

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»**

Международная научно-техническая конференция

**«ДИЗАЙН, ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ В ТЕКСТИЛЬНОЙ
И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»
(ИННОВАЦИИ –2018)**

(14-15 ноября 2018 г.)

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

Часть 2

Москва – 2018

УДК 677.02.001.5

Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018): сборник материалов Международной научно-технической конференции. Часть 2. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – 282 с.

В сборник включены содержания докладов профессорско-преподавательского, научного состава и молодых ученых российских и зарубежных вузов, сотрудников научно-исследовательских институтов и представителей предприятий и других организаций, 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; Рыжкова Е.А., профессор, зав.кафедрой; Седяров О.И., доцент, зав.кафедрой; Хозина Е.Н., доцент кафедры; Шустов Ю.С., профессор, зав.кафедрой

ISBN 978-5-87055-680-2
ISBN 978-5-87055-682-6

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2018

© Коллектив авторов, 2018

© Обложка. Дизайн. Николаева Н.А., 2018

СЕКЦИЯ 3

**Материаловедение, качество и сертификация
продукции текстильной и легкой промышленности**

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Акопова Е.И.</i> Изучение потребительских свойств костюмных тканей для детской одежды.....	9
<i>Андрейчикова Г.Е., Шихина Н.И., Терновсков В.Б.</i> Инновационные материалы – основа безопасности.....	12
<i>Бутко Т.В.</i> Анализ инноваций в ассортименте материалов для производства одежды класса люкс.....	17
<i>Быстрова Н.Ю.</i> Изучение показателей качества тесьмы.....	21
<i>Власова Е.Н.</i> Исследование качества текстильных мебельных материалов.....	24
<i>Ганявин В.А., Макаров А.А.</i> Машинная классификация вида деформации нетканого материала при анализе структурных признаков.....	27
<i>Глушкова Т.В., Васильева Е.Н.</i> Исследование паропроницаемости инновационных материалов и пакетов спортивной одежды.....	31
<i>Дягилев А.С., Самутина Н.Н.</i> Основные проблемы и перспективные вопросы развития легкой и текстильной промышленности.....	34
<i>Жагрина И.Н., Родэ С.В., Шампаров Е.Ю.</i> Деформационные свойства нетканых волокнистых холстов.....	37
<i>Реймер В., Дягилев А.С., Либенштунд Л., Кузнецов А.А., Грис Т.</i> Композиционные материалы, армированные плетеной преформой... <i>Костин П.А., Замостоцкий Е.Г.</i> Исследование антистатических свойств трикотажных полотен с комбинированными электропроводящими нитями.....	40 44
<i>Леденёва Н.А., Шленникова О.А.</i> Исследование свойств термостойких швейных ниток.....	47
<i>Леонтьева И.Г., Антонина Л.В.</i> Исследование свойств подкладочных материалов для детской одежды.....	49
<i>Орлов А.В., Пашин Е.Л.</i> Принципы функционирования новой инструментальной системы контроля разрывных характеристик волокон и нитей.....	51
<i>Потушинская Е.В., Быстрова Н.Ю.</i> Изучение показателей безопасности и качества средств индивидуальной защиты рук.....	55
<i>Романов В.В.</i> Исследование изменения механических свойств мембранных тканей после действия однократной заморозки.....	58
<i>Саркисов В.Ш., Тер-Микаэлян П.Ю., Шаблыгин М.В.</i> К моделированию ползучести нити при постоянной скорости нагрева.....	61

Скородумов В.Ф. РVT-свойства кристаллических полимеров при атмосферном давлении.....	65
Скородумов В.Ф., Бондаренко Е.В. Сравнительный анализ аппроксимаций Хаггинса и Флори.....	68
Смирнова А.М., Демократова Е.Б. Исследование растяжимости и упругости шерстяных и полушерстяных костюмных тканей.....	72
Тесленко А.С., Демократова Е.Б. Выбор определяющих показателей качества льняных костюмных тканей.....	76
Климова Н.А., Бесшапошникова В.И., Микрюкова О.Н., Ковалева Н.Е. Исследование структуры и свойств мембранных тканей для одежды.....	79
Микрюкова О.Н., Бесшапошникова В.И., Штейнле В.А., Загоруйко М.В., Александрова Т.В. Исследование влияния фосфорсодержащих замедлителей горения на свойства текстильных материалов для спецодежды.....	83
Буланов Я.И., Курденкова А.В., Шустов Ю.С. Исследование влияния комбинированного воздействия истирания и стирок на физико-механические свойства трикотажных полотен для верхних изделий..	86
Курденкова А.В., Шустов Ю.С., Буланов Я.И. Комплексная оценка механических свойств тканей для защиты от общих производственных загрязнений после действия многократных стирок.....	89
Плеханова С.В. Исследование физико-механических свойств шерстяных пальтовых тканей.....	93

СЕКЦИЯ 4

Современные экологически чистые технологии модифицирования и отделки материалов и изделий текстильной и легкой промышленности

СОДЕРЖАНИЕ

Богачева С.Ю. Применение оксиалкиленорганосилоксана для химической модификации волокнистых материалов.....	98
Владимирцева Е.Л., Кравченко М.А., Миронова А.А. Экологичный способ модификации свойств шерстяных материалов.....	100
Ерохина Е.В., Дымникова Н.С. Зависимость антимикробной активности наночастиц серебра от условий их получения.....	103
Калукова М.Н. Исследование возможности использования неизоцианатных сшивателей для улучшения эксплуатационных свойств кожевенного полуфабриката.....	106
Козлова О.В., Зеленкова Т.Н. Решение проблем колорирования параарамидных тканей путем переводной печати.....	108
Лутфуллина Г.Г., Петрова С.А. Исследование поверхностной активности пав серии хеллан-cleaner.....	110
Мезенцева Е.В., Мишаков В.Ю. Современные модификации сырья для текстильных полотен.....	113
Одинцова О.И., Петрова Л.С., Прохорова А.А., Малышева К.А. Технология микрокапсулирования функциональных веществ и иммобилизации их на текстильных материалах.....	117
Панкратова Е.В. Исследование возможности плазмохимической обработки суровой льняной ровницы.....	120
Петрова Л.С., Носкова Ю.В., Одинцова О.И. Антибактериальная отделка целлюлозных материалов.....	123
Полушин Е.Г., Ширманова В.В., Козлова О.В. Создание дублированных текстильных материалов с паропроницаемыми свойствами.	124
Сажнев Н.А., Кильдеева Н.Р. Изучение фармакодинамических свойств биологически активных полимерных композиций.....	127
Сапожников С.В., Сафонов В.В. Способы получения электропроводящих текстильных материалов.....	129
Селезнёв В.С., Кобраков К.И., Дружинина Т.В., Бычкова И.Н. Синтез новых азопроизводных 2,4,6 – тригидрокситолуола и использование их для получения сорбционно-активных полимерных материалов.....	132
Скобова Н.В., Ясинская Н.Н. Исследование процесса ферментной расшлихтовки хлопчатобумажных тканей.....	136
Смирнова С.В., Бобылев Н.С. Крашение шерстяного волокна, модифицированного ультразвуковыми волнами.....	140

Таусарова Б.Р., Рахимова С.М. Целлюлозные материалы, модифицированные наночастицами меди и железа.....	141
Таусарова Б.Р., Биримжанова З.С. Модификация целлюлозных текстильных материалов наночастицами оксида цинка и изучение их антибактериальных свойств.....	145
Ташмухамедов Ф.Р., Кутжанова А.Ж. Золь-гель способ крашения ткани красителями растительного происхождения.....	148
Цобанова Н.В., Буркин А.Н., Радюк А.Н., Борозна В.Д. Изготовление деталей низа обуви из отходов пенополиуретанов.....	151
Черногорцева М.В., Кильдеева Н.Р. Получение гидрогелей на основе хитозана и гиалуроновой кислоты, сшитых диглицидиловым эфиром бутандиола.....	155
Шибашов А.В., Сокерина Е.Ю. Изучение влияния ультразвукового воздействия на растворы синтетических высокомолекулярных смол.....	159
Середина М.А. Исследование термохимических превращений лузги подсолнечника при получении углеродных сорбентов.....	162
Редина Л.В., Козуб Д.А. Композиции для придания текстильным материалам комплекса защитных свойств.....	165
Колоколкина Н.В. Получение ацетатных волокон и пленок, структурно модифицированных полимерным фторалкилакрилатом.....	169
Титова Н.А., Кузнецов Д.Н., Дмитриева М.Б. Определение минимальной ингибирующей концентрации катионных поверхностно-активных веществ.....	173
Кузнецов И.О., Кузнецов Д.Н., Ручкина А.Г., Бычкова И.Н. Оценка колористических характеристик красящих средств декоративной косметики	177
Азанова А.А., Хуснутдинова Г.Н., Абуталипова Л.Н. Экологически чистая плазменная технология отделки трикотажных полотен...	181
Фаткуллина Р.Р., Зиятдинова Д.Р. Концептуальный подход в прогнозировании свойств защитных материалов от статического электричества.....	183

СЕКЦИЯ 5.

**Автоматизация и информационные технологии
в управлении и производственных процессах
текстильной и легкой промышленности**

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Беспалов М.Е., Минаева Н.В.</i> Применение методов нейросетевого анализа и интерпретации сенсорных данных в мобильной робототехнике.....	187
<i>Борзунов Г.И., Новиков А.Н., Фирсов А.В.</i> Дескриптор цветовых контрастов.....	189
<i>Ветрова О.А., Кузьмина Т.М.</i> Исследование принципов оптимизации цепочек поставок в процессе бережливого производства.....	193
<i>Ветрова О.А.</i> Методы и средства решения задач перемещения транспортных единиц в логистике.....	197
<i>Власенко О.М.</i> К вопросу проектирования человеко-машинного интерфейса автоматизированной системы управления.....	200
<i>Ганявин В.А., Макаров А.А., Битус Е.И.</i> Оценка нелинейных моделей для прогнозирования скорости отделения волокон на гребнечесальной машине.....	204
<i>Голикова М.С., Теплова Н.М.</i> Совершенствование электронного манекена женской фигуры.....	207
<i>Ершов С.В., Блинов О.В., Кузнецов В.Б., Калинин Е.Н.</i> Анализ технических возможностей SOLIDWORKS для моделирования воздействия жидкой среды наполнителя на тканую матрицу композита.....	209
<i>Забродин Д.А., Зензинова Ю.Б.</i> Средства и показатели для оценки эффективности SQL-запросов в СУБД ORACLE.....	211
<i>Захаркина С.В.</i> Разработка программного кода для контроллера с помощью MATLAB.....	213
<i>Канатов А. В., Кулаков А.А.</i> Аппаратное обеспечение систем контроля качества текстильных материалов.....	217
<i>Козлов А.Ю.</i> Интерполяция экспериментальной зависимости кубическими и В-сплайнами для моделирования изделий легкой промышленности.....	222
<i>Колобашкин В.С.</i> Информационная модель швейной фабрики.....	225
<i>Куприяшин М.А., Борзунов Г.И.</i> Исследование производительности планшетных компьютеров при выполнении параллельных вычислений.....	228
<i>Монахов В.И., Гречухина М.Н.</i> Автоматизация логистики закупок на текстильных предприятиях.....	231

Никонов М.В., Виниченко С.Н., Рыжкова Е.А. Разработка оптического датчика для анализа волокнистого материала.....	235
Розова Л.И. Использование компьютерных технологий в подготовке специалистов при изучении графических дисциплин.....	238
Росляков Г.В. Автоматизация обработки результатов экспертного опроса.....	240
Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В., Воробьев И.Н. Фрактальная модель статистической динамики старения одномерных полимерных материалов.....	242
Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В., Воробьев И.Н. Планирование экспериментов и обработка данных моделирования процессов старения полимерных материалов.....	246
Соловьев В.А., Соловьева В.В., Соколов В.А., Волченсков В.И. Реверсивный бесконтактный датчик частоты вращения вентильного двигателя на основе его датчика положения ротора.....	249
Соловьев В.А., Соловьева В.В., Соколов В.А., Волченсков В.И. Анализ влияния параметров силовых элементов понижающего импульсного регулятора постоянного напряжения на пульсации его выходного напряжения.....	253
Солодов А.А. Оптимальная линейная статистическая оценка порочков тканей.....	255
Сторожев В.В., Канатов А.В., Кулаков А.А., Роцин В.С. Экструдеры – принцип действий и использование материалов.....	258
Стрельников Б.А., Монахов В.И., Кузьмич И.В. Использование малых эллиптических групп простого порядка для защиты информации в компьютерной сети.....	262
Сухарев В.В. Автоматизация обеспечения транспортной и складской логистики для предприятий текстильной отрасли.....	266
Сухарев В.В. Аспекты формирования качества текстильной продукции.....	268
Терентьев В.И., Индербиева Т.А. Технологические и эксплуатационные требования к роторным тканеформирующим механизмам.....	270
Тулах Л. Чешские измерительные приборы для текстильной промышленности и исследования.....	273
Чачина А.А., Рыжкова Е.А. Использование SCADA-системы TRACE MODE для управления работой склада.....	275
Тулах Л. Разработка ткацкого станка DIFA для 3D объемных тканей.....	278

СЕКЦИЯ 3

**Материаловедение, качество и сертификация
продукции текстильной и легкой промышленности**

**ИЗУЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ КОСТЮМНЫХ
ТКАНЕЙ ДЛЯ ДЕТСКОЙ ОДЕЖДЫ**

Акопова Е.И.

Новосибирский технологический институт (филиал) РГУ им. А.Н. Косыгина,
Россия

В последнее время легкая промышленность в России претерпевает ряд трудностей, на которые влияют такие факторы, как недостаток сырья, низкий уровень заработной платы рабочим, использование устаревшего оборудования, большой процент ввоза нелегальной продукции и недостаток собственных средств предприятий на модернизацию производства. Все это приводит к тому, что на рынок поступает некачественный товар. В первую очередь страдает такой показатель потребительских свойств, как безопасность, несоблюдение которого при производстве изделий, может нанести определенный вред здоровью человека. Главным образом, это касается детей, в связи с их неокрепшим организмом на стадии его формирования любые отклонения от норм могут навредить ребенку. Поэтому изделия, предназначенные для детей, требуют наиболее тщательного и строго контроля. Свойства тканей и текстильных изделий во многом зависят от особенностей нитей и волокон, используемых для их производства. Таким образом, целью работы является изучение качества костюмных тканей, предназначенных для пошива детской одежды и разработка рекомендаций по их применению.

В работе были применены методы сравнительного анализа, диагностики, прогнозирования, измерительные методы и методы оценки качества. Были определены такие показатели, как поверхностная плотность тканей, воздухопроницаемость, разрывная нагрузка по основе и утку, массовая доля свободного формальдегида, несминаемость на приборе «Смяти-емер», гигроскопичность тканей. Были построены диаграммы, по которым можно судить о соответствии определяемых показателей требованиям нормативных документов (ГОСТ, Технический Регламент Таможенного Союза 007/2011).

