были рассчитаны зависимости K/S образцов ПУ от различных концентраций красителя. Значения K/S дисперсных красителей значительно выше, чем у кислотных. При концентрации 1% функция становится параллельной оси. Это означает, что при этой концентрации волокно насыщается красителем, и становятся заняты почти все активные центры. При крашении кислотными красителями насыщения не достигается. Количественное значение функции K/S больше при крашении кислотным алым, который является азокрасителем, чем при крашении кислотным зеленым антрахиноновым Н2С, соответственно, можно сказать, что азокрасители лучше сорбируются и закрепляются на полиуретановом волокне.

С увеличением времени крашения оттенок не изменялся. Из полученных данных следует, что с увеличением времени крашения светлота и

насыщенность увеличились в большей степени при крашении дисперсным розовым 2С. Визуально образцы, окрашенные кислотными красителями, были значительно бледнее, по сравнению с окрасками дисперсных красителей.

По полученным данным можно сказать, что с увеличением времени крашения значения K/S увеличиваются, но не сильно. Можно сказать, что 10-40 минут достаточно для крашения кислотным алым и дисперсным желтым 2 Ж, тогда как при увеличении времени крашения кислотным зеленым антрахиноновым Н2С и дисперсным розовым 2С функция K/S практически сразу становится почти параллельной оси. Можно сделать вывод, что изменение времени крашения не сильно влияет на крашиваемость антрахиноновых красителей.

С увеличением температуры крашения светлота уменьшалась, а насыщенность увеличивалась. Для достижения максимальных значений светлоты и насыщенности дисперсным красителям требуется крашение при более низкой температуре, чем при крашении кислотными красителями.

При крашении кислотными красителями значения K/S возрастают при увеличении температуры крашения, что можно объяснить механизмом диффузии через свободный объем. Можно сказать, что 80°C достаточно для крашения дисперсными красителями.

Образцы, окрашенные при pH 1 и 5 имеют ярко-оранжевый цвет, окрашенные в более кислой среде – чуть темнее. Волокна, окрашенные при нейтральной и щелочной pH, имеют почти неразличимый оттенок. Значения K/S при pH 7-10 практически равны нулю. Отсутствие взаимодействия красителя с волокном в нейтральной и щелочной среде можно объяснить тем, что концевые толуидиновые группы полиуретана в кислой среде протонируются, и кислотный краситель взаимодействует с волокном посредством ионной связи, а в щелочной среде полиуретан приобретает отрицательный заряд и с красителем не взаимодействует.

Были проведены испытания устойчивости окраски полиуретановых волокон к стиркам по ГОСТ 9733.4-83. Было установлено, что кислотные красители менее устойчивы к стиркам обработкам, а дисперсные показывают приемлемый результат в условиях бытовой стирки.

Выводы

Установлено, что лучшей крашиваемостью и устойчивостью на полиуретановых волокнах обладают дисперсные красители. Крашение дисперсными красителями можно проводить с малыми концентрациями и при невысоких температурах, что экономически выгодно. Они обладают высокой устойчивостью к мокрым обработкам и ярким цветом. Крашение кислотными красителями требует больших концентраций, их устойчивость к мокрым обработкам невелика, что не выгодно для их использования.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВВЕДЕНИЯ ДОБАВОК МОДИФИКАТОРОВ В СТРУКТУРУ ФТОРЛОНОВОГО ВОЛОКНА ДЛЯ ПРИДАНИЯ ЕМУ АНТИАДГЕЗИОННЫХ И АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ

А.И. Назарова, Н.В. Колоколкина

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Для придания необходимого комплекса защитных свойств волокнистым материалам при использовании их в различных областях применяется модификация. Особое место в производстве таких волокнистых материалов занимает химическая модификация. Использование полимерных композиций, включающих различные модификаторы, для придания заданных функциональных свойств волокнистым материалам осуществляется введением их в структуру полимерных волокон. В настоящее время композиционная модификация используется для придания химическим волокнам комплекса защитных свойств: антиадгезионных, грязеотталкивающих, огнезащитных, антимикробных и др. [1].

Интерес представляло исследование эффективности использования фторсодержащего и антимикробного препаратов для придания комплекса антиадгезионных и антимикробных свойств фторлоновому волокну.

В работе в качестве функциональных добавок были использованы: фторсодержащий латекс Флюротекс, в качестве антимикробного модификатора - препарат нитрофуринового ряда нитрофурилакрелеин (НФА). При интенсивном перемешивании в течение 10 минут к фторлоновому раствору (раствор фторопласта в ацетоне) добавляли латекс Флюротекс и НФА. Исследование устойчивости во времени этих композиций показало, что они сохраняют устойчивость в течение 6 часов.

Для получения фторлоновых волокон и пленок с введенными добавками использовали коагуляционный способ формования из растворов. Важной характеристикой формовочных растворов полимеров является вязкость. Были исследованы реологические свойства формовочных композиций, содержащих функциональные добавки. Показано, что введение добавок фторполимера латекса Флюротекс в количестве от 0,5 до 5 % масс. и 0,5 % масс. НФА приводит к некоторому повышению вязкости, по сравнению с исходным фторлоновым раствором. Однако, в условиях больших сдвиговых напряжений значения вязкостей снижаются в одинаковой степени и оказываются близкими по значениям фторлона.

Были получены пленки из композиций с различным содержанием фторполимера латекса Флюротекс в количестве 0,5-10% масс. и НФА в количестве 0,5% масс. Пленки получали на стеклянной подложке при комнатной температуре. Смачиваемость пленок исследовали по краевому углу смачивания водой и маслом. Данные о смачиваемости приведены на рис. 1.

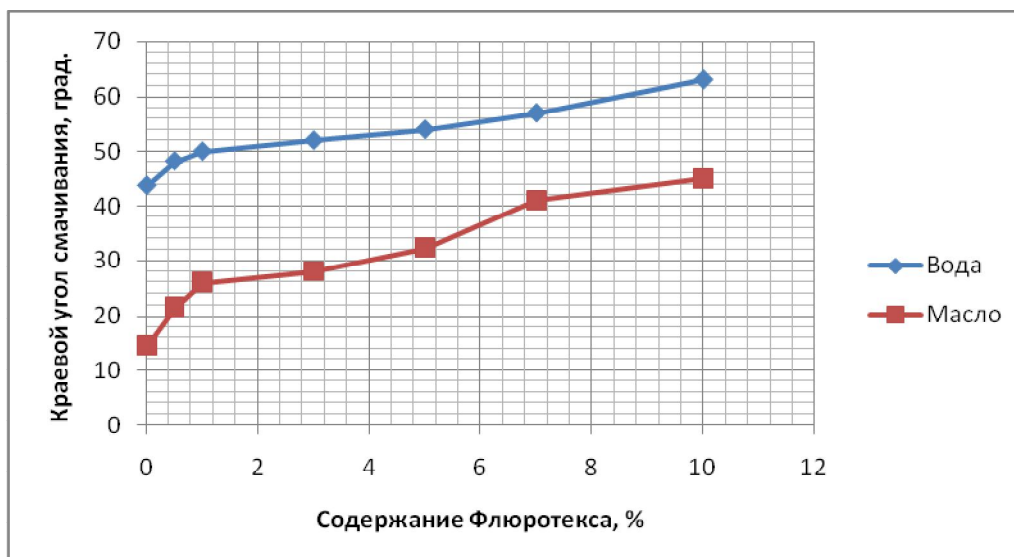


Рис. 1. Краевой угол смачивания водой и маслом фторлоновых пленок с введенными в его структуру полимером Флюротекса и НФА

Как видно из данных, введение фторполимера в количестве 0,5-10 % масс. в структуру фторлоновых пленок приводит к увеличению антиадгезионных свойств: соответственно краевой угол увеличивается с 44 до 65 град.– вода, с 15 до 43 град. – масло.

Была исследована эффективность использования введенных добавок латекса Флюротекс и НФА в формовочные растворы фторлона при формировании модифицированных волокон.

Формование волокон из фторлоновых растворов, содержащих 0,5-5% латекса Флюротекс и 0,5% НФА, осуществляли коагуляционным способом с использованием осадительной ванны, содержащей дистиллированную воду. Данные о смачиваемости полученных волокон представлен на рис. 2.

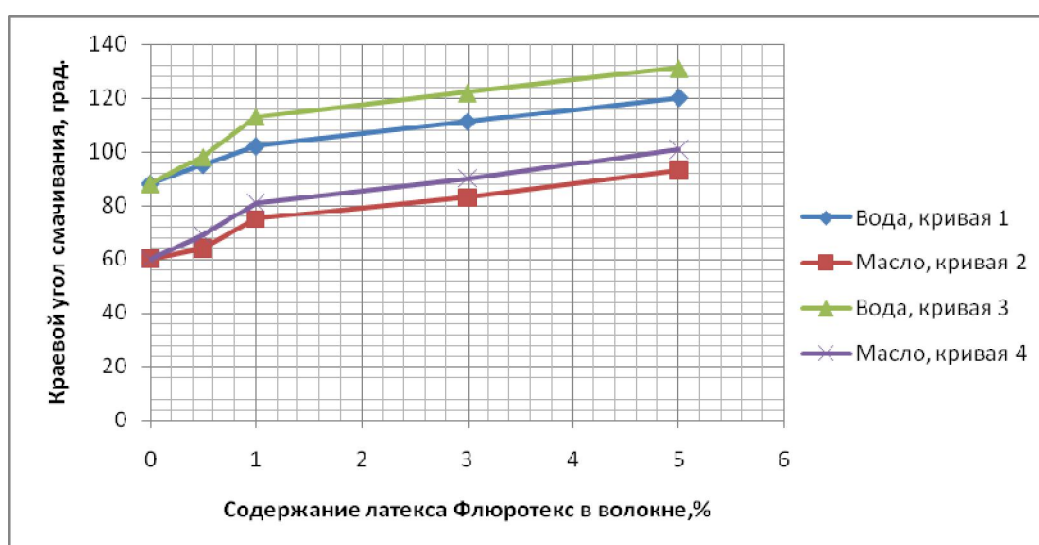


Рис. 2. Краевой угол смачивания водой и маслом волокна фторлон с введенными в его структуру фторполимером Флюротекс и НФА

Как видно из данных, введение во фторлоновый раствор латекса Флюротекс, содержащего фторполимер в количестве 0,5-5% масс. и НФА в количестве 0,5 % масс., приводит к увеличению уровня несмачиваемости: краевой угол достигает 120 град. (вода) и 88 (масло), в то время, как для исходного фторлонового волокна он составляет 93 град.(вода) и 60 град.(масло).

Известно, что важными факторами, влияющими на уровень антиадгезионных свойств волокон при модифицировании латексами являются их коллоидно-химические свойства. Одним из главных факторов является размер латексных частиц. Методом регулирования размера частиц является обработка латексных композиций ультразвуком (УЗ). Исследование размеров частиц латекса Флюротекс показало, что обработка УЗ латекса Флюротекс приводит к снижению размеров частиц латекса. Диаметр частиц латекса до обработки УЗ составлял 124 нм, а после обработки УЗ - 102 нм.

Распределение частиц латекса Флюротекс в полимерной пленке и исследование размера проводили методом атомно-силовой микроскопии (АСМ). Как показывают данные АСМ (рис. 3), размер частиц после УЗ обработки снижается и частицы становятся более однородными по размеру.

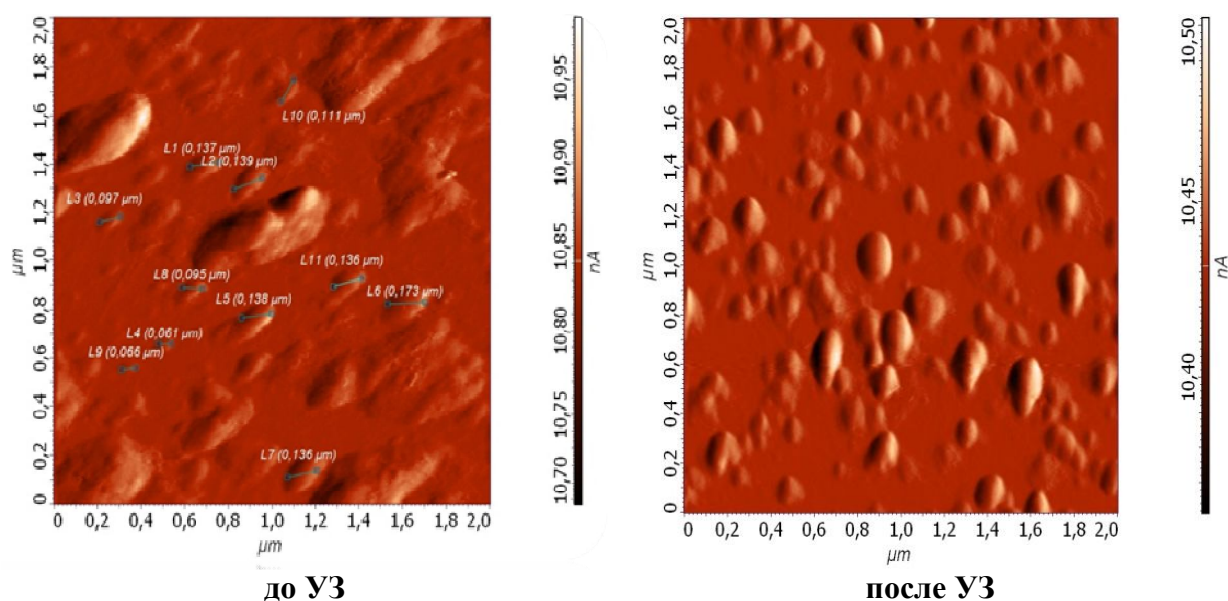


Рис. 3. Микрофотографии пленок латекса Флюротекс до и после обработки УЗ

При формировании фторлоновых волокон из композиций фторлона, содержащих добавки латекса Флюротекс и НФА, подвергнутого УЗ обработке, были получены модифицированные волокна с более высоким уровнем антиадгезионных свойств (рис. 2 – кривые 3 и 4) по сравнению с волокнами, полученные при использовании латексов, не подвергавшимся УЗ обработке. Краевой угол смачивания фторлонового волокна возрастает до 131 град. (вода) и 101 град. (масло).

Таким образом, в работе было показано, что введение препаратов в структуру фторлоновых волокон и пленок фторсодержащего полимера латекса «Флюротекс», в количестве от 0,5% до 5% масс., приводит к значительному увеличению краевого угла смачивания (до 120 град). При одновременном введении антимикробного препарата (в количестве 0,5%) и латекса «Флюротекс» уровень антиадгезионных свойств практически не меняется.

Ультразвуковая обработка фторсодержащего полимера Флюротекс приводит к снижению размеров частиц латекса (до размерности «нано»), что приводит при его использовании в качестве модификатора к увеличению уровня антиадгезионных свойств.

Литература

1. *Перепелкин К.Е.* Принципы и методы модифицирования волокон и волокнистых материалов. // Химические волокна. - 2005. - №2. - С.37-38.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ЗАГУСТИТЕЛЕЙ В ПЕЧАТИ АКТИВНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

П.А. Ороспаева, И.А. Зувев, А.Е. Третьякова, Е.Э. Кузнецова
Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Высокая доля текстильной продукции идёт под печать, что обусловлено ее востребованностью потребителями. Основная ответственность за конкурентоспособность, высокое качество отпечатка «лежит» на загустителе, который в первую очередь должен соответствовать ряду требований: четкость контуров; ровнота печати; выход цвета; легкость удаления с текстильного материала в процессе промывки; химическая инертность к компонентам печатной краски, включая краситель, чтобы избежать коагуляции печатной краски и других нежелательных явлений.

В последнее время при печатании активными красителями все большее применение находят синтетические загустители, вытесняя традиционные. Загустители на основе природных полимеров имеют существенные недостатки, связанные с высокой концентрацией сухого вещества, низкой степенью полезного использования, трудностью удаления из сточных вод и достаточно высокой стоимостью.

На сегодняшний день одним из перспективных материалов в области высокомолекулярных соединений для загустителей является полиуретан. Он обладает уникальной повышенной эластичностью, что связано с его особой температурой стеклования, составляющей -40°C .

Активные красители являются вторым по популярности классом красителей после пигментов, используемых в области печати текстильных материалов. Их преимущество заключается в достаточно разнообразной

гамме цветов, повышенной яркости и прочности получаемой окраски за счёт образования ковалентной связи с волокном.

Для исследований в настоящей работе выбран синтетический загуститель Лапрол ДЗ отечественного производства на основе полиуретанов. Лапрол ДЗ – ассоциативный уретановый загуститель, который представляет собой олигомер на основе полиоксиэтиленгликоля ($pH=3,5-5,5$; $\eta=150-600$ мПа·с; $m_{\text{сух.в-ва}} = 25-30\%$).

Исследование реологических параметров печатной краски позволило отметить практически полное совпадение реологических кривых при прямом и обратном ходе цилиндра Н реотеста. Это указывает на самопроизвольное восстановление структуры после снятия нагрузки. Варьирование компонентов печатной краски (мочевины, лудигола и гидрокарбоната натрия) могут вызывать некоторую релаксацию, дестабилизацию упруго-вязкой структуры. В связи с этим предполагается проявление гидротропных свойств мочевины и редокс-свойства лудигола на структуру печатной краски.

Исследование вязкостных показателей краски показало снижение параметра по мере увеличения содержания указанных компонентов печатной краски. С точки зрения тиксотропности колебание значений в области 95-96%, т.е. предполагается стабилизирующее действие компонентов на печатную краску и стремление полиуретанового загустителя к стабильному состоянию эластичной жидкости. Анализ динамической устойчивости печатной краски показал достаточно малые величины, что указывает на быстрый переход печатной краски на ткань в большом количестве.

Немаловажным фактором является влияние компонентов печатной краски на конечный результат, т.е. качество отпечатка. Анализ глубины проникновения печатной краски в текстильный материал показал, что по мере увеличения содержания лудигола и $NaHCO_3$ происходит снижение глубины проникновения печатной краски с 76 до 70 %. В случае мочевины глубина проникновения колеблется в диапазоне 77-78 %.

Установлено, что в случае варьирования содержания мочевины происходит увеличение насыщенности цвета с 10-16 %.

Анализ ровноты печати относительно изменения общего цветового различия показал колебание в пределах 0,1-0,3 единицы, что не является значимым для человеческого глаза.

Определение устойчивости полученных отпечатков к стиркам показало пятибалльную оценку.

Таким образом, установлено, что печатные краски на основе полиуретановых загустителей обладают достаточно высокой стабильностью, которая способствует сохранению структуры после снятия механической нагрузки. Разработанная технология позволяет получить высококачественные образцы печати на хлопчатобумажных тканях, обладающих высокой устойчивостью к мокрым обработкам и яркими, насыщенными цветами.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ НАНЕСЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА НАТУРАЛЬНЫЕ ВММ В УСЛОВИЯХ ВЧИ ПЛАЗМЫ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ

Е.А. Панкова, А.Р. Алиакберова, А.Р. Хасанова

**Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Россия**

В настоящее время перед российскими производителями стоит непростая задача преодоления критической зависимости от зарубежных технологий и промышленной продукции. В связи с этим, одной из основных задач промышленного производства является повышение его технического уровня и конкурентоспособности самой продукции. Одним из перспективных направлений повышения качества производимой продукции является применение наночастиц на различных стадиях производства. Особую популярность в качестве модификатора приобрели наночастицы серебра. Для модификации твердых материалов наночастицы наносятся путем адсорбции на различные твердые подложки (стекло, керамику, ткани, углеродные материалы, силикагель и др.), однако в случае обработки материалов, обладающих сложной морфологической структурой, таких как кожа, необходимо обеспечивать высокую равномерность распределения наночастиц по всему объему материала, а также их прочную фиксацию там. Учитывая особенности капиллярно-пористого строения кожи, с целью обеспечения равномерности распределения наночастиц и их прочной фиксации на поверхности материала нанесение осуществляли из коллоидного раствора в условиях ВЧИ плазмы. Для обработки выбрали коллоидный водный раствор наночастиц серебра «Агбион-2». Объектами исследования являлась натуральная кожа из шкур овчин. Параллельно осуществляли обработку образцов без плазменного воздействия, с целью сравнительной оценки получаемого эффекта.

Принцип работы ВЧИ плазменной установки основан на ионизации плазмообразующего газа под действием электромагнитного поля индуктора. Для нанесения наночастиц на кожевенный полуфабрикат применялось приспособление, обеспечивающее получение и подачу в разрядную камеру смеси плазмообразующего газа и наночастиц серебра. При прохождении смеси плазмообразующего газа и наночастиц серебра через плазменный сгусток в результате комплексного воздействия ряда факторов (энергия ионов, кинетический удар, электромагнитное поле, температура) происходит активирование поверхности наночастиц, что делает их реакционноспособными. Активированные наночастицы серебра, размером 5-9 нм, распространяясь в газовом потоке, легко проникают внутрь мехового материала и оседают на поверхности его структурных элементов. Ионы серебра способны образовывать комплексные соединения со многими аминокисло-

тами, входящими в состав белков. В свою очередь часть функциональных группировок на поверхности мехового полуфабриката под действием ионной бомбардировки приобретает повышенную реакционную способность за счет перехода в ионизированное состояние. Все выше описанные механизмы обеспечивают возможность образования комплексных соединений серебра с аминокислотами белков коллагена и кератина за счет вытеснения водорода карбоксильной группы и координационной связи иона серебра с азотом.

На основе данных электронной микроскопии установлено, что имплантация наночастиц серебра в среде ВЧИ плазмы пониженного давления приводит к развитию и дополнительной фиксации волокнисто-пористой структуры дермы посредством комплексообразования серебра с функциональными группами белка.

Постепенно насыщая структуру материала и располагаясь между структурными элементами, наночастицы серебра, в случае применения плазменной обработки, способны образовывать поперечные связи и дополнительно структурировать белок, что подтверждается данными измерения показателя температуры сваривания, который увеличивается на 4-5 %. Также обработка натуральных ВММ наночастицами серебра в условиях ВЧИ плазмы при продолжительности обработки 2 мин., обеспечивает дополнительное структурирование материала вследствие проникновения наночастиц серебра вглубь структуры и формирования дополнительных поперечных сшивок приводит к увеличению прочности кожи ткани до 104%. Физико-механические характеристики образцов натуральных ВММ, обработанных наночастицами серебра в условиях ВЧИ плазмы пониженного давления и без применения плазмы, представлены на рис. 1.

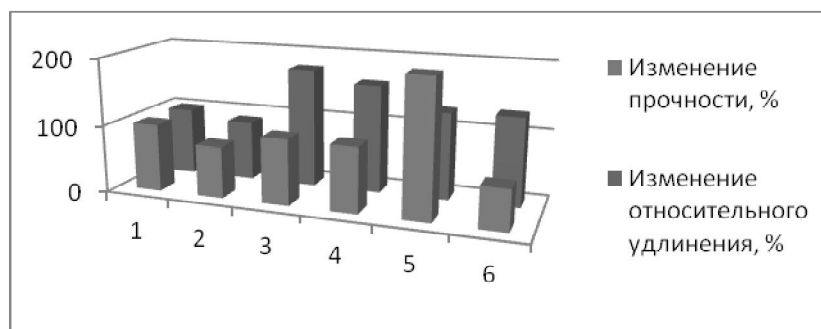


Рис. 1. Изменение физико-механических характеристик образцов натуральных ВММ (1 образец – контрольный; 2 образец – обработанный наночастицами серебра без использования ВЧИ плазмы; 3 образец – обработанный наночастицами серебра в условиях ВЧИ плазмы в режиме $W_p=0,5$ кВт; $G=0,04$ г/с; $t=0,5$ мин; $h=120$ мм; 4 образец – обработанный наночастицами серебра в условиях ВЧИ плазмы в режиме $W_p=0,5$ кВт; $G=0,04$ г/с; $t=1$ мин; $h=120$ мм; 5 образец – обработанный наночастицами серебра в условиях ВЧИ плазмы в режиме $W_p=0,5$ кВт; $G=0,04$ г/с; $t=2$ мин; $h=120$ мм; 6 образец – обработанный наночастицами серебра в условиях ВЧИ плазмы в режиме $W_p=0,5$ кВт; $G=0,04$ г/с; $t=3$ мин; $h=120$ мм)

Органолептическая оценка образцов натуральных ВММ, обработанных наночастицами серебра в условиях ВЧИ плазмы пониженного давления, не выявила у них никаких визуальных изменений. Обработка образцов методом распыления вызывает деформацию образцов и изменение их формы.

Исследования, проводимые ранее по данной тематике, показали также, что натуральные ВММ, обработанные наночастицами серебра в условиях ВЧИ плазмы, приобретают бактерицидные свойства, что подтверждается данными лабораторных испытаний (протокол № 15100 от 5 мая 2011 года). Таким образом, обработка натуральных ВММ наночастицами серебра в условиях ВЧИ плазмы позволяет:

1) наночастицам серебра проникать внутрь материала и ориентироваться на его структурных элементах;

2) под действием ионной бомбардировки придать повышенную реакционную способность наночастицам;

3) осуществлять прочную фиксацию серебра на структурных элементах коллагена путем образования комплексных соединений серебра с аминокислотами за счет вытеснения водорода карбоксильной группы и координационной связи иона серебра с азотом;

4) улучшить физико-механические показатели натуральных ВММ, повысить прочность материала на 100% и одновременно увеличить относительное удлинение на 28%.

Сравнительная оценка образцов натуральных ВММ, обработанных наночастицами серебра в условиях ВЧИ плазмы и без, показала, что обработка натуральных ВММ в условиях ВЧИ плазмы является более эффективным методом по сравнению с обработкой напылением без применения плазмы.

ДЕКОРАТИВНАЯ ОТДЕЛКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

Г.М. Прияткин, В.Р. Ополовников, А.В. Кольчугин, В.В. Васильев
Ивановский государственный политехнический университет, Россия

Нержавеющие стали являются одним из перспективных современных конструкционных материалов. Их производство и применение растут опережающими темпами, в том числе при изготовлении различных потребительских товаров.

Расширению использования нержавеющей сталей способствуют научно-технические достижения в различных технологических процессах их получения, обработки и отделки. В последние годы четко прослеживается тенденция, когда производители изделий и оборудования самого различного профиля предпочитают изготавливать детали целиком из нержавеющей

сталей взамен традиционных более дешевых материалов (углеродистые стали, алюминиевые сплавы, цинковые сплавы и т.п.), на которые требовалось осаждать различные гальванические защитно-декоративные покрытия: никелем, хромом, цинком и др.

Декоративная отделка изделий из нержавеющей стали часто сводится к заключительному травлению. Наиболее сложным является травление деталей, имеющих сварные швы, вокруг которых образуются участки трудноудаляемой окалины.

В данной работе представлены результаты исследований процессов травления классической нержавеющей стали X18H10, в том числе со сварными швами, с целью разработки технологических процессов заключительной декоративной отделки поверхности. Разработано 3 варианта декоративной обработки поверхности изделий из нержавеющей стали:

1. Блестящая отделка.
2. Матово-глянцевая (бархатистая) отделка.
3. Отделка с декоративным тонированием под «старое серебро».

Основной этап технологии декоративного травления по любому из трех представленных вариантов отделки является двухстадийным и заключается в обработке многокомпонентными кислотными растворами. Используются только доступные и недорогие минеральные кислоты: серная, соляная, азотная, плавиковая и фосфорная. На первой стадии осветляются сварные швы и создается необходимое (во втором варианте отделки) растравливание. На второй стадии закрепляется требуемый эффект отделки осветлением или глянцеванием.

Установлено, что в процессе эксплуатации в ваннах травления накапливаются ионы трехвалентного железа, которые оказывают значительное влияние на качество поверхности, увеличивая шероховатость. Для более быстрого достижения необходимого растравливания и получения глянцево-матового эффекта бархатистости (вариант отделки 2) в ванну травления необходимо даже добавлять хлорное железо. При необходимости получения блестящей поверхности (в вариантах отделки 3 и, особенно, 1) в ванну травления нужно добавлять компоненты, связывающие трехвалентное железо в прочный комплекс. Присутствие комплексообразующих ионов существенно увеличивает срок службы ванны глянцевого травления.

Другой особенностью технологий декоративного травления нержавеющей стали является необходимость предотвращения эффекта «захватываемости». Эффект «захватываемости» заключается в том, что пальцы человека оставляют трудносмываемые отпечатки. Это явление может наблюдаться и на глянцевой и на бархатистой поверхности травленной нержавеющей стали. Установлено, что для предотвращения «захватываемости» разных изделий должны использоваться различные приемы от пропитки гидрофобизирующими составами, образующими невидимые пленки, до дополнительной обработки щелочными и окисляющими растворами.

КОМПОЗИЦИИ ФТОРПОЛИМЕРНЫЙ ЛАТЕКС – ЗАМЕДЛИТЕЛЬ ГОРЕНИЯ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

С.А. Путинцева, Л.В. Редина, Н.И. Сагитова

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Волокнистые материалы с комплексом защитных (масло-, водоотталкивающих, огнезащитных и др.) свойств необходимы для создания специальной одежды спасателей министерства ЧС и другого контингента, деятельность которых связана с опасностью механического и химического повреждения кожного покрова и получения ожогов. Такие материалы могут применяться также для внутренней отделки помещений, в самолетах, поездах, т.е. в местах большого скопления людей.

Для сообщения тканям вышеуказанных свойств в основном используется многостадийный процесс обработки текстильных материалов специальными препаратами с промежуточными тепловыми воздействиями. При этом снижается прочность ткани, ухудшаются ее потребительские свойства (повышение жесткости), а осуществление многостадийного технологического режима требует дополнительных расходов воды и тепла на сушку и термообработку обрабатываемых тканей. Разработка эффективных композиций во многом способствует устранению указанных недостатков. Такие композиции имеют особенно большое значение для тканей специального назначения с целью придания им свойств пониженной горючести и гидро-, олеофобности [1].

Основными недостатками известных композиций для многофункциональной отделки являются невозможность придания комплекса свойств текстильным материалам в процессе однократной обработки и достижения высоких показателей огнезащитных и водо-, маслоотталкивающих свойств.

Создание текстильных материалов с комплексом защитных свойств может быть обеспечено путем поверхностного модифицирования многокомпонентными системами, одним из основных компонентов которых является фторсодержащий полимер. Он снижает смачиваемость материала, растекание и фильтрацию жидкостей различной химической природы. Для придания волокнистому материалу огнезащитных свойств в состав модифицирующей композиции вводят замедлители горения.

В работе были использованы композиции фторсодержащего латекса на основе поли-1,1,5-тригидроперфтораамилакрилата (ЛФ-2) с замедлителями горения (ЗГ) различного состава. В состав одного из них (ЗГ-1) входит фосфор, а другого (ЗГ-2) кроме фосфора азот и хлор.

Известно, что эффективность действия композиций на основе фторсодержащих латексов определяется не только химическим составом, но и

коллоидно-химическими свойствами [2]. При изучении коллоидно-химических свойств было установлено, что латекс ЛФ-2 является тонко-дисперсной коллоидной системой с радиусом частиц 68 – 99 нм, дзета-потенциал невысокий и имеет отрицательное значение (-43 мВ), что указывает на анионоактивный тип ПАВ, используемый для его получения, поверхностное натяжение латекса (41 мН/м) также определяется эмульгирующей способностью ПАВ.

Композиции для дальнейшего использования готовили путем смешения разбавленной дисперсии фторсодержащего латекса с водными растворами замедлителя горения. Совместимость компонентов оценивали визуально. Коллоидно-химические свойства полученных композиций приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Коллоидно-химические свойства композиции ЛФ-2 и ЗГ-1

Концентрация латекса, %	Концентрация ЗГ-1, %	Радиус частиц, нм		Дзета-потенциал, мВ	Поверхностное натяжение, мН/м
		DLS*	UNICO**		
3	0	69	98	-43	41
	2	72	98	-34	39
	5	73	106	-28	39
	7	74	106	-27	35
	10	Появляется осадок, компоненты смеси не совмещаются			
0	10	-	-	-26	56

* определено методом динамического светорассеяния на приборе «Фотокор» mini

** определено оптическим методом на спектрофотометре UNICO 1200/1201

Таблица 2

Коллоидно-химические свойства композиции ЛФ-2 и ЗГ-2

Концентрация латекса, %	Концентрация ЗГ-2, %	Радиус частиц, нм		Дзета-потенциал, мВ	Поверхностное натяжение, мН/м
		DLS	UNICO		
3	0	69	98	-43	41
	4	72	102	-37	38
	6	73	103	-30	41
	8	73	103	-27	42
	10	85	104	-24	42
0	10	-	-	-	62

Представленные в табл.1 данные показывают, что при увеличении содержания ЗГ-1 в композиции радиус частиц латексных частиц меняется незначительно, а дзета-потенциал и поверхностное натяжение уменьшаются. Из данных той же таблицы видно, что совместимость компонентов ограничена и в композиции, содержащей 10% ЗГ-1, появляется осадок, что говорит о его несовместимости с латексом. Это может объясняться более высоким значением рН водного раствора ЗГ-1(9,7) по сравнению с латексом (6).

Из приведенных в табл. 2 данных видно, что с увеличением концентрации ЗГ-2 дзета-потенциал композиции уменьшается, а поверхностное натяжение и радиус частиц латексных частиц меняется незначительно. Следует отметить, что полученные композиции оставались однородными во всем диапазоне концентраций смешиваемых растворов. Это может объясняться тем, что рН водного раствора ЗГ-2 (5) имеет значение близкое к рН латекса (6).

С целью оценки модифицирующего действия полученных композиций проводили поверхностную обработку волокнистого материала, в качестве которого использовали вискозную ткань по традиционной схеме, включающей пропитку образца, отжим, сушку и термообработку при повышенной температуре. Для модифицированных материалов были изучены антиадгезионные свойства с использованием тестовых жидкостей, краевого угла смачивания и огнезащитные свойства методом вертикального поджигания и измерения кислородного индекса.

В результате проведенных исследований было установлено, что применение композиции латекс ЛФ-2 – ЗГ-1, не позволяет сообщать волокнистому материалу необходимый комплекс защитных свойств. Наиболее эффективной является композиция фторполимерного латекса с замедлителем горения, в состав которого входят, кроме фосфора, азот и хлор.

Литература

1. Патент РФ 2164970 МПК D06M015/353. Состав для комплексной отделки тканей / Киселев А.М., Епишкина В.А., Терещенко Л.Я., Февралитин А.В. – № 98123542/04; заявл. 25.12.1998; опубл. 10.04.2001. Бюл. №1.

2. Горин М.С., Редина Л.В., Колоколкина Н.В. Эффективный способ получения нанодисперсий фторсодержащих полимеров для модификации поверхности химических волокон. // Химические волокна. - 2013. - №4. - С.15-18.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАГЕНТНЫХ УМЯГЧИТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВОДЫ В КРАШЕНИИ ШЕРСТЯНОЙ ТКАНИ КИСЛОТНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

М.В. Пыркова, И.И. Бадикова

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

В условиях роста численности населения и производства отбеленных и окрашенных текстильных материалов, одной из важнейших проблем является защита окружающей среды, и в частности поверхностных вод, от загрязненных сточных вод, содержащих различные классы красителей, поверхностно-активных веществ, кислоты, щелочи, соли и другие химические реагенты. Сброс этих веществ в сточные воды, а в последующем и в

водоем приводит к нарушению сложившегося равновесия в водоеме, что может в свою очередь привести к гибели живых организмов, смене биогеоценоза водоема.