Для проведения исследований показателей костюмных тканей, предназначенных для пошива детской одежды, были отобраны образцы костюмных тканей различного состава и производителей, характеристика которых представлена в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика образцов костюмных тканей

№ образца	Производитель	Массовая доля волокон в ткани
1	Китай	95% вискоза 5% полиэфир
2	Болгария	60% вискоза 35% полиэфир 5% эластан
3	Россия	50% вискоза 50% полиэфир
4	Китай	40% вискоза 60% полиэфир
5	Китай	34% вискоза 66% полиэфир
6	Китай	15% вискоза 85% полиэфир
7	Россия	52% шерсть 48% полиэфир
8	Россия	7% шерсть 90% полиэфир 3% эластан
9	Китай	10% вискоза 90% полиэфир
10	Россия	15% вискоза 85% полиэфир

Было выявлено, что только образцы под номерами 1,2, 3 и 7 прошли проверку на воздухопроницаемость, остальные 6 не соответствуют требованиям ТР ТС 007/2011 [1], в соответствии с которым воздухопроницаемость для текстильных материалов второго слоя, предназначенных для пошива детской одежды, должна быть не менее $100 \text{ дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$. Однако, требованиями ТР ТС 007/2011[1] предусмотрено, что для детских текстильных материалов третьего слоя с подкладкой показатель воздухопроницаемости не нормируется, в этом случае все требования предъявляются к подкладочной ткани. Следовательно, 6 образцов, не прошедших испытание по воздухопроницаемости для изделий 2 слоя, могут подойти для пошива детских изделий третьего слоя с подкладкой, либо для изготовления изделий для взрослых, к которым предъявляются менее жесткие требования.

По показателю разрывной нагрузки по основе и утку, содержанию свободного формальдегида, несминаемости все образцы тканей соответствуют нормативным значениям.

В соответствии с требованиями безопасности ТР ТС 007/2011[1], показатель гигроскопичности для изделий второго слоя одежды школьной возрастной группы должен быть не менее 7%. Следовательно, можно сделать вывод, что исследуемые образцы ткани под номерами 5, 6, 7, 8, 9 и 10 не соответствуют нормируемому значению данного показателя.

Также в работе было изучено влияние массовой доли волокон в тканях на такие показатели как гигроскопичность, воздухопроницаемость, разрывная нагрузка и содержание свободного формальдегида.

После проведения всех испытаний были построены диаграммы зависимости этих показателей от состава волокон в ткани.

На рис. 1 показана зависимость гигроскопичности ткани от массовой доли вискозы в составе ткани.

На основании анализа построенного графика выявлена прямая зависимость гигроскопичности от массовой доли вискозы в ткани, то есть чем

больше вискозы в тканях, тем гигроскопичность выше. А также, исходя из ТР ТС 007/2011 [1], в котором показатель гигроскопичности должен быть не менее 7 %, определена область минимального содержания вискозного волокна для того, чтобы текстильное изделие соответствовало требованиям безопасности. Таким образом, для соответствия такому показателю как гигроскопичность процент содержания вискозы в составе ткани должен быть не менее 40%.

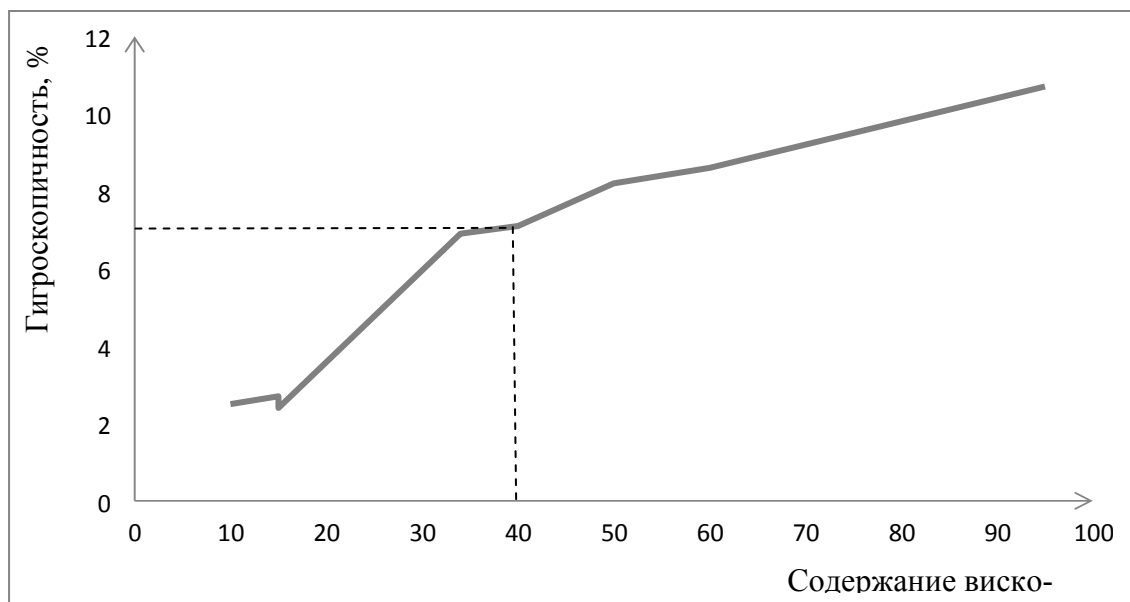


Рис. 1. График зависимости гигроскопичности от содержания вискозы в ткани

Также было выявлено, что разрывная нагрузка напрямую зависит от массовой доли содержания волокон в тканях, чем больше процент вискозы в составе ткани, тем разрывная нагрузка ниже, что приводит к ухудшению прочностных характеристик ткани.

Зависимость такого показателя как массовая доля свободного формальдегида от массовой доли волокон в ткани отсутствует.

Таким образом, было выявлено, что от массовой доли волокон в тканях напрямую зависят такие показатели, как гигроскопичность, разрывная нагрузка и несминаемость, а на показатели массовой доли свободного формальдегида и воздухопроницаемости состав ткани не оказывает влияние. На воздухопроницаемость влияют поверхностная плотность ткани и способ переплетения волокон.

В качестве рекомендаций изготовителям костюмных тканей для детской одежды можно предложить следующее: для того, чтобы будущие изделия соответствовали требованиям качества и безопасности, предъявляемым к изделиям детской одежды - необходимо, чтобы материал состоял из смешанного волокна, при этом массовая доля натуральных волокон должна быть не менее 40% - это обеспечит ткани хорошую гигроскопичность, в свою очередь содержание в составе ткани синтетических волокон

придаст ей более высокую прочность и малый процент сминаемости. А использование менее прочных видов ткацких переплетений нитей ткани обеспечит ей высокий уровень воздухопроницаемости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков» № ТР ТС 007/2011: сайт Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902308641>, свободный

ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ – ОСНОВА БЕЗОПАСНОСТИ

Андрейчикова Г.Е.¹, Шихина Н.И.², Терновсков В.Б.²

¹Московский энергетический институт, Россия

²Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Любое действие в условиях неопределенности, оказывающее влияние на будущее, имеет неопределенный исход, поэтому чейнинг технология представляет интерес для моделей, связанных с разработкой рецептуры и технологии производства составов, а также технологии их нанесения с целью создания твердосмазочных высокотемпературных износостойчивых антифрикционных покрытий и заставляет адаптивный интерфейс работать в диапазоне от утюгов и прессформ до наукоемкой комплексной конструкторско-технологической и материаловедческой разработки - сверхвысокоскоростных турбомашин, валы которых крепятся на бесконтактных опорах с разделительным газодинамическим слоем. Одной из центральных проблем, стоящих перед мировым сообществом, является реализация технологических цепочек в оптимальной последовательности для всех точек бифуркаций. Чейнинг - фундаментальная вещь, которая заставляет адаптивный интерфейс работать, асинхронно возвращая объект обработанный каждым методом. Благодаря этому методы становятся возможным вызывать в заданной последовательности. Теория игр применима к рассмотрению конфликтов исключительно в процессах с «медленными» фазовыми режимами, что, фактически, означает ее неприменимость к нелинейным процессам, в которых учитывается влияние хаоса. Неопределенность предполагает наличие сильной нестабильности, при которой результаты действий не обусловлены, поскольку степень возможного влияния различных факторов в создавшихся рискованных ситуациях на результаты часто неизвестна.

В последнее время понятие «неопределенность» связывают с такой наукой как синергетика. В рамках синергетики рассматривается динамика

открытых нелинейных систем, которые происходят между полюсами «порядка» и «хаоса» в промежутках между состояниями равновесия, а смена фазовых режимов происходит в точках бифуркаций. Современный подход к анализу неопределённостей основан на теории синергетики, в рамках которой в точках бифуркаций происходит смена фазовых режимов системы и возникает неопределенность состояний. Поэтому любое действие в условиях неопределенности, оказывающее влияние на будущее, имеет неопределенный исход. Этим можно объяснить тот «разрыв», который возник между теорией игр и «нелинейной стабильностью технологического результата» [3]. Она строится как обобщенная структура, включающая нелинейную динамику и теорию самоорганизации.

Механизм структурной устойчивости чейнинг технологии можно описать так. Под воздействием флуктуаций (как внутренних, так и внешних) в самоорганизующейся системе появляются приспособительные признаки (это может выражаться в появлении новых признаков у существующих элементов, либо новых элементов, либо новых взаимосвязей между элементами). Обновленная сеть элементов-признаков обеспечивает адаптацию системы к флуктуациям. Если при этом не меняется способ функционирования системы, то такую систему называют структурно устойчивой. Если один из основателей теории систем Берталанфи объединил понятия «поток» и «равновесие» для описания открытых систем, то другой - основатель теории сложных систем - Пригожин объединил понятия «диссипация» и «структура», чтобы связать воедино две кажущиеся противоречивыми тенденции, которые «сосуществуют» во всех технологических и даже живых системах. Множественное регулирование по принципу обратной связи, или самонастройка развивающегося организма, лежит в основе поддержания устойчивого состояния, обеспечивает сохранение устойчивости процесса развития (см. рис. 1) при нерегулярно меняющихся внешних условиях. Таким образом, адаптация системы происходит:

- ✓ за счет избыточности элементов-признаков,
- ✓ за счет накопления информации в системе о состоянии окружения.

Эти диссипативные параметры чейнинг технологии обеспечат максимально возможную надежность достижения выбранного показателя в хаотично изменяющихся условиях среды, автоселекцию и отбор оптимальных вариантов для существующих ограничений наличных сил и средств.

Стереть барьеры использования чейнинг технологии – задача наших разработок на примере композита семейства Адгеласт. Впервые фторсодержащие материалы получены в 1938 году американским химиком Роем Планкеттом, открывшим новое порошкообразное вещество белого цвета в ходе ряда экспериментов. Первоначально это вещество было использовано военными. Несмотря на ряд отрицательных свойств, таких как: недостаточность износостойкости, хрупкость в изделиях, текучесть под давлени-

ем, сложность в переработке, но обладая положительными свойствами, в отличие от других полимеров: низким коэффициентом трения, термической устойчивостью, высокой инертностью, изолирующими свойствами, фторсодержащие материалы нашли широкое применение в дальнейшем.

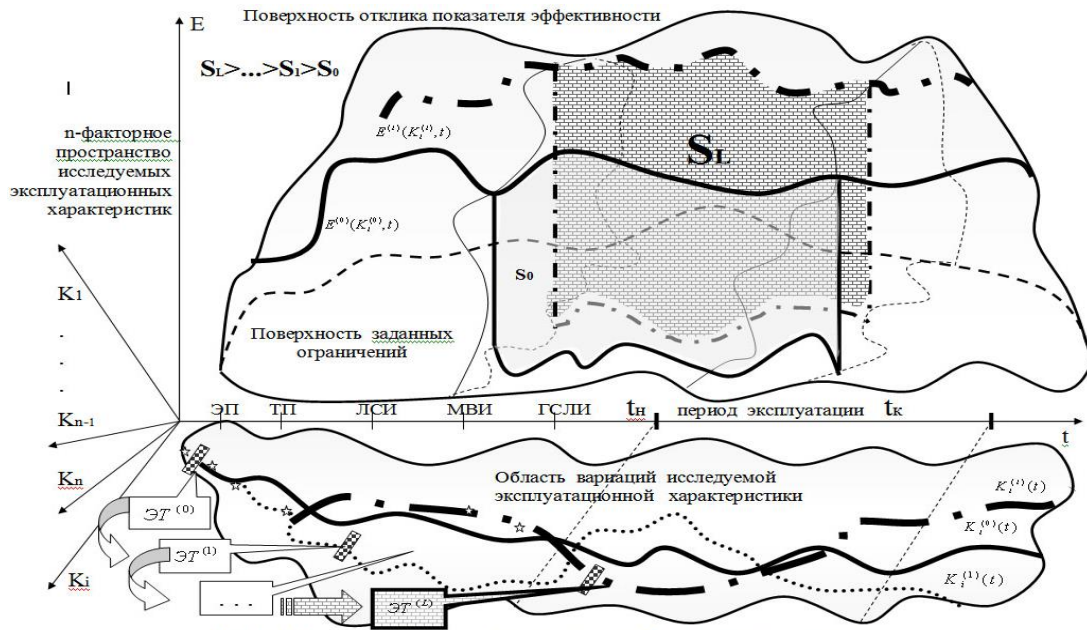


Рис. 1. Графическое представление алгоритма работы чейнинг технологии

Для оценки качества покрытий разработаны модели с применением современных компьютерных технологий. Антифрикционные с высокой износостойкостью покрытия «Адгеласт», марки АИС-2 для нанесения на роторы бурильных установок, с целью исключения прилипания парафина при бурении скважин; направляющие, шарниры, пресс-формы для демфирных амортизаторов, подшипники скольжения, лепестковые подшипники. Сравнительно недавно, при конструировании опор высокоскоростных роторов, предпочтение отдавалось подшипникам качения. Однако, технологии масляной смазки опор роторов с увеличением частот вращения, выявило ряд существенных недостатков, сдерживающих их дальнейшее применение в качестве опор высокоскоростных роторов.

В настоящее время существует устойчивая тенденция применения высокоскоростных роторных машин с электро и турбинным приводом в транспортном и энергетическом машиностроении, ракетно-космической, криогенной технике, в турбохолодильниках системы кондиционирования воздуха самолетов, в микротурбогенераторах, в центробежных высоко-скоростных без-масляных компрессорах систем водоочистки.

Роторно-опорные узлы являются наиболее нагруженными и ответственными элементами турбо-машин, определяющими работоспособность и ресурс изделий. Поэтому конструкторы при проектировании высокоскоростных турбомашин все чаще обращаются к подшипникам с упругими

поверхностями, наиболее перспективными из которых являются лепестковые газодинамические подшипники.

Лепестковые газодинамические подшипники (ГДП), разработанные около 50 лет назад - ответ авиационной отрасли на тенденцию - увеличить удельную мощность авиационных турбин, делая их меньше, быстрее, горячее. Определяющими факторами, обеспечивающим применение без масляных ГДП, являются: конструктивные решения подшипников и покрытия. Установлено, что перспективным конструктивным решением являются опорные элементы в форме лепестков, в качестве покрытия – композиционные полимерные материалы, дающие покрытие с антифрикционно-твердосмазочными свойствами.

Использование твердых смазочных покрытий (ТСП), наносимых на рабочие поверхности опорных элементов – лепестков, обеспечивает высокую надежность и работоспособность машин с газовыми подшипниками. Антифрикционно – твердосмазочные с температурой эксплуатации до (+ 450-500)°С «АдГеласт - АИС-Т». В 2016 году, в университете МЭИ, была создана промышленно-исследовательская лаборатория, целью которой было освоение производства и разработка новых композиционных материалов для покрытий различного эксплуатационного назначения, в том числе – высокотемпературных. Для совершенствования и доработки нами был за основу взят состав № 4, вошедший в серию ТСП как «АИС-2» (износостойкий антифрикционный состав), содержащий фторопласт – матрица и полиамид-связующее.

Дальнейшие сравнительные испытания состав под №4 с аналогами, разработанные ведущими институтами г. Москвы (ВИАМ, ЦИАМ, МИСИ, ИНЭОС), показал лучшие характеристики по интенсивности изнашивания (менее 0,1) мкм/ км (износ покрытия практически отсутствует); лучшие результаты динамического коэффициента трения ТСП в зависимости от числа циклов нагружения.

Европейские методики, включающие исследование, в частности, адгезию (сцепление с металлом); термостойкость (кипячение в растительном масле); прочность при изгибе и ударе; кислотостойкость (кипячение в растворе, имитирующем состав пищи); непригораемость (легкое удаление струей воды сгоревшего молока или расплавленного сахара в горячем состоянии); неприлипаемость (легкое удаление остатков кипяченого молока); стойкость при стирании и ряд других тестов, которые проводят изготовители композиционных материалов, определяя качество покрытий из этих материалов, и устанавливают марку покрытия.

В серии антипригарных покрытий «Адгеласт» есть покрытия с разным назначением и свойствами, например, для инвентаря текстильного и кондитерского назначения (хлебные формы, противни..) и посуды (кастрюли, сковороды ...), отличающиеся условиями эксплуатации, отсюда - разным сроком службы, товарно-декоративным видом.

Агрессивно-устойчивые – на пресс-формы (прессование изделий из каучука, полиуретана, полистирола (автомобильных колпаков и ковриков, резиновой обуви, полимерных заготовок для подошв обуви, прокладок для ракеток настольного тенниса и др.); на термопары, задвижки химического оборудования; термоножи при склеивании полиэтиленовой пленки (производство чипсов..); вставки для ингаляторов; заглушки нефтеперекачивающих установок; резервуары химической водоочистки; медицинские стерилизаторы и резервуары при стерилизации консервов; емкости для хранения вина и химически агрессивных сред, в т.ч. – отходов); пробоотборники для воды с морских глубин; запорные шаровые краны; оборудование и приспособления специального военного назначения при их длительном хранении и т.д.

Антиадгезионно-износостойкие – для нанесения на: подошвы утюгов, с целью исключения прилипания тканей при глажении; фрезы, с целью исключения прилипания парафина при бурении скважин; направляющие; заглушки; фрикционные амортизаторы; дисковые и ленточные пилы, с целью экономии распилочного материала и продления работоспособности пил; клеевые и лако-красочные ванны в полиграфии; ксерокопические валики; автомобильные поршни и т.д.

Следует отметить активную работу зарубежных ученых в создании и использовании высокотемпературных антифрикционных покрытий для пар трения, специально разработанных для подшипников скольжения с температурой эксплуатации (+450 до +700)°С. Такие покрытия разработаны, при этом используются дорогостоящие добавки как титан, золото, серебро, уникальное оборудование и технологии (газопламенное нанесение).

Указанное семейство разработок высоко оценено нашим Правительством – Премией Совета Министров СССР, 1989 г и 13 золотыми медалями Всемирных Конкурсов Изобретателей в Брюсселе, Париже, Москве, Ницце, Женеве, Питсбурге. Мы готовы расширить и внедрить наши разработки и чейнинг технологии. Синергетическая концепция технологии чейнинг позволяет учесть коллективные процессы самоорганизации, охватывающие практически все варианты развития событий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрейчикова Г.Е. Способ нанесения покрытия на металлическую поверхность, композиции грунтовочного покрытия и композиции для облицовочного покрытия. Патент на изобретение. RUS 2170286 26.11.1999.
2. Демидов Л.Н., Терновский В.В., Тарасов Б.А., Терновсков В.Б. Модель представления информации для применения в экономике // Экономика: вчера, сегодня, завтра. №3. 2016.
3. Подшивалов Г.К., Демидов Л.Н., Тарасов Б.А. Терновсков В.Б. Экономическая безопасность в условиях неопределенности. // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2016. № 2. С. 242-257.

4. Поляков В.П. Педагогическое сопровождение аспектов информационной безопасности в информационной подготовке студентов вузов // Педагогическая информатика. 2016. № 4. С. 37-47.
5. Костиков Ю.А., Павлов В.Ю., Романенков А.М., Терновсков В.Б. Модуль графического представления информации в программном комплексе обработки экспериментальных данных // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2017. Т. 7. № 10А. С. 118-125.
6. Андрейчикова Г.Е., Андрейчиков Ю.П., Небаба А.Н., Бирюлев А.В., Кузнецов А.П. Композиция для покрытия. Патент на изобретение. RUS 2071492.

АНАЛИЗ ИННОВАЦИЙ В АССОРТИМЕНТЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОДЕЖДЫ КЛАССА ЛЮКС

Бутко Т.В.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Исследования рынка швейной продукции демонстрируют многообразие потребительских групп, складывающихся в зависимости от финансово-экономических, психологических и других факторов. Определено, что современный российский рынок товаров класса люкс очень перспективен для зарубежных компаний, в то время как для отечественных брендов этот сегмент мало освоен. Задача проектировать и производить изделия класса люкс определяет необходимость чётко понимать, какими признаками должна обладать продукция данного уровня, какие требования к ней предъявляются покупателями. Так как данная продукция находится в высокой ценовой категории, производителю необходимо соблюдать интервал требований, важных для состоятельного класса потребителей. Поэтому исследования в области проектирования и производства отечественных швейных изделий класса люкс являются актуальными и перспективными.

Маркетинговые исследования, имеющие целью выявить признаки одежды, значимые для потребления продукции класса «люкс», позволили выявить, что одним из наиболее значимых отличительных признаков одежды данного класса является использование высококачественных эксклюзивных материалов для изготовления изделий.

Наиболее востребованными свойствами материалов, применяемых для изготовления одежды класса люкс, явились (рис.1): высококачественный натуральный волокнистый состав (92,5%), эксклюзивные отделочные материалы (56,7%), эксклюзивные дизайнерские принты (50,7%), эффектная инновационная фактура материала (47,8%) [1-3].

Исследование инновационных технологий, применяемых на современных ткацких производствах, проводилось в соответствии с авторскими правами, на них предъявляемыми. Несомненными лидерами по производ-

ству шерстяных тканей категории «Lux» являются Англия и Италия. Главными отличительными особенностями производства тканей этой категории являются: высочайшее качество волокон и уникальные виды сырья, самые современные технологии и лучшее оборудование.



Рис. 1. Диаграмма значимых свойств материалов класса люкс

Компания «Loro Piana» является одним из авторитетнейших представителей, занимающихся производством шерстяных тканей, предметов гардероба, аксессуаров, предметов текстильного интерьера, ковров в сегменте «Luxury». Производство Loro Piana – семейный бизнес в 6 поколениях по производству шерстяных тканей. Сейчас компания специализируется на производстве шерсти из мериноса Новой Зеландии и Австралии, а также монгольского и китайского кашемира. «Loro Piana» владеет патентами на производство и торговлю эксклюзивной шерстью перуанской викуньи – самой дорогой в мире. Инновации и совершенствование высоких технологий марка связывает со стремлением удовлетворить требованиям самых взыскательных клиентов. Это касается предложений материалов для изготовления одежды статусных видов отдыха – яхтинга и верховой езды. Благодаря уникальной технологии «Storm System» одежда для морских прогулок стала особо прочной, непродуваемой ветром и водонепроницаемой. В распоряжении любителей конного спорта появились бесшумные ветровки, особое покрытие которых не пугает лошадей шорохом ткани [4].

Главным конкурентом «Loro Piana» является компания «Dormeuil». На протяжении 170 лет своего существования Дом разработал легендарные, неподвластные времени ткани, которые укрепили репутацию компании на территории всех 5 континентов. Клиентами компании являются члены королевских семей, производители эксклюзивной мужской одежды, одежды для шоу-бизнеса, кутюрье Домов Моды Haute Couture. На сегодняшний день компания разделяет свою продукцию на три сегмента. Пер-

вый, так называемый «лидеры продаж», включает традиционные, классические коллекции тканей.

Второй сегмент – «Инновационные ткани». В эту группу входит коллекция тканей «Aquarlan». Материал имеет все качества, характерные для чистой камвольной шерсти, а высокотехнологичная обработка делает ткань абсолютно гладкой. Она «дышит», но не впитывает воду, которая просто «скатывается» по поверхности. «Celebration» – графическая коллекция эксклюзивных жаккардов, отражает влияние вибрирующего дизайна, актуального на мировом подиуме. В летней коллекции «Naturals» ткани из чистого хлопка класса люкс, шёлка, льна, представленные широчайшей цветовой гаммой. Запатентованная технология тканей из коллекции «Tecnik® by Dormeuil» продолжает предыдущие успехи инноваций Sportex®, Tonik®, Laser®. Эта ткань адаптируется к температуре окружающей среды и летом, и зимой. Она является идеальным решением для активного человека, заботящегося о своём стиле и комфорте.

Третья группа – «Исключительная роскошь». В ней собраны коллекции из самых лучших и редких, натуральных волокон таких, как «пашмина кашемира» (Pashmina®) – эти волокна являются зарегистрированной собственностью компании. Ранее пашмина была известна только в виде бесценных шалей. «Dormeuil» – единственная мануфактура, сумевшая создать ткани из легендарного козьего пуха. По настоящему уникален состав тканей коллекции «Guanashina» – абсолютной новинки, не имеющей аналогов – смесь трёх дорогих и редких видов волокон: kid pashmina, baby cashmere и guanaco. Для того чтобы получать самые чистые материалы, только тридцать процентов волокон отбираются за их мягкость и длину. Невероятно легкие, элегантные они дополнены инновационным и современным дизайном с оригинальными эффектами плетения, придающими поверхности рельефность и способность играть на свету. «Guanashina» – эталон красоты, мягкости и теплоты. Ещё одна новинка сочетает в себе два исключительных волокна. Точный баланс кашемира делает ткань бесконечно мягкой, а норка придает легкий блеск. Однотонный или двухцветный рисунок идеально подходит для спортивных жакетов, пиджаков и пальто [5].

«Ermenegildo Zegna» — итальянский бренд, основанный в 1910г., выпускает ткани, одежду, обувь, нижнее белье, аксессуары и парфюмерию исключительно для мужчин. Постоянный участник миланской недели мод. Марка «Ermenegildo Zegna» выпускает самые лучшие коллекционные костюмные материалы: это и китайский или монгольский кашемир, и супертонкая шерсть австралийского меринуса. Уникальная технология обработки «Lanificio Zegna» подчеркивает тонкость применяемого волокна. Чтобы удовлетворять самому высокому уровню требований, компания постоянно работает над совершенствованием своих тканей. Для любителей активного времяпрепровождения «Zegna» разработала

универсальную ткань «Cashco» - смесь двух антагонистов - (зимнего) кашемира и (летнего) хлопка, которая стала популярной для пошива одежды в спортивном стиле и брюк. Ещё один эксперимент компании смесь кашемира и шёлка. Отличительные черты этого материала – исключительная лёгкость, мягкость и тонкий блеск. Ткань имеет двухслойную структуру, идеально подходит для костюмов, брюк и пиджаков, лёгких пальто.

Компания имеет несколько запатентованных технологий, которые придают ткани уникальные свойства, расширяя её функциональность. Применение нанотехнологий позволило создать высокотехнологичную чистошерстяную ткань из коллекции «Micronsphere». Главная особенность - устойчивость к пятнам. Неловко посаженные пятна от соуса, мёда и масла можно с лёгкостью удалить, вылив на пятно стакан чистой воды. Ткань при этом остается абсолютно сухой. Одежда из этого материала идеально подходит для посещения банкетов и фуршетов. Уникальной по своим свойствам является ткань из коллекции «Traveller». Она наделена сразу несколькими особенностями. Ткань является несминаемой, а специальная финишная обработка позволяет отталкивать прямые солнечные лучи, не лишая при этом шерстяную ткань её естественной теплоёмкости. Ткань рекомендуется для дорожных летних костюмов.

Главный конкурент «Ermenegildo Zegna» по созданию мужского стиля является компания «Scabal». С 1938 г. марка производит только самые высококачественные ткани из лучших сырьевых материалов. Только наиболее благородные ткани, такие как супер тонкая шерсть «Super 100's», а также собственная разработка «Scabal» – «Super 200's», кашемир, шелк и мохер обеспечивают комфорт при носке, соответствующий имени «Scabal». С 1970г. «Scabal» занимается пошивом эксклюзивной одежды в Европе в собственных ателье, а также в Домах Мод своих представителей. « Мужской костюм - вещь довольно однообразная, поэтому мы постоянно изобретаем новые ткани, чтобы клиент не заскучал», — говорит главный менеджер «Scabal» в Великобритании. Так появилась коллекция «Diamond Chip». Главная отличительная особенность, которой сводится к тому, что на полотна из шерсти «Super 150's» и шёлка наносится алмазное напыление. Частички бриллиантов поблёскивают на поверхности материала, отражая свет. Костюмы из такой ткани разработаны для артистов и звёзд шоу-бизнеса. Ещё один необычный материал марки «Gold Treasure». В своей структуре ткань содержит золотые нити в 22 карата, которые образуют узоры в клетку и полоску. «Scabal» также производит смесь шерсти и кашемира с лазуритовой крошкой и работает над созданием ткани с платиной [6].