Современные требования к охране окружающей среды подразумевают многократное использование вод для технологических целей, то есть создание замкнутых систем водопотребления. Для процессов колорирования текстильных материалов пригодны только осветленные и умягченные воды, поскольку практически все классы текстильных красителей, за исключением катионных вступают во взаимодействие с солями жесткости, с образованием труднорастворимых комплексов. Поэтому сейчас так остро стоит вопрос о необходимости совершенствования и разработки новых эффективных безопасных комплексообразователей и разработки оптимальной технологии их применения.

Поскольку процесс крашения чистошерстяных материалов протекает при высоких температурах в течение длительного времени, ввиду гистологического строения шерстяного волокна, исследован процесс крашения чистошерстяной тонкосуконной ткани кислотными красителями в присутствии комплексообразователя. Одними выбканных препаратов является комплексообразователи проявляющие свои свойства в различных условиях Securon 520, Securon 540, Nofoum SE по сравнению с традиционно используемыми, такими как Трилон Б и Calgon.

Работа заключалась в использовании очищенных бытовых стоков в технологическом процессе крашения шерстяных материалов кислотными красителями и создании замкнутой системы водоснабжения в красильно-отделочном производстве.

Под умягчением воды подразумевается процесс удаления из нее катионов жесткости, т.е. кальция и магния. В соответствии с ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая" жесткость воды не должна превышать 7 мг-экв/л.

В красильно-отделочном производстве к технологической воде предъявляют повышенные требования глубокого ее умягчения, обусловленные характером технологического процесса, т.е. общая жесткость умягченной воды не более 0,5 мг-экв/л, при крашении текстильных материалов общая жесткость горячей воды 0,5 мг-экв/л, холодной 1,5 мг-экв/л [1].

Умягчение природной воды осуществляют следующими методами:

- термическими методами (дистилляция либо вымораживание);
- реагентными методами, основан на связывании ионов кальция или магния в мало- или нерастворимые соединения;
- ионный обмен, основан на фильтровании воды через слой ионита, обменивающего свои ионы на ионы Ca или Mg;
- комбинированные, представляют собой различные сочетания перечисленных методов.

Выбор метода умягчения воды определяется ее качеством, необходимой глубиной умягчения и технико-экономическими соображениями. В

соответствии с рекомендациями СНиПа при умягчении подземных вод следует применять ионообменные методы; при умягчении поверхностных вод, когда одновременно требуется и осветление воды, - известковый или известково-содовый метод, а при глубоком умягчении воды - последующее катионирование.

Для крашения была взята очищенная вода из ОАО «Шатурские районные коммунальные системы» расположенной в Московской области, г.Шатура. Основной вид деятельности предприятия – приём и очистка хозяйственно-бытовых стоков от жилого фонда и предприятий г. Шатуры.

Первоначально проводили выбор условий крашения и выравнивающую способность кислотных красителей. Визуальная оценка полученных образцов показала, что максимальная насыщенность цвета и ровнота окраски наблюдается при крашении в присутствии уксусной кислоты, т.е. красители кислотный зеленый антрахиноновый H₂C и кислотный алый прочный относятся к средне выравнивающим красителям. Поэтому дальнейшие эксперименты проводились по выбранной технологии на водах: дистиллированная, водопроводная и очищенная хозяйственно-бытовая.

Крашение кислотными красителями проводят в кислой среде, которая необходима для ионизации аминогрупп волокна и обеспечения ионного взаимодействия между красителем и волокном.

Оценка эффективности применения выбранных умягчителей воды в зависимости от их содержания проводилась путем определения сорбции кислотного красителя шерстяным волокном.

Количественная оценка сорбции красителя проводилась путем определения оптической плотности гидролизата окрашенных образцов шерстяных материалов [2]. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние природных умягчителей на сорбцию кислотного зеленого антрахинонового H₂C

Наименование комплексообразователя	C _{комплексообразователя} , г/л	Сорбция, мг красителя/г абс. сухого волокна	Степень фиксации красителя, %
Securon 520	0	20,08	93,5
	0,1	20,91	97,4
	0,5	20,93	97,5
	1	21,01	98,2
	5	20,88	97,2
Securon 540	0,1	20,29	94,5
	0,5	20,67	96,2
	1	20,51	95,5
	5	20,94	97,5
Nofome SE	0,1	21,26	99
	0,5	21,04	98
	1	21,02	97,9
	5	20,94	97,3

Трилон Б	0,1	20,08	93,5
	0,5	20,61	96
	1	20,67	96,2
	5	20,92	97,4
Calgon	0,1	20,78	96,7
	0,5	21,26	99
	1	21,02	97,9
	5	20,18	94

Экспериментальные результаты показали, что фиксация кислотного зеленого антрахинонового H_2C повышается на 1-6 % в зависимости от используемого мягчителя и его концентрации. Наиболее целесообразно применять Nofome SE в концентрации 0,1 г/л при этом степень фиксации возрастает на 6,5 % и сорбция составляет 21,26 мг_{кр-ля}/г_{в-на} по отношению к образцу, окрашенному на дистиллированной воде, у которого величина сорбции составляет 20,08. Исследование влияния таких факторов как рН красильной ванны, природа и концентрация нейтрального электролита, условия введения комплексообразователя показали целесообразность использования препарата Nofome SE в концентрации 0,1 г/л.

Литература

1. Садова С.Ф., Кривцова Г.Е., Коновалова М.В. Экологические проблемы отделочного производства: Учеб. для вузов. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2002. – 284 с.
2. Сафонов В.В. Практикум по химической технологии отделочного производства: Учебное пособие. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008. – 595 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТВАРКИ ХЛОПКО-ЛАВСАНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н.Д. Раупова¹, Р.М. Артикбоева², М.Ш. Хасанова¹, И.А. Набиева²

¹Узбекский научно-исследовательский институт натуральных волокон,

²Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Узбекистан

Текстильная промышленность в целом представляет собой крупную отрасль промышленности. Высокие темпы роста текстильной промышленности объясняются рядом преимуществ технологии производства. При совершенствовании данной отрасли важным является интенсификация технологических процессов производства, а в частности, интенсификация технологии отделочного производства. Это решается путем внедрения новых видов отделок текстильного материала, новых видов применяемых химических веществ, новых видов волокон и совершенствования технологии отделки текстильных материалов.

Продукции текстильной и легкой промышленности должна отвечать самым высоким требованиям с точки зрения комфортности, надежности, долговечности, экологичности и дизайна. В этом плане, при производстве смесовых текстильных материалов серьезное внимание должно быть уделено совершенствованию отделочных технологий, использованию красителей, текстильно-вспомогательных веществ (ТВВ), воды, пара и электроэнергии. Технология подготовки изделий из смесей волокон формируется на основе закономерностей и условий, характерных для соответствующих изделий однокомпонентного состава. При создании технологических режимов обработки тканей из смеси волокон возникают трудности, обусловленные различием в строении и свойствах волокнистых составляющих. И это определяет необходимость совершенствования существующих и создание принципиально новых технологических процессов подготовки к колорированию. После процесса расшлихтовки на ткани остаётся 15-20% замасливателя и водонерастворимых веществ, которые ухудшают гигроскопичность и внешний вид ткани. Именно путем отварки в щелочах достигается нужная степень очистки ткани – удаление остатка крахмала, сопутствующих целлюлозе воскообразных, жировых, пектиновых и азотсодержащих веществ, удаляются «галочки» и другие механические примеси, а также сообщается высокая термически устойчивая смачиваемость [1, с.369-377].

При разработке рациональных условий обработки была поставлена задача достижения высокой капиллярности смесовой пряжи и ткани, состоящих из волокон хлопка и полиэфира в различных соотношениях. Отварка смесовых материалов производилась в течение 45 минут при температуре 70⁰С в растворе содержащей, (г/л): гидроксид натрия NaOH-25, силикат натрия Na₂SiO₃ (d=1,44)-3, бисульфит натрия NaHSO₃ (38%-ный) - 2, САМ-1. Далее ткань промывают в горячей и холодной воде, полученные результаты отражены на рис.1.

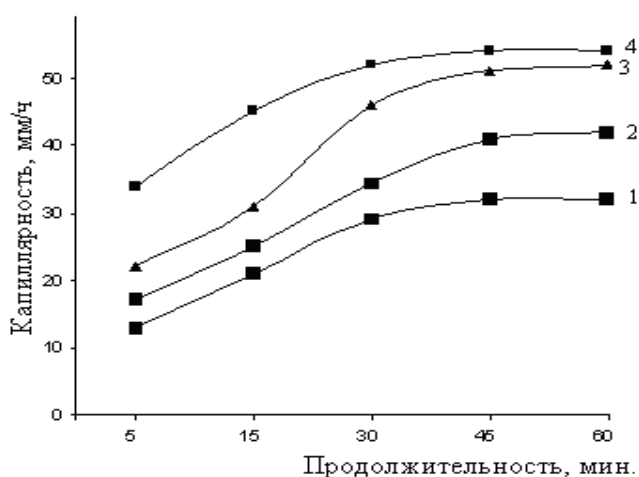


Рис. 1. Зависимость капиллярности пряжи от продолжительности процесса отварки. Состав пряжи хлопок/ПЭ: 1-80/20; 2-60/40; 3-40/60; 4-20/80

Из приведенных экспериментальных данных видно, что с увеличением доли синтетического составляющего капиллярность смесевой пряжи параллельно увеличивается.

Следует объяснить высокое значение капиллярности гидрофобного волокна по сравнению с капиллярностью гидрофильного волокна хлопка. В связи, с чем в одинаковых условиях проводили процесс отварки пряжи в отдельности, т.е. пряжи из полиэфирного волокна и пряжи из хлопкового волокна, капиллярности которых отражены на рис.2.

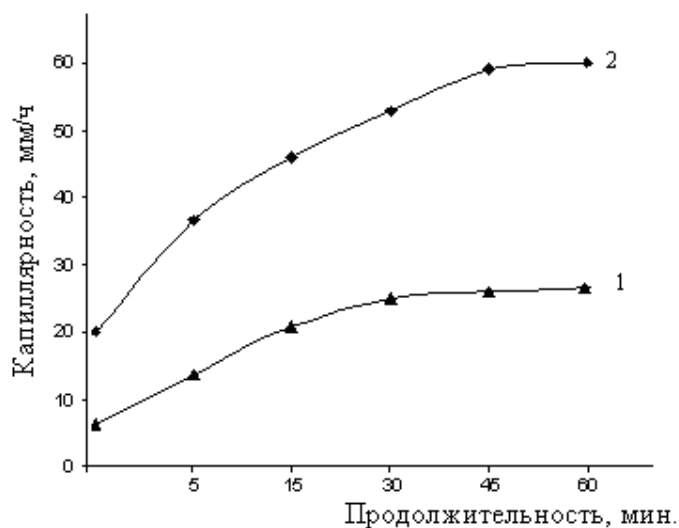


Рис. 2. Зависимость капиллярности хлопковых и ПЭ волокон от продолжительности процесса отварки

Из рис. 2. видно, что в образцах отваренных отдельно также наблюдается выше изложенное явление. Это можно объяснить следующим образом:

- Хлопковые волокна во время прядения обволакивают синтетические волокна в виде спирали, кроме того, за счет электростатических сил синтетические волокна отталкиваются друг от друга, что приводит к образованию искусственных пустот и таким образом капиллярности таких смесей имеют большие значения, чем чистые хлопковые материалы. В хлопковой пряже такие искусственные пустоты образуются значительно меньше.

- На процесс впитывания волокном жидкости существенное влияние оказывают адсорбция, силы электрического притяжения и т.д. В силу этого проникание пропитывающей жидкости вглубь капилляров, имеющих в волокнах, не может быть значительным. Для практических целей большое значение имеет проникание впитываемой жидкости в пространстве между волокнами или нитями текстильного материала [2, с.27].

Далее проводились исследования по изучению процесса отварки смесевых тканей (таблица).

Таблица

Влияние продолжительности процесса отварки на капиллярность
смесовых тканей

Продолжительность, мин	Капиллярность, мм/час			
	Образцы, хлопок/ПЭ, %			
	100/0	75/25 основа-55/45 уток-0/100	57/43 основа и уток -57/43	44/56 основа-55/45 уток-89/11
5	30	89	98	98
10	95	119	127	132
15	112	139	150	156
30	135	160	180	190
60	140	162	180	191

Из приведенных в таблице данных можно увидеть, что результаты отварки смесовых пряж повторяются и в случае отварки смесевой ткани, а именно капиллярность 100%-ной хлопчатобумажной ткани ниже значения капиллярности смесевых тканей. Но капиллярность смесевой ткани состоящего из 100%-ного полиэфирного волокна по основе и 55/45% (хлопок/ПЭ) по утку ниже по сравнению капиллярности ткани состоящей из смесевой пряжи по основе и утку.

Следовательно, максимальное значение капиллярности достигается, когда впитывание жидкости протекает и в свободных пространствах между волокнами и в капиллярах волокон.

Полученные результаты могут быть применены в процессах крашения смесовых тканей. То есть процесс колорирования состоит из четырех стадий, из них:

- первая - диффузия красителя в волокно;
- вторая - сорбция красителя к волокну.

За счет сокращения времени в эти две стадии появляется возможность интенсификации процесса колорирования текстильных материалов.

Литература

1. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов. – Том 1. Волокна, подготовка. – М.: Легпромбытиздат, 2000. – 545 с.
2. Капиллярные процессы в текстильных материалах. – М.: Легпромбытиздат, 1987. – 112 с.

ВЛИЯНИЕ ТИПА РАСТВОРИТЕЛЯ ХИТОЗАНА НА СОВМЕСТИМОСТЬ С ЛАТЕКСАМИ ПОЛИФТОРАЛКИЛАКРИЛАТОВ

*Л.В. Редина, Е.Ю. Гореславец, Д.В. Землянская, А.И. Чернухина,
Л.С. Гальбрайт*

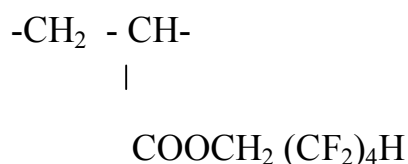
Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Латексы на основе полифторалкилакрилатов широко используются для придания волокнистым материалам пониженной смачиваемости (антиадгезионных или масло-, водоотталкивающих свойств) [1]. При обработке волокнистых материалов лиофобные частицы этих латексов, располагаясь на поверхности волокна, образуют защитный слой, снижающий поверхностную энергию субстрата. Следствием этого является уменьшение адгезии текстильных материалов по отношению к различным веществам, в том числе снижение смачиваемости и диффузии во внутренние слои волокна жидкостей различной химической природы, особенно с низким поверхностным натяжением.

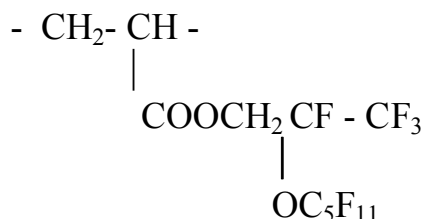
Применение латексов фторполимеров в виде композиций с различными функциональными добавками придает материалам, наряду с антиадгезионными, и другие специальные свойства. Так, использование в качестве добавки хитозана, обладающего антимикробными, антибактериальными и противовирусными свойствами [2], позволит создать композиции, сообщающие волокнистым материалам, наряду с антиадгезионными, и антимикробные свойства.

В данной работе для получения композиций были использованы латексы полифторалкилакрилатов различного строения:

- поли-1,1,5-тригидроперфторамилакрилат (латекс ЛФ-2):

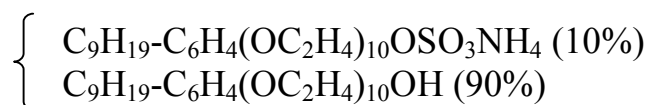


- поли 1,1-дигидроперфтор-2-трифторметил-2-пентоксиэтилакрилат (латекс ЛФМ-Н):



Латексы были получены методом эмульсионной полимеризации с использованием в качестве стабилизатора анионоактивного ПАВ С-10,

представляющего собой частично сульфированные гидроксиэтилпроизводные нонилфенола с числом оксиэтильных групп 10



Для получения растворов хитозана использовали два типа растворителя - водные растворы уксусной и олигоэтиленоксидсульфокислоты (ОСК).

Водный раствор ОСК получали в два этапа: сначала при взаимодействии глицидилового или аллилового эфиров олигоэтиленоксида (торговые названия лапрол-502 и лапрол-450) с гидросульфитом натрия был синтезирован олигоэфирсульфонат натрия, из которого путем ионного обмена на катионите КУ-2-8 была получена олигоэтиленсульфокислота. В зависимости от длины олигомерного радикала молекулярная масса ОСК изменяется в пределах 350-700.

Водные дисперсии латексов и композиции на их основе представляют собой коллоидные системы, свойства которых зависят от размера частиц, величины ζ -потенциала, поверхностного натяжения и т.д. Поэтому оценка их поведения может быть дана на основании изучения коллоидно-химических свойств композиций.

Размер частиц определяли методом светорассеяния, дзета-потенциал - методом макроэлектрофореза, поверхностное натяжение - методом отрыва кольца [3].

Таблица 1

Коллоидно-химические свойства исходных компонентов

Исходные компоненты	Средний радиус частиц, нм	ζ -потенциал, мВ	Поверхностное натяжение, мН/м
ЛФ-2	108	- 30	45
ЛФМ-Н	99	- 36	42
ХТЗ-ОСК	123	+63	48
ХТЗ-УК	>176	+54	58

Согласно представленным в табл. 1 данным, коллоидно-химические свойства латексов и растворов хитозана наиболее существенно отличаются по знаку и величине дзета-потенциала, что является условием для их взаимодействия при смешении.

Композиции получали путем смешения 1%-го латекса с рассчитанным объемом 1%-го раствора хитозана, так чтобы суммарное содержание компонентов в композиции оставалось постоянным, а соотношение изменялось.

За изменением состояния латексно-полисахаридной смеси наблюдали визуально. Было установлено, что при получении композиций в растворах обеих кислот происходит формирование дисперсий, находящихся в

различном состоянии: стабильная дисперсия - сенсibilизированная дисперсия - стабилизированная дисперсия. При этом переход от одного состояния к другому определяется типом использованной для растворения хитозана кислоты. Так, для уксусной кислоты переход от сенсibilизированной системы, когда образуется осадок белого цвета – флокулят, который редиспергируется при встряхивании, переход к стабилизированной системе происходит при содержании в композиции 5% хитозана.

В случае ОСК этот переход осуществляется при 10%-ном содержании полисахарида в композиции. Возможной причиной наблюдаемых явлений может быть образование нерастворимых комплексов хитозана с ПАВ, используемым для стабилизации латекса, как это было показано на примере взаимодействия хитозана с додецилсульфатом натрия [4].

При дальнейшем повышении содержания хитозана в композиции с латексом наблюдается образование однородной жидкости без выпадения осадка.

Таблица 2

Коллоидно-химические свойства композиций

Состав композиции, %	Средний радиус частиц, нм		ζ-потенциал, мВ		Поверхностное натяжение, мН/м	
	ЛФМ-Н: ХТЗ-УК	ЛФ-2: ХТЗ-ОСК	ЛФМ-Н: ХТЗ-УК	ЛФ-2: ХТЗ-ОСК	ЛФМ-Н: ХТЗ-УК	ЛФ-2: ХТЗ-ОСК
100:0	99	108	-36	- 30	42	45
99:1	194	-	+36	-	31	-
95:5	194	210	+36	+ 21	26	37
90:10	165	192	+72	+ 42	31	36
80:20	132	169	+72	+ 51	42	37
70:30	99	154	+72	+ 60	45	37
0:100	176	123	+54	+ 63	58	48

Как видно из данных табл. 2, в отличие от других показателей размер частиц в композициях изменяется не пропорционально увеличению содержания ХТЗ: он сначала увеличивается (при содержании ХТЗ-УК до 5%, ХТЗ-ОСК до 10%), а потом снижается.

Анализ визуальных наблюдений и коллоидно-химических свойств композиций позволяет представить следующий механизм взаимодействия частиц фторсодержащих латексов с хитозаном: при добавлении малых количеств полисахарида до 5% ХТЗ-УК и до 10% ХТЗ-ОСК в водную дисперсию фторсодержащего полимера происходит адсорбция хитозана на поверхности частиц и одновременное их связывание, приводящее к десорбции ПАВ в дисперсионную среду, уменьшению за счет этого поверхностного натяжения и увеличению размера частиц.

При дальнейшем повышении содержания хитозана сорбция молекул полисахарида на поверхности индивидуальных латексных частиц, приводящая к увеличению ζ-потенциала, уменьшает вероятность агрегации час-

тиц, приводя к их диспергированию и дополнительной стабилизации находящихся в дисперсионной среде молекулами ПАВ.

Литература

1. Горин М.С., Редина Л.В., Колоколкина Н.В. Эффективный способ получения нанодисперсий фторсодержащих полимеров для модификации поверхности химических волокон. // Химические волокна. - 2013. - №4. - С.15-18.

2. Хитозан - химические свойства, применение хитозана. – URL: <http://chitosan-fortex.ru/chitosan.html> (дата обращения: 20.04.2016)

3. Нейман Р.Э. Практикум по коллоидной химии. – М.: Высшая школа, 1972. - 176 с.

4. Вихорева Г.А., Бабак В.Г., Галич Е.Ф., Гальбрайт Л.С. // Высокомолекулярные соединения. Серия А. - 1997. - Т.39. - № 6. - С. 947.

ПРИДАНИЕ КОМПЛЕКСА ПРАКТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ ОБРАБОТКОЙ ВОДНО-ПОЛИМЕРНЫМ РАСТВОРОМ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ СЕРЕБРА: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА*

В.И. Родионов¹, К.И. Кобраков², Д.Н. Кузнецов², Е.Б. Каравеева²

¹ООО «Эдельхаус», Москва, Россия

²Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Одним из востребованных в последние годы направлений является получение текстильных материалов, обладающих биоцидными свойствами. Такие материалы используются для решения ряда важных задач: защита человека от неблагоприятных внешних биологических воздействий (белье, чулочно-носочные изделия, верхняя одежда для населения, обмундирование для служащих МЧС РФ, личного состава ВС РФ, работников АЭС и т.п.), одежда для медицинского персонала, постельное белье для медицинских учреждений, спортивная одежда и экипировка, элементы фильтрующих устройств и т.д. Обработка текстильных изделий препаратами содержащими наночастицы серебра позволяет получить материалы, не подвергающиеся действию плесневых грибов при длительном хранении или эксплуатации в условиях повышенной влажности и температуры [1-4].

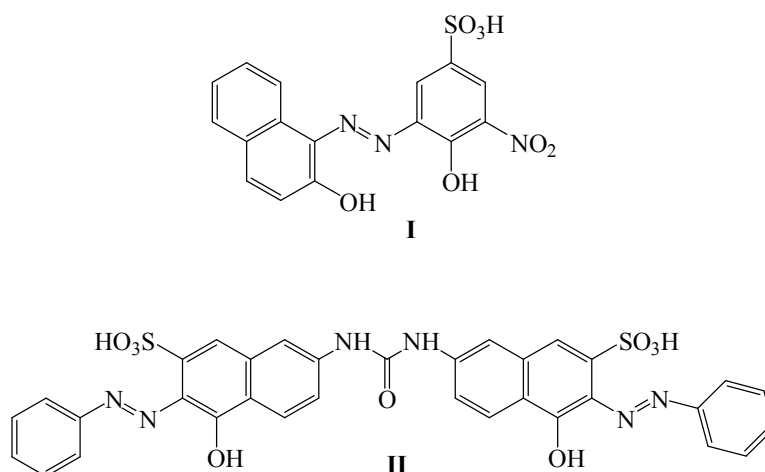
Установлено, что важнейшей проблемой создания биоцидных наномодифицированных материалов является проблема сохранения биоцидных свойств в процессе эксплуатации изделий, при многократных стирках и чистках.

* Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, задание № 4.143.2014/К.

В настоящем сообщении приводятся данные, полученные при исследовании влияния красителей, с помощью которых были окрашены образцы текстильных материалов из волокон различного строения на прочность закрепления наночастиц серебра на материале. К началу исследования было известно, что наличие в молекуле красителя хелатообразующих групп, способных связывать ионы и наноразмерные частицы серебра повышают эффективность процесса закрепления указанных частиц на волокне [5].

В ходе работы синтезированы серии кислотных и прямых красителей, содержащих эффективные хелатирующие группы, которые были изучены методом спектрофотометрического титрования в реакциях комплексообразования с ионами и наноразмерными частицами серебра.

По результатам проведенных исследований из испытанных серий были выбраны кислотный **I** и прямой **II** красители, показавшие наибольшую эффективность в качестве лигандов.



С использованием красителей **I** и **II** исследованы различные варианты обработки текстильных материалов водно-полимерным раствором наноразмерных частиц серебра: одновременно с процессом крашения, до и после процесса крашения.

При масштабировании разработанных методик в производственных условиях и разработке технологических режимов был сделан вывод, что выбор конкретного варианта обработки определяется особенностями базовой технологии по изготовлению той или иной продукции.

Разработанные технологические режимы с использованием подобранных промышленных красителей прошли опытно-промышленную апробацию на ряде предприятий отрасли: Брянский комвольный комбинат, Павло-Посадский комвольный комбинат, ООО “Заречье-сервис”, ООО “СаНова”, ООО “Ника-текстиль”, ООО “Эдельхаус”, ООО «SOLO», Вышневолоцкий трикотажный комбинат «Парижская коммуна», ООО «Родники».

Выпущенные на вышеуказанных предприятиях образцы тканей, трикотажных полотен, а также изделий прошли всесторонние испытания, а

также опытные носки.

Отличительными чертами разработанной технологии, являются:

- использование для получения целевых материалов штатного оборудования и технологических схем обработки материалов на отделочном производстве;

- возможность управления количеством наночастиц серебра, закрепленного на материале от 5-6 до 25-30 ppm, в зависимости от области применения целевого продукта;

- отсутствие серебра в сточных водах предприятия;

- прочность закрепления наночастиц серебра на материале, гарантирующая устойчивость биоцидных свойств после многократных (до 30-35) стирок.

Проведенные испытания изделий из материалов модифицированных наночастицами серебра показали, что они обладают кроме биозащитных, также и рядом других полезных свойств. Например, спортсмены использовавшие одежду из указанных материалов, отметили высокую комфортность изделий при носке, а также более быстрое восстановление после физических нагрузок. Указанная спортивная форма была использована при подготовке сборных России по боксу (XXX Летние Олимпийские игры, 2012 г.) и фигурному катанию (XXII Зимние Олимпийские игры, 2014 г.) и получила высокую оценку.

Установлено, также, что наномодифицирование частицами серебра заметно изменяет теплопроводные свойства текстильных материалов.

Литература

1. *Блиничева И.Б., Шарнина Л.В.* История и методология научного познания процессов текстильной химии. – Иваново, 2010, 273 с.

2. *Perelshtein I., Apderot G., Perkas N., Guibert G., Mikhailov S., Gedanken A.* Sonochemical coating of silver nanoparticles on textile fabrics (nylon, polyester and cotton) and their anti bacterial activity. // *Nanotechnology*. – 2008. – V.19. – P.1-6.

3. *Котельникова Н.Е., Лашкевич О.В., Панарин Е.Ф.* Способ получения серебросодержащих целлюлозных материалов. Патент 2256675 РФ. БИ. 2005. № 20. – С. 560.

4. *Tang B., Zhang M., Hou X., Li J., Sun L., Wang X.* Coloration of cotton fibers with anisotropic silver nanoparticles. // *Ind. Eng. Chem. Res.* – 2012. – 51 (39) – p. 12807-12813.

5. *Кобраков К.И., Родионов В.И., Ручкина А.Г., Станкевич Г.С., Цегельник О.А.* Исследование взаимодействия некоторых азокрасителей с ионами металлов и наноразмерными частицами оксидов металлов. // Тезисы докладов МНТК аспирантов и студентов «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности» (Прогресс-2012). – Иваново, 2012. – С. 103-104.

АНАЛИЗ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ РОВНИЦЫ, ПОДГОТОВЛЕННОЙ К ПРЯДЕНИЮ В КАТОЛИТЕ*

Ю.А. Собашко

Костромской государственной технологической университет, Россия

Ранее было показана возможность использования ЭХА растворов при обработке льняной ровницы для подготовки ее к прядению [1-3]. Предлагаемая технология позволяет отказаться от экологически вредных реагентов и существенно сократить энергозатраты на подготовку ровницы к прядению за счет сокращения времени обработки и снижения температуры растворов. Так же ранее экспериментально определены режимы получения католита и обработки в нем ровницы. Установлено, что католит теряет свою активность в процессе нагревания, а так же в результате взаимодействия с обрабатываемой льняной ровницей [4-8].

С целью совершенствования режимов обработки, проводились эксперименты над ровницей с линейной плотность. 754 Текс. Для обработки использовался католит с $pH=11,8$, полученный из предварительно нагретой до $60^{\circ}C$ воды. Температура раствора поддерживалась на требуемом уровне за счет обогревателя, входящего в состав установки. Катушки обрабатывались в емкости реактора по одной в течение 1, 2 и 3 часов. Порядок проведения экспериментов рандомизировался (табл.1).

Таблица 1

Рандомизированные номера вариантов проведения эксперимента

Состав ванны	Время обработки, час		
	1	2	3
Вода	2 вар	4 вар	1 вар
Католит $pH=11,8$	3 вар	6 вар	5 вар

Обработка заключалась в покачивании католита через слой намотки поочередно в двух направлениях из полости патрона к периферии намотки и наоборот. При этом каждые 15 минут обработки производились следующие действия:

1) Происходила смена направления потока, которая производилась путем переключения спаренного трехходового крана. Реверс потока осуществлялся вручную.

2) Контролировались изменение pH и температура раствора.

3) Происходила смена раствора на вновь приготовленный католит с $pH=11,8$.

В качестве контрольного варианта обработки использовалась водопроводная вода при тех же температурно-временных условиях. Получен-

* Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. П.Н. Рудовского.

ные образцы ровницы перерабатывались в пряжу на машине ПМ-88Л8. Основным параметром пряжи, определяющим ее сортность, является удельная разрывная нагрузка. Значения разрывной нагрузки и разрывного удлинения, полученные по результатам испытаний пряжи, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-механические показатели пряжи 100 текс

	1 вар	2 вар	3 вар	4 вар	5 вар	6 вар
Разрывная нагрузка, сН	1497	1277	1706	1324	1805	1738
Коэфф. Вариации	19	21,4	17,7	18,1	17,6	18,1
Разрывное удлинение, %	3,2	2,7	2,8	2,6	3,0	2,9
Коэфф. вариации	28,5	23	19,7	24,2	19,3	19,1

Требования к относительной разрывной нагрузке и коэффициенту вариации устанавливаются ГОСТ 10078-85 [9]. Учитывая линейную плотность выработанной пряжи (100 текс), можно утверждать, что пряжа, выработанная по вариантам 2 и 4 является не сортовой; вариант 1 соответствует второму сорту группы ОЛ; вариант 3 первому сорту группы СрЛ. Пряжа, вырабатываемая по варианту 6, соответствует первому сорту группы ВЛ, а по варианту 5 первому сорту группы СЛ.

Таким образом, по результатам переработки ровницы, подготовленной по предлагаемой технологии установлено, что подготовка ровницы к прядению в ЭХА растворах позволяет получать пряжу высокого качества.

Литература

1. Рудовский П.Н., Соркин А.П., Смирнова С.Г. Подготовка ровницы к прядению в реакторе для электрохимической активации воды. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2013. – № 3 (345). – С. 51-55.
2. Рудовский П.Н., Соркин А.П., Собашко Ю.А. Использование католита при подготовке льняной ровницы к прядению. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2014. – № 5. – С. 40-43.
3. Рудовский П.Н., Букалов Г.К., Собашко Ю.А., Сафаров Ф.М. Снижение экологической опасности технологического процесса подготовки льняной ровницы к прядению за счет использования эха растворов. // Вестник Таджикского технического университета. – 2015. – № 1 (29). – С.35-39.
4. Рудовский П.Н., Букалов Г.К. Использование ЭХА-растворов для снижения экологической опасности технологического процесса беления и подготовки льняной ровницы к прядению. // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2014. – № 2 (33). – С. 74-76.
5. Рудовский П.Н., Собашко Ю.А., Смирнова С.Г. Выбор времени обработки льняной ровницы в эха-растворах с учетом их релаксации. // Вестник

Костромского государственного технологического университета. – 2015. – № 1(34). – С. 17-19.

6. Рудовский П.Н. О перспективах использования электрохимически активированных растворов при подготовке льняной ровницы к прядению. / Материалы IV международной научно-практической конференции «Фундаментальная наука и технологии - перспективные разработки». Научно-исследовательский центр «Академический», 2014. –С. 164-168.

7. Рудовский П.Н., Букалов Г.К., Собашко Ю.А., Смирнова С.Г. Выбор технологии подготовки льняной ровницы к прядению с учетом необходимости снижения экологической нагрузки на окружающую среду / Материалы VI международной научно-практической конференции «Фундаментальная наука и технологии - перспективные разработки». н.-и. ц. «Академический». Изд-во: CreateSpace, – North Charleston, SC, USA. 2015,– С.106 – 116.

8. Собашко Ю.А. Совершенствование режимов обработки льняной ровницы в ЭХА растворах при подготовке ее к прядению / Сборник материалов XIX Международ. науч.-практ. Форума «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы» (SMARTEX-2016). – Иваново: ИВГПУ, 2016, Ч.2. – С. 92 - 94.

9. ГОСТ 10078-85. Пряжа из лубяных волокон и их смесей с химическими волокнами. Взамен ГОСТ 10078-74. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 27 с.

ПОЛУЧЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ОГНЕЗАЩИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЗОЛЬ ГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИИ

Б.Р. Таусарова, А.Ю. Стасенко

Алматинский технологический университет, Республика Казахстан

Проблема придания огнезащитных свойств текстильным материалам различной природы и назначения в последние годы приобретает все большую актуальность. Это обусловлено тем, что они являются серьезным источником опасности во время пожаров, легко воспламеняется, способствует распространению пламени и при горении выделяют большое количество дыма и газов. В различных странах широко проводятся исследования, направленные на повышение огнезащитных свойств как природных, так и синтетических волокон. В настоящее время в области текстильных материалов с огнезащитными свойствами достигнуты определенные успехи [1-2].

В настоящее время золь-гель технология бурно развивается и внедряется в производство получения огнестойких покрытий, волокон и других неорганических материалов[3-4]. Этот процесс происходит в следующие стадии: формирование золя путем гидролиза исходного материала и последующей реакции поликонденсации, процесс нанесения покрытия, затем сушка. Исследования, посвященные разработке получения огнезащит-

ных текстильных материалов с заданными свойствами, с применением золь гель технологии, а также изучению свойств, имеют большое научное и практическое значение.

Целью настоящего исследования является получение целлюлозных материалов с огнезащитными свойствами с применением золь гель метода. В качестве исходных соединений использовали водный раствор силиката натрия, тиомочевину, гипофосфит калия. Водный раствор силиката натрия плотностью 1,2 г/см³ смешивали с 0,5% (мас.) глицерина для повышения эластичности покрытия. При проведении исследований главным является выбор продолжительности и температуры пропитки ткани составами разных концентраций исходных реагентов. Термообработку проводили при 50°C, 60°C и 75°C. При разной концентрации и условий фиксации наиболее эффективным является время обработки 15 минут. Результаты исследования влияния температуры термообработки и концентрации рабочего раствора представлены в табл. 1.

Таблица 1

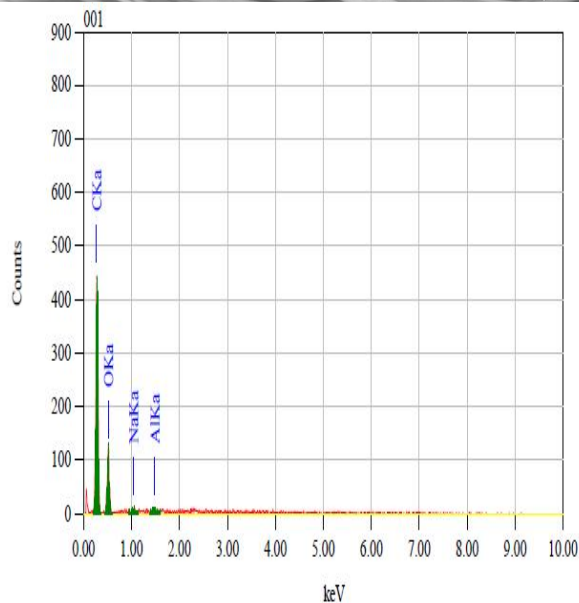
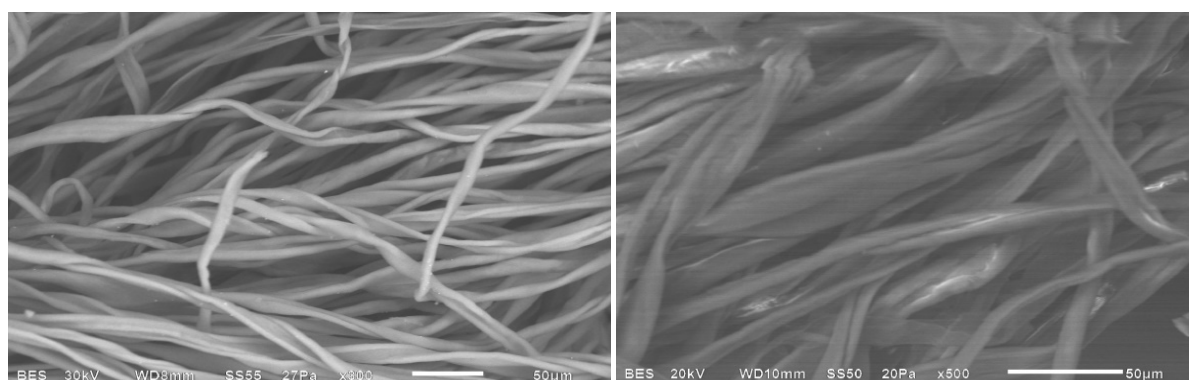
Результаты исследования образцов, пропитанных огнезащитным составом

Содержание веществ, г		Время тления, сек			Длина обугленного участка, мм			Разрывная нагрузка, Н		
CS(NH ₂) ₂	Na ₂ HPO ₄	Температура термообработки, °C								
		50	60	75	50	60	75	50	60	75
Исходный образец		60	60	60	220	220	220	345	345	345
4	17	10	12	10	152	150	152	320	318	315
4	19	6.5	8	9	149	150	151	325	321	318
4	22	46	46	47	145	147	146	318	318	315
6	25	0	2	2	124	125	124	335	332	330
8	25	0	0	0	102	102	103	335	333	330

Как видно табл. 1, обработанные огнезащитным составом образцы по сравнению с исходной тканью обладают показателями огнезащитных свойств. При содержании в огнезащитном составе водного раствора силиката натрия в соотношении 1:3, тиомочевины 8 г. и натрия гидрофосфата 25 г. при испытании наблюдается отсутствие тления (самостоятельного горения) и уменьшение длины обугленного участка. Необработанная хлопчатобумажная ткань размером 220x170 мм при испытании на воспламеняемость при времени зажигания 15с полностью сгорает за 60 секунд. У образцов, обработанных огнезащитным составом, так же размером 220x170 мм при времени зажигания 15 с время тления практически сводится к 0 при температуре обработки 75оС. В результате данного испытания на воспламеняемость все образцы, кроме одного, содержание тиомочевины в котором 4 г. и гидрофосфата натрия 17 г., классифицируются как трудновос-

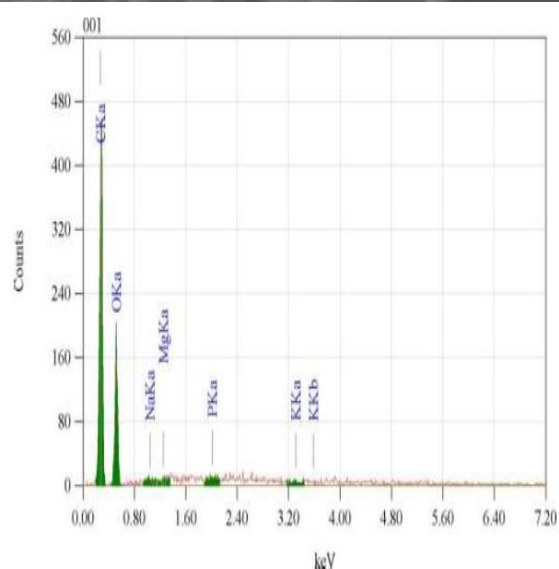
пламеняемые. Образец, не прошедший проверку, классифицируется, как легко воспламеняемый. Прочность ткани при растяжении — один из важнейших показателей, характеризующих ее качество.

Из табл.1 видно, что при температурах 50°C и 60°C, потеря прочности менее значительна, чем при 75°C. Влияние температуры термообработки показывает, что с увеличением температуры термообработки выше 50°C разрывная нагрузка уменьшается. В данном случае разрывная нагрузка обработанной ткани по сравнению с исходным материалом уменьшилась с 345 Н до 315 Н. Электронно-микроскопические снимки подтверждают образование тонкой полимерной пленки на поверхности волокна (рис.1).



ZAF Method Standardless Quantitative Analysis						
Fitting Coefficient : 0.5162						
Element	(keV)	Mass%	Error%	Atom%	Compound	Mass% Cation
C K	0.277	68.30	0.17	74.35		81.1346
O K	0.525	30.84	0.78	25.20		17.7846
Na K*	1.041	0.47	0.43	0.27		0.5795
Al K*	1.486	0.38	0.51	0.18		0.5013
Total		100.00		100.00		

а



ZAF Method Standardless Quantitative Analysis						
Fitting Coefficient : 0.4653						
Element	(keV)	Mass%	Error%	Atom%	Compound	Mass% Cation
C K	0.277	57.83	0.12	64.76		81.8259
O K	0.525	41.88	0.58	35.15		17.8443
Na K*	1.041	0.02	0.19	0.01		0.0339
Mg K*	1.253	0.07	0.14	0.04		0.0965
P K*	2.013	0.04	0.13	0.02		0.0837
K K*	3.312	0.05	0.18	0.02		0.1157
Total		100.00		100.00		

б

Рис. 1. Электронно-микроскопические снимки хлопчатобумажной ткани: а - необработанной ткани; б - ткани, обработанной огнезащитной композицией

Согласно СЗМ снимкам образцы необработанной и обработанной ткани, отличаются наличием в составе элементов различных веществ.

Разработана новая огнезащитная композиция на основе жидкого натриевого стекла, гидрофосфата натрия и тиомочевины, показано, что у образцов, обработанных новой композицией, по сравнению с необработанной тканью, показатели огнестойкости намного улучшаются.

Литература

1. *Shuyu Liang, N. Matthias Neisius, Sabyasachi Gaan.* Recent developments in flame retardant polymeric coatings. // *Progress in Organic Coatings.* – 2013. – V76. – P. 1642–1665.

2. *Таусарова Б.Р., Кутжанова А.Ж., Абдрахманова Г.С.* Снижение горючести текстильных материалов: достижения и перспективы. // *Химический журнал Казахстана.* – 2015. – №1 (49). – С. 287-303.

3. *Jenny Alongi, Mihaela Ciobanu, Giulio Malucelli.* Novel flame retardant finishing systems for cotton fabrics based on phosphorus-containing compounds and silica derived from sol–gel processes. // *Carbohydrate Polymers* 85 (2011), P. 599–608.

4. *Colleoni C., Donelli I., Freddi G., Guido E., Migani V., Rosace G.* A novel sol-gel multi-layer approach for cotton fabric finishing by tetraethoxysilane precursor. // *J- Surface & Coatings Technology* 235 (2013). – P. 192–203.

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Б.Р. Таусарова, С.М. Рахимова, Ж.Е. Шаихова, Б. Биекенов
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан

В развитии современных нанотехнологий значительную роль играют исследования наночастиц металлов. Это обусловлено, прежде всего, широким спектром возможностей их практического применения, в которых используются специфические свойства как самих наночастиц, так и модифицированных ими материалов. Одним из путей решения этой задачи является получение материалов, содержащих наночастицы меди, они обладают высокой активностью в отношении всех биологических объектов, начиная от вирусных частиц и заканчивая организмом человека. В современных условиях активно развиваются исследования по совершенствованию приемов модификации целлюлозных волокон для создания широкого ассортимента новых высококачественных материалов с биоцидными свойствами[1-4].

Целью настоящей работы является синтез наночастиц меди в присутствии аскорбиновой кислоты, определение оптимальных условий син-

теза и параметров модификации целлюлозных материалов для придания им антимикробных свойств. Все больший интерес приобретает изучение бактерицидных свойств наночастиц меди. Также существенное значение имеет, и форма наночастиц. Наночастицы меди размерами до 10 нм способны не только адсорбироваться на клеточной мембране, но и проникать внутрь бактерии.

Синтез наночастиц меди проводился путем восстановления водного раствора сульфата меди. В качестве восстановителя использовали аскорбиновую кислоту. Композиционные составы на основе НЧ меди, используемые для модификации целлюлозного текстильного материала на основе НЧ меди представлены в табл. 1.

Таблица 1

Композиционные составы на основе НЧ меди

Вещество	Концентрация, г/л			
	порядковый номер образца			
	I	II	III	IV
ПВС	0,002	0,03	0,5	0,1
CuSO ₄	0,005	0,02	0,2	0,3
C ₆ H ₈ O ₆	0,02	0,01	0,3	0,2
H ₂ O	100 мл	100 мл	100 мл	100 мл

Образцы целлюлозных материалов (4 шт.) размером 100×100 мм подвергались пропитке свежеприготовленным раствором выбранной концентрации в течение 10 минут, затем их высушивали при комнатной температуре.

Строение и размер продукта зависят от условий реакции и концентрации сульфата меди. С целью измерения размера наночастиц и изучения их агрегативной устойчивости, нами были проведены исследования методом электронно-сканирующей микроскопии JSM-6510LA. Этот метод позволяет получить данные о распределении частиц по размерам и формам, а также дает представление о расположении наночастиц на модифицированном образце.

Как показали исследования, образующиеся наночастицы стабильны, не осаждаются, имеют преимущественно сферическую форму, диаметром 35-131 нм. На сканирующих электронных микрофотографиях видно, что на образцах присутствуют как мелкие частицы, так и крупные (рис.1.). Во многих случаях мелкие частицы образовывали скопления или агломераты.

Исследования, проведенные методом электронно-сканирующей микроскопии, подтвердили наличие наноразмерных частиц в структуре материала. Распределение частиц на поверхности не являлось равномерным. С увеличением концентрации меди на поверхности обработанной ткани количество адсорбированных наночастиц возрастает.

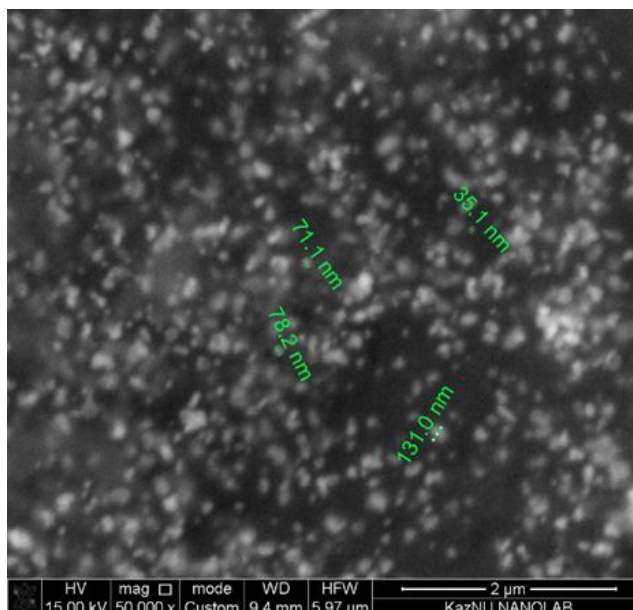


Рис. 1. НЧ меди, концентрация CuSO_4 –0,02г/л

Нами было проведено исследование на выявление антибактериальных свойств НЧ меди.

Для данного исследования хлопчатобумажную ткань обработали полученными растворами наночастиц меди. Высевы снимали с обработанных и контрольного необработанного образцов. Выбранные для посева разведения вносят по 1 мл в стерильные чашки Петри с расплавленным при 45-500 МПА, после чего их перемешивают. Среде дают застыть, посева выращивают в течение трех суток при 37°C, после чего подсчитывают число выросших колоний (КОЕ), если таковые имеются. Определяют общее количество бактерий в 1 г.

Результаты показали, что в контрольном образце необработанной целлюлозной ткани наблюдался значительный рост бактерий (табл.2).

Таблица 2

Результаты микробиологического анализа

№ композиции	Микробиологические показатели КМАФАнМ, КОЕ/г
Необработанный образец	Рост по всей поверхности ткани
I	21
II	17
III	2
IV	Не обнаружено

На поверхности необработанной ткани (25 см²) содержится более 10000 клеток (рис.2). На обработанных НЧ меди тканях наблюдается угнетение роста бактерий. Наиболее эффективным композиционным составом оказался состав IV.

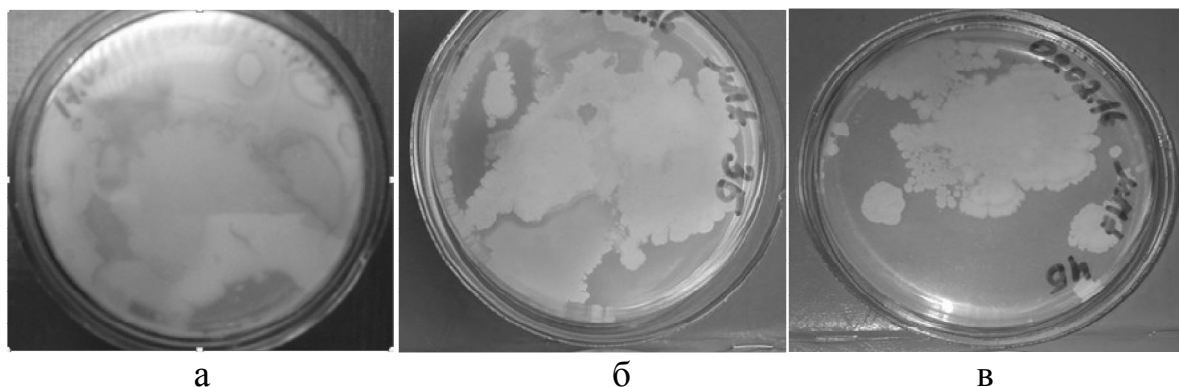


Рис. 2. Результаты высева бактерий а) контрольный образец; б) концентрация сульфата меди 0,005г/л; в – концентрация сульфата меди 0,02г/л

Разработаны оптимальные условия синтеза наночастиц меди и обработки целлюлозных материалов.

Установлено, что модификация целлюлозных материалов подобранным составом придает антимикробные свойства обработанной ткани.

Литература

1. *Mary Grace, M., Navin Chand, Sunil Kumar Bajpai.* Copper Alginate-Cotton Cellulose (CACC) Fibers with Excellent Antibacterial Properties. // *Journal of Engineered Fibers and Fabrics.* – 2009. – V. 4. – P.24-35.

2. *Hossam E. Emam, Avinash P. Manian, Barbora Široká, Heinz Duelli, Petra Merschak, Bernhard Redl, Thomas Bechtold.* Copper (I) oxide surface modified cellulose fibers—Synthesis, characterization and antimicrobial properties. // *Surface & Coatings Technology.* – 2014. – 254. – P.344–351.

3. *Rakhimova S.M., Vig A., Taussarova B.R., Kutzhanova A. Zh.* The use of nanosized metal oxides for antimicrobial finish of cotton fabric. *Proceedings of higher education institutions. // Textile industry technology.* – 2015. – № 3. – (357). – P. 202-205.

4. *Burkitbay A, Taussarova B.R., Kutzhanova A.Z., Rakhimova S.M.* Development of a Polymeric Composition for Antimicrobial Finish of Cotton Fabrics. // *Fibers & Textiles in Eastern Europe.* – 2014. – Vol. 22. – No. 2(104). – P.96-101.

ПЛАЗМЕННАЯ МОДИФИКАЦИЯ СТЕКЛОВОЛОКОН И МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ

Ю.А. Тимошина

**Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Россия**

В настоящее время рост производства стекловолокна и волокнистых материалов на его основе объясняется их многофункциональностью и широким применением в различных отраслях промышленности: в авиакосмической технике, в транспортном машиностроении, в судостроении, в элект-

тро- и вычислительной технике, в строительстве и др. В наибольших объемах стекловолокно используется в производстве композиционных изоляционных материалов, которые обеспечивают защиту при длительном воздействии высоких температур и вибрации в течение всего срока эксплуатации.

Однако, в технологическом процессе производства стекловолокнистых материалов неотъемлемой частью является нанесение технических замазливателей и аппретов на волокно, что может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на некоторые свойства получаемых материалов. Замазливатели различных типов используются для исключения слипания, растрескивания и спутывания волокон во время их производства, намотки и транспортировки. Но вместе с этим использование замазливателей приводит к повышению инертности поверхности волокнистых материалов, что оказывает негативное влияние на адгезионную прочность производимых композиционных материалов на основе стекловолокна. Поэтому существует необходимость активации поверхности стекловолокон и удаление лишних составляющих замазливателя с их поверхности для повышения адгезионной способности волокон к полимерным матрицам.

Перспективным методом для модификации текстильных волокон и материалов различной структуры является применение плазменной обработки высокочастотными (ВЧ) разрядами. Плазменная модификация позволяет эффективно изменять поверхностные, физические и механические свойства волокнистых материалов. Кроме того, плазменная технология относится к экологически чистым процессам, и требуют вложения лишь единичных инвестиций. В результате подобной обработки наблюдается изменение физических свойств материалов, изменение химического состава и структуры поверхностного слоя волокнистых материалов.

Для установления закономерностей воздействия ВЧ плазмы на образцы стекловолокон, их обработка проводилась при изменении входных параметров установки в следующих пределах: мощность разряда – от 1,0 до 2,0 кВт, время обработки – от 60 до 360 секунд. Из ранее проведенных исследований следует, что для ВЧ плазменной обработки капиллярно-пористых и волокнистых материалов оптимальное значение давления в рабочей камере составляет 26,6 Па, расход плазмообразующего газа – 0,04 г/с. С целью повышения показателей смачиваемости стекловолокнистых материалов при их обработке плазмой ВЧЕ разряда в качестве плазмообразующего газа применяли аргон.

Степень смачиваемости поверхности стекловолокон оценивалась определением краевого угла смачивания, а также временем растекания капли по поверхности материала. Поиск режима плазменной модификации, после обработки в котором наблюдается достижение наименьших значений краевого угла смачивания и времени растекания капли, осуществлялся

варьированием мощности разряда и продолжительности плазменной модификации.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что наименьшее значение краевого угла смачивания поверхности модифицируемого волокнистого материала достигается при мощности разряда плазменной модификации 1,4 кВт и времени обработки 240 с. При обработке волокон в данном режиме значение краевого угла смачивания уменьшилось в 2,9 раза по сравнению с исходными образцами и составило 36° , а время растекания капли по поверхности материала сократилось в 8 раз.

При данных параметрах плазменной обработки обеспечивается необходимая энергия ионов, что позволяет ионам плазмообразующего газа внедряться в приповерхностную область модифицируемых образцов, что приводит к изменению поверхностных свойств стекловолокон, что позволяет обеспечить максимальную энергию и интенсивность ионного потока, необходимую для модификации, но не приводящую к деструктивным процессам.

Изменение в результате плазменной обработки показателей смачиваемости стекловолокон могут быть обусловлены как физическими изменениями в объеме волокнистых материалов, так и химическими процессами, проходящими в поверхностных слоях волокнообразующих веществ. В ходе обработки стекловолокон потоком плазмы ВЧЕ разряда пониженного давления происходит распыление и удаление с поверхности волокон компонентов технических замазочных веществ, что приводит к повышению показателей смачиваемости стекловолокон. Повышение показателей смачиваемости волокон соответствует улучшению условий взаимодействия жидкой среды с модифицированным материалом, а, следовательно, приводит к увеличению адгезионных свойств волокнистых материалов, что позволяет получить на их основе композиционные материалы с повышенной прочностью.

ИЗУЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ U.P.T. ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Р.Н. Фазуллина, А.В. Куницин, И.В. Красина

**Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Россия**

Рабочая и корпоративная одежда подвергается промышленным загрязнениям, механическим воздействиям, контакту с водой, бензином и т.д. Следовательно, одежда должна быть долговечной в носке, то есть не рваться и не истираться, а также препятствовать попаданию на кожу человека. Поскольку риск загрязнения одежды на производстве чрезвычайно высок, ткань должна быть устойчивой к многочисленным стиркам, уход за

одеждой — легким и экономичным. Высокая физическая активность требует повышенной гигиеничности одежды [1].

Придать заданные свойства изделиям легкой промышленности возможно несколькими путями: изменив конструкцию изделия, применив новое оборудование, технологии обработки деталей, путем создания новых текстильных, нетканых и искусственных материалов или модификация поверхности материала [2]. Среди многообразия методов эффективным современным инструментарием для решения указанной проблемы является модификация поверхности текстильных материалов. Считается, что основными факторами, вызывающими модификацию свойств полимерного материала, являются химическая модификация [3].

Химическая модификация ответственна за направленное изменение надмолекулярного строения, формы и внешней поверхности нитей (с изменением химического состава). Часто химической модификации целесообразно подвергать не полимерный материал, а готовое изделие. В этом случае изменяются не объемные свойства материала, например, механические, а поверхностные, что приводит к улучшению целого ряда эксплуатационных свойств изделий. Этот способ модификации поверхности изделий из полимеров, заключается в нанесении тонких слоев полимера, обладающего комплексом требуемых свойств [4].

Актуальностью работы является исследование возможности применения современной химической обработки для повышения водо- и маслосталкивающих свойств текстильных материалов. В качестве объектов исследования были выбраны три вида ткани: 100% хлопок; ткань в составе 80% хлопка и 20% полиэфира и 53% хлопка и 47% полиэфира.

В целях повышения гидрофобности и олеофобности текстильных материалов была проведена обработка текстильных материалов полимерным *аэрозолем* (U.P.T. технологий). Результаты изменения смачиваемости текстильных материалов до и после обработки, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исследование смачиваемости текстильных материалов до и после модификации

№	Образцы	Состав ткани	Смачиваемость до обработки, сек		Смачиваемость после обработки, сек	
			Вода	Масло	Вода	Масло
1	арт. 10408	100%х/б	1	1,5	Более 1800	Более 1800
2	арт. С-99/2	80х/б-20%ПЭ	25	38	Более 1800	Более 1200
3	арт. С-182-ЮГ	53х/б-47%ПЭ	29	43	Более 1800	Более 1800

Как видно из представленной таблицы, после обработки полимерным аэрозолем время смачиваемости текстильных материалов увеличивается

ется. Это показывает, что поверхность становится гидрофобным. Скорее всего, обработка создает тонкую невидимую защитную пленку на поверхности материалов и защищает его от намокания. Исследование показало, что жидкость попадая на обработанную поверхность, собирается в невпитываемые крупные капли и легко стирается салфеткой, а контрольные образцы ткани со временем впитываются.

Краевой угол смачивания текстильных материалов, лежащей каплей, результаты образца арт. С-99/2 представлены на рис. 1.

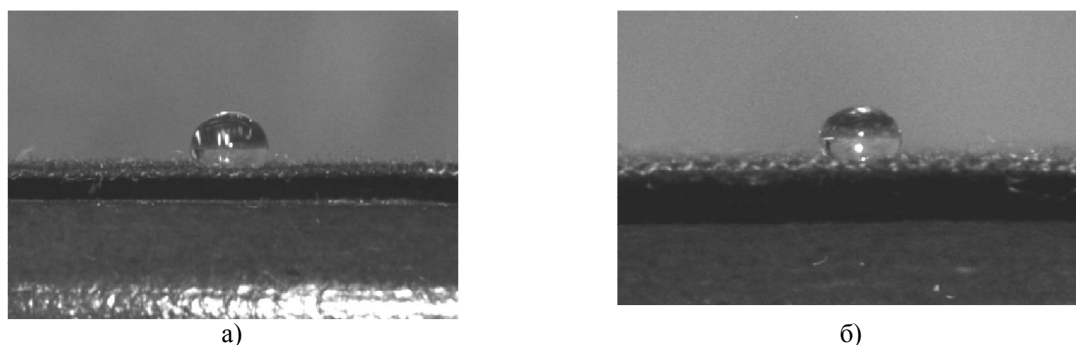


Рис. 1. Определение краевого угла смачивания водой поверхности ткани арт. С-99/2 (x3): а) масло, б) вода

Краевой угол смачивания модифицированных текстильных материалов при контакте с маслом у арт. 10408 составил 50° , у арт. С-99/2 - 47° и у арт. С-182-ЮГ - 48° , а при контакте с водой 55° , 50° и 45° соответственно. У контрольных образцов капля растекается за короткий период времени и краевой угол смачивания не определяется.

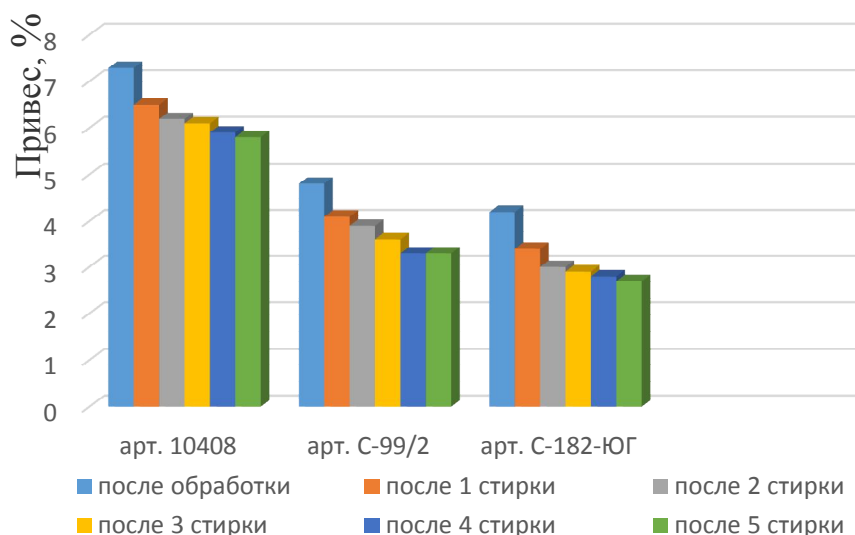


Рис. 2. Влияние циклов стирки на изменение показателя привеса, исследуемых образцов: арт. 10408, арт. С-99/2, арт. С-182-ЮГ

Использование в качестве модификации поверхности материалов полимерного аэрозоля приводит к гидрофобизации и олеофобизации по-

верхности, за счет образования тонкой пленки на поверхности текстильных материалов.

Для текстильных материалов, пропитанных различными составами, актуальной проблемой остается закрепление раствора на поверхности материалов. В процессе эксплуатации и многократных стирок происходит вымывание основного состава вещества с поверхности материала, что приводит к потере необходимых свойств.

Для определения закрепления У.Р.Т. обработки на поверхности текстильных материалов проводили стирку согласно *ГОСТР ИСО 6330-99*.

Исследования закрепления У.Р.Т. обработки на поверхности текстильных материалов показали, что при первом цикле стирки с поверхности материала смывается всего 1% основного вещества. А при последующих стирках вымывается 0,4-0,3% полимерного аэрозоля.

После проведения стирки, проверяли изменение смачиваемости образцов. Результаты исследования показали, что у обработанных образцов после стирки время смачиваемости не изменяется. Это показывает, что основной состав полимерного аэрозоля хорошо закрепляется на поверхности и сохраняет гидрофобные свойства текстильных материалов.

Исследование текстильных материалов из натуральных и синтетических волокон показало, что модификация образцов за счет современной У.Р.Т. обработки приводит к существенному улучшению гидрофобных и олеофобных свойств. Полимерный аэрозоль хорошо закрепляется на поверхности текстильных материалов, что позволяет сохранить заданные свойства в процессе эксплуатации и многократных стирок.

Преимуществом обработки полимерным аэрозолем является простота технологий пропитки образцов, эффективность закрепления полимера, который не требует дополнительных обработок.

Модифицированные текстильные материалы У.Р.Т. технологиями могут использоваться для различного предназначения: несмачиваемая верхняя одежда (куртки, плащи), специальная одежда, одежда и форма для отдыха (палаты, одежда рыбаков) и для других текстильных материалов технического назначения.

Литература

1. Лагунова В.В., Константинов Е.И. Выбор показателей качества тканей для пошива специальной одежды. // Газовая промышленность. – 2009. – № 12. – С. 69-70.

2. Николаенко Г.Р., Минлебаев Н.И. Обзор существующих гидрофобизирующих материалов, используемых в легкой промышленности. // Вестник казанского технологического университета. – 2015. – Т.18. – №17. – С. 165-168.

3. Мамардашвили Н.Ж., Иванова Ю.Б., Шейнин В.Б., Голубчиков О.А., Березин Б.Д. Влияние химических модификаций на физико-

химические свойства. // Журнал общей химии. – 2001. – Т.71. – № 5. – С.850-855.

4. Родичева М.В., Абрамов А.В., Чеканова Е.А., Гнеушева Е.М. Проектирование специальной влагозащитной одежды для работников автосервиса. // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2008. – № 4-4. – С. 48-52.

АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ШЕРСТЯНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОКРАШЕННЫХ ПРЯМЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

Г.И. Хазанов, М.А. Апарушкина

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Представленная работа является продолжением исследований, направленных на изучение особенностей строения препаратов и красителей для антимикробной отделки текстильных материалов. Нами изучалось влияние гидрофобных ароматических радикалов, входящих в систему сопряженных двойных связей молекул прямых красителей на биоцидные свойства окрашенных образцов. При проведении исследований учитывалось, что согласно литературным данным [1] гидрофобные радикалы способны ингибировать в гомогенных условиях активность многих протеолитических ферментов микроорганизмов.

Ранее было установлено [2], что шерстяная ткань, окрашенная кислотными красителями, грибостойкости не проявляла. Полученный результат может быть связан с небольшими количествами кислотных красителей. Поэтому, были изучены свойства образцов, окрашенных прямыми красителями. Эксперимент проводился на образцах чистощерстяной ткани. Крашение осуществлялось по стандартной методике. Во всех случаях красители использовались в количестве 3% от массы ткани. Антимикробная активность текстильных материалов оценивалась по величине грибостойкости окрашенных образцов согласно ГОСТ 9.802-84. Результаты эксперимента приведены в таблице.

Таблица

Грибостойкость шерстяной ткани, окрашенной прямыми красителями

№ п/п	Наименование красителей	Грибостойкость, балл	
		крашение	Пропитки
1	Прямой ярко-оранжевый	3	0
2	Прямой алый	3	0
3	Прямой красный 2С	3	0
4	Бриллиантовый желтый	4	0
5	Хризофенин	4	0
6	Кислотный желтый для валки	4	0

Как следует из таблицы, шерстяная ткань, окрашенная прямыми красителями, грибостойкости не проявляла. Таким образом, размеры молекул красителей не влияют на биостойкость окрашенных образцов. Гидрофобные ароматические радикалы, входящие в систему сопряженных двойных связей красителей, не влияют на грибостойкость чистошерстяной ткани.

Полученные результаты до некоторой степени противоречат литературным данным [1], согласно которым ряд протеолитических ферментов ингибируется химическими соединениями, содержащими в своем составе гидрофобные радикалы. Поэтому, образцы шерстяной ткани пропитывались 1%-ными растворами красителей, отжимались до 100%-ной остаточной влажности и сушились. Промывка в этом случае отсутствовала. Полученные таким способом образцы использовались для определения грибостойкости текстильного материала.

Как следует из таблицы, шерстяная ткань в результате пропитки приобретала грибостойкость 0 баллов. Следовательно, биостойкость шерстяной ткани зависит от способа нанесения препарата и характера его распределения на волокне.

На основании полученных результатов можно сделать выводы:

1. Гидрофобные радикалы, входящие в состав сопряженных двойных связей молекул красителей, не влияют на грибостойкость окрашенных образцов.

2. Размеры молекул красителей не оказывают влияние на биостойкость текстильного материала.

3. Для антимикробной отделки ткани могут быть использованы прямые красители в случае их нанесения на материал путем пропитки.

Литература

1. Антонов В.К. Химия протеолиза. – М.: Наука, 1983. – 367 с.
2. Хазанов Г.И., Курин В.И., Османов З.Н. Защита текстильных материалов от биоразрушения под действием микроорганизмов. Деп. в ВИНТИ №375-В2013, 19.12.13.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСПЕРСНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРИДАНИЯ АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ ТКАНЯМ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

Г.И. Хазанов, М.А. Апарушкина

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

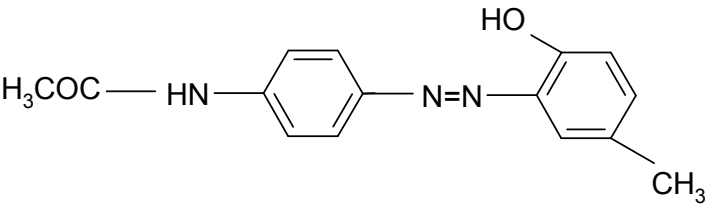
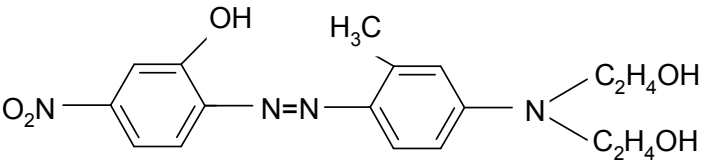
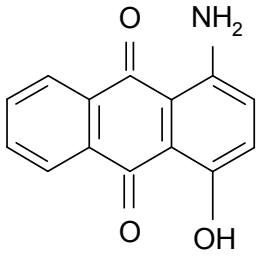
В процессе эксплуатации текстильные материалы разрушаются под действием микроорганизмов. В первую очередь при этом страдают ткани из натуральных волокон. Однако и синтетические волокна подвергаются биоразрушению.