Инновационные разработки текстильной промышленности в области ассортимента материалов определяют тенденции в формировании новых свойств и качеств одежды класса люкс различного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казыдуб Д.В. Исследование особенностей проектирования и производства мужской верхней одежды класса «Luxury» [Текст] / Д.В.Казыдуб, Т.В.Бутко // Тезисы докладов 66 внутривузовской научной студенческой конференции «Молодые ученые – инновационному развитию общества (МИР-2014)». – М. ИИЦ МГУДТ, 2014. – С. 10.
2. Зубкова Т.А., Бутко Т.В. Исследование особенностей проектирования и производства женской одежды класса «люкс». Сборник материалов Всероссийской научно-студенческой конференции «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности» (ИНТЕКС-2015) Часть 1 М: ФГБОУ «МГУДТ» 2015, с.6-8.
3. Бутко Т.В., Гусева М.А., Андреева Е.Г. Композиционно-конструктивный анализ моделей одежды промышленных и дизайнерских коллекций. // Учебное пособие для бакалавров и магистров по направлению 29.03/04.05 Конструирование изделий легкой промышленности / Москва, 2018.
4. ИСТОРИЯ МОДЫ: Loro Piana – стиль миллионеров // Источник: <http://womens-place.ru/>.
5. Dormeuil Cloth - Official Online Store // Источник: <http://www.dormeuil.com/>.
6. Во всём блеске // Источник: <http://kroyka.info/>.

ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТЕСЬМЫ

Быстрова Н.Ю.

Новосибирский технологический институт (филиал) РГУ им. А.Н. Косыгина»,
Россия

Тесьма широко используется в производстве одежды, для отделки и украшения интерьера, меховых изделий, обуви, сумок и т.д. Стоит лишь оформить изделие полосой тесьмы, как оно тут же преобразится, станет более выразительным, оригинальным и приобретает неповторимый стиль. Сегодня отделка тесьмой является одним из дизайнерских приемов. Актуальность выбранной темы определяется большей в последнее время популярностью тесьмы среди покупателей.

Качество декоративной тесьмы определяется с учетом дефектов внешнего вида, физико-механических и химических показателей. В работе исследовались основные физико-механические свойства:

- линейная плотность;
- разрывная нагрузка и удлинение;
- устойчивость окраски к стирке;
- изменение линейных размеров после мокрых обработок (усадка);

- изменение разрывной нагрузки после растяжения.

Из химических свойств определялись волокнистый состав образцов тесьмы и содержание свободного формальдегида. Определение химических свойств является важнейшим требованием к качеству товара, т.к. устанавливает его безопасность для потребителя.

Определение волокнистого состава тесьмы устанавливается двумя методами:

- пробой на сжигание волокон;
- химическим методом по ГОСТ 25617-83 «Ткани и изделия льняные, хлопчатобумажные полульняные, хлопчатобумажные и смешанные. Методы химических испытаний».

Объектами исследования являются образцы плетеной декоративной тесьмы разных производителей (Россия, Китай, Латвия, Италия).

Образец № 1 – тесьма красного цвета с шириной 2,5 см, производства Россия;

Образец № 2 – тесьма черного цвета с шириной 1,5 см, производства Россия;

Образец № 3 – тесьма желтого цвета с шириной 2 см, производства Китай;

Образец № 4 – тесьма коричневого цвета, шириной 2,5 см, производства Китай;

Образец № 5 – тесьма коричневого цвета с белой каймой шириной 1,5 см, производства Латвия;

Образец № 6 – тесьма комбинированного цвета с шириной 1,5 см, производства Италия.

Для изучения показателей качества декоративной тесьмы применяют органолептический и инструментальный методы.

Органолептическим методом идентифицируют изделие и определяют дефекты внешнего вида по ГОСТ 18827-88 «Изделия текстильно-галантерейные тканые, плетеные, витые, вязаные метражные и штучные. Виды и размеры пороков».

Все исследуемые образцы не имеют пороков внешнего вида.

Исследование физико-механических показателей производят согласно:

- ГОСТ 16218.2-93 «Изделия текстильно-галантерейные. Метод определения линейной плотности и массы»;

- ГОСТ 16218.5-93 «Изделия текстильно-галантерейные. Метод определения разрывной нагрузки и разрывного удлинения при растяжении»;

- ГОСТ 23627-89 «Изделия текстильно-галантерейные тканые, плетеные, витые и вязаные, метражные и штучные. Нормы устойчивости окраски и методы ее определения»;

- ГОСТ 30157.1-95 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режи-

мы обработок». Результаты физико-механических показателей представлены в табл. 1.

Таблица 1. Оценка качества по физико-механическим показателям

Наименование показателей	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4	Образец № 5	Образец № 6
Линейная плотность, текс	240	420	580	270	200	180
Изменение линейных размеров после мокрой обработки, %	-	-2,2	-14,1	-5,5	-17	-17
Разрывная нагрузка, Н	390	230	190	440	105	210
Удлинение, %	64	50	24	80	62	48
Разрывная нагрузка после растяжения, Н	350	210	185	380	84	168
Устойчивость окраски после стирки, не менее 4 балла	4	4	4	5	5	5

Результаты определения содержания свободного формальдегида представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты определения содержания свободного формальдегида

Номер образца	Масса элементарной пробы, г	Кол-во формальдегида в растворе по калибровочному графику, мг/дм ³	Кол-во свободного формальдегида, мкг/г
1	0,215	0,034	32
2	0,244	0,077	62,7
3	0,231	0,028	24,2
4	0,218	0,072	65,7
5	0,298	0,065	43,7
6	0,220	0,057	52,0

Результаты исследований показали:

1. При оценке качества декоративной тесьмы по органолептическим показателям установлено, что все образцы соответствуют требованиям ГОСТ 18827-88.

2. В результате определения волокнистого состава было установлено, что у исследуемых образцов № 1, № 2, № 3, № 4 полиэфирное волокно является основным составляющим компонентом, кроме образцов № 5, № 6, где 100% хлопковых волокон.

3. Содержание свободного формальдегида во всех образцах не превышает допустимых значений, установленных Техническим регламентом

Таможенного Союза (ТР ТС 017/2011 «О безопасности продукции легкой промышленности») и находится в пределах 32-65,7 мкг/г.

4. Устойчивость окраски к стирке показали, что все исследуемые образцы имеют прочную окраску (не менее 4 балла), что соответствует требованиям ГОСТ 23627-89.

5. В результате мокрых обработок изменение линейных размеров произошло в образцах № 2, № 3, № 4, № 5, № 6. Наибольшую усадку дали образцы в составе которых присутствуют хлопчатобумажные волокна (образцы № 5 и № 6), усадка которых составила 17%, что превышает в 4 раза нормативные показатели.

6. Наибольшую линейную плотность имеет образец № 3. Самая меньшая линейная плотность у образца № 6.

7. Воздействие многократно повторяющихся деформаций приводит к снижению прочности тесьмы. Наибольшее снижение прочности в образцах № 5 и № 6 (на 20%), наименьшее снижение у образца № 3, в составе которого 100% полиэфирных волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бессонов Н.Г. Материалы для отделки одежды. Учебное пособие / Бессонов Н.Г., Бузов Б.А. - М.: УД«форум»: ИНФРА-М. 2015. – 144 с.
2. Моисеенко Н.С. Товароведение непродовольственных товаров: Учебник / Н.С. Моисеенко, изд., переработано и доп.- Ростов на Дону, Феникс, 2009. - 400 с.
3. ГОСТ 16218.2-93 «Изделия текстильно-галантерейные. Метод определения линейной плотности и массы».
4. ГОСТ 16218.5-93 «Изделия текстильно-галантерейные. Метод определения разрывной нагрузки и разрывного удлинения при растяжении».
5. ГОСТ 23627-89 «Изделия текстильно-галантерейные тканые, плетеные, витые и вязаные, метражные и штучные. Нормы устойчивости окраски и методы ее определения».

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МЕБЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Власова Е.Н.

Ивановский государственный политехнический университет, Россия

При выборе мягкой мебели покупатели учитывают размеры помещения и габариты дивана, форму дивана. Однако важная роль отводится свойствам и цвету обивочных материалов. Целью данного исследования является оценка показателей качества материалов, используемых для

обивки диванов. Ассортимент их рассмотрен на примере одного из мебельных магазинов Ивановской области, где покупателям предлагается выбрать по образцу любой вариант обивочного материала.

Все материалы для мебели делятся на три класса: нетканые, тканые материалы, натуральная и искусственная кожа. Для оценки выбрано 10 образцов мебельных материалов, которые используются для обивки диванов, из них 8 – тканые материалы (жаккардовые ткани, микровельвет, шенилл и двухслойные ткани), 2 – нетканые (флоки).

Оценка качества материала предусматривает последовательно выполняемые операции, в результате их определяется степень соответствия предъявляемым требованиям. Определение линейных размеров и поверхностной плотности материалов проводилось по ГОСТ 3811-72. Согласно ГОСТ 24220-80 мебельные ткани должны изготавливаться шириной, соответствующей требованиям ГОСТ 9205–75. Допускаемые отклонения по поверхностной плотности от требований технической документации должны соответствовать требованиям ГОСТ 10641-88 для тканых полотен и ГОСТ 16919-79 для нетканых полотен [1].

В соответствии с ГОСТ 9913-90 сущность методов определения стойкости к истиранию заключается в определении степени сопротивления разрушению структуры материала при взаимодействии трущихся поверхностей испытуемого и абразивного материала под определенным давлением и выражается: числом циклов истирания; степенью закатываемости ворса. В данном случае испытания проводились на приборе Rubtester и вместо шинельного сукна использовалась шкурка, чтобы создать большее истирающее воздействие и ускорить процесс. Испытание проводилось до разрушения элементарных проб материала, т.е. до автоматического останова прибора. Для испытания вырезались пробы размером 110x110 мм. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1. Поверхностная плотность, стойкость к истиранию материалов, устойчивость окраски к трению

Наименование образца	Количество циклов до разрушения	Поверхностная плотность, г/м ²	Сухое трение, балл	Мокрое трение, балл
1. «Симолон»	228	283	5	5
2. «Solo - 2»	310	452	5	5
3. «Александра»	238	272	5	5
4. «Canvas»	274	489	5	5
5. «Energy»	432	353	5	5
6. «Плетенка -1»	215	370	5	5
7. «Зефир -1»	120	304	5	5
8. «Ниара»	192	141	2-3	2-3
9. «Energy -2»	309	461	5	5
10. «Диана»	139	313	5	5

По ГОСТ 9733.0-83 устойчивость окраски зависит от насыщенности цвета, поэтому для ее оценки установлена стандартная степень интенсивности окраски, оцениваемая шкалами эталонов стандартного тона. Шкалы серых эталонов позволяют оценивать устойчивость окрасок от 1 до 5 баллов, из которых балл 1 означает низшую, а балл 5 - высшую степень устойчивости окраски. Устойчивость окраски к сухому и мокрому трению оценивается визуальным методом путем сравнения степени изменения начальной окраски образца и закрашивания белого материала, подвергавшихся совместной обработке, со шкалами серых эталонов.

По данным табл. 1 сделан вывод, что наибольшую поверхностную плотность имеет образец № 4 «Canvas» (489). Наибольшей стойкостью к истиранию обладает ткань «Energy» (выдержала 432 цикла до разрушения пробы), наименьшей – ткань «Зефир -1» (120 циклов). У ткани «Ниара» произошло окрашивание смежной ткани при мокрому и сухому трению, а у остальных образцов смежная ткань не окрасилась и соответствует группе ОПК.

В соответствии с ГОСТ 12088-77 воздухопроницаемость определяют на точечных пробах в 10 местах полотна, расположенных по диагонали. Для определения воздухопроницаемости применялась стандартная методика, замерялись 10 значений и вычислялось среднее значение показаний ротаметрической трубки прибора. Затем по формуле вычислялась воздухопроницаемость полотен. Представляет интерес сопоставление толщины и воздухопроницаемости материалов. Толщина определялась толщиномером в 10 местах каждой пробы [2]. Данные представлены в табл. 2.

Таблица 2. Определение воздухопроницаемости и толщины материалов

Наименование образца	Средняя толщина, мм	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2$
1.«Симолон»	0,75	333
2.«Solo -2»	0,61	417
3. «Александра»	0,12	861
4. «Canvas»	0,52	110
5. «Energy»	0,35	181
6. «Плетенка»	0,36	639
7. «Зефир-1»	0,82	514
8. «Ниара»	0,14	604
9. «Energy-2»	0,77	319
10. «Диана»	0,45	493

Установлено, что все ткани имеют высокую воздухопроницаемость, это связано с длинными перекрытиями структуры полотен и низкой плотностью ворса у флоков. Самую большую воздухопроницаемость имеет нетканый материал «Александра» (861), а малую - двухслойная, дублированная ткань «Canvas» (181). Наибольшей толщиной обладает ткань «Зефир – 1» (0,82 мм), а наименьшей - ткань «Александра» (0,12 мм). В дан-

ном образце согласуется низкое значение толщины с высокой воздухопроницаемостью.

Таким образом, на основе исследования можно сделать следующие выводы. Освоены навыки работы с нормативной литературой и проведения испытаний с помощью приборов. На основе данных, характеризующих толщину, поверхностную плотность, стойкость к истиранию, устойчивость окраски к сухому и мокрому трению, воздухопроницаемость, установлено, что материалы «Solo -2» и «Energy -2», «Canvas» и «Плетенка -1» являются лидерами по совокупности значений всех показателей качества, а ткань «Ниара» и флок «Диана» - аутсайдерами среди выбранных мебельных материалов. Знание показателей качества и умение оценивать их численные значения позволяют специалистам сделать правильный выбор при формировании ассортимента обивочных мебельных материалов в магазине, избежать претензий со стороны потребителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихомирова А.Ю. , Власова Е.Н. Анализ качества мебельных тканей / Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности: сборник материалов Всероссийской научной студенческой конференции. Часть 1. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2017. – С. 228-231.
2. Власова Е.Н. Экспертное исследование качества мебельных тканей / Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ – 2014). Сборник материалов между. научно-технической конференции. 18-19 ноября 2014 г. Ч.1. – М.: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2014. – С.231-233.

МАШИННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДА ДЕФОРМАЦИИ НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ АНАЛИЗЕ СТРУКТУРНЫХ ПРИЗНАКОВ

Ганявин В.А.¹, Макаров А.А.²

¹ ООО «Геолинк Ньютек», Москва

² Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Важной составной частью нетканых текстильных материалов (НТМ), как и волокна, являются связующие. Роль связующих – способность длительное время выдержать механическую нагрузку при эксплуатации. Практическое значение придаётся точной оценке прочности материала на разрыв и прогнозирование вида деформации при сжатии и растяжении. До сих пор контактные методы измерения деформационных характеристик сложны в реализации [1]. Использование приборов микроскопии даёт возможность проводить морфометрический захват структуры НТМ [2],

при этом классификацию деформаций осуществлять машинным алгоритмом.

Целью данного исследования является построение достоверной модели определения вида деформации и её формы при сжатии и растяжении нетканых материалов в зависимости от размера выделенных признаков.

Объектом исследования являются микрофотоизображения пор нетканого материала и точки фиксации полиэфирных волокон к расплаву. Опыты проводились на образцах полипропиленового материала - спанбонд.