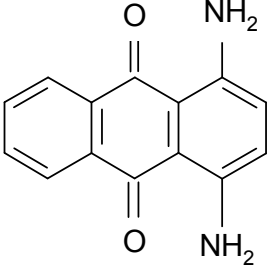
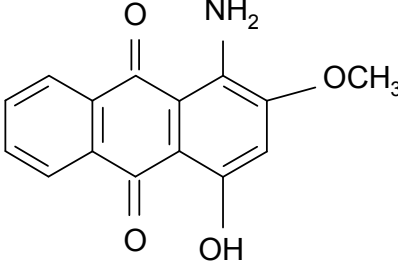
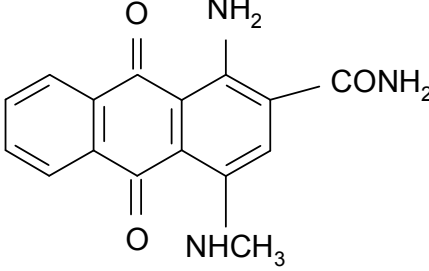
Актуальность данной проблемы состоит в том, что постоянно создаются новые синтетические волокна, которые по своим свойствам все в большей степени приближаются к натуральным. Это делает их более восприимчивыми к разрушающему действию микроорганизмов.

На производстве крашение текстильных материалов из синтетических волокон осуществляется дисперсными красителями, которые являются производными известных биоцидов: фенола, антрахинона. Поэтому нами изучалась принципиальная возможность применения дисперсных красителей для антимикробной отделки изделий из синтетических волокон.

При проведении исследований также учитывалось, что дисперсные красители содержат в своем составе гидрофобные ароматические радикалы и хелетообразующие группы, способные ингибировать активность ферментов микроорганизмов. В данном случае применялись антрахиноновые и азокрасители. Эксперимент проводился на образцах капроновой ткани. Крашение осуществлялось по стандартной методике для полиамидных волокнистых материалов. Красители брались в количестве 3% от массы ткани. Грибостойкость текстильного материала определялась согласно ГОСТ 9.802-84. Результаты эксперимента приведены в таблице.

Таблица

№ п/п	Концентрация красителя, %	Наименование и формула красителя	Грибостойкость, балл
1	3	<p>Дисперсный желтый 3</p> 	0
2	3	<p>Дисперсный рубиновый С</p> 	0
3	3	<p>Дисперсный красный 2С</p> 	0

4	3	<p>Дисперсный фиолетовый К</p> 	0
5	3	<p>Дисперсный розовый Ж</p> 	0
6	3	<p>Дисперсный синий З</p> 	0
7	0	Исходная капроновая ткань	3

Как следует из таблицы, ткань, окрашенная дисперсными красителями, приобретала грибостойкость 0 баллов, что указывает на принципиальную возможность их применения для антимикробной отделки материалов из синтетических волокон.

ОСОБЕННОСТИ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО НАГРЕВА ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ТКАНЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОЦЕССА МЕРСЕРИЗАЦИИ

О.Г. Циркина¹, А.Л. Никифоров²

¹ Ивановский государственный политехнический университет, Россия

² Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

При анализе энергетических показателей процессов отделочного производства, в которых возможно применение высокочастотного нагрева, особое внимание необходимо уделять подбору состава технологического раствора и концентрации его компонентов. Вследствие того, что диэлек-

трический нагрев волокнистого материала осуществляется не за счет внешнего теплоносителя, а в результате генерации ВЧ-поля в тепловую энергию внутри самого объекта обработки, необоснованное включение в состав пропиточной ванны какого-либо полярного вещества может резко исказить картину распределения напряженности электромагнитного поля в материале. Это негативно скажется на равномерности обработки и качестве готовой продукции. Результатом этого может также явиться недостаточно полное использование мощности источника питания (ВЧ-генератора), то есть уменьшение его КПД и увеличение энергозатрат на производство единицы продукции. Также необходимо учитывать возможность возникновения электрического пробоя материала и выхода высокочастотного оборудования из строя.

Технологическая цепочка облагораживания текстильных материалов, содержащих природную целлюлозу, начинается с процессов подготовки, включающей отварку, беление и мерсеризацию. Качество проведения данных операций в значительной мере определяет и качество готовой продукции. С точки зрения ВЧ/СВЧ-электротермии хлопчатобумажные ткани, пропитанные растворами щелочей и белящих агентов, относятся к материалам, эффективно нагреваемым в электромагнитных полях [1].

К настоящему времени разработаны эффективные высокотемпературные процессы мерсеризации – «горячая» мерсеризация, а также технологии, позволяющие совместить мерсеризацию и отварку хлопчатобумажных тканей [2]. Однако такой режим подготовки тканей требует совершенствования метода нагрева.

Высокочастотная обработка на этапе мерсеризации, наряду с высокими скоростями, может обеспечить более равномерный, чем обработка в среде водяного пара, нагрев материала, а, следовательно, и равномерное распределение щелочного агента во внутренней структуре волокна. Это, в свою очередь, служит гарантией однородной модификации структуры и свойств обрабатываемой ткани.

С учетом сказанного, представляет интерес экспериментальное определение и расчёт диэлектрических характеристик ($\text{tg}\delta$ и ϵ) хлопчатобумажных и смесовых тканей в зависимости от изменения частоты внешнего электромагнитного поля, влажности текстильного материала и концентрации щелочи в мерсеризационном растворе.

В качестве объекта исследования использовали расшлихтованную хлопчатобумажную ткань «диагональ». Полученные частотные зависимости диэлектрических потерь сухих образцов, прошедших мерсеризацию по традиционной технологии, показывают, что спектр имеет характерный пик на $f = 4,3$ МГц, который свидетельствует о максимальном значении величины диэлектрических потерь на данной частоте.

Величины $\text{tg}\delta$ мерсеризованной ткани на промышленно разрешенных частотах 27,12 и 40,68 МГц превышают аналогичные значения немерсе-

ризованных образцов. При этом получены следующие численные значения:

- на частоте 27,12 МГц: $\text{tg}\delta = 0,017$ – для мерсеризованной ткани;
 $\text{tg}\delta = 0,010$ – для немерсеризованной;
- на частоте 40,68 МГц: $\text{tg}\delta = 0,019$ – для мерсеризованной ткани;
 $\text{tg}\delta = 0,011$ – для немерсеризованной.

Это может быть объяснено изменением надмолекулярной структуры целлюлозы, в результате чего происходит снижение степени кристалличности волокна, разрыхляется его структура и возрастает гигроскопичность материала. Последнее обеспечивает более качественную пропитку ткани при дальнейших обработках в крашении, печатании и заключительной отделке.

Практический интерес представляет сравнение величин $\text{tg}\delta$ для ткани, пропитанной раствором гидроксида натрия (NaOH) и гидроксида калия (KOH) с различными концентрациями (от 50 до 250 г/л), с целью выбора щелочного агента, наиболее пригодного для реализации ВЧ-процесса мерсеризации.

Большее значение $\text{tg}\delta$ свидетельствует о том, что в ВЧ-поле наиболее эффективно будут нагреваться ткани, пропитанные раствором гидроксида натрия. Полученные данные показывают, что оптимальной для проведения процесса ВЧ-мерсеризации является концентрация равная 200 г/л, поскольку при указанном содержании в материале щелочи, достигаются значения $\text{tg}\delta$, обеспечивающие эффективный прогрев ткани и получение необходимых показателей качества образцов. Помимо этого, в процессе мерсеризации повышенное влагосодержания материала, то есть, увеличение привеса ткани, также создает энергетически выгодные условия обработки.

Получена и проанализирована зависимость величины $\text{tg}\delta$ от концентрации NaOH (50, 150, 200 г/л) на различных частотах для смесовой хлопко-полиэфирной ткани при степени отжима 80%. Отмечено, что в данном случае на всех частотах величины $\text{tg}\delta$ имеют меньшие значения, чем для хлопчатобумажной ткани, поскольку основной вклад в диэлектрические потери вносит именно природная гидрофильная составляющая материала.

Таким образом, процессы нагрева материалов в поле ТВЧ протекают достаточно эффективно как для хлопчатобумажных, так и для хлопкополиэфирных тканей, а наилучшие результаты ВЧ-мерсеризации достигаются при концентрации гидроксида натрия 200 г/л. Сравнение величин $\text{tg}\delta$, полученных на разрешенных к промышленному использованию частотах, показало, что наиболее высокое значение $\text{tg}\delta$ наблюдается на $f = 40,68$ МГц.

В ходе исследования также выявлено, что практически во всем частотном диапазоне величина $\text{tg}\delta$ линейно возрастает с увеличением концен-

трации щелочи до 200 г/л, а затем постепенно начинает снижаться, что связано с потерей материалом свойств диэлектрика за счет роста электрической проводимости ткани.

Для оценки качества ВЧ-мерсеризации обработку влажных образцов в ВЧ-поле проводили на лабораторных установках [3], работающих на промышленно разрешенной частоте 40,68 МГц. Для сравнения использовали ткани, обработанные по традиционной технологии и по способу «горячей» мерсеризации. Качество мерсеризованных образцов оценивали по баритовому числу (Ba).

Полученные величины баритового числа ($Ba = 140$ – для ВЧ-мерсеризации; $Ba = 134$ – для традиционной и $Ba = 130$ – для «горячей») свидетельствуют в пользу проведения мерсеризации с использованием высокочастотной обработки.

Интенсифицирующее воздействие электромагнитных волн сводится к быстрому и равномерному прогреву текстильного материала и снижению энергии химических связей в полярных молекулах NaOH и H₂O, которое обусловлено высокой интенсивностью колебательных процессов в диполях при наведении внешнего электромагнитного поля.

Кроме того, увеличение групповой и сегментальной подвижности в макромолекулах целлюлозы под действием поля ТВЧ облегчает процессы разрушения межмолекулярных водородных связей и приводит к возникновению большого количества активных центров, определяющих скорость и полноту протекания технологического процесса [4].

Литература

1. *Побединский В.С.* Активирование процессов отделки текстильных материалов энергией электромагнитных волн ВЧ, СВЧ и УФ диапазонов. – Иваново, 2000. – 128 с.
2. Отделка хлопчатобумажных тканей: справочник / под ред. Б.Н. Мельникова. – Иваново: Талка, 2003. – 484 с.
3. *Циркина О.Г., Никифоров А.Л., Мельников Б.Н., Кулыгин Ю.Н.* Особенности конструкции ВЧ-апликаторов для непрерывной обработки расправленных текстильных материалов и возможность оптимизации режимов их работы. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006. – № 2. – С.58-61.
4. *Никифоров А.Л., Мельников Б.Н., Циркина О.Г.* Механизм активирующего воздействия электромагнитных колебаний на систему волоконнообразующий полимер – технологическая композиция. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005. – № 6. – С.47-51.

ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИФИКАТОРОВ НА ТЕРМИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПВХ ПЛЕНОК

Н.В. Черноусова, А.И. Старков, Р.В. Ибрагимов

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Широкое применение полимерных материалов в различных отраслях промышленности и в быту привело к тому, что одной из важнейших проблем стало повышение их пожарной безопасности. Во многих странах приняты специальные постановления, ограничивающие использование горючих полимерных материалов при строительстве промышленных и гражданских сооружений, при производстве транспортных средств – самолетов, судов, железнодорожных вагонов и вагонов метро. В указанных транспортных средствах широко применяются обивочные искусственные кожи (ИК) на основе пластифицированного поливинилхлорида (ПВХ).

Несмотря на то, что ПВХ относится к полимерам, не поддерживающим горение, пластифицированные композиции на его основе, весьма горючи. Для снижения горючести традиционно используют антипирены различного действия, которые вводятся в композиции при переработке [1,2]. Пластификаторы облегчают диспергирование ингредиентов, снижают температуру технологической обработки композиций. Кроме своего прямого назначения пластификаторы могут выполнять дополнительные функции, например, влияют на морозостойкость и пожароопасность получаемых материалов, повышают термостойкость полимеров. Пластификаторы также влияют на дымообразование ПВХ материалов. Наиболее распространенные пластификаторы при получении ПВХ пластифицированных материалов - сложные эфиры, например, диоктилфталат, диметилфталат, дибутилфталат. Используются также минеральные и невысыхающие растительные масла, хлорированные парафины и др.

Целью данной работы являлось выявление наиболее эффективного пластификатора для ПВХ-композиций при получения лицевых покрытий искусственных с повышенными пожаробезопасными характеристиками при сохранении удовлетворительных эксплуатационных свойств готовых материалов.

В качестве объектов исследования были использованы композиции, изготовленные по стандартной заводской рецептуре получения покрытий искусственных кож на основе эмульсионного поливинилхлорида марки ПВХ-372 NF российского производства и различных пластификаторов: диоктилфталата (ДОФ), диоктилсебацата (ДОС), диоктиладипината (ДОА), хлорпарафина (ХП-70), хлорпарафина (ХП-470А), диизононилфталата (ДИНФ), эфира дипропиленгликоля дибензоата (Santicizer 9100), эфира дипропиленгликоля дибензоата/ диэтиленгликоля дибензоата (Santicizer 9280), эфира дипропиленгликоля дибензоата/ диэтиленгликоля дибензоата

(50/50) (Santicizer 9120), изодecilдифенил фосфата (148 ИДДФФ2), этилгексилдифенил фосфата (ЭГДФФ 141). Кроме названных пластификаторов использовались комплексные системы из нескольких пластификаторов (букет пластификаторов) SBK-3 и SBK-4.

Пленки получали желированием при температуре 170⁰С. Для полученных образцов модифицированных пленок были определены показатели термостабильности и горючести и эксплуатационные свойства, такие как деформационно-прочностные характеристики, паропроницаемость, гигроскопичность и влагоотдача.

Показано, что пластификаторы разных типов по-разному влияют на показатели термостабильности модифицированных пленок. Потеря массы образцов пропорциональна времени термообработки, что связано с удалением летучих компонентов из материала, например, пластификатора или сорбированных паров воды. Показатель потери массы для всех образцов не превышает 3%, но для образцов на основе пластификаторов Santicizer замечено увеличение этого показателя до значений 4,9%. Неудовлетворительные технологические свойства в виде липкости при получении образцов исключило возможность использования данных пластификаторов в качестве добавки двойного назначения при получении в дальнейшем материалов с улучшенными пожаробезопасными характеристиками.

По результатам проведенных исследований было решено вводить в полимерную композицию сразу несколько пластификаторов, то есть использовать букет пластификаторов. Были разработаны системы с определенным соотношением компонентов в них SBK-3 и SBK-4. На рис.1 показаны зависимости изменения показателя потери массы от времени термообработки для образцов модифицированных пленок с этими системами пластификаторов.

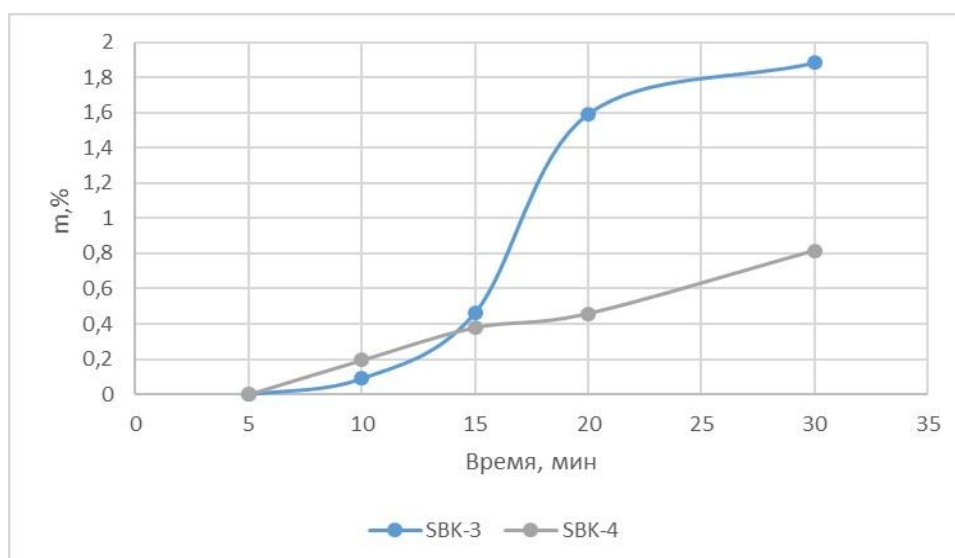


Рис. 1. Кинетика изменения показателя потери массы пленок с системой пластификаторов SBK-3 и SBK-4

Полученные результаты позволяют сделать вывод о целесообразности использования SBK-3 и SBK-4 в качестве комплексной системы пластификаторов.

Для оценки термостойкости модифицированных пленок некоторые образцы были отобраны для проведения термогравиметрического анализа.

Анализ полученных термограмм позволяет сделать выводы, что пластификаторы ДОС и хлорпарафин, а также комплексные системы пластификаторов отодвигают температуру начала интенсивного разложения образцов со 160⁰С для образцов по стандартной заводской рецептуре до 190-200⁰С. Конец интенсивного разложения для образцов с хлорпарафином обеих марок и при использовании комплексных систем пластификаторов наблюдается при температурах ниже, чем для стандартного заводского образца.

Это говорит о том, что модифицированные материалы разлагаются при больших температурах и за более короткое время, при этом потеря массы для всех образцов несколько меньше, чем у заводского аналога, что может быть связано с меньшим количеством выделяющихся при горении газообразных продуктов разложения.

Важной характеристикой пожаробезопасности полимерных материалов является их горючесть, то есть способность загораться и поддерживать процесс горения в течение определенного времени. По методу определения горючести образцов в режиме самовоспламенения были определены показатели потери массы для образцов модифицированных пленок. Данные представлены в табл. 1.

При горении пленки выделяли большое количество белого дыма, некоторые копоть, в некоторых случаях наблюдалось сквозное прогорание образцов. Следует отметить, что при использовании комплексной системы пластификаторов SBK-3 показатель потери массы имеет невысокие значения и составляет 3,67%.

Показатели гигроскопичности, влагоотдачи и паропроницаемости, которые были определены для всех образцов модифицированных пленок, также представлены в табл. 1. Для образцов с комплексными системами эти показатели имеют достаточно высокие значения.

Деформационно-прочностные свойства пленочных материалов с различными пластификаторами изучали, проводя испытания на 5 параллельных образцах. Результаты разрывных характеристик были получены в виде зависимостей напряжения при растяжении от относительного удлинения.

Показано, что все вводимые добавки существенно не влияют на деформационно-прочностные свойства пленок, за исключением пластификатора ДОС, который значительно уменьшает показатели относительного удлинения и предела прочности при разрыве образцов.

Таблица 1

Показатели горючести в режиме самовоспламенения, гигроскопичности, влагоотдачи и паропроницаемости модифицированных пленок

Пластификатор	Горючесть, $\Delta m, \%$	Наблюдения	Гигроскопичность, %	Влагоотдача, %	Паропроницаемость, $g/(cm^2 \cdot час)$
Santicizer 9280	31,68	Загорелся на 11 сек	1,06	0,91	2,57
Santicizer 9120	6,10	Загорелся на 20 сек	0,32	0,27	2,24
Santicizer 9100	9,73	Загорелся на 18 сек	0,75	0,65	1,06
ДОФ	23,30	Загорелся на 16 сек	0,9	0,8	1,38
ИДДФФ 148	4,92	-	0,84	0,56	1,91
ДОА	12,04	-	0,85	0,76	1,98
ДОС	2,19	-	0,7	0,62	0,82
ХП-70-10	24,76	Загорелся на 6 сек	0,79	0,75	0,51
ХП-70-20	4,25	-	1,55	1,54	0,91
ХП-70-30	3,93	Загорелся на 14 сек	1,88	1,7	0,71
ХП 470-10	5,39	Загорелся на 30 сек	0,98	0,91	1,51
ХП-470-20	3,31	Загорелся на 20 сек	1,67	1,54	1,06
ХП-470-30	4,46	Загорелся на 12 сек	1,55	1,41	0,85
ДИНФ	9,58	Загорелся на 13 сек	0,82	0,74	1,34
ЭГДФФ 141	10,82	Загорелся на 20 сек	0,92	0,89	1,46
SBK3	3,67	-	5,01	4,74	1,33
SBK4	6,30	Загорелся на 20 сек	4,9	4,22	1,83

Таким образом, проведенные комплексные исследования по оценке пожароопасности поливинилхлоридных пленок, модифицированных пластификаторами двойного действия, а также комплексными модифицирующими системами SBK3 и SBK4, показали, что целесообразно использовать для достижения наибольшего эффекта системы пластификаторов в определенных соотношениях, разработанные авторами.

Литература

1. Черноусова Н.В., Рожкова Н.С. ПВХ композиции для получения искусственных кож пониженной пожароопасности. / Сборник материалов МНТК «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (Инновации-2014). – М.: МГУДТ, 2014. – С.42-45.

ПРАКТИКА ВНЕДРЕНИЯ УНИФИЦИРОВАННЫХ ЭКО-ТЕХНОЛОГИЙ БЕЛЕНИЯ ТКАНЕЙ

А.В. Чешкова, А.А. Кончина, К.А. Бабанова, Н.Д. Спорышева
Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия

Новые экономические условия, сложившиеся в России, стратегия на импортозамещение ставят текстильную отрасль перед необходимостью поиска путей повышения конкурентоспособности и качества продукции при одновременном снижении ее себестоимости. Необходимость совершенствования технологий связана с экологическими проблемами- переходом на применение нетоксичных препаратов, снижением сбросов вредных веществ в сточные воды и их количества.

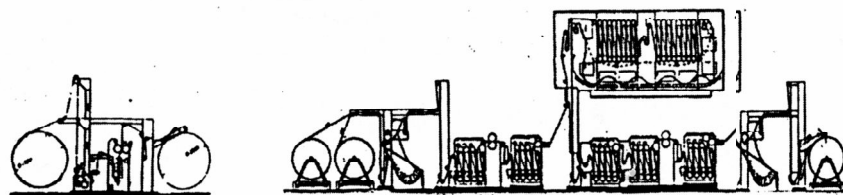
Вступление России в ВТО и как следствие ужесточение экологических стандартов качества тканей, новый закон о водопотреблении (2014 года), также весьма весомая причина кардинального пересмотра организации наиболее энерго- и ресурсоемких процессов подготовки. Кроме того в настоящий момент актуально проведение модернизации отбельных цехов с целью обеспечения их гибкости, или иначе, универсализации, когда в нужный момент и за короткое время и без ущерба экологии предприятие может переходить на выпуск нового ассортимента. Это труднее всего дается предприятиям, ориентированным на продукцию узкого назначения и оснащенным отбельным оборудованием для получения материалов только на основе определенного вида сырья и поверхностной плотности.

Нами предложено кардинально пересмотреть классические подходы к процессам беления хлопчатобумажных, льняных, полульняных и целлюлозосодержащих многокомпонентных тканей с включением химических волокон [1-3]. Решая задачу получения качественного материала, обладающего высокой капиллярностью, белизной, предложено использовать все резервы биохимических экопроцессов и их преимущества перед химическими.

Новые биохимические экотехнологии беления, исключаящие водо- и энергоемкую щелочную отварку и кислдование, особенно привлекательны для использования на линиях беления расправленным полотном, например «Goller-220», установленной на предприятии «Шуйские ситцы» (г. Шуя Ив. Обл) или линии «Беннингер»-220 (г Приволжск, Иванов. обл.). Технология применима для универсального оборудования к которому относятся джиггеры и эжекторы.

Нами разработанная двухстадийная ферментативно-пероксидная (биохимическая) технология беления прошла широкую апробацию на ряде производств Ивановской области: в 2000 г внедрена на «Тейковский текстиль», в 2009 году-на предприятии «Традиции текстиля» и в 2014 г. - на ОСП «Самойловский текстиль» (рис 1., табл. 1, 2).

I вариант



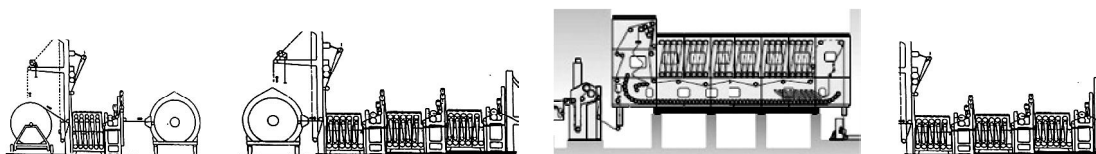
Односекционная линия белины с предварительной холодной ферментной обработкой

II вариант



Ферментная обработка при 60 °С, промывка-деминерализация, пероксидное белиние

III вариант



Малогабаритная линия ферментативно-пероксидного эко-белины ЛОУ-220.
ОАО «Самойловский текстиль» г. Иваново

Рис. 1. Варианты компоновки модулей линии белины

Таблица 1

Преимущества и недостатки современных технологий подготовки

Показатель	ЛОБ	холодное белиние (ЛХО)	ЛОУ	ЛХО+ доотварка
Число операций	3	3	2	2
Число промывок	5-7	7-8	4-5	9-12
Затраты холодной воды, %	100	85	65	100
Кислование	+	+	-	+
Длительность, час	2	16-20	3,5-7,5	19-20
Затраты химикатов руб/1000м	300	390	200	480
Расход эл.энергии, кВт ч	16	12	14	14
Расход теплоэнергии, Гкал	0,25	0,10	0,15	0,15
Расход горячей воды, Гкал	0,13	0,11	0,10	0,13
Щелочность сточных вод	8,9	11,5	7,8	9,2
Средняя температура, °С	80	35	60	65

Таблица 2

Результаты беления тканей различного ассортимента по ферментативно-пероксидной технологии на линии ЛОУ

Суровые ткани	Капиллярность, мм/час		Белизна, %		Степень расшлихтовки по Тежеву (баллы)	
	*		*		*	
Бязь, х/б Россия	45	81	80,5	82,8	5	8
Перкаль, х/б Пакистан	10	80	70,3	83,6	5	9
Поплин, х/б Узбекистан	11	65	83,1	84,5	4	9
Stripe-сатин, х/б	20	81	83,5	85,5	3	9
Бязь, котонин льна 17 %	50	95	77,5	81,0	3	8
Смесовая льно-хлопко-полиэфирная. ПЭ 17 % (г.Тверь)	55	65	81,1	83,9	3	9
Смесовая льно-полиэ-фирная. ПЭ -17 % (г.Тверь)	75	110	81,5	82,2	6	9

* значения для отбеленных тканей по одностадийной технологии без предварительной ферментативной обработки.

Внедренческие работы проводимые на ОАО «Самойловский текстиль» показали возможность сокращения более чем в 2 раза расхода технологической воды, пара и электроэнергии, существенного улучшения качества сточных вод и пригодность использования новой технологии для широкого ассортимента целлюлозосодержащих тканей табл. 2.

По сравнению с тканями 2000-2013 года выпуска, подготовленными по традиционной двухстадийной технологии щелочно-перекисного беле-ния достигнуто повышение драпируемости и мягкости более чем на 30 % без использования смягчителей, только за счет изменения технологии под-готовки ткани.

Нами показано, что замена щелочно-пероксидной технологии беле-ния для ЛОБ на ферментативно-пероксидную для модернизированной ма-логабаритной линии ЛОУ-260 (скорость 60-80 м/мин) не приводит к снижению показателей качества печатного рисунка и устойчивости к фи-зико-механическим воздействиям. Напротив, отмечена более высокая чет-кость контуров. Практически доказано исправление брака печати в виде муаров.

Литература

1. Чешкова А.В., Владимирцева Е.Л., Шибашова С.Ю., Козлова О.В. Химические технологии в дизайне текстиля: Монография. – Иваново: Ива-новский государственный химико-технологический университет, 2013. – 312 с.

2. Чешкова А.В., Завадский А.Е., Логинова В.А. Новые подходы к биохимической модификации для унифицированных технологий подготовки целлюлозосодержащих материалов. // Журнал РХО им. Менделеева. – 2011. – С. 65-72.

3. Чешкова А.В., Блинов М.Е. Практические аспекты применения биохимической подготовки хлопчатобумажных тканей. // Известия Вузов. Технология легкой промышленности. – 2009. – т.6. – № 4. – С. 68-71.

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ КАРБОКСИЛСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРОВ И ПЭГ

Г.А. Яковлева, Б.И. Холоденко, В.И. Чурсин

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Разработка методов синтеза новых полимерных материалов требует больших материальных затрат и дорогостоящего оборудования. В то же время потребность промышленности в химических материалах с комплексом технологических характеристик постоянно растет. Наиболее эффективным способом решения этой проблемы является получение материалов с требуемыми характеристиками на основе интерполимерных комплексов. Интерполимерные комплексы по существу являются новыми полимерами, свойства которых можно варьировать в широких пределах в зависимости от назначения и требований к полимерной композиции. Такие комплексы могут образовываться в результате взаимодействия между химически комплементарными полимерами при условии, что их строение не создает препятствий для образования межмолекулярных связей. Таким образом, исследование процесса комплексообразования и изучение свойств растворов и пленок на их основе позволит определить оптимальные соотношения компонентов и получать материалы с требуемым комплексом физико-химических и механических показателей.

В качестве объектов исследования выбраны карбоксилсодержащие полимеры — полиакриловая кислота (ПАК) и поликарбоксилат ДАК 45 (ПК), отличающиеся расположением карбоксильных групп в основной цепи полимера и характером боковых цепей, и полиэтиленгликоль 400.

Процесс комплексообразования в водных растворах изучали методами рефрактометрии, вискозиметрии, кондуктометрии и потенциометрии. Комплексы получали смешением растворов взаимодействующих компонентов в общем растворителе.

На рис.1.а,б представлены зависимости изменения показателя преломления водных растворов композиций при различном соотношении полимер : ПЭГ, по которым можно сравнить теоретические (расчетные) значения и экспериментальные, исходя из положения, что показатель преломления смеси является аддитивной величиной. Как следует из характера за-

висимостей, процесс комплексообразования в растворах идет во времени. Максимальное увеличение показателя преломления композиции зафиксировано при соотношении ПАК/ПЭГ равном 3:1, что с учетом концентраций соответствует эквимольному соотношению компонентов в комплексе. Комплексообразование в системе ПК/ПЭГ в меньшей степени зависит от времени. Это можно объяснить большей стерической доступностью карбоксильных групп ПК при взаимодействии с ПЭГ. Максимальный выход комплекса достигается при более высокой доле ПК (по сравнению с ПАК) в смеси за счет меньшего содержания карбоксильных групп в полимере, соответственно 18,5 и 14,8%.

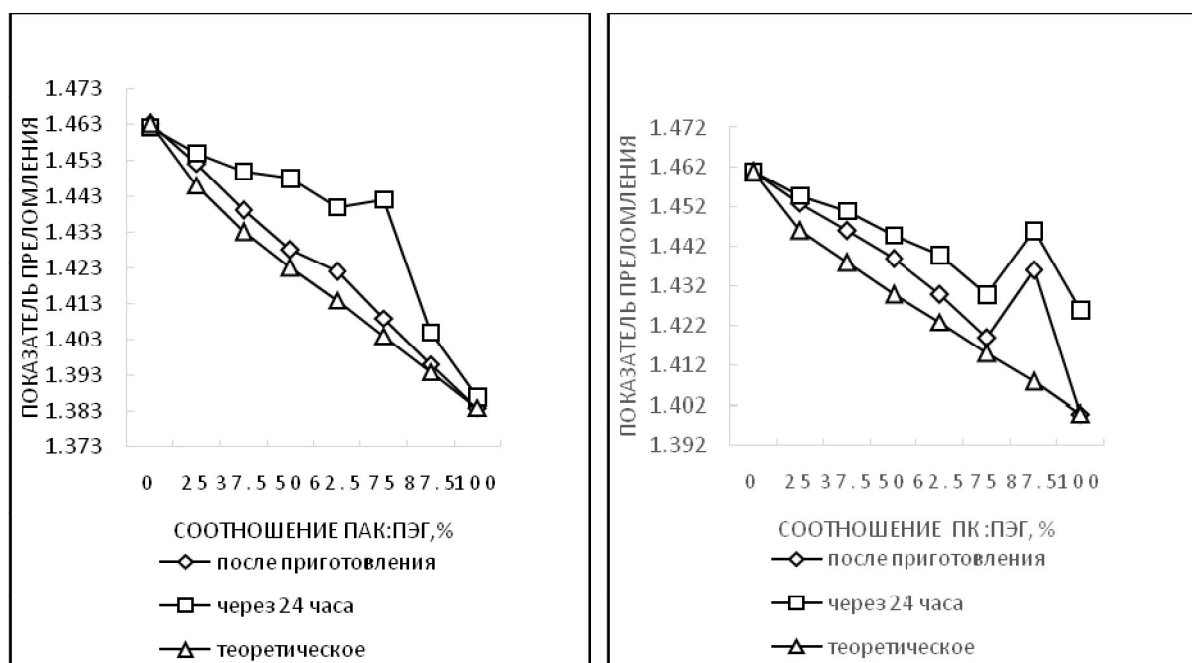


Рис.1. Влияние соотношения карбоксилсодержащих полимеров и ПЭГ на показатель преломления композиций а) для ПАК, б) для ПК

Исследовали способность комплементарных комплексов сорбироваться на поверхности хромированного кожевенного порошка. В результате эксперимента показано, что концентрация ПАК в обрабатываемом растворе снижается по истечении 30 минут, что подтверждает известный факт о временном характере координации ионов трехвалентного хрома с карбоксильными группами ПАК. Десорбция соединений хрома из кожевенного порошка в присутствии ПАК приводит к снижению его массы после сушки. Комплекс ПАК/ПЭГ кожевенным порошком не сорбируется и масса порошка после сушки не изменяется.

Аналогичные процессы зафиксированы при обработке кожевенного порошка раствором исходного ПК и комплексом с ПЭ, с той лишь разницей, что сорбция исходного ПК завершается в течение 10 минут обработки.

Исследование взаимодействия комплекса ПАК/ПЭГ с полифенольными соединениями, содержащимся в дубовом экстракте, показало, что в результате комплексообразования сорбционная способность композиции в отношении полифенольных соединений снижается, по сравнению с исходной ПАК. Для ПК наблюдается два пика сорбции полифенольных соединений, что может свидетельствовать о разных её механизмах, а именно о локальном и поверхностном, обусловленных молекулярной структурой поликарбоксилатов.

Исследование электропроводности комплекса ПАК/ПЭГ в зависимости от количества дубового экстракта показало, что с увеличением содержания полифенольных соединений в композиции, этот показатель незначительно увеличивается. Это можно объяснить блокированием части карбоксильных групп в составе комплекса, а также возможностью образования водородных связей между ПЭГ и фенольными группами танидов, что может привести к разрушению комплекса ПАК/ПЭГ и увеличению электропроводности композиции за счет высвобождения ионизированных карбоксильных групп ПАК.

Различный характер взаимодействий в исследованных композициях в значительной степени должен проявиться в процессе пленкообразования и в свойствах пленок. Пленки отливали на полиэтиленовых подложках и сушили в течение 3-х суток при комнатной температуре. Установлено, что пленки из композиций на основе ПАК характеризовались большей однородностью и меньшей толщиной, чем пленки на основе ПК. Механические свойства пленок приведены в табл. 1.

Таблица 1

Состав композиции	Толщина пленки, мм	Удлинение, %	Предел прочности, МПа	Модуль упругости, МПа
ПАК	0,15	555	1,76	0,79
комплекс ПАК/ПЭГ	0,04	45,3	4,66	90,00
ПАК модифицированная дубовым экстрактом	0,13	553	3,17	1,79

Из представленных в таблице данных, следует, что процесс комплексообразования играет существенную роль в формировании механических свойств полимерных пленок, в частности зафиксировано 10-кратное снижение показателя удлинения, увеличение предела прочности и модуля упругости, обусловленные образованием дополнительных межмолекулярных связей между ПАК и ПЭГ. В отличие от этого пленка, полученная в результате модификации ПАК дубовым экстрактом, имеет показатели более близкие к исходной пленке, за исключением предела прочности и модуля

упругости, что, вероятно, связано с дубящим действием полифенольных соединений, содержащихся в экстракте.