Для анализа признаков используется алгоритм машинной классификации и регрессии на основе построения дерева принятия решений (DT). Деревья решений – самый простой метод машинного обучения [3].

В качестве предикатов используются признаки в поверхностном слое, выявленные в ходе натурального эксперимента при деформации нетканого материала в условиях свободной и вынужденной эксплуатации [2].

Задача классификации деформации включает в себя выполнение вычислений с использованием переменных характеристик известных данных классификации, чтобы получить классификационное правило. Затем неизвестные данные классификации вводятся в правила, чтобы получить окончательные результаты классификации. Метод машинного обучения не требует статистических гипотез комбинаций данных, поэтому может использоваться как классификатор. Модель классификатора реализована на языке MATLAB функциями Statistics and Machine Learning Toolbox [4].

В исследовании выбраны данные морфометрических размеров в структуре материала в состоянии покоя (при отсутствии сил механического напряжения) и в состоянии вынужденной эксплуатации (при нагрузке больше нагрузки пластической деформации волокон). В случае вынужденной эксплуатации, деформация связана с реализацией первой и второй стадии процесса растяжения. Для репрезентативности выборки вынужденной эксплуатации данные морфометрических размеров сгруппированы по характеру воздействия на материал. В результате были образованы три группы данных:

- воздействие, приложенное по центру материала;
- воздействие, приложенное к левому краю материала;
- воздействие, приложенное к правому краю материала.

Таким образом, фиксируется не только величина механического напряжения, но и характер его направления. Развитие первой стадии растяжения зависит от связей между высокоплавкими волокнами друг с другом и полиэфирными волокнами поверхностного слоя. Трения между волокнами приводит к их относительно небольшим перемещениям друг относительно друга и мало влияет на область точек фиксации волокон или пересечения волокон с расплавом.

В работе предикатами в поверхностном слое являются восемь морфометрических признаков, образованных в результате триангуляции Делоне [5] для найденного множества координат точек, являющихся центрами тяжести пор. Выделенные признаки и вид микроструктуры материала при механическом воздействии по центру показан на рис.1а.

Было установлено, что для случая 3x3 поры (рис.1а), количество признаков может быть уменьшено в два раза за счёт высокой коррелированности ($R^2 \sim 0,92$) выборок двух смежных признаков.

В результате исследуются морфометрические площади четырёх треугольников:

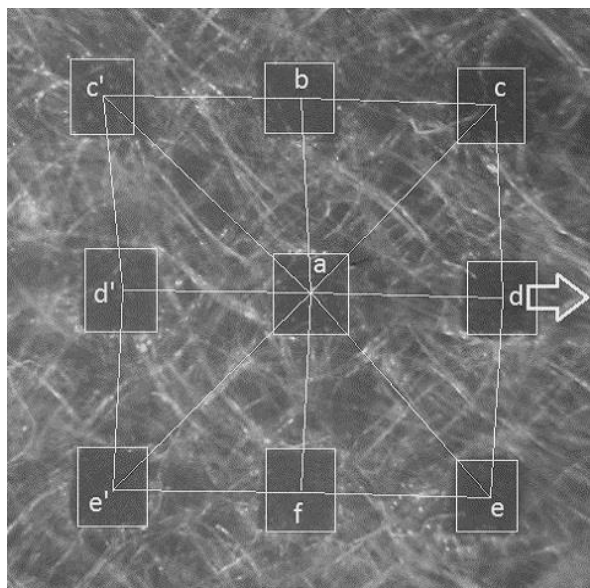
- а) площадь треугольника Δabc (S_1);
- б) площадь треугольника Δacd (S_2);
- в) площадь треугольника Δade (S_3);
- г) площадь треугольника Δaef (S_4).

Площади треугольников (S_n) вычисляются по формуле Герона,

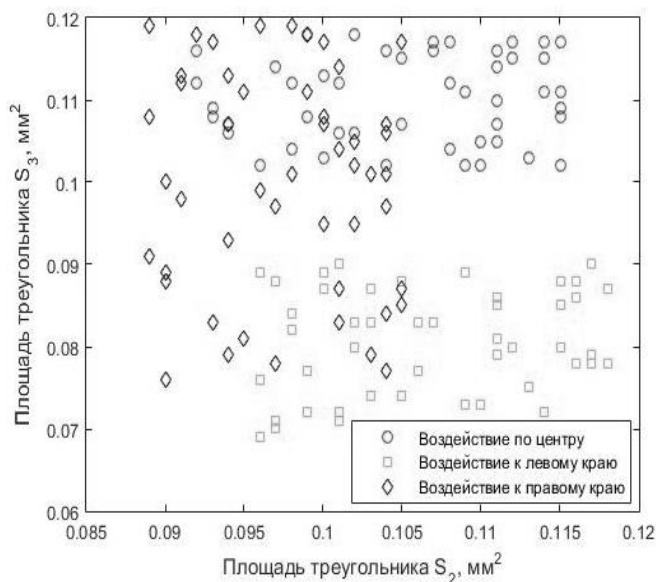
$$S_n = \sqrt{p(p - l_{ab})(p - l_{bc})(p - l_{ca})}, \quad (1)$$

где $p = \frac{l_{ab} + l_{bc} + l_{ca}}{2}$ – полупериметр, l_{ab}, l_{bc}, l_{ca} – длины сторон треугольника.

Набор данных для первых двух признаков показан на рис.1б.



а)



б)

Рис. 1. Микроструктура НТМ при воздействии по центру (а) и набор данных для соотношения $\Delta acd - \Delta ade$ (б)

Основываясь на эмпирических результатах этого исследования, точность алгоритма дерева решений при обнаружении вида относительной

деформации довольно высока. Оценка ROC-AUC двух классов для 250 точек в выборке составила $\sim 0,846$. Данная модель также имеет низкий показатель ошибок первого типа 17,31 % (см. рис.2).

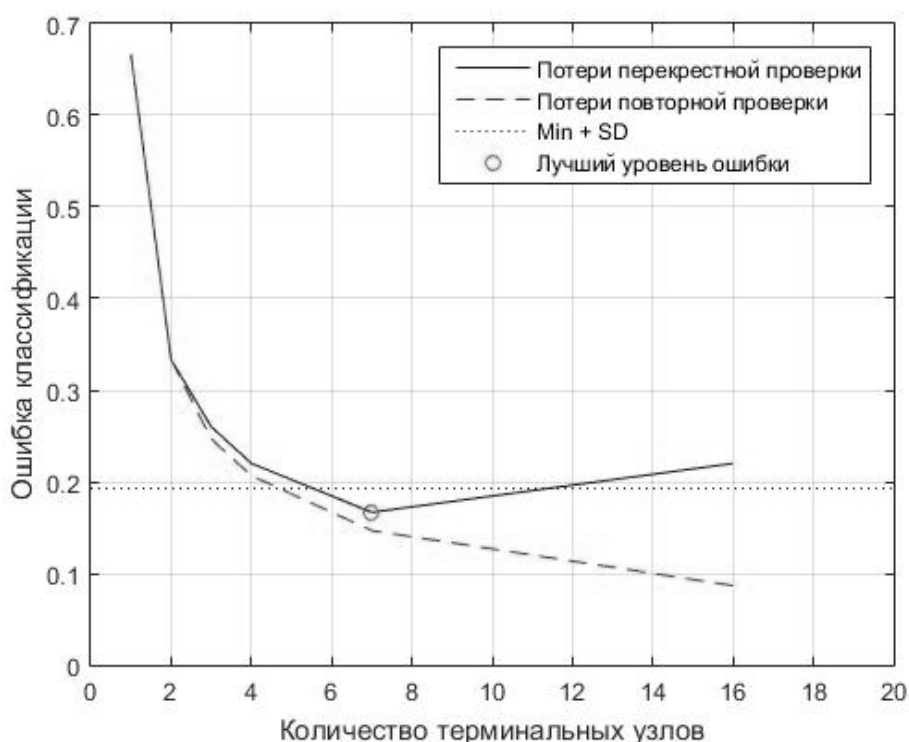


Рис. 2. Невязка при классификации данных деревом решений

Модель классификатора позволяет исследовать физико-механические свойства материалов, изучать протекающие в них процессы сжатия и растяжения, прогнозировать особенности и виды деформационных процессов в условиях свободной и вынужденной эксплуатации. Это значительно упрощает и ускоряет анализ структуры и регулирование структуры НТМ при производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Островский Г.М. Прикладная механика неоднородных сред. – СПб.: Наука, 2000.
2. Makarov A.A., Ganyavin V.A. Development of Programming and Measuring System for Analysis of Nonwoven Textile Materials. // Fibre Chemistry. 2017. v.48. №5. P.416-420.
3. Murthy S. Automatic construction of decision trees from data: A Multi-disciplinary survey, 1997.
4. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. MATLAB 6. – М.: Диалог-Мифи, 2002.
5. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и её применение. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРОПРОНИЦАЕМОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПАКЕТОВ СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ

Глушкова Т.В.¹, Васильева Е.Н.²

¹ Новосибирский технологический институт (филиал) РГУ им. А.Н.Косыгина, Россия

² Новосибирский колледж лёгкой промышленности и сервиса, Россия

В соответствии со Стратегией развития физической культуры и спорта в РФ на период до 2020 года (от 7 августа 2009 г. № 1101-р) в нашей стране реализуется комплекс мер по пропаганде среди населения физической культуры и спорта как важнейшей составляющей здорового образа жизни. XXII зимние Олимпийские игры в г. Сочи способствовали популяризации зимних видов спорта и активного отдыха.

Одежда для занятий зимними видами спорта и активного отдыха должна обладать высокими гигиеническими и эксплуатационными свойствами. Физическая активность человека при таких занятиях характеризуется чередованием активных движений и состояния покоя. Костюм должен защищать человека от воздействия погоды в условиях пониженных температур. Для предотвращения намокания внутренних слоёв одежды во время активных движений и переохлаждения организма человека в период отдыха необходимо, чтобы происходило выведение паробразной влаги из пододежного пространства [1].

Существует несколько методов определения и оценки паропроницаемости одежных материалов, в том числе мембранных. Большое распространение получил метод косвенной оценки сопротивления проникновению паров по величине RET, m^2Pa/W или m^2Pa/Wt (Resistance Evaporative Thermique) с использованием потеющей тёплой пластины (ISO 11092:2014, ГОСТ Р ИСО 11092-2012) [2].

Этот метод приближен к реальным условиям эксплуатации одежды спортсменом. Его сущность заключается в измерении количества энергии, необходимого для поддержания температуры пластины на уровне температуры человеческой кожи, в то время как вода испаряется с поверхности пластины и проникает через тестируемый мембранный материал во внешнюю среду. Чем больше затрачивается энергии, тем больше испарение через мембрану, а значит больше паропроницаемость. Реализация метода по ISO 11092:2014, ГОСТ Р ИСО 11092-2012 возможна на зарубежном достаточно дорогостоящем оборудовании M259B, SDL Atlas, США, EY50, Китай.

На кафедре ТДШИ НТИ (филиала) РГУ им. А.Н. Косыгина с целью реализации принципа импортозамещения разработана установка и метод оценки паропроницаемости текстильных материалов, который использован в ходе настоящего исследования. Сущность метода заключается в фиксировании нарастания относительной влажности воздуха в герметич-

ном корпусе установки, которое происходит за счет прохождения влаги из диффузионной ячейки - термостата через материал в воздух корпуса установки в течение определенного времени. На основании экспериментальных данных рассчитывают коэффициент паропроницаемости V_h , мг/(м²с) для испытуемого образца и строят кривые нарастания влажности воздуха в корпусе установки.

Установка включает герметичный корпус, диффузионную ячейку - термостат и измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИТ 5–ТР «Термит» производства НПК «РЭЛСИБ» г. Новосибирск. Описание установки и сущность метода представлены в стандарте организации СО НТИ (филиал) РГУ им. Косыгина [2].

Для исследования взяты образцы материалов и пакет спортивной одежды (таблица 1). На основании экспериментальных данных определены показатели коэффициента паропроницаемости V_h , мг/(м²•с), графическая интерпретация результатов представлена в виде столбчатой диаграммы (рис. 1). Диаграмма построена по возрастанию показателей, в результате видна группировка материалов по их способности пропускать парообразную влагу, то есть «дышать». Анализ диаграммы показывает, что наиболее высокие значения коэффициента паропроницаемости характерны для флисов и трикотажного полотна для термобелья. В группе трикотажных мембранных полотен более высокие показатели паропроницаемости имеют образцы европейского производителя «Pontetorto» (Италия).

Таблица 1. Показатели коэффициента паропроницаемости V_h , мг/(м²с) образцов материалов и пакета спортивной одежды

Номер образца	Характеристика образца	Коэффициент паропроницаемости, V_h , мг/(м ² •с)
1	Трикотажное трёхслойное мембранное полотно (Ю-ВА), 322 г/м ²	3,6
2	Трикотажное трехслойное мембранное полотно «Pontetorto» (Италия), арт.681/8000/М, 312 г/м ²	5,6
3	Трикотажное трехслойное мембранное полотно «Pontetorto» (Италия), 380 г/м ²	4,7
4	Ткань плащевая мембранная Дюспо (DewspoTeflon) (Ю-ВА) арт. 14-0452, 130 г/м ²	9,9
5	Флис «Pontetorto» (Италия) арт. 7539, 241 г/м ²	13,9
6	Флис «Pontetorto» (Италия) арт. 7424/М, 231 г/м ²	14,5
7	Трикотажное полотно для термобелья арт.13-0331 (Германия), 160 г/м ²	16,2
8	Флис код. 8478, производство: Ю-ВА, 290 г/м ²	16,9
9	Пакет материалов: Трикотажное трехслойное мембранное полотно «Pontetorto» (Италия), арт.681/8000/М (образец №2), трикотажное полотно для термобелья арт.13-0331 (Германия) (образец №7)	5,3