На основе проведенных исследований показано влияние структуры карбоксилсодержащих полимеров на процесс комплексообразования с ПЭГ. Установлено, что в системе ПАК/ПЭГ образование комплексов идет более медленно, но сами комплексы характеризуются высокой устойчивостью. Показано, что образующиеся интерполимерные комплексы обладают меньшей способностью сорбироваться на поверхности хромированного кожевенного порошка. Прочностные характеристики пленок, полученных на основе таких комплексов, значительно выше, чем у исходных полимеров.

СЕКЦИЯ 7 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (ПРОМЫШЛЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ)

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ОПАСНОСТЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕДИЦИНСКОЙ ВАТЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ ИХ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ*

В.Ю. Алейников, Н.П. Борушко

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

В химической технологии текстильного производства вопросы безопасности стоят остро и решаются посредством совершенствования технологии и системы охраны труда»[1, 3].

Технологический процесс химической обработки и отварки хлопка в производстве медицинской гигроскопической ваты характеризуется следующими опасностями:

- Опасность возникновения пожара при нарушении правил противопожарной безопасности, нарушения правил проведения огневых и сварочных работ;

- Опасность получения химических ожогов серной кислотой, раствором едкого натра, перекисью водорода в случае неисправности запорной арматуры, коммуникаций, а также разлива перекиси водорода из канистр.

- Опасность поражения электрическим током при отсутствии или неисправности заземления электрооборудования, неисправности электрооборудования и электропроводки, обрыве электропроводов, ведении работ, связанных с опасностью поражения электрическим током, без применения соответствующих защитных средств;

- Опасность получения механических травм при отсутствии ограждений на вращающихся и движущихся лопастях оборудования (редукторах, ременных передачах, вентиляторах, насосах и др.), обслуживающих площадках, нарушении правил эксплуатации грузоподъемных механизмов;

- Опасность получения термических ожогов при разрыве технологических трубопроводов, паропроводов и аппаратуры с горячей водой и рабочими растворами, соприкосновение с неизолированными элементами паропроводов и трубопроводов с горячими растворами.

- Опасность, которую представляют движущиеся части, что необхо-

* Работа выполнена под руководством проф. М.К. Кошелевой

димо учитывать при конструировании оградительных устройств, в соответствии с ГОСТ 12.4.125-83 «ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация».

Должно присутствовать искусственное освещение, зануление, заземление, отопление и блокирующие устройства, а так же защитные ограждения, знаки безопасности на оборудовании, тепловые завесы.

Весь персонал должен быть обеспечен спецодеждой, спецобувью, средствами индивидуальной защиты в соответствии с «Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи рабочим и служащим спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты»[2]

Для аварийных случаев должен быть предусмотрен шкаф аварийного запаса средств индивидуальной защиты. Для устранения аварийных ситуаций, связанных с большим разливом перекиси водорода шкаф должен быть укомплектован изолирующим противоголозом.

При приёме новых сотрудников на работу, персонал отдела охраны труда проводит вводный пожарный инструктаж и инструктаж по технике безопасности. По окончании вводного инструктажа каждому рабочему выдается под расписку инструкция по технике безопасности по его профессии. Далее проводится инструктаж на рабочем месте, где работника обучают правильным и безопасным приемам труда. Через месяц проводится проверка знаний, после чего составляется протокол, который подписывается аттестационной комиссией. Работнику выдается спецодежда, что фиксируется в его личной карточке.

Каждое предприятие, в соответствии с российским законодательством, проходит специальную оценку условий труда на рабочих местах. Задачи по подготовке необходимой документации так же ложатся на плечи инженера по охране труда.

До развития компьютерных и информационных технологий все документы, протоколы и личные карточки заполнялись вручную. Сложно представить, с каким объёмом работ приходилось справляться инженеру по технике безопасности на крупных предприятиях. В качестве современного решения по облегчению труда инженера по технике безопасности многие компании предлагают информационный продукт — автоматизированное рабочее место для инженера по охране труда. Автоматизированное рабочее место инженера по охране труда (АРМ ОТ) является программным обеспечением, предназначенным для информационной поддержки деятельности инженера (специалиста) по охране труда, актуализации и анализа информации, касающейся вопросов охраны труда на предприятии.

АРМ ОТ позволяет выполнять следующие задачи: вести учет персонала; вести учет медосмотров, составлять график проведения медосмотров; вести учет нарушений по охране труда, проводить анализ нарушений по охране труда; вести учет проверки знаний персонала, составлять графики проверки знаний персонала; автоматизировать процесс проверки знаний

персонала; вести учет травматизма, проводить анализ травматизма на предприятии; автоматизировать составление акта по форме Н-1 и сообщения о последствиях несчастного случая в соответствии с Положением о расследовании несчастных случаев; вести учет выданных предписаний, автоматизировать составление предписаний, проводить анализ выданных предписаний и их выполнение; вести архив документов (локальных актов) по охране труда, осуществлять контроль за их своевременным пересмотром; вести учет оборудования, вести учет технических (экспертных) освидетельствований, составлять график технических (экспертных) освидетельствований оборудования; вести учет затрат в сфере охраны труда на предприятии; проводить анализ затрат в сфере охраны труда.

Литература

1. Кошелева М.К. Повышение производственной и экологической безопасности отделочного производства тонкосуконных фабрик за счёт совершенствования технологии. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005. – № 2. – С. 100-105.

2. Приказ Минздравсоцразвития России от 01.06.2009 N 290н (ред. от 12.01.2015) "Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты"

3. Сажин Б.С., Кошелева М.К., Сажина М.Б. Процессы сушки и промывки текстильных материалов. – М.: ФГБОУ ВПО МГУДТ», 2013. – 301 с.

РАСЧЕТ ВИБРОИЗОЛЯЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА

А.П. Башков, Г.В. Башкова, А.В. Евдокимов

Ивановский государственный политехнический университет, Россия

Пространственные двухслойные трикотажные полотна с соединительными элементами из индивидуальных нитей (так называемый «распорчатый» трикотаж) широко используется в качестве звуковибропоглощающего материала, текстильного каркаса для композитов (рис. 1 а).

Виброизоляционные свойства таких структур обуславливается способностью соединительных нитей-распорок сопротивляться продольному сжатию и изгибу, аналогично гибким стержням, что обеспечивает гашение вибрации, передаваемой полотну. Кроме того, расположение нитей в структуре трикотажа напоминает сложные пространственные кривые, которые подобно пружинам гасят виброколебания. Применение в качестве распорок монопнитей или льносодержащей пряжи достаточной жесткости и упругости усилят виброгасящий эффект. Эти полотна можно использовать

в качестве виброгасящих прокладок в ладонной части перчаток для защиты от локальной вибрации и виброгасящих стелек в обуви, ковриков или опорного слоя в обивке сидений для защиты от общей вибрации.

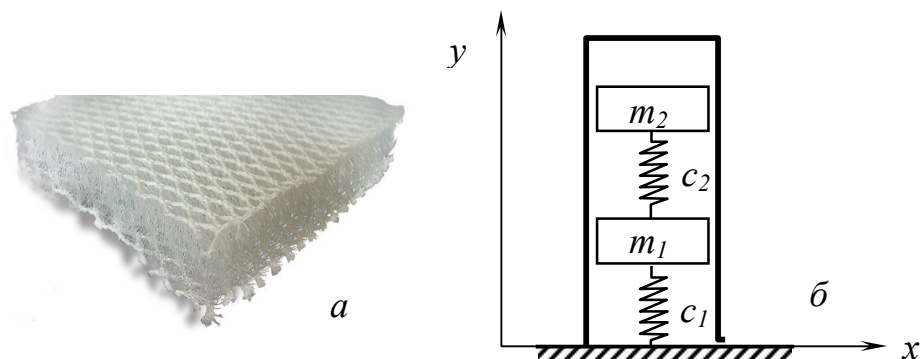


Рис. 1. Объемный «распорчатый» трикотаж: а – внешний вид образца, б – модель колебательной системы

Для прогнозирования виброгасящих свойств «распорчатых» полотен можно представить их структуру в виде пружинно-демпфирующей системы (рис. 1 б). Очевидно, что у каждого вида полотна будут некоторые собственные частоты, при совпадении которых с частотой вибрации возникнут резонансные явления.

Резонансная частота нелинейно зависит от жесткости нитей c . Угловая частота резонансных колебаний может быть выражена следующим образом

$$\omega_n = 2\pi f_n = \sqrt{\frac{c}{m}} = \sqrt{\frac{dF/d\delta}{m}}, \quad (1)$$

где m – масса элемента, $dF/d\delta$ – кривизна кривой удлинения в упругой части.

Зная волновую скорость v , коэффициент виброгашения (демпфирования) можно записать как

$$\zeta = \frac{v}{2m\omega_n}. \quad (2)$$

Показатель вибропроводимости тогда определяется выражением

$$T_r = \sqrt{\frac{1 + (2\zeta\omega/\omega_n)^2}{[1 - (2\omega/\omega_n)^2]^2 + (2\zeta\omega/\omega_n)^2}}. \quad (3)$$

Лабораторные исследования [1] показывают, что более устойчивы к вибрации плотные, толстые полотна из упругих нитей, например, из полиэфира. Резонансные колебания возникают при частотах от 11 до 16 Гц в зависимости от структуры и жесткости нитей.

Вибропроводимость полотен снижается по мере роста частоты колебаний (рис. 2).

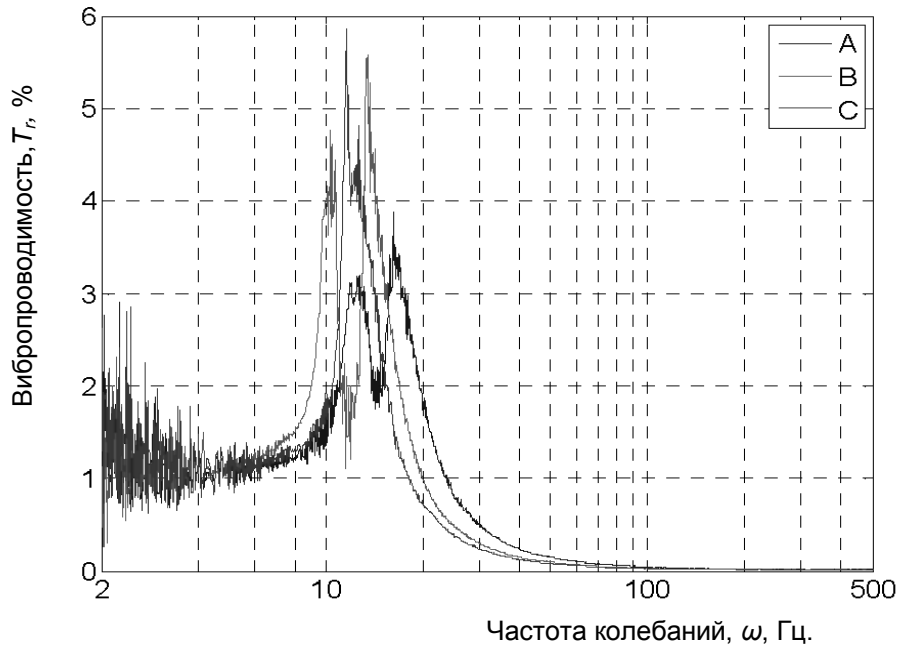


Рис. 2. Зависимость вибропроводимости образцов трикотажа разной толщины от частоты колебаний: А -13,31; В – 15,14 и С – 19,46 мм, с частотой собственных колебаний 23,3; 19,8 и 17,8 Гц соответственно

Если представить колебательную систему: «опорная поверхность – вибропоглощающий материал» в виде модели, состоящей из стационарно закрепленной системы двух пружин и двух масс (рис. 1 б), то ее поведение можно описать, используя уравнения Лагранжа.

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{dT}{dq_j} \right) - \frac{dT}{dq_j} = - \frac{d\Pi}{dq_j}, \quad j=1,2. \quad (4)$$

При малых движениях представленной системы со стационарными связями около положения равновесия кинетическая энергия в канонической форме и потенциальная энергия выражаются через обобщенные координаты следующим образом:

$$\begin{aligned} T &= \frac{1}{2} \sum_{j=1}^S a_j \dot{q}_j^2, \\ \Pi &= \frac{1}{2} \sum_{j,k=1}^S c_{j,k} q_j q_k, \end{aligned} \quad (5)$$

где T и Π – кинетическая и потенциальная энергии, $c_{j,k}$ – обобщенные коэффициенты жёсткости или квазиупругие коэффициенты, a_j – коэффициенты инерции или инерционные коэффициенты (иногда их называют также обобщенными или приведенными массами), и q_j и \dot{q}_j – обобщенные координаты и обобщенные скорости, $j = 1, 2$ – номер координаты, $k = 1, 2$ –

номер пружины или тела. Число степеней свободы равно двум. Силами трения для упрощения модели пренебрегаем.

После подстановки выражений (5) в уравнение Лагранжа получится система линейных однородных уравнений с постоянными коэффициентами:

$$a_j \ddot{q}_j + \sum_{k=1}^S c_{j,k} q_k = 0. \quad (6)$$

При условии устойчивого равновесия колебательной системы общее решение этой системы уравнений примет вид:

$$q_j = \sum_{i=1}^S A_{j,i} \sin(f_n t + \beta_i), \quad j = 1, 2, \quad (7)$$

где f_n – собственные частоты, $A_{j,i}$ – амплитуды колебаний, j – номер координаты, n – номер собственной частоты.

Согласно общему свойству однородных систем, определитель, составленный из коэффициентов этой системы, равен нулю. Поэтому, решив частотное уравнение, найдём спектр собственных частот. Для рассматриваемых систем, совершающих движение около состояния устойчивого равновесия, все корни этого уравнения вещественны и положительны. Так же можно выразить все амплитуды $A_{j,i}$ через какую-либо одну из них, например через первую. Каждому корню частотного уравнения будет соответствовать своя собственная форма, определяемая отношениями:

$$\chi_{2i} = \frac{A_{2i}}{A_{1i}}, \quad i = 1, 2. \quad (8)$$

Поставленная задача может иметь и обратное решение, когда при известных амплитудах $A_{j,i}$ и спектре f_n собственных частот определяется масса тел m_j и жесткость связей c_j . Подобный подход потребуется при проектировании структуры полотен и выборе сырья для них, соответствующих наибольшему вибропоглощению.

Уравнение движения при $q_1=y_1; q_2=y_2$

$$\begin{cases} m_1 \ddot{y}_1 + c_1 y_1 - c_2 (y_2 - y_1) = 0, \\ m_2 \ddot{y}_2 + c_2 (y_2 - y_1) = 0. \end{cases} \quad (9)$$

После подстановки частного решения системы дифференциальных уравнений $q_j = A_{ji} \sin(f_i t + \beta_i)$, соответствующей собственной частоте f_i и преобразований получим систему из четырех линейных однородных уравнений

$$\begin{cases} -f_1^2 A_{11} m_1 + A_{11} c_1 + (A_{11} - A_{21}) c_2 = 0, \\ \quad -f_1^2 A_{21} m_2 + (A_{21} - A_{11}) c_2 = 0, \\ -f_2^2 A_{12} m_1 + A_{12} c_1 + (A_{12} - A_{22}) c_2 = 0, \\ \quad -f_2^2 A_{22} m_2 + (A_{22} - A_{12}) c_2 = 0, \end{cases} \quad (10)$$

из которой следует, что если известно, например, m_1 , то

$$c_2 = \frac{m_1 A_{12} A_{11} (f_2^2 - f_1^2)}{A_{21} A_{12} - A_{22} A_{11}}, \quad c_1 = \frac{f_1^2 m_1 A_{11} - (A_{11} - A_{21}) c_2}{A_{11}}, \quad m_2 = \frac{(A_{11} - A_{21}) c_2}{f_1^2 A_{21}}.$$

Аналогичным образом можно определить другие три неизвестные из четырех c_1 , m_1 , c_2 , m_2 , если известно хотя бы одно. Данный метод позволяет определить неизвестные массы и коэффициенты жёсткости пружин по набору собственных частот и амплитудам колебаний. В качестве жесткости пружины c_1 и массы m_1 принимается жесткость и масса генератора колебаний (например упругая плоскость опорной поверхности), c_2 и m_2 – жесткость и масса элемента полотна, находящегося в контакте с опорной поверхностью.

Вывод:

Предложенный метод позволяет производить аналитическую оценку вибропоглощающей способности объемного «распорчатого» трикотажного полотна, а также прогнозировать ее при проектировании новых полотен с учетом сырьевого состава и структуры полотна.

Литература

1. *Yanping Liu, Hong Hu. Vibration Isolation Performance of Warp knitted Spacer Fabrics. Institute of Textiles and Clothing. The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong.*

2. *Баишков А.П., Баишкова Г.В., Евдокимов А.В. Прогнозирование звукоизолирующей способности текстильного композита. // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений. Сборник научных трудов. – Иваново: ИВГПУ, 2015. С. 229-234.*

СТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД К РАСЧЕТУ ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ В ЦИКЛОНАХ

А.С. Белоусов¹, С.Г. Сафонов²

¹ Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

² ООО «НПК «ОйлГазМаш», г. Подольск, Россия

Устройства, использующие вихревые потоки широко применяются как для решения задач очистки промышленных газов, так и непосредственно в технологических процессах. Применяются центробежные пылеуловители, вихревые аппараты, прядильные устройства с вихревыми потоками. [1-3] Учитывая сложный характер процесса движения полидисперсных по составу взвешенных частиц, для обобщения данных и расчета процессов наиболее часто применяются методы теории подобия. Согласно теории подобия, применительно к движению двухфазной среды в закру-

ченном потоке, эффективность осаждения взвешенных частиц за счет определенного механизма может быть охарактеризована соответствующим безразмерным параметром, а общая эффективность улавливания частиц в аппарате η является функцией этого параметра и критерия Re , определяющего движения газовой среды.

Движение двухфазного газового потока в вихревых устройствах обычно протекает при больших значениях Re и носит турбулентный характер. Тогда эффективность осаждения, в виде критерия Стокса Stk находится в зависимости от критерия Рейнольдса Re_T [4]:

$$Stk = f(Re_T), \quad (1)$$

По мере развития турбулентности происходит постепенное «вырождение» критерия Re_T , эта область движения характеризуется «квадратичным законом» сопротивления ($\zeta = \text{const}$). Таким образом, критериальная зависимость (1) при автомодельном режиме движения для частиц d_{50} (улавливаемых с эффективностью 0,5), имеет вид:

$$Stk_{50} = \frac{d_{50}^2 \cdot \rho_m \cdot v_g}{18 \cdot \mu_g \cdot l} = f(Eu) = f\left(\frac{\Delta P}{\rho_g \cdot v_g^2}\right), \quad (2)$$

где Stk_{50} - значение критерия Stk для частиц d_{50} , ΔP – гидравлическое сопротивление, ρ_m – плотность частиц, μ , v_g , ρ – вязкость, скорость и плотность газа, Eu - критерий Эйлера. По результатам экспериментальных исследований циклонных и вихревых аппаратов эта зависимость была обобщена в виде [4-5]:

$$Stk_{50} = 5,76 \cdot 10^{-2} \cdot Eu^{-1,02}, \quad (3)$$

Преобразуя (3), получаем зависимость, необходимую для инженерных расчетов:

$$d_{50} = 14,5 \cdot 10^5 \cdot \zeta^{-0,51} \cdot \sqrt{\frac{D \cdot \mu_g}{v_g \cdot \rho_m}}. \quad (4)$$

Полученные уравнения основаны на представлении вихревого устройства как объекта с сосредоточенными параметрами. Вместе с тем, ряд исследований показывает, что в вихревых аппаратах наблюдаются достаточно сложные пространственные структуры течения, обладающие особыми свойствами [1-2,6-11]: приосевой распад вихря; частичное подавление турбулентности; перенос циркуляции; экстремальные свойства закрученного течения приводят к его квазицилиндрическому характеру.

Получим модель для расчета эффективности улавливания циклона, в определенной мере учитывающую структурные особенности течения газа в аппарате. В соответствии с результатами работ [1-2,6-11], рассмотрим движение газа в виде двух потоков: нисходящего периферийного потока в

кольцевом канале с радиусами R_{02} и R , а также восходящего приосевого потока в цилиндре радиуса R_{02} . Из данных, полученных в [1-2,6-11], следует, что в нисходящем можно рассматривать движение газа, как зависящее лишь от r и φ (в цилиндрической системе координат). То есть для компоненты скорости газа V_φ в периферийной зоне аппарата можем записать уравнения Навье-Стокса с эффективной вязкостью ν_t :

$$V_r \frac{\partial V_\varphi}{\partial r} + \frac{V_r V_\varphi}{r} = \nu_t \left(\frac{\partial^2 V_\varphi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial V_\varphi}{\partial r} - \frac{V_\varphi}{r^2} \right), \quad (6)$$

где V_φ – тангенциальная скорость газа; (z, r, φ) – цилиндрические координаты.

Из уравнения неразрывности с использованием условия равномерного перехода нисходящего потока в восходящий поток, получаем для нисходящего потока

$$V_r = -\frac{Q}{2\pi H_2 r}, \quad (7)$$

где Q – расход газа; H_2 – эффективная высота зоны сепарации. Используя решение уравнения (6) из работы [12], приняв радиус R_{02} равным радиусу выхлопной трубы, можем решить уравнение динамического равновесия частицы:

$$\frac{dr}{dt} = \tau \frac{W_\varphi^2}{r} + V_r, \quad (8)$$

Учтем также изменение крутки при входе в аппарат и при движении потока. Для момента импульса M можно записать:

$$M = M_i / (1 + k \cdot M_i \cdot X / R), \quad (9)$$

где X – координата вдоль оси в зоне однородного течения; M_i – момент импульса в начальном сечении; k – коэффициент трения (см. [6]). В конечном итоге, после преобразований для расчета параметра фракционной эффективности d_{50} получаем:

$$d_{50} = (0,56 R_{02}) \cdot \left[\frac{2\pi \cdot (R^2 - R_{02}^2)}{(R \cdot S_E)} \right] \sqrt{\frac{\mu}{\rho_m H_2 \cdot Q} \left(1 + \frac{R^4}{4R_{02}^2 (R^2 - R_{02}^2)} \right)}, \quad (10)$$

где S_E – эффективный параметр крутки, приведенный к радиусу выхлопной трубы, с учетом уравнения (9). Общий коэффициент очистки рассчитывался по фракционному составу пыли на входе в аппарат $D(d)$ и функции фракционной эффективности улавливания $F(d)$ [4-6]:

$$\eta_0 = \int_0^\infty F(d) d(D(d)). \quad (11)$$

Расчеты по уравнениям модели (9-11) показали достаточно высокую точность результатов. Для типовых циклонов с тангенциальным вводом отклонение расчетных и экспериментальных данных по d_{50} составляет: ЦН-11 – 1,2 %; ЦН-15 – 0,38 %; ЦН-24 – 7,6 %, и во всех случаях, точнее результатов по уравнениям (3-4). Для укороченного циклона ЭЛСТАТ, близкого по характеристикам к СКЦН-34 [13] расчетные данные по уносу из аппарата – E , (в зависимости от скорости в сечении) также достаточно хорошо описываются моделью (9-11), при этом расчеты по уравнениям (3-4) дают примерно в 1,4 раза заниженное количество выбросов (рис. 1).

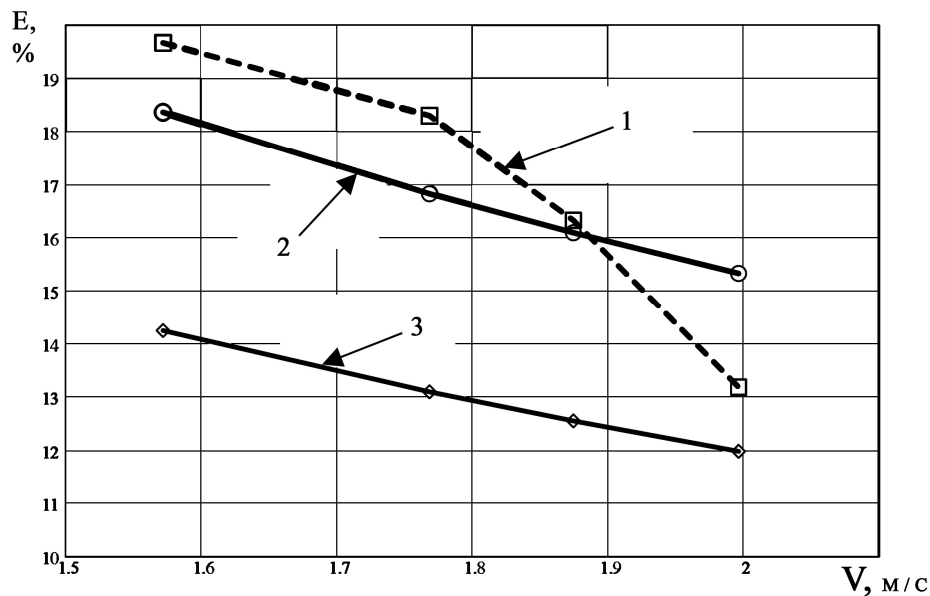


Рис. 1. Экспериментальные и расчетные данные выноса частиц из циклона ЭЛСТАТ
(1 – эксперимент для аппарата диаметром 300 мм; 2 – расчет по методике (9-11); 3 – расчет по методике (3-4))

Литература

1. Гунта А., Лилли Д., Сайред Н. Закрученные потоки: Пер. с англ. М.: Мир, 1987. – 588 с.
2. Hoffmann A.C., Stein L.E. Gas Cyclones and Swirl Tubes. - Berlin Heidelberg New York: Springer. 2008. – 422 P.
3. Basal G., Oxenham W. Vortex Spun Yarns vs. Air-Jet Spun Yarn//AUTEX Research Journal, 2003. – v.3. – № 3. – P. 96-101.
4. Вальдберг А.Ю., Сафонов С.Г. Основы расчета эффективности газоочистных аппаратов инерционного типа. // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2006. – №9. – С. 43-44.
5. Вальдберг А.Ю. Современные тенденции в развитии теории и практики пылеулавливания. // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2007. – №7. – С.48-50.

6. *Belousov A.S., Sazhin B.S.* Application of guided vortex breakdown for drying and separation of the powder in vortex cyclone // Proc. 2nd Nordic Drying Conf., Copenhagen, Denmark, 2003. – P.475 -479.

7. *Obermair S., Woisetschläger J., Staudinger G.* Investigation of the flow pattern in different dust outlet geometries of a gas cyclone by laser Doppler anemometry // Powder Technology. – 2003. – v. 138. – № 2-3. – P. 239-251.

8. *Alahmadi Y.H., Nowakowski A.F.* Modified shear stress transport model with curvature correction for the prediction of swirling flow in a cyclone separator // Chemical Engineering Science. – 2016. – V. 147. – P. 150-165.

9. *Sambasivam D., Bhattacharya A.K.* Synthesis of CFD and Monte-Carlo simulations for improved design and operation of Dense Medium Cyclones // Computers & Fluids. – 2014. – V. 96. – P. 47-62.

10. *Белоусов А.С., Сажин Б.С.* Поля скоростей в вихревых аппаратах // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006. – №2. – С. 100–105.

11. *Белоусов А.С., Сажин Б.С.* Структура потоков в вихревых устройствах // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006. – №5. – С. 98–103.

12. *Белоусов А.С., Сажин Б.С., Кочетов Л.М. и др.* Аэродинамика турбулентного потока в дисковой вихревой сушилке. // Успехи в химии и химической технологии. Т.18. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. – 2004. – №6 (46). – С.126-128.

13. *Вальдберг А.Ю., Хуторов Ю.Ф., Андреев О.В., Сафонов С.Г.* Исследования модели циклона // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2007. – №12. – С. 36-37.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ГИДРОДИНАМИКИ ВЗВЕШЕННОГО СЛОЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ОЧИСТНЫХ АППАРАТАХ

А.С. Белоусов

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Для совершенствования конструкций аппаратов с взвешенными газодисперсными потоками в первую очередь необходима информация о гидродинамике течения и взаимодействия фаз. Однако процессы в этих аппаратах обычно характеризуются большим числом взаимосвязанных параметров, нелинейно определяющих требуемую степень обработки и качество результата. Поэтому в настоящее время для расчета и анализа процессов в таких аппаратах наиболее распространен приближенный подход, включающий выбор модели структуры потоков, наиболее полно соответствующей реальной картине течения. Исследование полной физико-химической иерархии процессов в аппарате, совместно с моделями структуры потоков обычно называют системным анализом.

В зависимости от характера распределения слоя в рабочем объеме технологические аппараты можно разделить на две группы. В первой группе дисперсная фаза относительно равномерно распределена по объему (кипящий слой, пневмотранспорт, насадочные колонны). Искажения равномерности в этих устройствах возможно в особых случаях, например при масштабном переходе [1]. В другой группе сама конструкция аппарата и принцип организации течений в рабочем объеме приводит к неравномерности и неполному заполнению рабочего объема: закрученные потоки, фонтанирование, встречные закрученные потоки [2-3]. Для аппаратов защиты окружающей среды (АЗОС) реализация этого подхода также имеет свои особенности. В АЗОС задача состоит в извлечении примеси, которая составляет обычно лишь часть рабочего объема. То есть, в АЗОС также возникают неоднородные гидродинамические структуры, выявление которых является нетривиальной задачей системного анализа.

Наибольшее распространение для выбора гидродинамической модели получил метод моментов [1-2]. Для определения N параметров модели приравниваются N моментов теоретической и экспериментальной функции распределения времени пребывания (РВП) индикатора. Чаще всего используется дисперсия спектра РВП, которая отражает величину эффективной диффузии D в направлении движения потока [1-2]. Обратная величина к эффективной диффузии представляет собой безразмерное число Пекле: $Pe \sim 1/D$. Однако идентификация по методу моментов имеет интегральный характер, то есть не позволяет выявить типы и параметры неоднородностей, а также менее точна, чем идентификация по F - критерию остаточной дисперсии [2].

В данной работе для идентификации неоднородных структур потоков предложена методика, основанная на описанной в работах [2-3] процедуре. В данной работе предлагается дополнить процедуру пошаговым построением цепочки моделей Z_n , причем на каждом этапе с помощью F -статистики выбирается эффективная модель, выбранная из предварительно подобранной группы моделей. Группа формируется на основе анализа приближенных функций интенсивности $L(\theta)$.

Функции $L(\theta)$ рассчитывались путем кубической сплайн-интерполяции точек кривых отклика $C(\theta)$. Далее определяется интегральная функция рас-

пределения времени пребывания $F^*(\theta) = \int_0^{\theta} C^*(z) \cdot dz$, а затем приближенная

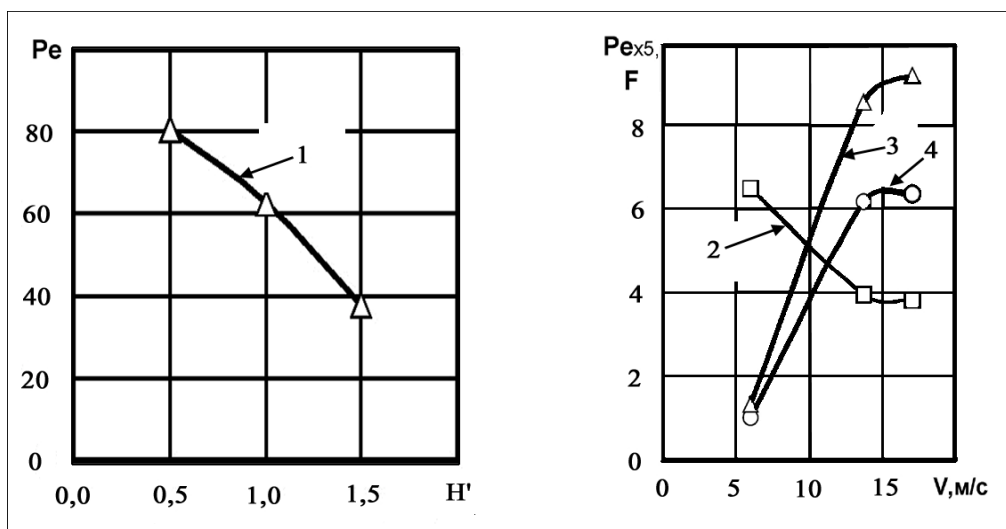
экспериментальная функция интенсивности $L(\theta) = -d[\ln(1 - F^*(\theta))]/d\theta$.

При воспроизводимости σ^2 оценкой ошибки служит величина:

$$L_{\Delta} = \sigma / (1 - F^*(\theta)).$$

Расчеты группы однопараметрических диффузионных и ячеечной моделей были выполнены для циклонного аппарата с диаметром $D=0,125$

м, с высотой, варьируемой в пределах: $H=0,55-1,5$ м [4].



а)

б)

Рис. 1. а) 1-Зависимость числа Пекле от высоты аппарата; б) 2- Зависимость числа Пекле от скорости во входном патрубке; 3,4 – отношение F остаточных дисперсий моделей (3 – диффузионная, 4 – ячеечная модель) к остаточной дисперсии ячеечной модели при малой скорости.

Скорость во входном патрубке изменялась в диапазоне $V=6;13,7;17$ м/с. Как видно из данных на рис. 1а при увеличении относительной длины устройства степень перемешивания частиц (обратно пропорциональная критерию Пекле) возрастает, однако значения критерия достаточно велики. Таким образом, с увеличением длины следует ожидать увеличения дисперсии фракционной характеристики аппарата. Зависимость числа Пекле от входной скорости имеет немонотонный характер (рис. 1б). На рис. 1б приведено также отношение остаточных дисперсий моделей к остаточной дисперсии ячеечной модели при малой скорости. Из этих данных следует, что при повышенных скоростях однопараметрические модели не описывают РВП. Дополнительный анализ показал, что при повышенных скоростях изменяется структура потоков, течение распадается на две ветви с различными параметрами, что говорит о необходимости ограничения максимальной скорости в циклонах и подтверждается данными работы [5].

Для более сложного случая формируется подгруппа многопоточных моделей, которая учитывает реальное разделение потоков дисперсной фазы. Расчет параметров ячеечной модели с обратным потоком (ЯМОП) имеет вид ряда, в который входят N корней p_i уравнения

$$D(p) = x^{-0,5} \cdot \sin[(1+N) \cdot p] - 2 \cdot \sin[N \cdot p] + x^{0,5} \cdot \sin[(N-1) \cdot p] = 0, \quad (1)$$

где N – число ячеек модели, x – относительный обратный поток. Для алгоритма расчета корней методом секущих предложено уравнение для вычисления начальных условий P_i^0 :

$$P_i^0 = \pi \cdot (i - (x - 0,15)) / (N + 0,8). \quad (2)$$

Решение уравнений двухпоточной секционной модели в относительных координатах, при импульсном возмущении на входе для случая равномерной подачи трассера по ширине потока получено в виде:

$$C(\theta) = S \cdot \left[(1 - \varphi) \cdot \frac{A_1(\theta) \cdot N_1^{N_1} \cdot e^{\left(-\frac{N_1 a \theta}{k}\right)}}{\tilde{A}(N_1)} + \varphi \cdot \frac{A_2(\theta) \cdot N_2^{N_2} \cdot e^{-N_2 a \theta}}{\tilde{A}(N_2)} \right], \quad (3)$$

где $S = (\varphi + (1 - \varphi) \cdot k)^2 / (\varphi + (\tau - \varphi) \cdot k^2)$, $a = (\varphi + (1 - \varphi) \cdot k^2) / (\varphi + (1 - \varphi) \cdot k)$, $A_1(\theta) = (a \cdot \theta / k)^{N_1 - 1}$, $A_2(\theta) = (a \cdot \theta)^{N_2 - 1}$, $k = \tau_1 / \tau_2$, $\varphi = Q_1 / Q$, τ_1 и τ_2 – среднее время пребывания в соответствующих частях потока, N_1 и N_2 – числа секций в каждой ветви потока, Q – общий поток, \tilde{A} – гамма-функция.

Параметрами модели являются числа секций N_1 , N_2 и относительный расход первого потока φ .

На рис. 2 представлены экспериментальные и расчетные кривые L – функций, характеризующие структуру потоков в вихревой камере с вертикальной осью с диаметром выхлопа $\bar{d}_T = 0,5$ и высотой переливного порога на выхлопе $\bar{h} = h / D = 0,03$ [6].

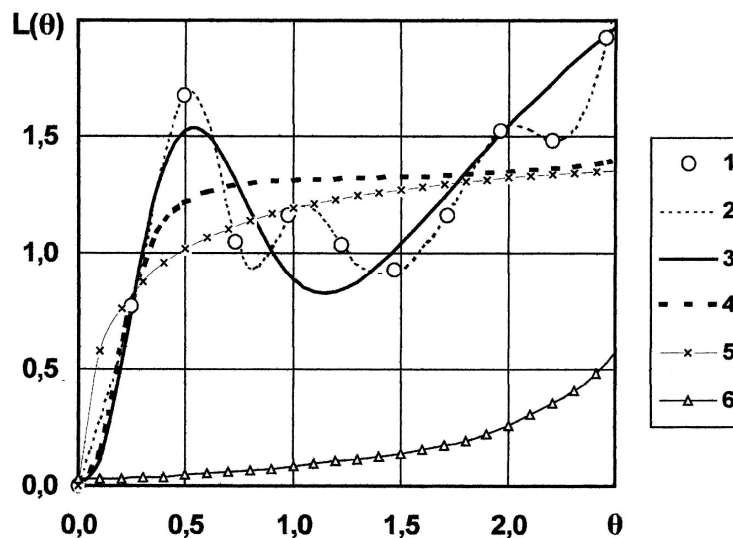


Рис. 2. Расчет структуры потоков для вихревой камеры с вертикальной осью: 1,2 – экспериментальные [6] $L(\theta)$ функции интенсивности в точках замеров и между ними; 3 – $L(\theta)$ -функция двухпоточной секционной модели; 4 – $L(\theta)$ -функция интенсивности для ячейчатой модели с обратным потоком; 5 – $L(\theta)$ для стандартной ячейчатой модели; 6 – относительная ошибка экспериментальной функции интенсивности L_{Δ} .

В результате применения процедуры идентификации на шаге $n=3$ адекватной оказалась двухпоточная секционная модель. Таким образом, при данной высоте перелива в аппарате может происходить разделение течения на две ветви с разными характеристиками. При конструктивном увеличении переливного порога до $\bar{P}=0,075$ проблема распада потоков снимается. Для такой конструкции адекватна ячеечная модель с числом ячеек $N=1,67$, при этом возрастает и среднее время пребывания.

Литература

1. Розен А.М., Костанян А.Е. К вопросу о масштабном переходе в химической технологии. // Теор. основы хим. технологии. – 2002. – Т. 36. – №4. – С.339-346.
2. Белоусов А.С., Сажин Б.С. Диффузионная модель перемешивания в технологических аппаратах при малых числах Пекле. // Известия Вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005. – №2. – С.96-100.
3. Сажин Б.С., Кочетов Л.М., Белоусов А.С. Удерживающая способность и структура потоков в вихревых аппаратах. // Теоретические основы хим. технологии. – 2008. – Т. 42. – №2. – С. 125–135.
4. Белоусов А.С., Сажин Б.С., Лопаков А.В. и др. Структура потоков в циклоне. // Успехи в химии и химической технологии. – Т. XX. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. – 2006. – №9 (67). – С. 121–123.
5. J. Yang, G. Sun, M. Zhan. Prediction of the maximum-efficiency inlet velocity in cyclones. // Powder Technology. – 2015. – V. 286. – P. 124-131.
6. Сажин Б.С., Акулич А.В., Лукачевский Б.П. и др. Исследование гидродинамики многофункционального вихревого аппарата. Деп. в ВИНИТИ, 1986. – №6883–В86. – 10 с.

РАЗРУШЕНИЕ УСТОЙЧИВЫХ ЭМУЛЬСИЙ В СТРУЙНОМ АППАРАТЕ

Е.С. Бородина, А.И. Домбровская

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

В процессе работы исследовались устойчивые эмульсии, содержащие воду и нефтепродукты. Согласно принятой классификации различают эмульсии: мелкодисперсные с размером капель воды от 0.1 до 20 мкм; средней дисперсности – от 20 до 50 мкм; грубодисперсные с каплями воды от 50 до 300 мкм.

В исследуемых эмульсиях нефтепродуктов содержались водяные капли, соответствующие всем трём видам. Поэтому исследуемые эмульсии относятся к полидисперсным системам с размером капель от 5 до 300 мкм.

Кроме того, рассматриваемые эмульсии характеризуются большим содержанием механических примесей и являются множественными (ловушечными).

Деформация и разрушение бронирующих оболочек глобул воды в струйном аппарате происходит благодаря турбулентным пульсациям скорости движущегося потока, масштаб которых λ не превышает характерного размера капли (диаметра капли d_k). Размеры дробимых капель и масштаб турбулентных пульсаций должны удовлетворять условиям $\lambda_0 < \lambda \leq d_k$ (здесь λ_0 - внутренний масштаб изотропной турбулентности).

Критический диаметр капли, при которой она не будет дробиться в потоке эмульсии, для случая неоднородного потока находится из соотношения:

$$d_{кр} = \frac{19}{\nu} \cdot \left(\frac{\sigma}{\rho_H}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{D}{Re}\right)^{\frac{5}{2}} \quad (1)$$

Зависимость критического диаметра капли от числа Re представлена на рис. 1.

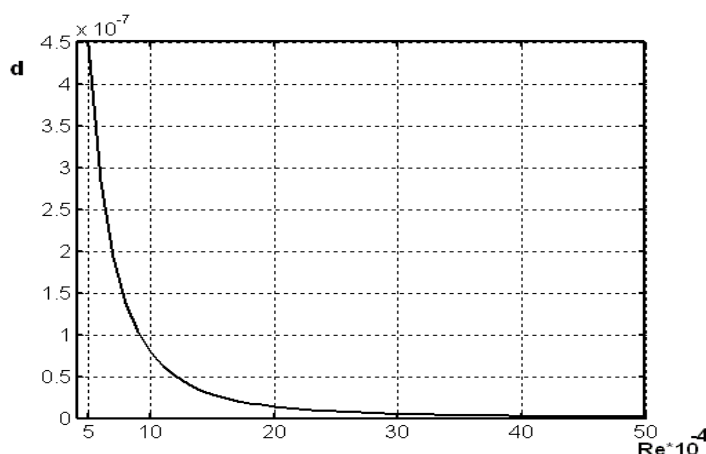


Рис. 1. Зависимость критического диаметра капли от числа Рейнольдса

Таким образом, при $Re=50000$ $d_{кр} = 500$ мкм, при $Re=500000$ $d_{кр}$ – менее 1 мкм.

Деформация и дробление капель воды в высоко турбулентном потоке в струйном аппарате во многом обусловлена градиентами скорости и давления. Наличие этих градиентов приводит к тому, что на поверхности капле воды действуют различные динамические напоры, деформирующие капли.

Значительный вклад в разрушение бронирующих оболочек вносит также их соударение со стенками прямолинейного участка струйного аппарата, при этом образуется внутренняя фаза, свободная от бронирующих оболочек и с весьма большой свободной поверхностью.

Кроме разрушения бронирующей оболочки для разделения веществ важен процесс коалесценции, возможность которого определяется временем контакта двух капель достаточным для удаления плёнки сплошной фазы. Укрупнение капель в большей степени зависит от частоты столкновения, жёсткости контакта капель и времени их пребывания в потоке.

Частота ω столкновений дисперсных частиц в цилиндрической части аппарата может быть определена по формуле Смолуховского путем замены коэффициента диффузии при броуновском движении на коэффициент турбулентной диффузии:

$$\omega = 4\pi \cdot d \cdot D_m \cdot n, \quad (2)$$

где d - диаметр частицы; D_m - коэффициент турбулентной диффузии; n - число частиц в единице объема.

Значение коэффициента турбулентной диффузии для трубопровода определяется следующим выражением:

$$D_m = \frac{3,3D \cdot u_0 \cdot 10^{-3}}{\sqrt[3]{\text{Re}}}, \quad (3)$$

где D - диаметр трубопровода; u_0 - средняя объемная скорость потока.

Учитывая, что не все столкновения капель жидкости заканчиваются их слиянием, частоту актов слияния ω_k можно выразить как:

$$\omega_k = k \cdot \omega, \quad (4)$$

где k - коэффициент эффективности столкновений.

Принимая турбулентный поток однородным по всей площади поперечного сечения трубопровода, процесс изменения укрупнения капель воды в установившемся режиме для элемента длиной Δl можно описать уравнением (5):

$$n \cdot \frac{\pi \cdot d_t^3}{6} = \left(n - \frac{dn}{dl} \cdot \Delta l \right) \cdot \frac{\pi}{6} \cdot \left(d_t + \frac{d(d_t)}{dl} \cdot \Delta l \right)^3, \quad (5)$$

где n - число капель, диаметр которых равен d_t .

Изменение общего числа капель при их слиянии в процессе движения по элементу длиной Δl определяется выражением:

$$n = \left(n - \frac{dn}{dl} \cdot \Delta l \right) + \frac{1}{2} \cdot Q \cdot n \cdot \frac{\Delta l}{u_0}, \quad (6)$$

Учитывая малость элемента длины Δl , после соответствующих преобразований и учета граничного условия (при $l = 0$, $d_t = d_0$), решение уравнений (5) и (6) можно представить в виде:

$$\left(\frac{d_t^2}{d_0^2} - 1 \right) \cdot d_0^2 = \frac{8K \cdot D_m \cdot W}{u_0} l, \quad (7)$$

Отсюда получим выражение для длины прямолинейного участка, необходимого для коалесценции:

$$l = \left(\frac{d_t^2}{d_0^2} - 1 \right) \frac{u_0 d_0^2}{8K \cdot D_m \cdot W} = \frac{(K_d^2 - 1) \cdot u_0 \cdot d_0^2}{8K \cdot D_m \cdot W}, \quad (8)$$

где $W = n \cdot \pi \cdot d^3 / 6$ - обводнённость смеси, $K_d = \frac{d_t^2}{d_0^2}$.

Приведенные соотношения для критического диаметра капель эмульсии и длины трубопровода, необходимой для коалесценции капель эмульсии до требуемого размера, могут быть использованы для расчета геометрических характеристик струйного аппарата для разделения устойчивых эмульсий.

Литература

1. *Тюрин М.П., Бородина Е.С., Барсукова А.С.* Результаты исследований процессов разделения эмульсий в струйном аппарате / Сборник материалов Международной научно-технической конференции «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (ИННОВАЦИИ – 2014). – М.: МГУДТ, 2014. – С. 230-233.

2. *Сажин Б.С., Тюрин М.П., Кочетов Л.М., Сафонов Р.А.* Разделение устойчивых эмульсий в струйных аппаратах. // Теоретические основы химической технологии. – 2009. – Т. 43. – № 1. – С. 14–21.

3. *Тюрин М.П., Кочетов Л.М., Сажин В.Б., Попов И.А., Анапрушкина М.А., Османов З.Н., Емельянова О.С.* Экспериментальные исследования разделения устойчивых эмульсий в струйном аппарате. // Успехи в химии и химической технологии. – 2011. – Т. 25. – № 8(124). – С. 115-124.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОЖУХОТРУБЧАТЫХ ТЕПЛОБМЕННИКОВ ПРИ КОРИДОРНОМ И ШАХМАТНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ ПУЧКОВ ТРУБ В СИСТЕМАХ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ ВЫБРОСОВ

Е.С. Бородина, В.М. Давыдов, К.А. Зайцев

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

При использовании того или иного теплообменного оборудования часто возникает вопрос об использовании того или иного типа аппаратов.

Проведём сравнительный анализ теплообменных аппаратов, состоящих из трубных решеток при коридорном и шахматном расположении пучков труб при поперечном обтекании потоком газа и определение граничных чисел Re , разделяющих зоны эффективного использования одной из схем обтекания.

В табл. 1 приведены основные типоразмеры труб, применяемые для данного типа теплообменников, а также минимальный относительный шаг, который согласно требованиям котлонадзора находится по формуле

$$\sigma_{\min} = 1,2 + \frac{2 \div 3}{d_{\text{нар}}}, \quad (1)$$

где $d_{нар}$ – наружный диаметр трубопровода.

Таблица 1

Характеристики трубопроводов

$d_{нар}/d_{вн}$	12/9,6	14/12	19/17	30/28	42/40
$\sigma_{мин}$	1,45	1,414	1,3	1,267	1,248

Будем считать, что число труб Z по ходу потока удовлетворяет условию $Z \geq 10$, что обычно выполняется на практике.

При сравнительном анализе принимались неизменными:

- тепловая мощность аппарата Q ;
- температуры среды внутри труб и теплоносителя в межтрубном пространстве на входе и выходе из зоны теплообмена.

Эти величины, как правило, определяются тепловой схемой установки. Сравнение проводилось при оптимальных для каждого типа решетки относительных шагах и оптимальной геометрии ячейки: коридорный пучок - квадрат со стороной, соответствующей минимально допустимому относительному шагу $\sigma_{мин}$; шахматный пучок - равносторонний треугольник со стороной также соответствующей минимально допустимому относительному шагу $\sigma_{мин}$. При сравнении также принималось постоянство коэффициента теплоотдачи для теплоносителя $\alpha = idem$, что может быть выполнено изменением числа труб во фронтальной плоскости n_l , и числа труб Z по ходу потока, но их произведение, равное общему числу труб в аппарате, остается постоянным.

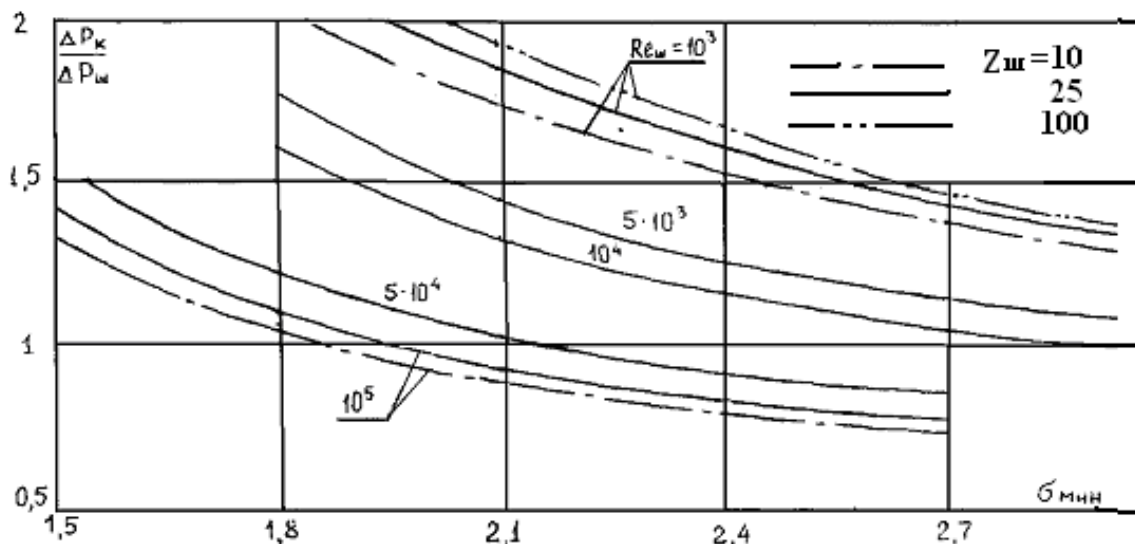


Рис. 1. Отношение потерь давления коридорного и шахматного пучков при $Z_{ш} \geq 1$

На рис.1 представлены зависимость отношения потерь давления $\Delta P_k / \Delta P_{ш}$ от $\sigma_{мин}$ для коридорного и шахматного пучков труб при различ-

ных значениях чисел Рейнольдса $Re_{ш}$. Как видно из рис.1, отношение $\Delta P_k / \Delta P_{ш}$ может быть больше или меньше единицы. Однако при всех значениях $Re = 10^3 \div 10^5$ для всех $\sigma_{мин} = 1,9$, что обычно выполняется для реальных условий теплотехнологий промышленных предприятий шахматный пучок эффективнее коридорного.

На рис. 2 представлена зависимость граничного числа от $\sigma_{мин}$ и $Re_{ш}$, вычисленного из условия $\Delta P_k = \Delta P_{ш}$, которая разделяет области применения одной из решеток. Область, лежащая выше и левее линии $Re_{ш} = idem$, соответствует более целесообразному применению шахматного пучка труб, а область ниже и правее этой линии – более целесообразному применению коридорного пучка труб.

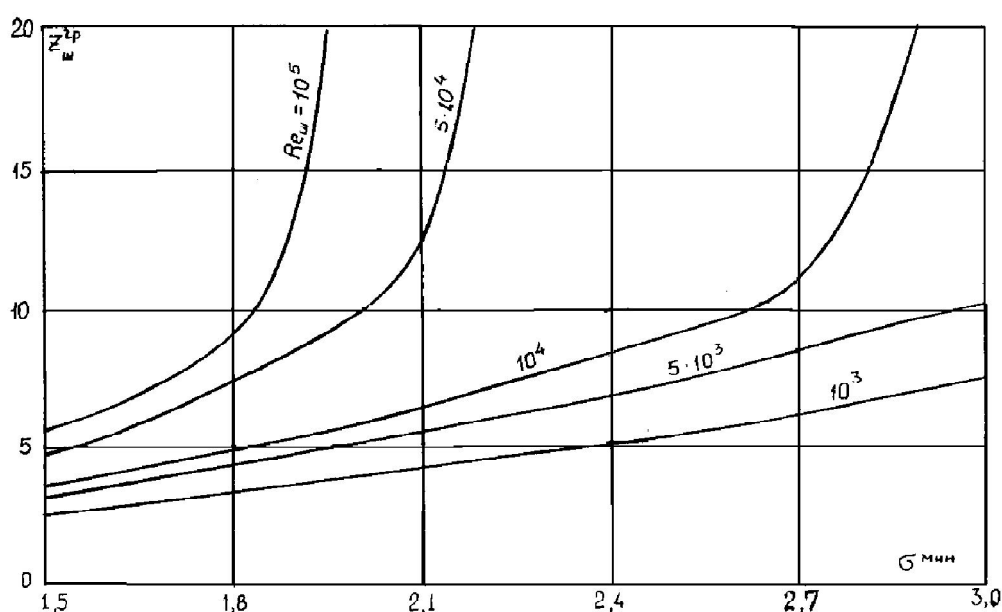


Рис. 2. Зависимость граничного числа $Z_{ш}^{сп}$ от $\sigma_{мин}$ и $Re_{ш}$

Таким образом, практически для всех случаев, имеющих место в теплоэнергетике, применение шахматного пучка при поперечном обтекании теплоносителем является предпочтительным.

Литература

1. Сажин Б.С., Тюрин М.П., Сошенко М.В. Основные процессы и аппараты энергосберегающих технологий текстильных и химических предприятий. – М.: ГОУ ВПО «МГТУ им. А. Н. Косыгина», 2008. – 339 с.
2. Соснин А.С., Бородин Е.С., Тюрин М.П. Пути повышения экономичности тепловых электростанций / Результаты научных исследований. Сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2016. – С. 159 – 161.

НЕСТАЦИОНАРНАЯ ЭКСТРАКЦИЯ ЦЕЛЕВОГО КОМПОНЕНТА ИЗ ТОНКОЙ ПЛОСКОЙ ПЛАСТИНЫ

А.П. Булеков

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия.

В работе представлены математическая модель и полученные на её основе количественные и качественные характеристики процесса экстракции целевого компонента из тонкой плоской пластины. Предложенная модель является дальнейшим развитием ранее рассмотренной задачи диффузионной экстракции красителя из текстильного полотна [1]. В новой постановке этой проблемы учтена зависимость концентрации целевого компонента в экстрагенте от времени, что соответствует реальным условиям реализации исследуемого процесса в промышленных условиях. Это существенно усложняет как саму математическую модель, так и аналитическое решение задачи. Кроме того, для получения результатов, описывающих целый класс подобных процессов, в работе осуществлён переход от естественных переменных к безразмерным комплексам и критериям.

В соответствии с изложенными выше условиями рассматриваемая задача формулируется следующим образом. В аппарат непрерывного действия, рабочий объём которого занят экстрагентом массой m_1 (кг.), поступает плоская, толщиной 2δ (м) пластина с концентрацией целевого компонента C_0 (кг/кг). Производительность по материалу составляет G (кг/с). Одновременно в аппарат вводится экстрагент с концентрацией целевого компонента U_0 (кг/кг) и расходом L (кг/с).

В основе описания исследуемого процесса лежит диффузионная теория химико-технологических процессов [2]. В соответствии с её основными положениями в декартовой системе координат математическая модель процесса включает уравнение его материального баланса по целевому компоненту и краевую задачу для уравнения диффузии в тонкой пластине:

$$C_0 - C_{cp}(F_0) = m(U(F_0) - U_0) + \kappa \frac{du}{dF_0} \quad (1)$$

$$\frac{\partial C(\eta, F_0)}{\partial F_0} = \frac{\partial^2 C(\eta, F_0)}{\partial \eta^2} \quad (2)$$

$$C = (\eta, 0) = C_{cp}(F_0) = C_0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial C(0, F_0)}{\partial \eta} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial C(1, F_0)}{\partial \eta} = B_i(A_p U(F_0) - C(1, F_0)) \quad (5)$$

В одномерной модели используются общепринятые безразмерные переменные, критерии, а также безразмерные комплексы, отражающие

технические характеристики процесса. Связь этих переменных с естественными параметрами определяется следующими соотношениями:

$$\eta = \frac{x}{\delta}; m = \frac{L}{G}; \kappa = \frac{Dm_1}{G\sigma^2}; F_0 = \frac{D}{\sigma^2} \tau; Bi = \frac{\beta^*}{D} \delta; \beta^* = \frac{\beta}{A_p}; C_p = A_p U_p. \quad (6)$$

При формулировке граничного условия (5) используется гипотеза о достижении фазового равновесия на границе раздела фаз «пластина-экстрагент» и о линейном характере этой зависимости с константой A_p . Кинетическими коэффициентами, определяющими скорость процесса в твёрдой и жидкой фазах, являются соответственно коэффициент диффузии D (м²/с) и коэффициент массоотдачи β (м/с).

Учитывая нестационарность граничного условия (5) и тот факт, что по физическому смыслу все функции, зависящие от концентрации целевого компонента, являются оригиналами, решение поставленной задачи может быть найдено методом Лапласа [3].

В соответствии с этим методом кинетическое уравнение (2) в операторной форме представляет собой обыкновенное линейное неоднородное дифференциальное уравнение 2-го порядка с постоянными коэффициентами:

$$y''_{\eta\eta} - py = -C_0, \quad (7)$$

где $y(\eta, p) = \int_0^\infty C(\eta, F_0) e^{-pF_0} dF_0$ – изображение функции $C(\eta, F_0)$ по временной переменной F_0 , а p – комплексный параметр

Общее решение уравнения (7) с учетом граничного условия (4) имеет вид:

$$y(\eta, p) = Ach\sqrt{p\eta} + \frac{C_0}{p}, \quad (8)$$

где A – произвольная постоянная.

Идентификация константы A связана с необходимостью удовлетворения решения (8) начальному (3) и граничному (5) условиям задачи. Предварительно из материального баланса (1) находится функция $U(F_0)$. Изображение этой функции определяется из уравнения (1) в операторной форме:

$$C_0 - \frac{1}{\sigma} \int_0^\sigma u(\eta, F_0) d\eta = m(Z(p) - U_0) + \kappa(PZ(p) - U_0), \quad (9)$$

где $Z(p) = \int_0^\infty u(F_0) e^{-pF_0} dF_0$ – изображение функции $u(F_0)$ по Лапласу.

Стандартные алгебраические преобразования и операции позволяют получить в явном виде из уравнения (9) выражение для функции $Z(p)$ и подставить его в граничное условие (5), записав предварительно последнее в операторной форме.

В результате получается соотношение, необходимое для определения константы A и, следовательно, самого решения задачи в области изображений. Последнее в работе представлено в виде:

$$y(\eta, p) = \frac{Bi(u_0 + mC_0)\sqrt{P} - mC_0}{p(\sqrt{P}sh\sqrt{P} + mch\sqrt{P})} ch\sqrt{P}\eta + \frac{C_0}{P}. \quad (10)$$

Учитывая, что входящая в соотношение (10) дробь является правильной рациональной относительно параметра p , восстановление оригинала по изображению $y(\eta, p)$ возможно на основе второй теоремы разложения операционного исчисления [3]. Воспользовавшись процедурой, основанной на этой теореме, искомый оригинал, после возвращения к естественным переменным, в работе представлен в виде ряда:

$$\frac{C(x_1\tau) - C_p}{C_0 - C_p} = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos\left(\lambda \frac{x}{\delta}\right) \exp\left(\frac{-\lambda_k^2 D}{\delta^2} \tau\right), \quad (11)$$

где C_p – концентрация целевого компонента на поверхности пластины, равновесная с концентрацией этого компонента в ядре экстрагента; λ_k – собственные числа краевой задачи (2) – (5), определяемые трансцендентным уравнением, которое получается приравниванием нулю знаменателя дроби (10); A_k – коэффициенты ряда, вычисляемые в соответствие с процедурой восстановления оригинала по дробно – рациональному изображению.

Полученное решение позволяет исследовать влияние расхода экстрагента, соотношения расходов взаимодействующих фаз, толщины пластины и других параметров процесса на распределение концентрации целевого компонента по толщине пластины. Интегрирование уравнения (11) по пространственной координате позволяет получить расчётную формулу для определения средней концентрации целевого компонента в любой момент времени. Последний показатель используется на практике для контроля качества продукта. Выражение для изображения $z(p)$ и соответствующий ему оригинал $u(t)$ позволяет производить оценку экологической чистоты производства. Результаты работы, учитывая форму представления в виде зависимости между обобщёнными переменными, могут быть использованы при анализе и расчёте процессов экстракции в различных отраслях промышленного производства.

Литература

1. Кошелева М.К., Булеков А.П. Интенсификация процессов промывки. //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012. – №2. – С. 113-117.
2. Рудобаиша С.П., Карташов Э.М. Диффузия в химико-технологических процессах. М.: Колос, 2010.
3. Диткин В.А., Прудников А.П. Справочник по операционному исчислению. М.: Высш. школа, 1965.

ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЕ ПРИ ЛАМИНАРНОМ ТЕЧЕНИИ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ

В.И. Гудков, Р.И. Соколовский

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Течение вязкой несжимаемой жидкости сопровождается потерями на внутреннее трение, которое сопровождается выделением тепла и ростом энтропии [1]. В случае ламинарного течения между тепловыделением и массовым расходом жидкости через поперечное сечение потока существует связь, аналитическому анализу которой и следующим из полученной формулы выводам посвящена настоящая работа.

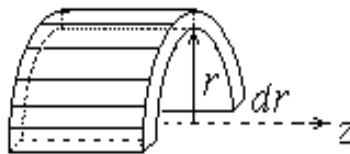
Рассмотрим прямолинейное течение вязкой несжимаемой жидкости вдоль цилиндрической трубы, ось Z которой совпадает с осью цилиндрической системы координат. Выделим в жидкости участок, расположенный между двумя коаксиальными цилиндрами с радиусами r и $r+dr$ (см. рис.1) и длиной dy , и запишем для него уравнение, описывающее механическое движение. Кроме источника внешнего давления p на жидкость действует сила внутреннего трения. Согласно закону Ньютона, на элемент боковой площадки струйки тока действует сила

$$df = -\mu \frac{\partial w}{\partial r} dF,$$

где $w(\tau, z, r)$ - распределение скоростей по площади поперечного сечения трубки тока, μ - коэффициент внутреннего трения. Под действием этих сил происходит движение жидкости, которое описывается уравнением, представляющим собой уравнение Ньютона для рассматриваемого элемента жидкости,

$$\rho w' = -\frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\mu}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial w}{\partial r} \right), \quad (1)$$

где штрих означает производную по времени.



Давление вдоль направления движения падает. Следовательно, первое слагаемое в формуле (1) справа положительно. Второе слагаемое отрицательно, так как скорость при удалении от оси потока убывает.

Рассмотрим частные случаи движения жидкости, описываемые уравнением (1). Пусть поток стационарный, тогда распределение скоростей по сечению потока не зависит от времени и от координаты z . Уравнение (1) в этом случае ($w' = 0$) принимает вид

$$\frac{\partial p}{\partial z} = \frac{\mu}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial w}{\partial r} \right) = const$$

Обозначая через p_1, p_2 давление на концах трубки тока длиной, получим дифференциальное уравнение для функции $w(r)$:

$$-\frac{p_1 - p_2}{l} = \frac{\mu}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial w}{\partial r} \right),$$

решение которого дает распределение скоростей по сечению потока. Считая, что скорость воды у поверхности цилиндрической трубы, по которой течет жидкость, равна нулю, получим известный результат, что

$$w(r) = \frac{p_1 - p_2}{4\mu l} (R^2 - r^2). \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что через поперечное сечение трубки радиусом R в единицу времени протекает масса жидкости (формула Пуазейля)

$$G = 2\pi \int_0^R w r dr = \pi \rho \frac{p_1 - p_2}{8l\mu} R^4. \quad (3)$$

Результат (3) экспериментально был установлен Пуазейлем и используется для измерения на опыте величины динамической вязкости μ .

В процессе движения жидкости сила внутреннего трения совершает работу, которая переходит в тепло. Эта работа в стационарном случае в единицу времени в точности равна работе, которую производит разность давлений

$$L = \int_0^R w(r)(p_1 - p_2) \cdot 2\pi r dr = \frac{p_1 - p_2}{\rho} \int_0^R dG = \frac{p_1 - p_2}{\rho} G \quad (4)$$

Выражая разность давлений через значение скорости в центре потока $w_0 = w(0)$, найдем, что выделяемое тепло

$$Q = \frac{4w_0 l \nu}{R^2} G, \quad (5)$$

где $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ - кинематическая вязкость жидкости.

Пропорциональность выделяемого тепла произведению кинематической вязкости на массовый расход жидкости через поперечное сечение потока в единицу времени, вытекающая из формулы (5), носит универсальный характер. Из уравнения движения (1) следует, что дифференциальная работа силы трения, а, следовательно, локально выделяемое в единицу тепло в расчете на единицу объема

$$\frac{dQ}{dV} = \mu \cdot w \cdot \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial w}{\partial r} \right)$$

связано с плотностью потока массы $g = \rho w$ соотношением

$$\frac{dQ}{dV} = -v \left[\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial w}{\partial r} \right) \right] g \quad (6)$$

Иными словами, плотность тепловыделения пропорциональна кинематической вязкости, плотности потока массы в данном месте и параметру, характеризующему конфигурацию поля скоростей в пространстве.

Полное количество тепла, выделяемое при ламинарном течении жидкости в объеме в единицу времени, находится интегрированием правой части равенства (6) по объему, занятому жидкостью. Применим формулу (6) к стационарному ламинарному течению жидкости по трубе радиусом R и длиной l . В объеме, занятом жидкостью, выделяется в единицу времени тепло

$$Q = -v \int \left[\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial w}{\partial r} \right) \right] g dV. \quad (7)$$

Вычислим сначала геометрический фактор, характеризующий поле скоростей и стоящий в квадратных скобках формулы (7) под знаком интеграла. Из формулы (2) следует, что

$$w(r) = w_0 \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right).$$

Выполняя дифференцирование, найдем

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial w}{\partial r} \right) = -\frac{4w_0}{R^2}. \quad (8)$$

Подставляя найденное значение геометрического фактора в формулу (7), найдем

$$Q = \frac{4w_0 l v}{R^2} G. \quad (9)$$

Полученная формула (9) совпадает с ранее полученной формулой (5). Однако, предложенный второй вывод, основанный на локальной связи тепловыделения с плотностью потока теплоносителя, обладает общностью справедливой для более широкого класса полей скоростей течения теплоносителя.

Подводимое тепло отводится в окружающую среду через теплопроводность теплоносителя. В рассматриваемом случае ламинарного течения жидкости вдоль трубы из закона сохранения энергии и закона Фурье[1] находится дифференциальное уравнение, описывающее изменение температуры жидкости по радиусу трубы. Записывая уравнение баланса, вытекающее из закона сохранения энергии для слоя между коаксиальными цилиндрами (см. рис.1), находим

$$\lambda \frac{d}{dr} \left(r \frac{dT}{dr} \right) = v \left[\frac{d}{dr} \left(r \frac{dw}{dr} \right) \right] g. \quad (10)$$

Входящий в правую часть уравнения (10) геометрический фактор уже вычислен выше (см. формулу (8)). Следовательно,

$$\lambda \frac{d}{dr} \left(r \frac{dT}{dr} \right) = - \frac{4rw_0v}{R^2} g(r). \quad (11)$$

Интегрируя дифференциальное уравнение (11), находим, что плотность теплового поток на границе у поверхности, ограничивающий поток,

$$q(R) = - \frac{w_0^2 \mu}{R}.$$

Литература

1. Исаченко В.П., Осипова А.В., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергия, 1969. – 440 с.

МЕТОДЫ ОГРАНИЧЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ НА ЧЕЛОВЕКА СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

О.И. Дружинская

Димитровградский инженерно-технологический институт – филиал
Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Россия

В связи с увеличением производства химических волокон, главным образом синтетических, наблюдается тенденция сокращения удельного веса натуральных волокон в мировом производстве основных видов текстильного сырья.

Широкое использование органических соединений и диэлектрических материалов в текстильном производстве неизбежно сопровождается образованием зарядов статического электричества, осложняющее не только проведение технологических процессов, но и зачастую отрицательно влияющего на условия труда.

Нарушение поверхностного контакта при трении однородных или разнородных тел приводит к электризации данных тел, то есть к возникновению электрических зарядов, которые удерживаются на их поверхности, на протяжении длительного времени [2].

Статическое электричество возникает в результате сложных процессов, связанных с перераспределением электронов и ионов при соприкосновении двух поверхностей неоднородных жидких или твердых веществ, имеющих различные атомные и молекулярные силы поверхностного притяжения.

Заряды, возникающие на поверхности волокон, не только увеличивают коэффициент трения, но затрудняют и даже вовсе нарушают их технологическую переработку [1].

Точность результатов, полученных различными исследователями, обуславливается выбранной методикой измерения, характером соприкосновения контактирующих тел и воздействием внешних условий. Среди различных теорий, объясняющих статическую электризацию, наибольшее

распространение получила теория, рассматривающая электризацию как перенос носителей зарядов с одной поверхности на другую, а также электризация в результате ориентации полярных молекул вещества.