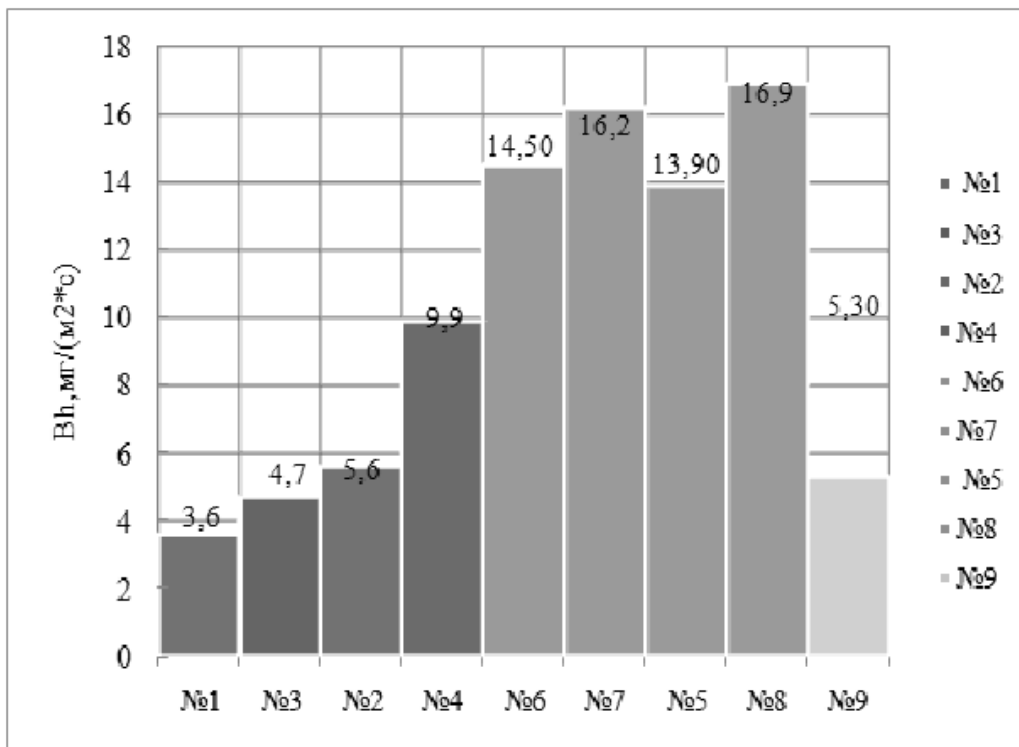


Рис. 1. Показатели дышащей способности образцов материалов Vh, мг/м²*с
 (1-трикотажное мембранное трёхслойное полотно(Ю-ВА); 2- трикотажное мембранное трёхслойное полотно арт. 681/800/М «Pontetorto»(Италия); 3-трикотажное мембранное трёхслойное полотно «Pontetorto» (Италия); 4-ткань плащевая мембранная арт. 14-0452 (DewspoTeflon); 5-флис арт.7539 «Pontetorto» (Италия); 6-флис арт. 7424/М «Pontetorto» (Италия); 7-трикотажное полотно для термобелья арт.13-0331 (Германия); 8-флис арт.8478 (Ю-ВА); 9-пакет материалов:трикотажное трехслойное мембранное полотно «Pontetorto» (Италия) арт.681/8000/М (образец №2), трикотажное полотно для термобелья арт.13-0331 (Германия) (образец №7))

Образец №9 представляет собой пакет материалов, составленный по принципу «softshell» («мягкая оболочка»): трикотажное трехслойное мембранное полотно «Pontetorto» (Италия) арт.681/8000/М (образец №2) и трикотажное полотно для термобелья арт.13-0331 (Германия) (образец №7). Принцип «softshell» можно назвать инновационным. Гладкая, плотная внешняя поверхность трехслойного мембранного полотна «Pontetorto» (Италия) арт.681/8000/М (образец №2) обладает большой износостойкостью, а также снижает сопротивление воздуха при занятиях спортом и активными видами отдыха. Внутренняя ворсовая поверхность полотна обеспечивает теплозащиту за счет своеобразных «воздушных карманов» - закрытых пор, заполненных воздухом. Значительная активная поверхность сорбции ворсовой изнаночной стороны способствует передаче парообразной влаги к мембранному слою. Мембрана позволяет эффективно защищать организм человека от ветра и внешней влаги. Трикотажное полотно для термобелья арт.13-0331 (Германия), образец №7, обеспечивает отведе-

ние парообразной влаги непосредственно с поверхности тела человека. Пакет материалов имеет практически идентичный показатель коэффициента паропроницаемости по сравнению с образцом №2, то есть правильно подобранное термобельё не снижает работу мембраны в пакете.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цыгельнюк В.В., Мокеева Н.С., Глушкова Т.В. Проектирование сноубордической одежды из инновационных материалов: монография. - Новосибирск: Изд-во Сиб. гос. унив. вод. трансп., 2015. – 116 с.
2. Глушкова Т.В., Васильева Е.Н. Исследование и разработка базовых показателей свойств инновационных материалов для спортивной одежды /Современные задачи инженерных наук [Текст]: сб. научных трудов Международ. научно-технического симпозиума «Современные инженерные проблемы промышленности товаров народного потребления» Международ. научно-технического Форума «Первые международ. Косыгинские чтения» (11-12 октября 2017 г.). Том 1. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина, 2017. С. 289-294.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ЛЕГКОЙ И ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Дягилев А.С., Самутина Н.Н.

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

Расширению научных связей ученых способствует ряд регулярно проводимых научных конференций и издание специализированных научных журналов. В 2017 году Витебским государственным технологическим университетом был учрежден новый специализированный научный журнал, публикующий оригинальные исследования, посвященные вопросам легкой и текстильной промышленности. В статьях, опубликованных в первом номере журнала, освещены проблемы текстильного материаловедения, ткачества, применения информационных технологий в легкой промышленности, вопросы изготовления швейных изделий и дизайна.

При изучении вопросов материаловедения авторами [1] рассмотрено влияние количества слоев, влажности и скорости движения индентора в виде пики на усилие прокола тканей для бронежилетов. Проведен однофакторный эксперимент и получены адекватные математические зависимости, позволяющие прогнозировать величину усилия прокола в зависимости от факторов внешней среды.

В области ткачества [2] инновационным является разработка подхода к проектированию тканей комбинированных переплетений с длинными

прокидками. По результатам экспериментальных исследований авторами разработана методика проектирования тканей комбинированных переплетений, в раппорте которых содержатся основные и уточные перекрытия разной длины.

В вопросах информационных технологий и автоматизации в текстильной отрасли разработана приводится двумерная модель тканого полотна, основанная на методе конечных элементов и позволяющая учесть структурные особенности ткани. Модель дает возможность определить наиболее напряженные и деформированные участки полотна [3].

В швейной промышленности авторами [4] создано информационное обеспечение для автоматизированного моделирования рельефов женской одежды. Исследованы технология проектирования и величины параметров моделирования разных видов рельефов плечевой женской одежды. Предложено использовать макрокоманды для автоматизированного моделирования одежды, в том числе и в программах 3D-проектирования.

Ученым также интересен процесс анализа исходных данных при обосновании проектно-конструкторских решений одежды [5] и создания современной эффективной системы проектирования одежды, способствующей разработке рациональных моделей и конструкций на основе типовых и оригинальных проектно-конструкторских решений.

В области отделки материалов авторами [6] показано влияние инновационной коллоидной системы «Кололевел» на состояние кислотных металлсодержащих красителей в растворе и на спектральные характеристики окрасок. Обоснована потенциальная возможность получения кислотными металлсодержащими красителями на смесовых тканях окрасок, в том числе черного цвета, которые отличаются высокой интенсивностью, чистотой, отсутствием нежелательного ингренового эффекта и устойчивостью к трению и стиркам.

В дизайне изделий легкой и текстильной промышленности исследователями определяются формообразующие элементы для проектирования новых авторских коллекций изделий швейной промышленности. Авторы черпают свое вдохновение в результате анализа этнических объектов Африки [7] или выявляют исторические признаки появления стеганой одежды и виды стёганных материалов, а также способы их изготовления и приемы внедрения 3D-технологий для создания эффекта стёганой одежды [8]. А также изучают современные мотивы с учетом возможности применения элементов белорусского народного творчества при создании ковровых изделий [9]. Работы в области дизайна на основе артефактных материалов могут быть применимы в создании электронных учебников [10] для обучающихся в текстильных учебных учреждениях.

Развитие текстильной науки – одна из важнейших задач, которые ставятся перед учеными постсоветского пространства. Решение ее помогает повысить конкурентоспособность производимых товаров и разрабаты-

ваемых технологий. А укрепление научных школ в вузах позволяет обеспечить высокий уровень компетентности как преподавательского состава, так и подготавливаемых специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буланов Я.И. Исследование влияния количества слоев бронепакета из параарамидных тканей на усилие прокола / Я. И. Буланов, А. В. Курденкова, Ю. С. Шустов // *Материалы и технологии*. - 2018. - № 1. - С. 12 - 17.
2. Федорченко Е.В. Инновационный подход к проектированию тканей комбинированных переплетений с длинными прокидками / Е. В. Федорченко, О. В. Загора, И. Е. Кирильчук // *Материалы и технологии*. - 2018. - №1. - С. 28 - 32.
3. Севостьянов П.А. Простая конечно-элементная модель удлинения образца тканого полотна / П. А. Севостьянов, Т. А. Самойлова, В. В. Монахов // *Материалы и технологии*. - 2018. - №1. - С. 33 - 36.
4. Пашкевич, К. Л. Разработка информационного обеспечения для автоматизированного моделирования рельефов женской одежды /К. Л. Пашкевич // *Материалы и технологии*. - 2018. - №1. - С. 54 - 59.
5. Ботезат Л.А. Анализ систем исходных данных для проектирования одежды / Л. А. Ботезат, А. В. Гарайкина // *Материалы и технологии*. - 2018. - №1. - С. 49 - 53.
6. Сумская О.П. Инновационные коллоидные системы в процессе крашения для повышения качества окрасок смесовых тканей / О. П. Сумская // *Материалы и технологии*. - 2018. - №1. - С. 43 - 48.
7. Исследования этнических элементов племен Африки в процессе дизайн-проектирования коллекции женской одежды / Губаль Н. Р. [и др.] // *Материалы и технологии*. - 2018. - №1. - С. 81 - 87.
8. Захарчук В.С. Анализ стёганных поверхностей в коллекциях дизайнеров женской одежды / В. С. Захарчук, Л. В. Попковская // *Материалы и технологии*. - 2018. - №1. - С. 95 - 101.
9. Самутина Н.Н. Использование элементов белорусского народного орнамента при создании коллекции жаккардовых ковров / Н.Н. Самутина, А. В. Прищеп // *Материалы и технологии*. - 2018. - №1. - С. 88 - 94.
10. Алешина Д.А. Разработка мультимедийных материалов для популяризации культурного наследия текстильной отрасли / Д. А. Алешина // *Материалы и технологии*. - 2018. - №1. - С. 78 - 80.

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА НЕТКАНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ ХОЛСТОВ

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

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Нетканые полотна чаще всего используют в качестве утепляющих материалов в составе пакетов одежды. Поэтому в большинстве случаев их механические свойства не являются приоритетными. Однако это не касается толщины полотна, от которой его теплозащитные свойства непосредственно зависят [1]. Поэтому достоверные измерения толщины полотна при различных прижимающих усилиях исключительно важны как для получения характеристик теплозащитных свойств материала, так и для прогнозирования свойств материала в составе пакета при эксплуатации.

Для измерений были взяты образцы хлопчатобумажного волокнистого холста и нетканого полотна «холлофайбер» [2]. В обоих случаях образцом служил квадратный элемент волокнистого холста площадью $S = 75 \text{ см}^2$. Образец хлопчатобумажного холста имел массу 1.231 г и видимую толщину в свободном состоянии $11 \pm 0.5 \text{ мм}$. Образец «холлофайбера» с заявленной поверхностной плотностью 70 г/м^2 , обладал массой 0.544 г и видимой толщиной $7.5 \pm 0.5 \text{ мм}$.

С помощью разработанной нами установки [3] были получены зависимости толщины образцов d от массы придавливающего их груза m , представленные на рисунке 1.

Чтобы понять поведение материала, рассмотрим такую модельную задачу (подробное решение задачи есть в [4] с.110-113). Пусть у нас есть тонкий образец с моментом инерции сечения I , который изначально согнут в кольцо с радиусом r (см. рис. 2.а). Кольцо помещено между двумя параллельными плоскостями, расстояние между которыми постепенно уменьшаем, прикладывая для этого сдавливающее усилие $2F$ (по F к каждому полукругу).

Из теории упругости известно, что приложенный к образцу момент силы M прямо пропорционален возникающей кривизне образца $1/R$,

$$M = k/R, \quad (1)$$

и коэффициент пропорциональности k , называемый изгибной жесткостью образца, равен произведению модуля Юнга материала $E_{Ю}$ на момент инерции сечения образца I

$$k = E_{Ю} I. \quad (2)$$

Сдавливающее усилие F меняет форму образца. Он становится все более вытянутым в горизонтальном направлении (см. рисунок 2. b, c) вдоль оси X . В точке с абсциссой x момент сил M_x равен

$$M_x = M_0 + Fx, \quad (3)$$

где M_0 – момент сил в точках касания с координатой 0.

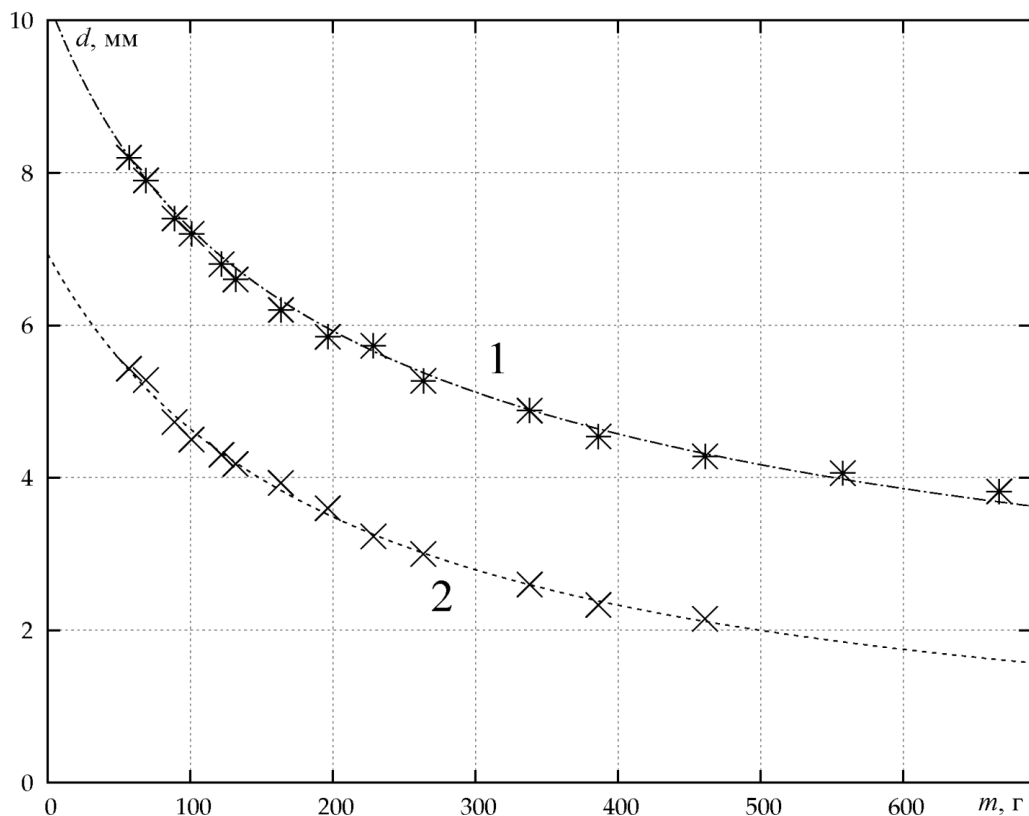


Рис. 1. Зависимости толщины образцов d от массы груза m и аппроксимирующие кривые: 1 – $d = 70/(m + 108) + 100/(m + 108)^{0.5}$ для хлопчатобумажного волокнистого холста, 2 – $d = 1400/(m + 202)$ для нетканого полотна «холлофайбер»

Тогда для кривизны образца в точках с координатами 0 и x

$$R_x^{-1} = R_0^{-1} + Fx/(E_{Ю} I). \quad (4)$$

По мере сжатия кривизна образца в точке с наибольшей координатой x становится все больше, а в точке касания все меньше, и в критическом случае при усилии F_1 равна нулю (см. рисунок 2.б). После этого возле двух исходных точек касания формируются области касания с нулевой кривизной и по бокам от них остаются области с изогнутым образцом (см. рис. 2.с).