К технологическим помехам от статического электричества в различных отделах текстильного предприятия можно отнести, например:

в прядении – разрыв ватки прочеса, отталкивание и пушение одноименно заряженных волокон, плохая укладка ленты в тазы, забивание чесальной гарнитуры, намотка лент на приборы и валики при их разноименном зарядении;

в ткачестве – баллонирование нитей основы на сновальных машинах, образование бугристой намотки, увеличение мшистости нитей на ткацких станках, увеличение числа недолетов утка, интенсивное притяжение пыли из воздуха;

в отделке – непрокрас в результате налипания пыли и пуха, неправильная укладка в рулоны и тележки.

Таким образом, отрицательное влияние статического электричества на условия труда заключается в возникновении искрения, пожаров, взрывов, ухудшение самочувствия обслуживающего персонала, электрические удары, являющиеся в отдельных случаях причиной травматизма.

Образование и накопление зарядов статического электричества отрицательно воздействует на организм человека. Физиологическое действие статического электричества зависит от освободившейся при разряде энергии и может ощущаться в виде слабых, умеренных или сильных уколов, а в некоторых ситуациях – в виде легких, средних и даже острых судорог. Так как сила тока разряда статического электричества ничтожно мала, то в большинстве случаев такое воздействие неопасно. Однако возникающие при этом явления рефлекторные движения человека могут привести к тяжелым травмам вследствие падения с высоты, захвата спецодежды или отдельных частей тела не огражденными подвижными частями машин и механизмов и т. п.

При анализе электризации волокнистых материалов основными являются процессы, приводящие к рассеянию зарядов. На основании какой-либо одной из современных теорий, объясняющих статическую электризацию, нельзя разработать единого способа ее устранения, возможно лишь создать условия для снижения или нейтрализации зарядов статического электричества.

Защита от статического электричества может быть организована различными способами. Прежде всего, необходимо принимать во внимание:

- Особенности технологических процессов.
- Микроклимат помещений.
- Физико-химические свойства обрабатываемых материалов.

Меры защиты от статического электричества направлены на предупреждение возникновения и накопления зарядов статического электриче-

ства, создание условий рассеивания зарядов и устранение опасности их вредного воздействия.

Эффективным способом борьбы со статическим электричеством в текстильной промышленности и ряде других отраслей является смешение (комбинация) электризующихся волокон или подбор контактных пар. Например, у тканей из комбинации двух электризующихся волокон – нейлона и дакрона – необходимый эффект достигается тем, что каждое волокно в отдельности при трении электризуется взаимно нейтрализующимися зарядами противоположных знаков. Подбирая подобным образом контактные пары при изготовлении деталей технологического оборудования, можно устранить проявления статического электричества во многих производствах. Для снижения электростатических зарядов иногда идут по пути уменьшения площади соприкосновения электризующегося материала с рабочей поверхностью деталей машин и приспособлений. В этом случае поверхности рабочих столов, рабочих валов машин и другое оборудование покрывают сеткой или делают ребристыми.

Влажный воздух обладает достаточной проводимостью для того, чтобы образующиеся заряды могли стекать через него. Таким образом, в соответствующей среде они практически не возникают. Исходя из этого увлажнение воздуха – самый распространенный и наиболее простой способ борьбы со статическим электричеством. Также существуют и другие методы обеспечения безопасности. Речь идет об ионизации воздуха. Она также является распространенным методом борьбы с электрическими зарядами.

В настоящее время для ионизации воздушной среды применяют как правило радиоизотопное α - и β -излучение, электрический коронный разряд и так называемый скользящий разряд. Во взрывобезопасных производствах для борьбы с электризацией обычно применяют ионизаторы с коронным разрядом на остриях. Они дают максимальную плотность ионизации. В зависимости от того, что в данном случае важнее обеспечить – минимальный остаточный заряд или нейтрализацию большого количества электричества – применяются либо электрические, либо индукционные нейтрализаторы.

Для борьбы со статическим электричеством, возникающим при переработке изделий в текстильной и других отраслях промышленности, успешно применяют радиоизотопные нейтрализаторы. Действие радиоизотопных нейтрализаторов основано на способности α -частиц, испускаемых радиоактивным изотопом плутония-239, или β -частиц, испускаемых тритием, ионизировать воздух. Ионы с зарядами, противоположными заряду материала, будут перемещаться к нему и нейтрализовать его заряды.

В текстильной промышленности радиоизотопные нейтрализаторы применяют на чесальных, гребнечесальных, ленточных, сновальных, шлихтовальных, стригальных, ворсовальных машинах, при переработке

натуральных и химических волокон.

Все большее распространение получают так называемые комбинированные нейтрализаторы – сочетающие в одном приборе радиоизотопный и индукционный нейтрализаторы. При этом эффективность нейтрализации существенно возрастает, так как большие заряды снижает индукционный, а малые – радиоизотопный нейтрализаторы.

Литература

1. *Москвин Ю.Г.* Разработка процесса антистатической обработки хлопколавсановых смесей в пневмопрядении. Дис. ... канд.техн.наук. – Москва, 1984.

2. *Кравец В.А. и др.* Безопасность жизнедеятельности в легкой промышленности: учебник для высших учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 432 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАН ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОЖЕВЕННО-МЕХОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Р.Г. Ибрагимов, О.В. Вишневская, В.В. Вишневский, Н.В. Осипов
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Россия

В силу особенностей производства и видов выпускаемой продукции, отраслями легкой промышленности оказывается различная степень негативного воздействия на природную среду.

К наиболее проблемным, с точки зрения экологии, следует отнести кожевенную и меховую отрасли. Технология этих производств является небезопасной, из-за применения большого количества химических реагентов, проникающих в компоненты биосферы со сточными водами, атмосферными выбросами от стационарных источников и твердыми отходами производства [1].

Сточные воды кожевенно-мехового производства представляют собой сложные гетерогенные многокомпонентные системы, относящиеся к группе высококонцентрированных и токсичных. Сточные воды образуются после проведения основных жидкостных процессов: отмока, зольение, пикелевание, обезжиривание, дубление, крашение и др. Так, после обезжиривания шкур овчины сточные воды наряду с синтетическими поверхностно-активными веществами (СПАВ), формальдегидом содержат значительное количество жировых веществ - до 0,2%, а после обезжиривания свиных шкур до 0,5-0,8 %, считая от массы партии. Вследствие большого количества органических веществ, сточные воды могут подвергаться загниванию. Кроме органических соединений сточные воды кожевенных пред-

приятый содержат значительное количество минеральных примесей, к которым относятся различные соли, сульфаты, соединения хрома и др.

Использование традиционных способов очистки сточных вод, предприятий кожевенной промышленности, включающих механическую, биохимическую, химическую или реагентную очистку, не позволяет в большинстве случаев обеспечить необходимую эффективность очистки. Кроме того, классические схемы, как правило, не позволяют создать замкнутый оборот воды на предприятиях, использовать, или регенерировать ценные компоненты сточных вод, а также обеспечить экономически целесообразную их утилизацию. В качестве примеров можно отметить, что до настоящего времени нет надежных и эффективных схем очистки сточных вод кожевенно-обувных заводов [2].

Для очистки сточных вод на предприятиях кожевенной промышленности используются различные методы, в частности: биологические, окислительные, мембранные, коагуляция, адсорбция. Однако каждый из этих способов имеет свои собственные ограничения. Так, например, для эффективной адсорбции органических веществ, в том числе красителей, требуется довольно длительное время. В свою очередь, при мембранной очистке воды со временем снижается степень задержания загрязняющих веществ, а также падает производительность из-за загрязнения поверхности и порового пространства мембраны. Таким образом, остается актуальным поиск новых подходов к проблеме очистки сточных вод легкой промышленности.

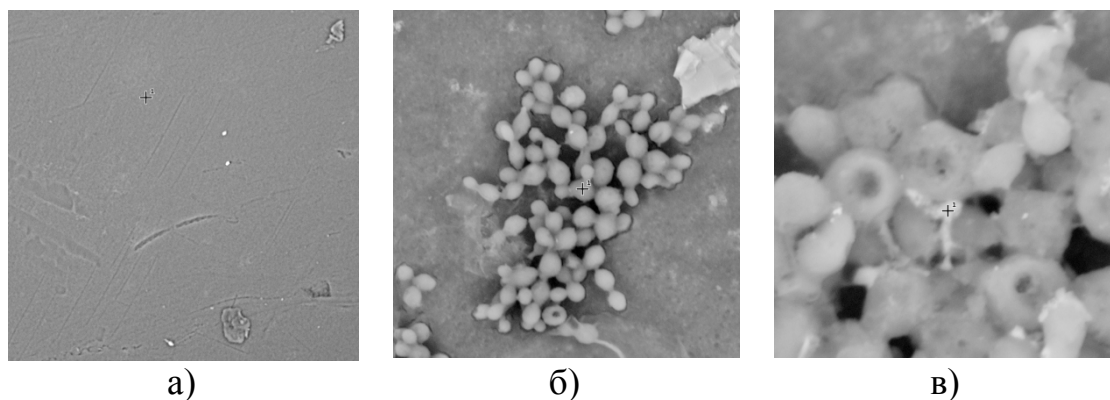
Для локальной очистки сточных вод на предприятиях легкой промышленности представляется перспективным использование компактных баромембранных аппаратов в сочетании с другими физико-химическими способами для обеспечения необходимой степени очистки при наименьших эксплуатационных затратах. В частности, проводятся исследования по совместному использованию адсорбции с нанофильтрацией или ультрафильтрацией [3].

Целью работы является исследование элементного анализа восстановленных полимерных мембран до и после очистки сточных вод кожевенно-меховых производств.

В качестве объектов исследования выбраны полиэфирсульфоновые (ПЭС) мембраны пористостью 100 кДа ОАО «Владисарт», г. Владимир.

Через ПЭС мембрану проливались сточные воды после крашения меховых изделий предприятия ОАО «Меховщик», г. Казань. Затем свойства ПЭС мембран восстанавливали в неравновесной низкотемпературной плазме (ННТП), подробная методика и режимы обработки описаны в работах [4,5]. Полученные ПЭС мембраны были проанализированы на микроскопе PHENOM PRO X.

На рис. 1 представлены микрофотографии ПЭС мембран пористостью 100 кДа до и после очистки сточных вод меховых производств предприятия ОАО «Меховщик» и затем восстановленные в ННТП.



**Рис. 1. Микрофотографии ПЭС мембран пористостью 100 кДа:
 а) образец до очистки сточных вод x1900;
 б) образец после очистки сточных вод мехового производства x3200;
 в) образец после восстановления в ННТП x4000**

Как видно из рис.1а, чистая ПЭС мембрана отличается гладкой поверхностью. Концентрации элементов на поверхности мембраны, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Концентрация элементов на различных участках ПЭС мембраны пористостью 100 кДа до и после очистки сточных вод мехового производства, а также после восстановления в ННТП

Микрофотография	Элемент	Концентрация, %
Рис. 1 а	C	12,9
	Si	14,5
	O	57,5
	S	7,7
	N	7,4
Рис. 1 б	C	14,5
	Si	12,2
	O	51,8
	S	7,7
	Cr	4,0
	N	9,9
Рис. 1 в	Si	15,4
	C	7,9
	O	40,6
	K	6,8
	S	7,7
	Cl	6,8
	N	7,9
	Na	5,6
Cr	1,3	

Из табл. 1 видно, что элементный состав чистой ПЭС мембраны показал все входящие в состав соединения полиэфирсульфона элементы. Од-

нако, после очистки сточных вод, распределение элементов на поверхности мембраны изменилось. На рис. 1б, видно образование солевых кристаллов. Из табл. 1 видно, что после очистки сточных вод на поверхности ПЭС мембраны появились соединения хрома. Это связано с тем, что при выделке меховых шкурок этот способ в чистом виде применяется редко.

Чаще всего им пользуются в виде дополнительной операции хромого додубливания шкурок после процесса обработки их пикелем, а иногда и после процесса жировки так как шкурки, додублинные хромовыми солями, являются более устойчивыми к повышенным температурам, при которых производится крашение.

На рис. 1в также были обнаружены образования солевых кристаллов. Это говорит о том, что плазменная обработка не позволяет удалять подобные загрязнения. Между солевыми кристаллами, после обработки в плазме, появились образования, элементный состав которых представлен в табл. 1. Из элементного состава рис. 1в видно, что количество хрома в данных образованиях значительно меньше, чем до плазменной обработки в солевых кристаллах. Также можно заметить, что в данных образованиях присутствуют такие элементы как хлор, калий и натрий. Это может быть связано с тем, что наряду с красителями, окрашенные сточные воды содержат и другие сопутствующие органические и минеральные загрязнения. Это, в первую очередь, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), ароматические углеводороды, органические и минеральные кислоты, хлориды, сульфаты, ионы тяжелых металлов. Красильные стоки характеризуются незначительным содержанием взвешенных веществ ($0.1-0.5 \text{ г/дм}^3$), щелочной реакцией среды ($\text{pH} = 7.5-9.2$), высокими БПК (БПК₂₀ = 1.15 г/дм^3) и ХПК (до 10 г/дм^3).

В результате элементного анализа ПЭС мембран до и после очистки сточных вод мехового производства, а также после их восстановления в ННТП, было выявлено, что основным загрязнителем мембран являются соединения хрома и различные вещества, которые входят в состав красителей. Также можно сделать вывод о том, что плазменная обработка не позволяет полностью удалить загрязнения с поверхности мембран.

Литература

1. Федоров В.Е. Разработка интегральной системы оценки влияния кожевенных и меховых предприятий на окружающую среду. Дис. ... канд. техн. наук. – М.: МГУДТ, 2012.
2. Яковлев С.В., Ласков Ю.М. Очистка сточных вод легкой промышленности. – М.: Литература по строительству, 1972. – 178 с.
3. Жмаков Г.Н. Об очистке сточных вод на меховых и кожевенных предприятиях. // Кожевенно-обувная промышленность. – 1983. – № 7. – С. 5-8.

4. *Абдуллин И.Ш. и др.* Регенерация модифицированных композиционных мембран ВЧЕ-плазмой пониженного давления. // Вестник Казанского технологического университета. - 2013. - №3. - С.35-40.

5. *Абдуллин И.Ш. и др.* Модификация композиционных сорбционно-мембранных материалов для очистки сточных вод кожевенных предприятий. // Электронный научный журнал «Технології та дизайн», Киев. – 2013. – №3(8). – С 1-10.

СЖИГАНИЕ ОБВОДНЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В ТОПКАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОТЛОВ

А.Б. Каленков

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Развитие различных дерево-потребляющих предприятий связано с ростом количества древесных отходов, которые могут найти применение в качестве топлива для промышленных котельных. К числу таких предприятий относятся и дубильно-экстрактовые заводы легкой промышленности. После технологического процесса получения дубильных экстрактов остается одубина – высоко влажные древесные отходы. Поэтому, в связи с возросшим вниманием к экономному использованию топливных ресурсов, эффективная и полная утилизация одубины позволит сэкономить более дорогостоящие топлива.

Особенностями древесных отходов, затрудняющими их использование в качестве топлива для промэнергетических котлов, являются: высокая влажность, достигающая 75-80%; низкая теплота сгорания; плохая сыпучесть и размолоспособность.

Состав органической массы древесины весьма устойчив. Изменения в широком диапазоне претерпевает только влажность, зависящая, главным образом, от технологии переработки древесины.

Изменение влажности меняет соотношение горючей массы и балласта в топливе, что приводит к изменению низшей теплоты сгорания, коэффициента избытка воздуха, объема образующихся газообразных продуктов, теоретической температуры горения и других характеристик. Увеличение влажности от 30 до 80% приводит к снижению низшей теплоты сгорания топлива от 11,5 МДж/кг до 1,5 МДж/кг.

Анализируя изменения коэффициента избытка воздуха и объема газообразных продуктов сгорания в зависимости от влажности можно выделить две области возрастания этих величин. Первая область, характеризующаяся относительно небольшим возрастанием, в пределах влажности до 60% и вторая область - область резкого увеличения объемов при влажности выше 60%. Увеличение объема продуктов сгорания приводит к снижению теоретической температуры горения. Так, при $\alpha = 1,3$ и температуре воздуха

250°C теоретическая температура горения снижается на 465°C в первой области и на 650°C во второй области. Исходя из этого результата можно сделать вывод, что влияние влажности на основные теплотехнические характеристики и на температурный уровень процесса наиболее резко проявляется при влажности отходов выше 55-60%. Эта влажность, по существу, является предельной для сжигания древесных отходов в топочных устройствах без специальной предварительной подготовки, или без тепловой стабилизации за счет сжигания более калорийного топлива. Это подтверждает и существующий опыт сжигания древесных отходов.

Для сжигания древесных отходов повышенной влажности в настоящее время используются различные типы топочных устройств: со ступенчатыми и наклонными колосниковыми решетками, циклонные, с кипящим слоем, топки скоростного горения и др.

Достоинством топочных устройств со ступенчатыми и наклонными колосниковыми решетками является достаточно хорошая тепловая подготовка топлива очагами горения, образующимися между отдельными ступеньками, что является одним из основных требований к конструкции топочных устройств, сжигающих влажные древесные отходы. Конструкция решетки обеспечивает практически беспровальное сжигание мелкого топлива. В то же время топочные устройства этого типа не обеспечивают устойчивого процесса сжигания древесных отходов повышенной влажности и крупности (типа одубины). Сжигание такого топлива требует увеличения продолжительности стадий тепловой подготовки и собственно процесса горения, что связано с увеличением длины зеркала горения и толщины слоя, а это в свою очередь приводит к неполному выгоранию топлива. При повышенной влажности топлива такие топочные устройства работают неустойчиво.

Чтобы снизить содержание твердых частиц в уходящих газах предлагается топка, использующая циклонный эффект, создаваемый раздельной подачей воздуха. Первичный воздух подается под колосниковую решетку, а вторичный - в среднюю часть топки. Часть топлива (древесная кора) подается в нижнюю часть топки на колосниковую решетку, где оно получает вращательное движение, подсушивается и загорается за счет излучения от стенок топки. Другая часть топлива (подсушенные стружки или опилки) подсыпается в верхнюю часть топки. В зимнее время в качестве дополнительного топлива используется мазут.

Содержание твердых частиц в уходящих газах при сжигании древесных отходов в такой топке не превышает 0,15 г/м³. Существенным недостатком описанного топочного устройства является то, что необходимо иметь три вида топлива: древесная кора, подсушенная щепа или опилки и мазут, подача которых осуществляется в разные места топочного устройства, что создает дополнительные трудности в обслуживании.

Мелкие древесные отходы с влажностью до 63% могут ожигаться в топке с кипящим слоем песка. Во время работы дополнительного топлива не требуется.

Однако, в топках с кипящим слоем для поддержания скорости витания топлива требуется точное соответствие скорости воздуха и размеров частиц топлива. Поэтому, в связи со сложностью процесса и трудностью обеспечения топок с кипящим слоем топливом с определенным размером частиц, они не нашли широкого применения.

Для сжигания древесных отходов под небольшими котлами используются топки с горизонтальными неподвижными решетками, которые оборудованы механическими забрасывателями. Древесное топливо подается в забрасыватели в измельченном состоянии с размером частиц менее 50 мм в количестве 95%. Влажность топлива доходит до 60%. Толщина слоя топлива составляет около 60 мм, воздух подается под решетку без подогрева под небольшим давлением; применяется острое дутье со стороны задней стенки.

Среди конструкций топочных устройств следует выделить топку системы В.В. Померанцева. Это топочное устройство работает достаточно устойчиво при сжигании древесных отходов с влажностью до 50-55%. Для повышения устойчивости процесса горения древесных отходов желательна установка воздухоподогревателя, обеспечивающего подогрев воздуха до 250 - 300°C. Для успешной эксплуатации топки необходимо предварительное измельчение древесных отходов до максимальных размеров кусков 100 мм. Количество мелких фракций не ограничивается.

Серийная конструкция этих топок имеет ряд существенных недостатков, которые вызывают зависание топлива в рукавах топливоподачи и в шахте его подготовки, особенно при значительном содержании в отходах ивовой коры.

Из приведенного выше обзора топочных устройств и анализа теплотехнических характеристик влажных древесных отходов можно сделать вывод, что при обеспечении надежной подачи древесного топлива в топку может поддерживаться устойчивое горение его до влажности 55-60%. Влажность же механически отжатой одубины, например, из елового корья, достигает 69%.

Одубину с такой влажностью можно сжечь только при использовании тепловой стабилизации. Поэтому использование одубины в качестве топлива для промышленных котельных дубильно-экстрактовых заводов с приемлемым коэффициентом полезного действия котлоагрегата требует дальнейшего изучения и проработки как средств подготовки одубины к сжиганию, так и топочных устройств.

РАЗДЕЛЕНИЕ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЕЙ

Ю.П. Осадчий, Н.Е. Пахотин, Т.Ю. Осадчая, О.А. Маркелова
Ивановский государственный политехнический университет, Россия

Поверхностные явления на границе мембрана–раствор, свойства раствора и растворенного вещества оказывают существенное влияние на процесс ультрафильтрации.

Сравнение зависимостей вязкости некоторых жидкостей от радиуса капилляра позволяет сделать вывод, что при радиусах пор порядка 50–100 нм и меньше (что соответствует радиусу пор мембран для ультрафильтрации) вязкость воды заметно увеличивается, а ее подвижность уменьшается. Вязкость же таких гидрофобных жидкостей, как бензол и тетрахлорид углерода, остается без изменения, и они текут как обычные ньютоновские жидкости [1].

Наличие неподвижного и малоподвижного слоев воды в порах мембран при ультра-фильтрации подтверждается также анализом зависимости селективности анизотропных полимерных ультрафильтров от соотношения радиусов частиц в разделяемой системе r и пор R , представленные на рис.1.

Из рис. 1 следует, что для достижения при ультрафильтрации $\phi = 1$ (т. е. близкого к 100 %) при диаметре частиц в разделяемой системе порядка нескольких микрометров и менее достаточно соблюдения условия.

Это соотношение позволяет в первом приближении подбирать рациональные размеры пор мембраны для ультрафильтрации, если известно значение r .

Исследование процессов разделения с использованием молекулярных сит позволило выделить мембранный метод, как наиболее перспективный для тонкой очистки [2,3].

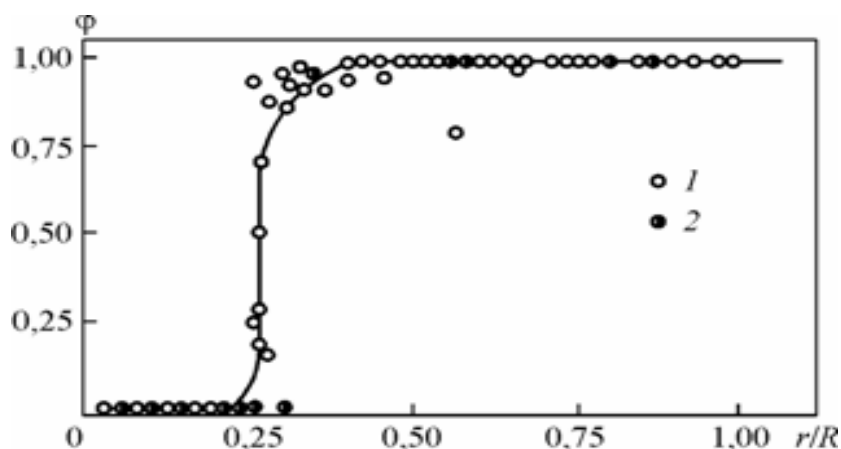


Рис. 1. Зависимость селективности полимерных мембран от соотношения радиусов частиц r и пор R : 1 – для мембран ПСА-1; 2 – для мембран УФНЛ

Для разделения или очистки некоторых нетермостойких продуктов применение мембранного метода является решающим, так как этот метод работает при температуре окружающей среды. В то же время мембранный метод имеет недостаток - накопление разделяемых продуктов вблизи рабочей поверхности разделения.

Промышленное использование процессов микрофильтрационного разделения требует надежного, стандартного и технологического оборудования, характеристики которого представлены в таблице. Для этой цели в настоящее время применяют мембранные модули, которые компактны, надежны и экономичны. Выбор конструкции модуля зависит от вида процесса разделения и условий эксплуатации в промышленных установках.

Таблица

Мембрана	Движущая сила	Метод разделения	Применение
Симметричная микропористая мембрана с радиусом пор от 0,1 до 10 мкм	Гидростатическое давление от 0,01 до 0,1 МПа	Сетчатый механизм, зависящий от радиуса пор и адсорбции на поверхности мембраны, внутри поры, концентрационной поляризации на поверхности мембраны	Ультрафильтрационное осветление, разделение сточных вод

Рассмотрены контактный и перколяционный методы адсорбции в сочетании с ультрафильтрационным разделением стоков текстильных предприятий для удаления следов и соединений красителей, полимерной шликты и осветления отработанных рабочих растворов. Только на стадии мембранного разделения было обеспечено соответствие регенерированного и свежего красителя кубового ОД основным показателям для повторного применения в технологическом процессе. Осветление отработанных растворов – самая главная задача, которая решается исключительно на мембранах (ПСА-1, КФНЛ), образуя динамический слой из асфальтосмолистых компонентов на примембранной поверхности. Цвет масла находился в пределах 3,0-6,0 по НРА, что сопоставимо со свежим моторным маслом.

Литература

1. Брок Т.Д. Мембранная фильтрация / пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 464 с.
2. Дытнерский Ю.И. Баромембранное разделение. – М.: Химия, 1994. – 351 с.
3. Невский А.В., Мешалкин В.П., Шарнин В.А. Анализ и синтез водных ресурсосберегающих химико-технологических систем. – М.: Наука, 2004. – 214 с.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН

И.В. Сусоева¹, Т.Н. Вахнина¹, Е.Н. Покровская², А.В. Свиридов³

¹ Костромской государственный технологический университет, Россия

² Московский государственный строительный университет, Россия

³ Костромской государственный университет имени Н.А. Некрасова

К настоящему времени в России накоплено свыше 80 млрд. т отходов, причем, ежегодно образуется еще до 5 млрд. т отходов [2]. Накопление отходов ведет к загрязнению природной среды. Утилизация промышленных отходов, в том числе отходов переработки текстильных волокон, имеет важное экономическое и экологическое значение. Лигноцеллюлозные отходы, образующиеся после переработки текстильных волокон, содержат в своем составе природные биополимеры, которые могут быть использованы для производства различных материалов после соответствующей обработки. Возможности возврата лигноцеллюлозных отходов в производство зависят от вида этих отходов.

Отходы производства и потребления подразделяются на используемые и неиспользуемые, вид отходов регламентируется нормативной документацией [1].

Отходы переработки волокон, в частности, при производстве пряжи, образуются на многих текстильных предприятиях г. Кострома. В настоящее время такие отходы не утилизируются, а вывозятся на полигон захоронения промышленных отходов, что может оказывать негативное воздействие на окружающую среду. Эти отходы пожароопасны, что обусловлено высоким содержанием в них целлюлозы, а также строением волокон. В отходах хлопка имеются пустотные каналы, заполненные воздухом. Это способствует их окислению, горению даже без доступа воздуха извне, например, при погружении кип в воду. При складировании отходов хлопка особенность пожарной опасности заключается в наличии большого количества легкогорючего материала, легкости его воспламенения, быстроте распространения огня и трудности тушения.

Вместе с тем, текстильные отходы могут быть использованы для выработки пряжи, нетканых материалов, ваты, игрушек, мягкой мебели и другой продукции (отходы чесальных и ленточных цехов).

Возможные направления использования лигноцеллюлозных отходов представлены на рис. 1.

Решение проблемы использования невозвратных отходов производства пряжи особенно актуально в условиях прогнозируемого в рамках целевой программы «Развитие льняного комплекса России на период до 2020 года» [3] роста производства льняных и полульняных тканых и нетканых материалов. Мероприятия по реализации данной программы поддержива-

ются на правительственном уровне путем субсидирования [4]. Таким образом, с увеличением производства льняного волокна возрастает и объем отходов.

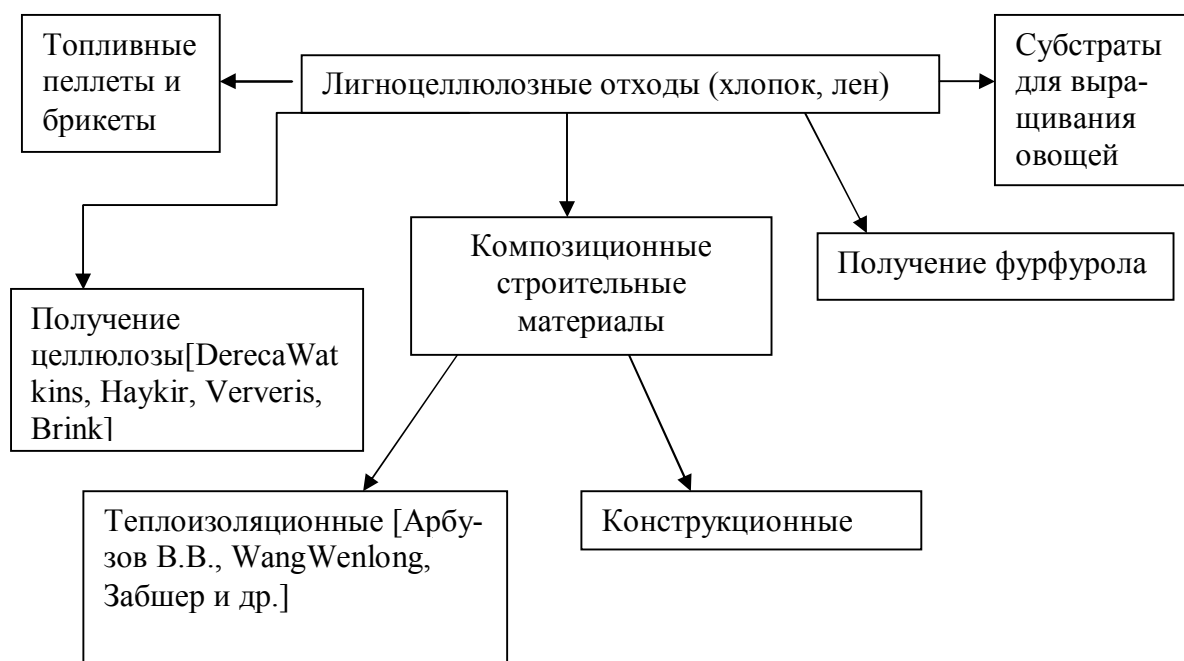


Рис. 1. Направления использования лигноцеллюлозных отходов

Одним из перспективных направлений невозвратных лигноцеллюлозных отходов может быть их использование для производства композиционных теплоизоляционных строительных материалов. В качестве аналога разрабатываемого материала были взяты мягкие ДВП мокрого способа производства.

В опубликованных работах [5, 6, 7] рассмотрены состав, технология и свойства полученных композиционных материалов на основе лигноцеллюлозных отходов. Привлекательность лигноцеллюлозных отходов для получения композиционных материалов заключается в том, что волокна этих отходов являются армирующим волокнистым наполнителем. Кроме того, они совмещаются как с органическими, так и с минеральными связующими.

В экспериментальной части работы с использованием специальных форм и лабораторного пресса при давлении 2 МПа были изготовлены образцы композиционных плитных материалов. Для получения этих материалов были выбраны связующие разных видов: органическое связующее - фенолоформальдегидная смола (ФФС); неорганическое связующее - жидкое стекло (ЖС). После прессования полученные образцы материалов сушили при температурах 20°C, 80°C, 160°C. После сушки по стандартной методике осуществляли испытания образцов для определения предела прочности при статическом изгибе.

На рис. 2 представлены зависимости средней прочности при статическом изгибе от расхода связующего ФФС и ЖС при температуре сушки 80°C.

Из экспериментальных данных следует, что плиты на основе отходов льна и используемых связующих более прочные, чем на основе отходов хлопка. Это обусловлено, по-видимому, тем, что отходы льна состоят из менее скрученных, более длинных волокон по сравнению с отходами хлопка. Поэтому, армирующий эффект отходов льна выше, чем отходов хлопка.

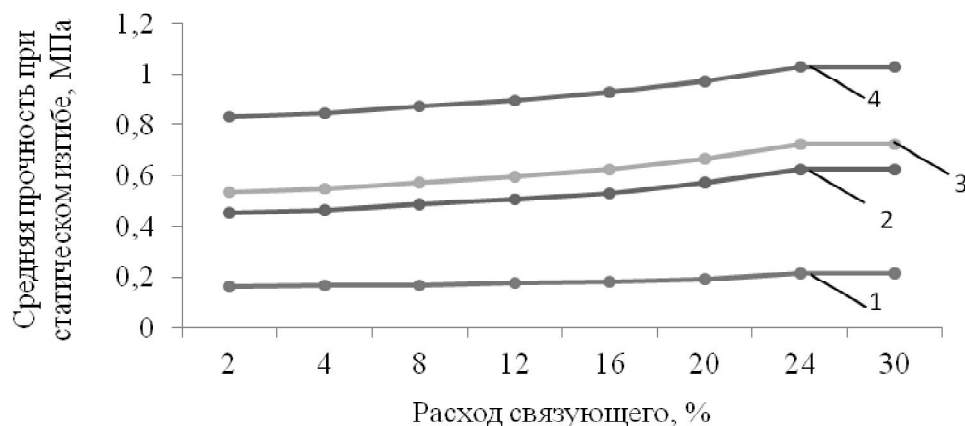


Рис. 2. Зависимости прочности при статическом изгибе от расхода связующего (1 –плиты из отходов хлопка на ФФС; 2 –плиты из отходов хлопка на жидком стекле; 3 –плиты из отходов льна на ФФС; 4 –плиты из отходов льна на жидком стекле)

Из рис. 2 следует, что эффективность жидкого стекла как связующего выше, чем фенолоформальдегидной смолы при всех значениях расхода связующего. Возможно, жидкое стекло лучше совмещается с отходами льна и хлопка, чем фенолоформальдегидная смола. В целом, этот вопрос требует дополнительного изучения.

Таким образом, результаты исследования подтвердили возможность практической реализации направления использования невозвратных пылевидных отходов путем производства плитных композиционных материалов.

Литература

1. ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>.

2. ГОСТ Р 51769-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Документирование и регулирование деятельности по обращению с отходами производства и потребления основные положения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>.

3. Поручение Правительства РФ от 23 ноября 2011 года №ВП-П11-8378 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sptl.tatarstan.ru>.

4. Постановление №98 от 21.03.2016 о внесении изменения в Постановление Правительства №95 Удмуртской республики от 10.03.2015 «Об утверждении Положения предоставления субсидий в рамках реализации мероприятий ведомственной целевой программы «Развитие льняного комплекса Удмуртской Республики на 2015 - 2017 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://udmurt.ru>.

5. Румянцев С.Н., Сусоева И.В., Свиридов А.В. Вахнина Т.Н. Исследование свойств отходов переработки хлопкового волокна. / Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: сборник статей 67-й междунар. научно-практ. конф. : в 3 т. Т. 2. Архитектура и строительство. Механизация сельского хозяйства. Электрификация и автоматизация сельского хозяйства. Общественные науки / под ред. В.М. Попова, С.А. Полозова, А.В. Рожнова, Ю.И. Сидоренко. – Караваево: Костромская ГСХА, 2016. – С. 94–99.

6. Сусоева И.В., Вахнина Т.Н., Ибрагимов А.М. Исследование интенсивности образования пылевидных отходов текстильных предприятий, используемых для производства строительных лигноцеллюлозных композиционных материалов. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2016. – №2(362). – С. 219.

7. Сусоева И.В. Новый способ измерения интенсивности пылеосаждения на текстильном предприятии. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2014. – №5(353). – С.134.

ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОЕ СОСТОЯНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРИ ДУБИЛЬНЫХ И КРАСИЛЬНО-ЖИРОВАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЯХ ПРОИЗВОДСТВА КОЖИ

Н.С. Тихонова, Г.А. Свищев, О.И. Седяров

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Температурно-влажностное состояние воздуха на рабочих местах является одним из важных факторов, которые оказывают существенное воздействие на самочувствие, здоровье и работоспособность человека. Параметры температуры, относительной влажности и подвижности воздуха внутри цехов находятся в прямой зависимости от специфики технологических процессов и могут изменяться, как в течении рабочего дня, так и на разных участках производственного помещения.

Предприятия по изготовлению кожи - это специфические производства, представляющие совокупность многочисленных, выполняемых в определенной последовательности операциях по обработке сырья и полуфабрикатов. Все операции по воздействию на сырье разделяются на химические или физико-химические и на механические.

Химические и физико-химические операции относятся в основном, к жидкостным процессам, производимых в специальных барабанах. Эти барабаны заполняются большим количеством воды с добавлением различных

химических веществ. Температура таких растворов доходит до 60-65 °С в преддубильных и дубильных операциях и до 65 и более градусов при жиrowании. Крашение полуфабриката хромового дубления производится в растворах также с температурой 60-65 °С. При загрузке и выгрузке полуфабриката из барабанов из-за паровыделений происходит увеличение температуры и относительной влажности окружающего воздуха.

Натурные замеры параметров воздушной среды были произведены для уточнения зон повышенных тепломассопоступлений на отдельных рабочих местах. Измерения температуры, влажности и скорости воздуха на рабочих местах производились по утвержденным методикам и в соответствии со СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Ввиду того, что в СанПиН установлены нормативы для двух периодов времени: холодного (от +10°С и ниже) и теплого (более 10°С), натурные обследования и замеры производились в установленные периоды. Кроме того, при проведении измерений учитывались требования нормативов по разделению всех работ на производствах по критериям энергозатрат организма: Ia (до 139 Вт), Ib (140-174 Вт), IIa (175-232 Вт), IIб (233-290 Вт), III (более 290 Вт). В таблице даны усредненные результаты натурных замеров параметров воздуха, полученные на основе анализа аттестации рабочих мест, произведенных специализированными лабораториями, аккредитованными Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ГСЭН).

Таблица

Результаты замеров параметров воздушной среды в холодный (в числителе) и летний (знаменателе) периоды времени

№ п /п	Место замеров	Критерий энергозатрат	Температура сухого термом град. С	Относительная влажность, %	Подвижность воздуха м/с
1	Вход в цех (ближе к отмоочно-зольному цеху)	Ia (до 139 Вт)	14,6 /25,8	89/65	0,3 /0,2
2	Дубильные барабаны	IIб (233-290 Вт)	17,0 /27,4	89 /71	0,2 /0,2
3	Строгальная машина	III (более 290 Вт)	18,2 /26,1	79 /68	0,2 /0,2
4	Красильно-жировальный участок	Iб (140-174 Вт)	20,4 /27,5	85 /72	0,2 /0,3
5	Отжимная машина	IIб (233-290 Вт)	17,8 /25,2	80 /65,6	0,1 /0,2
6	Середина цеха (возле рамной сушилки)	IIб (233-290 Вт)	18,5 /26,5	75 /65	0,1 /0,1
7	Сушильные камеры (при загрузке)	III (более 290 Вт)	19,0 /29,5	66 /63	0,3 /0,3
8	Сушильные камеры (при выгрузке)	III (более 290 Вт)	21,6 /30,0	73 /60,5	0,3 /0,3

Из таблицы видно, что в холодный период времени температура воздуха внутри цеха изменялась от 14,6 до 21,6 °С (при допустимой 16-24°С), относительная влажность достигала 85-90%, а скорость воздуха была 0,2-0,3 м/с (при норме 0,1-0,3 м/с).

В летний период времени температура достигала 29-30 °С (при допустимой 25,1-27 °С), относительная влажность находилось в пределах 60,5-72% (при допустимой 60%) и скорость воздуха колебалась от 0,2-до 0,3 м/с (при допустимой 0,2-0,5 м/с)

Известно, что пониженная температура вызывает охлаждение организма, изменяет его двигательную реакцию, вызывает тормозные процессы в коре головного мозга, что может быть причиной возникновения различных форм травматизма, может привести к заболеваниям органов дыхания, радикулиту, воспалению легких.

Повышенная температура приводит к перегреву организма, быстрой утомляемости, к повышению давления, головокружению, головной боли и другим воздействиям на самочувствие человека.

Состояние работающего еще больше усугубляется при повышенной или пониженной влажности воздуха.

Высокая влажность (более 60%) затрудняет терморегуляцию из-за снижения испарений пота, а слишком низкая (менее 30%) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Подвижность (скорость) воздуха также имеет существенную роль в тепловом самочувствии человека. В жарком помещении движение воздуха способствует увеличению отдачи тепла организмом и улучшает его состояние.

При низких температурах на рабочих местах повышенная влажность воздуха оказывает неблагоприятное воздействие (человек ощущает движение воздуха, когда его скорость равна 0,2 м /с).

При пониженных температурах скорость воздуха не должна превышать 0,3 м /с, а при повышенных допускается ее увеличение до 0,5 м/с

Таким образом, анализ состояние воздушной среды на рабочих местах дубильных и красильно-жировальных операциях в ряде случаев не соответствует нормативам и требует повышения эффективности работы отопительно-вентиляционных систем

Литература

1. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Санитарные правила и нормы. Утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 01.10.96 №21.

2. Р2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ВЫСОКОВЛАЖНЫХ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВЫБРОСОВ

М.П. Тюрин, И.А. Парамонов

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Анализ тепловых балансов текстильных предприятий показал, что тепловые ВЭР на текстильных предприятиях могут достигать 50 и более процентов от всей технологической теплоты [1]. Следует отметить, что технологическая теплота, подводимая к теплотехнологическим установкам (сушильные установки, красильные и промывные аппараты), практически вся переходит в теплоту ВЭР, т.е. теплоту сбросных растворов и теплоту паровоздушной смеси. Как показывает эксергетический анализ, в теплотехнологических установках данного типа низкопотенциальная отработанная теплота является основным резервом экономии ТЭР.

Как показал анализ, основную долю вторичных энергетических ресурсов составляют теплота выбрасываемой паровоздушной смеси, теплота отработанной воды и сбросных растворов, а также теплота уходящих газов парогенераторов. При этом температурный потенциал ПВС составляет 65-110 °С, сбросных растворов – 30-95 °С, уходящих газов – до 400 °С.

Технико-экономические исследования показали, что с точки зрения утилизации теплоты, тепловые ВЭР следует разделить на две группы: ВЭР с температурой выше 60-70 °С и ВЭР с температурой до 60-70 °С. Вторичные тепловые энергетические ресурсы первой группы целесообразно использовать для нагрева технологических теплоносителей в теплообменных аппаратах, либо непосредственно использовать в технологических процессах в зависимости от их состава и наличия загрязнений. Экономический эффект от использования тепловых ВЭР второй группы, имеющих температуру ниже 60 °С, может быть получен с помощью тепловых насосов, повышающих тепловой потенциал теплоносителя до такого уровня, при котором становится возможным его использование в соответствующих теплотехнологических аппаратах. С этой целью для условий текстильного производства разработана и предложена двухуровневая по температуре теплонасосная установка, позволяющая повысить температурный потенциал нагреваемого сушильного агента до 100-110 °С [1].

Анализ тепловых отходов в виде сбросных растворов и паровоздушной смеси показал, что в них содержатся загрязнения на основе составляющих моющих и красильных средств, а также волокнистых материалов, что обуславливает определенные трудности при утилизации их теплоты.

Теоретические и экспериментальные исследования в области создания оборудования для утилизации теплоты ПВС позволили сделать вывод о перспективности использования в этих целях вихревого многофункционального аппарата (ВМФА) на базе аппарата со встречными закрученными

потоками (ВЗП). В аппарате ВМФА обеспечиваются высокие скорости потока газа (5-25 м/с) без снижения эффективности улавливания влаги. Одним из основных преимуществ вихревого аппарата является наличие в рабочем объеме аппарата высокоразвитой поверхности теплообмена, включающей в себя капельную, пленочную и пенную поверхности раздела фаз [1]. Высокие относительные скорости движения фаз и высокоразвитые поверхности раздела фаз обеспечили высокую эффективность аппаратов. Коэффициент тепломассообмена аппарата на порядок выше, чем в известных промышленных аппаратах, используемых для тех же целей. Это позволило получить требуемый эффект утилизации теплоты при минимальных габаритных размерах и металлоёмкости. Имевшиеся до настоящего времени смесительные тепломассообменные аппараты имели значительные габаритные размеры, большую металлоёмкость и, следовательно, большую себестоимость. Кроме того, некоторые утилизаторы теплоты ПВС для увеличения интенсивности процессов тепло – и массообмена имели вращающиеся разбрызгивающие устройства, что существенно усложняло конструкцию и обслуживание установки, а также снижало её надёжность.

С целью получения математического описания гидродинамики и тепломассообмена в аппаратах типа ВМФА была разработана физическая модель процессов переноса в таком аппарате, которая основывалась на нижеприведенных допущениях.

Движущей силой процесса теплообмена является разность температур между потоками газа и жидкости. В качестве движущей силы процесса тепломассообмена принята разность температур по мокрому термометру в слое насыщенного газа, однозначно определяющая разность энтальпий на границах слоя. За движущую силу процесса массообмена принята разность концентраций на границах пограничного слоя ненасыщенного газа.

На основании принятой модели были получены уравнения интенсивности процессов теплообмена (1) и массообмена (2).

$$\Delta_r = \frac{\Delta t_{TM}}{\Delta t_{OM}} = e^{-k_M \cdot m_M \cdot V_A}, \quad (1)$$

где $\Delta t_{O.M} = t_{1M} - t_{Ж.Н}$; $\Delta t_{T.M} = t_{2M} - t_{Ж.К}$; $k_V = \sigma \cdot dF_T / dV_A$, где k_{MV} - объемный коэффициент теплопередачи; F_T - теплопередающая поверхность; V_A - объем рабочего пространства аппарата.

$$\Delta_C = \frac{\Delta C_T}{\Delta C_0} = e^{-\beta_V \cdot m_M \cdot c_{\Gamma} \cdot V_A}, \quad (2)$$

где β_V - объемный коэффициент массопереноса.

С учётом аналогии процессов тепло - и массообмена

$$\frac{\Delta t_{TM}}{\Delta t_{OM}} = \frac{\Delta C_T}{\Delta C_0} \text{ или } \Delta_T = \Delta_C. \quad (3)$$

На основании анализа составляющих уравнения (1) получено выражение (4) более удобное для расчёта интенсивности процесса тепломассообмена, поскольку исключает одну из неизвестных величин, а именно, $t_{ж.к.}$

$$Km_V = \frac{t_{TM} - t_{2M}}{t_{TM} - t_{1M}} = \left(1 + \frac{k_V \cdot m_M \cdot V_A}{Bm + 1}\right) \cdot e^{-k_V \cdot m_M \cdot V_A}, \quad (4)$$

где $Bm = \frac{G_{ж} \cdot c_{рж}}{G_{г} \cdot c_{рг}}$.

Уравнения (1 – 4) были использованы для расчёта соответствующих процессов в аппаратах ВМФА.

В уравнении (3) предполагается использование отношений средних за весь процесс движущих сил к максимальным. При этом, как показывает анализ, можно использовать средние арифметические температурные и концентрационные напоры.

Анализ параметров, входящих в уравнение (4), позволил получить критериальную зависимость для расчета процесса тепломассообмена в виде

$$Km_V = A \cdot Re^b \cdot Bm_V^c \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (5)$$

где Re – число Рейнольдса; Bm_V – число тепловых эквивалентов; K_1 и K_2 – коэффициенты, соответственно учитывающие кратность расхода – K^* (т.е. соотношения восходящего и нисходящего потоков газа) и отношение расхода жидкостей для нисходящего и восходящего потоков газа.

На основании проведенных исследований были разработаны конструкции опытно - промышленных образцов вихревых многофункциональных аппаратов с регулируемой гидродинамикой для утилизации теплоты и очистки выбросного воздуха от пыли и некоторых газов, предназначенных для различных типовых условий их работы, а также инженерные методы их расчета [2, 3, 4]

Экспериментальные исследования процессов тепломассообмена проводились на опытно-промышленных образцах аппарата в производственных условиях на запарных установках, зрельниках и конвективных сушильных установках в относительно широком, характерном для данного типа установок, диапазоне температур и влажности воздуха.

Обработка результатов эксперимента проводилась по двум методам. В первом случае по критериальной зависимости для коэффициента интенсивности тепломассообмена (5) с целью разработки инженерных методов расчёта.

Во втором случае по выражению для объемного коэффициента тепломассопередачи для сравнения со стандартными аппаратами

$$k_V = \left(F + E \cdot \frac{G_{ж} \cdot c_{рж}}{G_{г} + c_{рг}}\right) \cdot \left(1 + \frac{t_{cp}}{1000}\right) \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot 10^3, \quad (6)$$

где F и E – постоянные коэффициенты; $t_{cp} = (t_{жн} + t_1)/2$ – средняя температура жидкости и газа на входе в аппарат.

Расчеты показывают, что коэффициент теплопередачи в многофункциональных аппаратах на порядок выше чем в обычных скрубберах.

Литература

1. Сажин Б.С., Тюрин М.П., Сошенко М.В. Основные процессы и аппараты энергосберегающих технологий текстильных и химических предприятий. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2008. – 339 с.

2. Соснин А.С., Бородина Е.С., Тюрин М.П. Пути повышения экономичности тепловых электростанций. / Сборник статей Международной научно-практической конференции «Результаты научных исследований». – Уфа, 2016. – С. 159 – 161.

3. Бородина Е.С., Апарушкина М.А. Утилизация теплоты и очистка выбросов после распылительной сушки. / Сборник научных статей Первых Международных Лыковских научных чтений, посвящённых 105-летию академика А.В. Лыкова «Актуальные проблемы сушки и термовлажностной обработки материалов в различных отраслях промышленности и агропромышленном комплексе». – Москва, 2015.– С. 417 – 420.

4. Бородина Е.С. Система вентиляции и кондиционирования воздуха с утилизатором тепла. / Сборник статей Международной научно-практической конференции «Роль науки в развитии общества». – Уфа, 2015. – С. 12-14.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННИКОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ ТЕПЛООБМЕНА В СИСТЕМАХ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ВЫБРОСОВ

М.П. Тюрин, Д.В. Макаров, Н.В. Дерюгин

Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

Методика сопоставления различных поверхностей теплообмена изложена в [1], где исследовалось одностороннее наружное обтекание поверхности теплообмена.

В работе показано, что расчеты при одностороннем обтекании позволяют ответить на вопрос, какая из поверхностей эффективнее, т.е. дать качественную характеристику поверхности теплообмена. Однако количественная оценка сопоставляемых поверхностей теплообмена дается при одностороннем обтекании с большой неточностью.

Переход к правильной количественной оценке возможен лишь в реальных условиях при известных параметрах обоих потоков теплоносителя.

Однако представляется целесообразным предварительно рассмотреть качественный вопрос о том, какая из рассматриваемых поверхностей: трубный пучок при поперечном обтекании с шахматной компоновкой или профильная поверхность эффективнее.

Для решения этого вопроса использовались наиболее удобные в данном случае критериальные уравнения теплопередачи и аэродинамики вида

$$\alpha = C_{\alpha} \cdot Re^n \cdot Pr^m, \quad (1)$$

$$\zeta = C_{\zeta} \cdot Re^{-a}. \quad (2)$$

Для поперечного обтекания показатели степени соответственно равны: $n = 0,6$; $m = 0,33$; $a = 0,184$.

Коэффициенты пропорциональности C_{α} и C_{ζ} приведены в [2].

В случае пластинчатого теплообменника с пакетом из пластин с волнообразными каналами для воздуха величина C_{α} определяется из соотношения

$$C_{\alpha} = 0,24 \cdot \sqrt{\frac{d_0}{S_1}}, \quad (3)$$

где d_0 - внутренний эквивалентный диаметр двуугольного канала, м; S_1 - шаг между выступами, м.

Показатели степени уравнений (1 и 2) для пакета с волнообразными каналами соответственно равны: $n = 0,67$; $m = 0$; $a = 0,4$, а коэффициент пропорциональности $C_{\zeta} = 1,6$.

Уравнение для потери давления при поперечном обтекании описывается уравнением

$$\Delta P = \frac{C_{\zeta}}{Re^a} \cdot (Z + 1) \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2}, \quad (4)$$

где ΔP - потеря давления в канале, н/м²; Z - число выступов или труб по ходу потока; ρ - средняя плотность теплоносителя в канале, кг/м³; w - средняя скорость потока в канале, м/с.

Уравнение для энергетического коэффициента Кирпичева E , который представляет собой отношение тепловой мощности аппарата Q к затрате мощности на прокачку теплоносителя N определяется выражением

$$E = \frac{Q}{N} = \frac{\rho_n}{\rho}, \quad (5)$$

где ρ_n - средняя плотность теплоносителя в нагнетателе, кг/м³; ρ - средняя плотность теплоносителя в канале, кг/м³.

Из уравнения теплопередачи, считая, что число выступов по ходу потока достаточно велико и учитывая возможное условие сравнения $\alpha = idem$, можно записать соотношение чисел Рейнольдса сравниваемых поверхностей в виде

$$\frac{Re_2}{Re_1} = \left(\frac{C_{\alpha_1} \cdot C_{Z_1}}{C_{\alpha_2} \cdot C_{Z_2}} \cdot Re^{n_1 - n_2} \right)^{\frac{1}{n_2}}, \quad (6)$$

где индекс 1 относится к кожухотрубчатому теплообменнику с поперечным обтеканием трубного пучка; индекс 2 – к пластинчатому теплообменнику с волнообразными каналами; C_{Z_1} и C_{Z_2} - поправки, учитывающие число выступов по ходу потока (в данном случае принимаются равными единице, поскольку в обычных условиях $Z \geq 10$).

Подставляя уравнение (6) в (4 и 5) окончательно получим критерий сравнения для вышеуказанных поверхностей нагрева

$$\eta_N^0 = \frac{E_1}{E_2} = \frac{C_{\zeta_2} \cdot Z_2}{C_{\zeta_2} \cdot Z_1} \cdot \left(1 + \frac{1}{Z_1} \right)^{-1} \cdot \left(\frac{Re_2}{Re_1} \right)^{2 - \alpha_2} \cdot Re^{(\alpha_1 - \alpha_2)}, \quad (7)$$

а отношение числа выступов по ходу потока для этих поверхностей

$$\frac{Z_2}{Z_1} = \frac{Re_2}{Re_1}. \quad (8)$$

Корректные результаты сопоставления двух поверхностей могут быть получены при тождественных геометрических характеристиках поверхностей, что означает примерное равенство их проходных сечений.

Для трубных пучков часто существуют ограничения на величину относительных шагов, которые задаются требованиями котлонадзора, и зависят от способа крепления трубных пучков к кожуху аппарата. Для профильных поверхностей такие ограничения отсутствуют, что дает в некоторых случаях основание принимать эквивалентный диаметр для пластинчатого теплообменника меньшим, чем для трубного пучка кожухотрубчатого теплообменника. В этом случае для создания универсальных номограмм вводится поправка

$$\Pi = \left(\frac{d_0 + \delta}{d_H} \right)^{b_2} = \psi^{b_2}, \quad (9)$$

где $b_2 = \frac{3 - \alpha_2}{n_2}$; $\psi = \frac{d_0 + \delta}{d_H}$; d_0 – эквивалентный диаметр профильной поверхности, м; δ - толщина стенки профильной поверхности, м; d_H – наружный диаметр трубок шахматного пучка, м.

В этом случае критерий сравнения определяется по соотношению

$$\eta_N = \eta_N^0 \cdot \Pi. \quad (10)$$

По результатам расчетов по уравнению (10) для тождественных геометрических характеристик построены зависимости величины η_N^0 от отношения S / d_0 при различных числах Re , для двух относительных шагов шахматного пучка: $\sigma = 1,25$ и $\sigma = 1,45$ (рис.1 и 2).

Значения отношения S / d_0 для профильных поверхностей были взяты из рекомендаций, приведенных в [3].

Проведенное сравнение, как явствует из рисунка, показывает, что при значениях S / d_0 больших единицы предпочтительнее использовать кожухотрубчатый теплообменник с шахматной компоновкой пучка труб и с поперечным обтеканием их теплоносителем, а при значениях S / d_0 меньших предпочтение следует отдать профильным поверхностям.

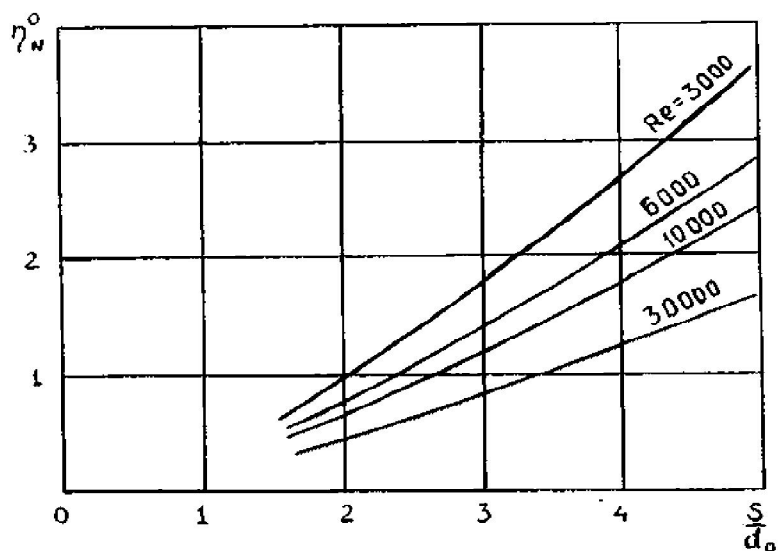


Рис. 1. Зависимость η_w от отношения S / d_0 при $\sigma = 1,25$

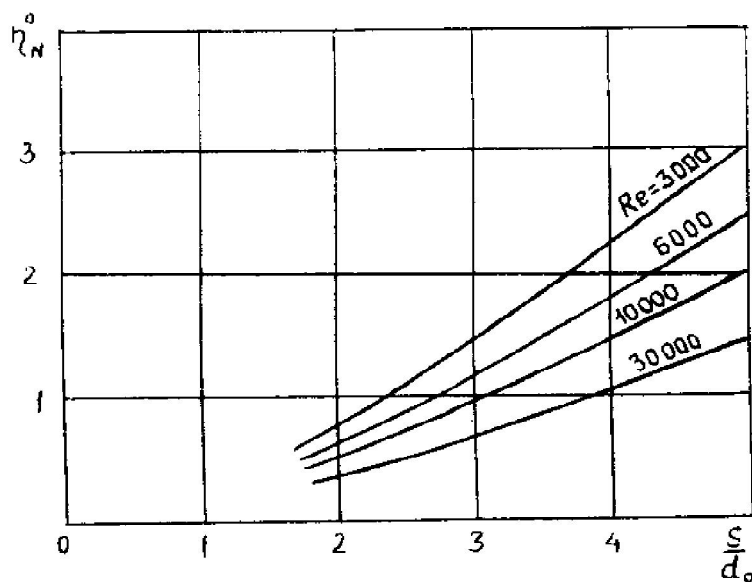


Рис. 2. Зависимость η_N от отношения S / d_0 при $\sigma = 1,45$

Как видно из рис. 1 и 2 область разграничения предпочтительного использования той или иной поверхности теплообмена меняется в зависимости от значений чисел Рейнольдса. При этом область предпочтительного

использования профильных поверхностей расширяется с ростом числа Re .

Следует также отметить, что с увеличением отношения S / d_0 профильная поверхность все ближе геометрически приближается к плоской поверхности и снижается эффективность ее использования.

Литература

1. Основные направления повышения эффективности использования топлива, электрической и тепловой энергии и вторичных энергетических ресурсов. Отчёт г/р № 81012781. – М.: МТИ, 1983.

2. Сажин Б.С., Тюрин М.П., Сошенко М.В. Основные процессы и аппараты энергосберегающих технологий текстильных и химических предприятий. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008. – 339 с.

3. Соснин А.С., Бородина Е.С., Тюрин М.П. Пути повышения экономичности тепловых электростанций. / Сборник статей Международной научно-практической конференции «Результаты научных исследований». – Уфа, 2016. – С. 159 – 161.

ПРОМЫШЛЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.А. Хрунов

Ивановский государственный политехнический университет, Россия

Бетон широко применяется в гражданском и индустриальном строительстве, в том числе для изготовления конструктивных элементов зданий и сооружений предприятий текстильной и легкой промышленности. По данным Росстата за 2013 год в нашей стране объем производства сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций составил 52 млн. м³, с общей стоимостью около 300 млрд. руб.

Значительная часть сооружений, возведённых из бетона и железобетона, в процессе эксплуатации подвержены интенсивному воздействию различных агрессивных сред, повышая тем самым риски опасного обрушения строительных конструкций и возникновения техногенных аварий.

Основная причина таких катастроф - коррозия бетона, которая может проявляться в виде частичного или полного разрушения одной или нескольких составных частей цементного камня в результате физического, химического, физико-химического или биологического воздействий коррозионной среды или внутренних процессов в бетоне.

Отсюда возникает настоятельная потребность в детальном изучении коррозионных явлений в бетоне и определении на этой основе характеристик, необходимых для прогноза долговечности и расчета остаточного ре-

сурса конструкций, обусловленная необходимостью увеличения сроков эксплуатации зданий и сооружений, а также снижения расходов по их содержанию.

Прогнозирование долговечности - весьма сложный аналитический процесс, требующий многообразных системных знаний ряда разделов науки: физической химии, электрохимии, термодинамики, теории и кинетики гетерогенных химических процессов, массопереноса в капиллярно-пористых телах.

За 150 лет исследований процессов коррозионной деструкции бетона, учеными накоплен большой объем научных знаний о коррозионных процессах, протекающих в бетонах и железобетонах: установлены и исследованы принципиальные схемы химических реакций; даны математические описания некоторых коррозионных процессов, основанные на использовании уравнений тепломассопереноса; создана система нормативных документов по борьбе с коррозией в строительном комплексе.

На основе полученных экспериментальных данных и накопленного опыта многочисленные процессы, протекающие при коррозии бетона, разделены на три основных вида: первый, второй и третий [1].

Определение скорости коррозии бетона вызывает значительные трудности, в связи с тем, что на кинетику процесса воздействуют многочисленные факторы. При решении таких задач используют теорию математического моделирования, в результате чего получают безразмерные комплексы, выражающие химическую и физическую сущность явлений, позволяющие свести экспериментальные работы к изучению всего 2÷3 комплексных факторов.

При прогнозировании долговечности цементных бетонов традиционно опираются на значения концентраций растворенного гидроксида кальция в жидкости пор бетона, т.к. стабильное существование основных минералов цементного камня возможно только в насыщенных (или близких к ним) растворах гидроксида кальция. При этом, после затвердевания, в порах цементного бетона находится перенасыщенный раствор гидроксида кальция. Далее, после начала эксплуатации бетонной конструкции в жидкой среде, происходит постепенное понижение концентрации гидроксида кальция в порах бетона. При достижении определенных значений концентрации гидроксида кальция начинается процесс разложения высокоосновных соединений цементного камня с выделением гидроксида кальция, впоследствии приводящий к потере прочности и разрушению конструкции.

В этих условиях разработка математических моделей процессов коррозии бетона базируется на физических моделях диффузии переносимых компонентов в пористой структуре бетона и математическом аппарате краевых задач массопереноса с использованием дифференциальных уравнений в частных производных параболического типа.

Под общим руководством академика РААСН С.В. Федосова специалистами его научной школы разработан и апробирован ряд математических моделей жидкостной коррозии цементных бетонов. В работах [2, 3], посвященных моделированию коррозионной деструкции, протекающей по механизму I вида в условиях ограниченного объема жидкой среды, показано, что математически эта задача может быть представлена уравнениями:

$$\frac{\partial C(x, \tau)}{\partial \tau} = k \cdot \frac{\partial^2 C(x, \tau)}{\partial x^2}, \quad \tau > 0, \quad 0 \leq x \leq \delta. \quad (1)$$

Начальное условие:

$$C(x, \tau)|_{\tau=0} = C(x, 0) = C_0. \quad (2)$$

Граничные условия:

$$\left. \frac{\partial C(x, \tau)}{\partial x} \right|_{x=0} = 0; \quad (3)$$

$$k \cdot \left. \frac{\partial C(x, \tau)}{\partial x} \right|_{x=\delta} = \beta [C_p(\tau) - C(\delta, \tau)]. \quad (4)$$

Баланс массы:

$$-S \cdot \rho_b \cdot k \cdot \frac{\partial C(\delta, \tau)}{\partial x} = V_{жс} \cdot \rho_{жс} \cdot \frac{\partial C_{жс}(\tau)}{\partial \tau}. \quad (5)$$

Закон Генри:

$$C_p(\tau) = m C_{жс}(\tau), \quad (6)$$

где $C(x, \tau)$ - концентрация «свободного $\text{Ca}(\text{OH})_2$ » в бетоне в момент времени τ в произвольной точке с координатой x , в пересчете на CaO , кг CaO /кг бетона; C_0 - концентрация «свободного $\text{Ca}(\text{OH})_2$ » в бетоне в начальный момент времени в произвольной точке с координатой x , в пересчете на CaO , кг CaO /кг бетона; $C_p(\tau)$ - равновесная концентрация на поверхности твердого тела, кг CaO /кг бетона; k - коэффициент массопроводности в твердой фазе, $\text{м}^2/\text{с}$; δ - толщина стенки конструкции, м; x - координата, м; τ - время, с; β - коэффициент массоотдачи в жидкой среде, м/с; S - поверхность резервуара, м^2 ; $V_{жс}$ - объем резервуара, м^3 ; $\rho_b, \rho_{жс}$ - плотности бетона и жидкости, соответственно, $\text{кг}/\text{м}^3$; m - константа Генри, кг жидкости/кг бетона.

Для получения обобщенных решений, удобных для качественного анализа процессов коррозии, введены безразмерные переменные вида:

$$Z(\bar{x}, Fo_m) = \frac{C_0 - C(x, \tau)}{C_0}, \quad \bar{x} = \frac{x}{\delta}, \quad Fo_m = \frac{k \cdot \tau}{\delta^2}, \quad Bi_m = \frac{\beta \cdot \delta}{k}, \quad (7)$$

$$Z_{жс}(Fo_m) = \frac{C_0 - m C_{жс}(\tau)}{C_0}.$$

Обозначим так же:
$$K_m = \frac{m \cdot S \cdot \delta}{V_{жс}} \cdot \frac{\rho_{б}}{\rho_{жс}} = \frac{m \cdot G_{б}}{G_{жс}}, \quad (8)$$

где K_m - коэффициент, учитывающий характеристики фаз; $G_{б}$ - масса бетонного резервуара, кг; $G_{жс}$ - масса жидкости в резервуаре, кг.

В безразмерном виде задача (1)-(6) запишется так:

$$\frac{\partial Z(\bar{x}, Fo_m)}{\partial Fo_m} = \frac{\partial^2 Z(\bar{x}, Fo_m)}{\partial \bar{x}^2}. \quad (9)$$

Начальное условие:

$$Z(\bar{x}, 0) = 0. \quad (10)$$

Граничные условия:

$$\frac{\partial Z(0, Fo_m)}{\partial \bar{x}} = 0; \quad (11)$$

$$\frac{1}{Bi_m} \cdot \frac{\partial Z(1, Fo_m)}{\partial \bar{x}} = [Z_p(Fo_m) - Z(1, Fo_m)]. \quad (12)$$

Баланс массы:

$$-\frac{\partial Z_{жс}(Fo_m)}{\partial Fo_m} = K_m \cdot \frac{\partial Z(1, Fo_m)}{\partial \bar{x}}. \quad (13)$$

Решение системы (9)-(13) выполнялось методом интегрального преобразования Лапласа, т.е. исходная система уравнений отображена в область комплексных чисел, в которых было получено решение системы, а затем произведен перевод решения в область оригиналов. И в результате были получены следующие решения:

1. Профиль безразмерных концентраций переносимого компонента по толщине бетона в произвольный момент времени:

$$Z(\bar{x}, Fo_m) = \frac{C_0 - C(x, \tau)}{C_0} = \frac{Bi_m}{1 + K_m} - 2Bi_m \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos(\mu_n \cdot \bar{x}) \cdot \exp(-\mu_n \cdot Fo_m)}{\mu_n \cdot [1 - K_m + Bi_m] \sin \mu_n + [\mu_n^2 - K_m] \cdot \cos \mu_n}. \quad (14)$$

2. Средняя по толщине конструкции концентрация переносимого компонента в момент времени τ , определяемый значением критерия Fo_m :

$$Z_{cp}(Fo_m) = \frac{Bi_m}{1 + K_m} - 2Bi_m \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \mu_n \cdot \exp(-\mu_n^2 \cdot Fo_m)}{\mu_n \cdot [\mu_n \cdot (1 + Bi_m - K_m) \sin \mu_n + (\mu_n^2 - K_m) \cdot \cos \mu_n]}. \quad (15)$$

3. Концентрация переносимого компонента в жидкой фазе:

$$Z_{жс}(Fo_m) = \frac{C_0 - mC_{жс}(\tau)}{C_0} = 1 + 2Bi_m \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \mu_n \cdot [1 - \exp(-\mu_n^2 \cdot Fo_m)]}{\mu_n \cdot [\mu_n (1 + Bi_m - K_m) \sin \mu_n + (\mu_n^2 - K_m) \cos \mu_n]}. \quad (16)$$

В полученных выражениях μ_n - корни характеристического уравнения:

$$\operatorname{ctg}\mu_n = \frac{\mu_n^2 - K_m}{\mu_n \cdot Bi_m}. \quad (17)$$

Выражения (14)-(15) позволяют рассчитывать профили концентраций «свободного гидроксида кальция» по толщине бетонной и железобетонной конструкции в любой момент времени, определять содержание растворенного гидроксида кальция в жидкой фазе, вычислять среднее по толщине и объему конструкции и на границе раздела фаз, что в совокупности позволит осуществлять мониторинг процесса массопереноса при коррозии первого вида цементных бетонов.

Литература

1. Москвин В.М. Коррозия бетона. – М.: Стройиздат, 1952. – 342 с.
2. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Хрунов В.А., Аксаковская Л.Н. Моделирование массопереноса в процессах коррозии бетонов первого вида (малые значения числа Фурье). // Строительные материалы. – 2007. – №5. – С. 70-71.
- 3 Федосов С.В., Румянцева В.Е., Хрунов В.А., Шестеркин М.Е. О некоторых проблемах технологии безопасности и долговечности зданий, сооружений и инженерной инфраструктуры. // Строительные материалы.– 2015. – №3. – С. 8-11.

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«ДИЗАЙН, ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ
В ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

(ИННОВАЦИИ –2016)

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

Часть 2

Научное издание

Печатается в авторской редакции

Компьютерная верстка и техническое редактирование
Николаева Н.А., Строганова Г.В.