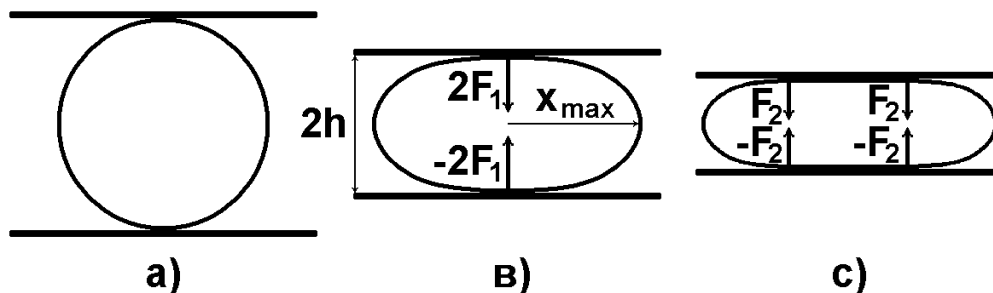


Рис. 2. Стадии деформации свернутого в кольцо образца материала

В последнем случае координату x логично отсчитывать не от оси симметрии образца, а от точек отрыва, в которых приложено сдвливающее усилие F_2 . Детальный анализ [4](с.110-113) показывает, что в критическом случае и далее форма изогнутой части остается постоянной, сохраняется отношение расстояния между сдвливающими плоскостями $2h$ и ширины x_{max} . При этом

$$x_{max} = (2E_{Ю} I/F_2)^{1/2} \quad (5)$$

$$\text{и} \quad h \approx 0.5991 x_{max}. \quad (6)$$

Поведение волокнистого холста при поперечном сжатии аналогично поведению упругого кольца в рассмотренной модели. Усилия, компенсирующие приложенную нагрузку, точно также формируются благодаря возникающему изгибу волокон. Из данного рассмотрения следует, что при сжатии холста должен быть начальный участок, на котором преимущественно происходит деформация структуры, растущая существенно быстрее, чем при непосредственном изгибе волокон, как и при продольном растяжении холста должен быть начальный участок, обусловленный эластичностью структуры. При дальнейшем сжатии по мере исчерпания эластичности все больше должны проявляться упругие свойства. При упругом изгибе волокон толщина образца должна меняться обратно пропорционально корню из приложенного усилия (5). Наконец, при очень большом сдвливающем усилии толщина холста станет сравнимой с суммарной толщиной волокон, и компенсирующее усилие будет определять не изгиб, а поперечное сжатие волокон.

В соответствии с этими представлениями результаты экспериментальных измерений (рисунок 1) были аппроксимированы обратной степенной зависимостью вида $d = a/(m + b)^c$.

В первом случае были найдены коэффициенты аппроксимирующей зависимости $a_1 = 103$, $b_1 = 108$ и $c_1 = 0.5$. Во втором случае – $a_2 = 1400$, $b_2 = 202$ и $c_2 = 1$. То есть в легком «холлофайбере» со сшитыми волокнами деформация даже не вышла из области структурной эластичности ($c_2 > 0.5$). Наоборот, в хлопчатобумажном холсте доминирующей является упругая компонента деформации ($c_1 = 0.5$). Однако на начальном участке (при малом сжатии) у данных для хлопчатобумажного холста было замечено существенное систематическое отклонение от этой обратной степенной зависимости, вызванное наличием некоторой эластичности структуры. Поэтому для учета эластичной составляющей данные были еще раз аппроксимированы зависимостью вида $d = a_{11}/(m + b_1) + a_{12}/(m + b_1)^{0.5}$ и были получены значения коэффициентов $a_{11} = 70$ и $a_{12} = 100$. Доля эластической части деформации хлопчатобумажного холста даже в начальной части оказалась незначительной ($\sim 7\%$).

Различия в поведении материалов объясняются особенностями строения их структуры. «Холлофайбер» состоит из редких сшитых толстых (32 мкм) волокон, образующих просторную объемную конструкцию.

Хлопчатобумажный холст состоит из частых сильно спутанных тонких (7 мкм) волокон, образующих глубоко анизотропную структуру с ярко выраженным преимущественным расположением волокон вдоль плоскости холста. В такой структуре в отличие от первой возможности для перераспределения поля деформаций существенно ограничены.

Надо отметить, что «холлофайбер» хотя и обладает в полтора раза меньшей плотностью, но высокая эластичность структуры оставляет большие вопросы к его способности сохранять форму при эксплуатации в составе изделий, что может отрицательно сказываться на его теплозащитных свойствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шампаров Е.Ю., Жагина И.Н., Родэ С.В. Тепловой перенос в легких теплозащитных материалах. Сборник трудов МНТФ «Первые международные Косыгинские чтения» 11-12 октября 2017 г., Москва, Симпозиум (1) – «Современные энерго- и ресурсосберегающие технологии СЭТТ – 2017», т.2, С. 236-240.
2. <http://thermopol.ru/thermopol.ru/catalog.html>
3. Родэ С.В., Шампаров Е.Ю., Жагина И.Н. Измерение толщины нетканых утеплительных материалов. Техническое регулирование: Базовая основа качества материалов, товаров и услуг. Международный сборник научных трудов. Научное электронное издание. – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2017 г., С 432-436.
4. Жагина И.Н. Разработка метода и исследование деформационных свойств систем материалов обуви. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. 1998, МГАЛП.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, АРМИРОВАННЫЕ ПЛЕТЕНОЙ ПРЕФОРМОЙ

Реймер В.¹, Дягилев А.С.², Либенштунд Л.¹, Кузнецов А.А.², Грис Т.¹

¹Текстильный институт Рейнско-Вестфальского технического университета Ахена, Германия

²Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

В настоящее время композиционные материалы получают широкое применение в автомобиле- и авиастроении [1], производстве спортивной экипировке [2], строительстве [3] и т.д. Благодаря таким своим свойствам как высокая относительная прочность, гибкость и легкий вес. При использовании композиционных материалов в изделиях, в зависимости от их назначения, к ним предъявляются различные, иногда диаметрально противоположные, требования. В связи с этим для армирования композиционно-

го материала могут использоваться волокна различного происхождения, отличающиеся как по своим физико-механическим свойствам, так и ценой. Кроме того, композиционные материалы из натуральных волокон могут быть сравнительно легко утилизированы сожжением, в отличие, например, от композиционных материалов с использованием стекловолокна.

В последнее время производители спортивной экипировки отмечают повышенный интерес потребителей к экологичным (bio-based) изделиям, что стимулирует производство композиционных материалов из натуральных волокон, в первую очередь льна [4, 5, 6, 7]. Натуральные волокна зачастую уступают химическим волокнам по своим прочностным характеристикам, но при этом во многих случаях способны удовлетворить требования, предъявляемые к физико-механическим свойствам композиционных материалов. Не маловажным, с точки зрения потребителя, является создание особого визуального эффекта на поверхности композиционного материала, в котором просматривается текстильная матрица из натуральных волокон.

Сложные технические изделия, использующие в своей структуре композиционные материалы, могут иметь самую разнообразную форму, зависящую от их назначения, что может потребовать при их производстве создания преформы повторяющей различные трехмерные поверхности. Так для создания преформ повторяющих различные цилиндрические, конусообразные и изогнутые поверхности могут использоваться радиальные плетельные машины [8, 9].

В рамках данной работы использовались плетенные преформы четырех типов, различие между которыми заключалось в процентном соотношении количества стеклянных и льняных ровингов.

Практический интерес представляет собой проведение сравнительного анализа прочностных характеристик композиционных материалов, сформированных с использованием как натуральных так и химических волокон. В рамках данной работы исследовались механические характеристики при изгибе композиционных материалов, полученных на основе плетенных преформ сформированных на радиальной плетельной машине Herzog RF 1/64-120 из льняного и стеклянного ровингов. Линейная плотность использованных ровингов 0.8 ктекс. Толщина композиционного материала часто является критичной при создании спортивной экипировки, в связи с этим в рамках данного исследования формировалась двухслойная структура, что позволяет ограничить толщину композиционного материала 2 мм. Испытания механических характеристик при изгибе проводились с помощью универсального тестирующего комплекса Zwick 1455, трехточечным методом [10]. Сущность испытания заключается в изгибе плоского прямоугольного образца, размерами 15мм × 60мм × 2мм, свободно лежащего на двух опорах и нагружаемого с постоянной скоростью до момента разрушения.

Композиционный материал формировался способом вакуумной инфузии с использованием двух различных эпоксидных систем, системы фирмы Sicomin, с эпоксидной смолой SR InfuGreen 810 и отвердителем SD 8824, и системы фирмы SUPER SAP с эпоксидной смолой INR и отвердителем INS0.

На рис. 1 приведены результаты испытания на изгиб образцов композиционного материала сформированных с использованием всех 4 типов плетенных преформ и эпоксидной системы Sicomin SR InfuGreen 810 +SD 8824.

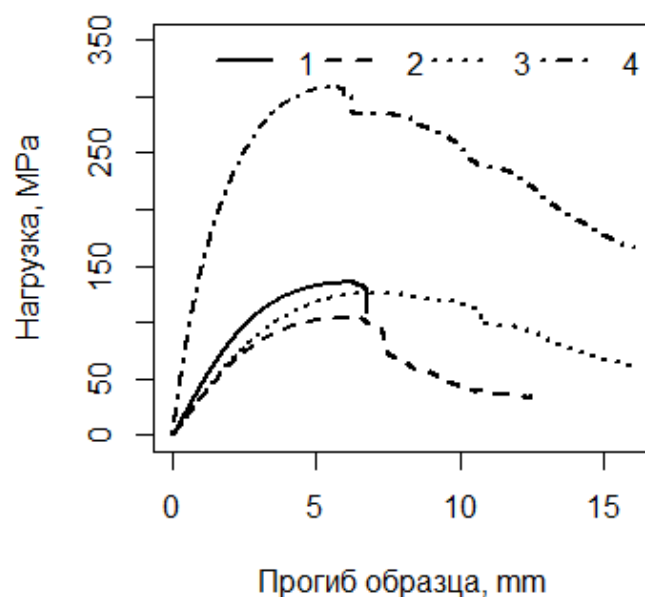


Рис. 1. Деформационные характеристики образцов композиционного материала сформированных с использованием различных типов плетенных преформ

Как видно из рис. 1 образец с использованием преформы полностью состоящей из стекловолокна значительно превосходит по своим прочностным характеристикам материалы содержащие в своей структуре льняные волокна, что объясняется меньшей разрывной нагрузкой льняного ровинга.

Анализируя экспериментальные данные можно сделать выводы что образцы сформированные с использованием преформ состоящих полностью из стекловолокна обладают большей прочностью чем образцы сформированные с использованием преформ состоящих полностью из льноволокна, при этом у образцов, сформированных с использованием чисто льняных преформ, разрушение наступает при больших значениях изгиба. Что объясняется сравнительно более высокими прочностными характеристиками стекловолокна и большим разрывным удлинением льняных волокон. При этом, использование при формировании преформы как льняного так и стекловолокна не приводит к значимому изменению прочности композиционного материала по сравнению с использованием чисто льняной преформы.

Выводы.

В работе приведены данные экспериментального исследования прочности при изгибе композиционных материалов полученных с использованием двух слоев плетенных преформ из стеклянного и льняного ровингов. Получены статистически значимые модели описывающие процесс деформации исследованных образцов композиционных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gilsu Park, Hyunbum Park Structural design and test of automobile bonnet with natural flax composite through impact damage analysis // Composite Structures– 2018. Volume 184, pages 800-806.
2. Ramnath BV, Jeykrishnan J, Elanchezhian C, Keshavan D, Deepak M Investigation of shear behaviour of polymer composite golf shaft // Materials Today- Proceedings, International Conference on Advancements in Aeromechanical Materials for Manufacturing (ICAAMM-2016): Organized by MLR Institute of Technology, Hyderabad, Telangana, India, Volume 4, Issue 8, 2017, Pages 9218-9223
3. Gries T, Raina M, Quadflieg T, et al. Manufacturing of textiles for civil engineering applications. In: Triantafillou T (ed.) Textile fibre composites in civil engineering. Cambridge: Elsevier, 2016, pp.3–24.
4. Reimer, V.; Popzyk, M.-I.: GreenBraid : Entwicklung von widerstandsfähigen Flachsfaserverbundwerkstoffen. Gelsenkirchen : Expo Fortschrittsmotor Klimaschutz GmbH, 2017, URL: <http://leistungsschau.klimaexpo.nrw/projekt-evorreiter/greenbraid.html#filter%5Binit%5D=1>. (Last Access: 28.03.2018)
5. Popzyk, M.-I.; Reimer, V.; Gries, T.: Manufacturing of flax braided filed hockey stick. The Indian Textile Journal (2017), H. July, p. 104-106.
6. Popzyk, M.-I.; Reimer, V.; Gries, T.: Hockey Stick Made Using Natural Fibers. Textile World, June 13, 2017, URL: <http://www.textileworld.com/textile-world/2017/06/hockey-stick-made-using-natural-fibers/>. (Last Access: 28.03.2018)
7. Malgorzata Zimniewska, Jerzy Myalski, Mateusz Koziol, Jerzy Mankowski, Edyta Bogacz Natural Fiber Textile Structures Suitable for Composite Materials // Journal of Natural Fibers – 2012. Volume 9, pages 229-239.
8. Реймер В., Дягилев А.С., Грис Т. Влияние режимов работы вибрационного механизма на структуру плетеной преформы // Химические волокна. – 2017. № 5. С. 40-43.
9. Reimer V., Dyagilev A. S., Gries T., Effect of Vibration Mechanism Operating Conditions on the Structure of a Braided Preform // // Fibre Chemistry, Springer 2018. Т. 49. № 5. С. 330-333.
- 10.ГОСТ Р 56805 -2015 Композиты полимерные. Методы определения механических характеристик при изгибе.

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИСТАТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН С КОМБИНИРОВАННЫМИ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИМИ НИТЯМИ

Костин П.А.¹, Замостоцкий Е.Г.²

¹ Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

² МУ ВФ «МИТСО», г. Витебск, Республика Беларусь

С появлением электрических и электронных устройств во всем мире защита от электромагнитных волн, излучаемых приборами, является одной из главных задач, которую необходимо решить. Среди различных предлагаемых решений, текстильные изделия и основанные на тканях композиционные материалы получили наиболее широкое распространение из-за универсальности этих текстильных материалов [1]. Основным источником электромагнитного излучения - это электрические сигналы, испускаемые различными приборами. Электромагнитное излучение испускают: компоненты катушек индуктивности, цифровые устройства и высоковольтные провода, несущие большой переменный ток в энергетических частотах, которые способны к испусканию СВЧ волн. Для решения проблемы защиты от электромагнитных волн необходимо экранировать (отражать) эти виды излучений [2].

В качестве исходного сырья для образца трикотажа используется медная микропроволока диаметром 0,05 (линейная плотность 18 текс) и комплексные химические нити. Сущность данной технологии заключается в получении на первом переходе тростильно-крутильных машин двухкомпонентной нити с электропроводящим элементом, скрученных с правым направлением крутки при числе кручений $K=480$ кр/м. На втором этапе происходит скручивание образованного полуфабриката в обратном направлении (левом) с комплексной химической нитью с круткой $K=530$ кр/м для получения стабильной структуры нити [3].

Данный способ получения комбинированной электропроводящей нити позволяет за счет вывода металлической микропроволоки на поверхность электропроводящей нити повысить электрофизические свойства комбинированной нити [4].

Целью данной работы является определение наилучших показателей трикотажных полотен с комбинированными электропроводящими нитями для достижения требуемого антистатического эффекта.

Сырьевой состав полученных комбинированных электропроводящих нитей представлен в табл. 1.

В условиях испытательного центра УО «ВГТУ» в соответствии с ГОСТ 19806—74 проведены испытания по определению электрического сопротивления комбинированных электропроводящих нитей.

Таблица 1. Процентное содержание компонентов комбинированных электропроводящих нитей

Компонент	Комбинированная электропроводящая нить T=55 текс	
	Текс	%
Медная микропроволока	18	32,7
Комплексная полиэфирная нить	34,6(5,2+29,4)	67,3

При разработке трикотажных полотен с антистатическими свойствами для выработки фильтрующего трикотажного материала выбрано гладкое платированное переплетение, позволяющее получить гладкую поверхность трикотажного полотна с относительно одинаковыми и равномерно расположенными на ней порами. Для грунта платированного переплетения использованы переплетения трико, производное трико различной игольности; в качестве платировочного переплетения – цепочка, трико, сукно.

На основании анализа базовой структуры трикотажного материала и особенностей рабочего процесса ее получения установлены основные требования к вязальному оборудованию, в соответствии с которыми для экспериментальной выработки трикотажного материала выбрана плоская однофонтурная основовязальная машина марки «кокетт-4» 28 класса.

Для вязания трикотажного материала выбраны полиэфирные комплексные нити: для грунтовой нити – текстурированная среднерастяжимая нить линейных плотностей (числа элементарных нитей) 12 (30); 18,1 (30); 18,7 (30); 18,7 (64) текс; для платировочной нити – те же нити, что и для вязания грунта, а также высокоусадочная нить линейной плотности 16,8 (48) текс; для уточной нити – высокопрочная нить линейной плотности 29,4 (48) текс. Для придания антистатических свойств в структуру трикотажного материала были введены комбинированные электропроводящие нити T = 55 текс с чередованием по утку через 1, 1,5 и 2 см.

Для обеспечения максимальной усадки нитей и увеличения степени заполнения полотна волокнистым материалом контактная термообработка осуществлялась без натяжения полотна. Выходными параметрами являлись характеристики трикотажного материала: число петельных рядов на 10 см, число петельных столбиков на 10 см, поверхностная плотность, усадка по длине, усадка по ширине.

Данные образцы исследовались в аккредитованной лаборатории УО «ВГТУ» на удельное электростатическое поверхностное сопротивление. Результаты исследований трикотажных полотен на удельное электростатическое поверхностное сопротивление представлены на рис. 1.

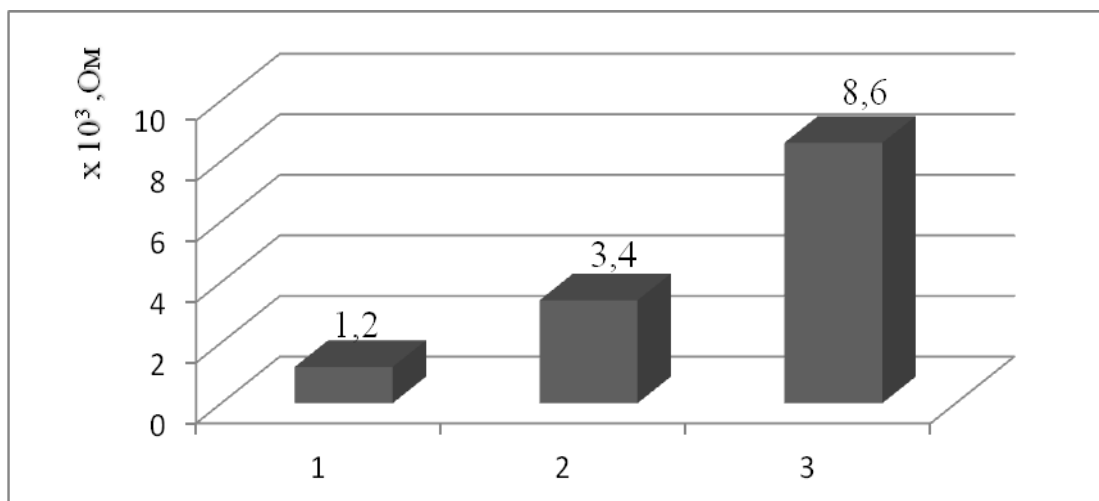


Рис. 1. Диаграмма удельного электрического поверхностного сопротивления трикотажных полотен:

- 1 - трикотажный материал с чередованием электропроводящих нитей по утку через 1 см
- 2 - трикотажный материал с чередованием электропроводящих нитей по утку через 1,5 см
- 3 - трикотажный материал с чередованием электропроводящих нитей по утку через 2 см

Таким образом установлено, что защитные свойства зависят от структуры трикотажных полотен. Наилучшие антистатические свойства трикотажных полотен достигаются при чередовании комбинированных электропроводящих нитей через 1 см по утку. Следовательно, разработанные трикотажные полотна являются одним из решений для защиты человека и электронных приборов от излучения и электромагнитных помех.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cheng, K. B Cheng, T. W., Lee, K. C, Uieng, T. H. and Hsing, W. H. (2003). Effect of Yarn Constituent and Fabric Specifications on Electrical Properties of Hybrid Woven Fabrics, *Composites Part A* 2003. 34(10): 971-978.
2. Kostin, P.A., Dyagilev, A.S. & Kogan, A.G. Optimization of the discretization process in the production of an electrically conducting heat-resistant combination yarn, *Fibre Chem* (2012) 43: 362.
3. Замостоцкий Е.Г., Костин П. А., Коган А.Г. (2007), Технология получения комбинированных термостойких электропроводящих пряжи и нитей для тканей специального назначения, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2011, № 20. С. 56-64.
4. Киселев Р.В., Гришанова С.С., Коган А.Г. (2011), Технология получения комбинированных хлопкохимических нитей и их апробация в ткачестве, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2011, № 2 (21), С. 57-62.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТЕРМОСТОЙКИХ ШВЕЙНЫХ НИТОК

Леденёва Н.А., Шленникова О.А.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва
Производственно-коммерческая фирма ЭКМ, г. Москва

Каждая новая область науки и техники не обходится без использования в той или иной форме текстиля. Отечественные разработки и производства в сфере технического текстиля охватывают большой спектр высокофункциональных, в том числе специальных материалов и изделий [6]. Швейные нитки широко применяются как в бытовых, так и в технических изделиях. Свойства швейных ниток влияют на эксплуатационные характеристики швов и диктуются их применением, к ним относятся текстильные материалы, обладающие высокой термической стойкостью.

Цель работы состоит в исследовании физико-механических свойств минеральных и синтетических термостойких швейных ниток.

К минеральным относятся швейные стеклянные, кремнезёмные и др. подобные швейные нитки (производство ОАО «Стеклопластик»). Особенностью этих материалов является возможность сохранения прочности не только при высоких, но и при низких температурах (-190°C) [1]. Представленные кремнезёмные нитки (К11С6) получают из стекла номер 11 с дальнейшим выщелачиванием и термообработкой. Для сцепления волокон используются различные замасливатели. Швейные нитки уравниваются по крутке, для чего нити после первого кручения подвергаются вторичному кручению с одновременным трощением. Для крутки стеклянных нитей применяют отечественные кольцекрыльные машины.

Синтетические термостойкие швейные нитки на основе полимеров разработаны и применяются с 70-х годов. Это фенилоновые и оксалоновые швейные нитки, предназначенные для пошива огнезащитной одежды, фильтровальных рукавов и т.п.; они относятся к нитям второго поколения. В настоящее время широкое применение получили арамидные нити. Материалы из этих нитей обладают высокой огнезащищённостью, выдерживают воздействие открытого пламени до 1000°C , сохраняют прочность при температуре жидкого азота [2]. Современные арамидные нити на основе термоогнестойкого мета-параарамидного волокна (производство ООО «Лирсот») можно отнести к материалам третьего поколения [4].

Исследовались свойства арамидных и смесовых швейных ниток, полученных из смеси волокон арамидных (80%) и нитрон (20%). Нитрон или полиакрилонитрильные волокна термостабильны: они выдерживают длительный нагрев до 120°C и выше с полным восстановлением свойств после нагрева. В табл. 1 представлены результаты испытаний для минеральных и синтетических швейных ниток.

Таблица 1. Физико-механические свойства термостойких швейных ниток

№ п/п	Показатели	К11С6	К11С6	Арамид	Арамид +нитрон
1.	Линейная плотность, текс	180	250	29	26
2.	Коэффициент крутки	22,7	36,3	16,1	14,2
3.	Удельная разрывная нагрузка, гс/текс	32,2	28,4	34,1	25,4
4.	Удлинение при разрыве, %	1,7	2,1	6,1	5,8
5.	Жесткость при кручении, усл.ед.	26,7	30,9	19,5	17,4
6.	Истирание, число циклов	709	929	2824	955

Повышенная крутка для кремнеземных швейных ниток, по сравнению с подобными нитями для ткацкого производства, не оказала существенного влияния на показатели прочности и удлинения [5]. Определение жесткости при кручении проводилось на приборе КМ-20 методом крутильного маятника. Этот метод заключается в том, что свободно подвешенная нить закручивается на заданное число оборотов с помощью диска и определяется период раскручивания нити. Показатель жесткости при кручении выражают в условных единицах [3]. Для кремнеземных ниток повышение крутки привело к повышению коэффициента крутки и увеличению жесткости при кручении. Волокна нитрон придают мягкость арамидным швейным ниткам, жесткость при кручении снижается, хотя при этом снижается удельная разрывная нагрузка.

Одним из важнейших физико-механических показателей для швейных ниток является стойкость к истиранию. Число воздействий, вызывающих разрушение нитки или число циклов истирания определяли на приборе ИПП-1. При испытании кремнеземных швейных ниток наблюдается раскручивание, сползание витков. В зоне контакта остаётся примерно одна треть витков крутки, что снижает стойкость к истиранию этих швейных ниток. Для арамидных швейных ниток с вложением волокна нитрон стойкость к истиранию существенно снижается. При испытании этих ниток наблюдается расщепление на первичные нити и их разрушение.

Надо отметить, что процесс взаимодействия швейных ниток с сшиваемым материалом, иглой и т.п. в процессе стежкообразования достаточно сложный и зависит от многих факторов. Необходимы дальнейшие исследования свойств термостойких швейных ниток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуртовник И.Г., Соколов В.И., Трофимов Н.Н., Шалгунов Е.И. Радиопрозрачные изделия из стеклопластиков – Мир, 2003.
2. Волохина А.В. и др. Модифицированные термостойкие волокна/ Химические волокна – 2003, №4, С. 11-18.
3. Кирюхин С.М., Шустов Ю.С. Текстильное материаловедение – М.: КолосС, 2011. – 360 с.

4. Кричевский Г.Е. Всё или почти всё о текстиле. Учебное пособие, том 2 – М.: 2013. - 192 с.
5. Леденёва Н.А., Шленникова О.А. Исследование свойств комбинированных термостойких нитей/ МНТФ «Первые Международные Косыгинские чтения». Симпозиум 3, том 2. – М: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н.Косыгина», 2017, С. 76-79.
6. Цитович И.Г., Андреев А.Ф., Галушкина Н.В. Технический текстиль как наукоемкий продукт / Текстильная промышленность – 2005, №9, С.16-20.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОДКЛАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДЕТСКОЙ ОДЕЖДЫ

Леонтьева И.Г., Антонина Л.В.

Омский государственный технический университет, Россия

Верхняя демисезонная и зимняя одежда для детей представлена на рынке куртками, полукомбинезонами, комбинезонами и другими аналогичными изделиями. Для их изготовления используют синтетические и смешанные плащевые и курточные ткани, различные утепляющие и подкладочные материалы. Рациональные конструкции, оптимальные основные и утепляющие материалы обеспечивают высокие теплоизоляционные и эргономические свойства изделий, вследствие чего они пользуются высоким покупательским спросом.

Основными функциями подкладочных материалов являются оформление изнаночной стороны изделия, предохранение от износа, обеспечение удобства пользования и комфорта пододёжного пространства. В качестве подкладочных материалов производители детской одежды применяют хлопчатобумажные ткани и трикотажные полотна, искусственные и синтетические ткани, смешанные ткани и трикотажные полотна, флис, искусственный мех.

Куртки, плащи на подкладке и другие подобные изделия относятся к одежде 3-го слоя. Согласно требованиям ТР ТС 007/2011, наряду с другими показателями безопасности, материалы подкладки в одежде 3-го слоя должны соответствовать нормативным значениям гигроскопичности и воздухопроницаемости, указанным в табл. 1.

В качестве объектов исследования выбраны материалы, применяемые для изготовления подкладки в верхней детской одежде курточно-плащевых ассортимента:

- ткань из хлопчатобумажной пряжи (образец 1);
- ткань подкладочная из хлопкополиэфирной пряжи (образец 2);
- ткань подкладочная из вискозных нитей (образец 3);
- ткань подкладочная из полиэфирных нитей (образец 4);

- полотно трикотажное хлопчатобумажное (образец 5);
- полотно трикотажное хлопкополиэфирное начёсное (образец 6);
- флис – полотно трикотажное полиэфирное (образец 7).

Таблица 1. Требования биологической безопасности, предъявляемые к одежде и швейным изделиям 3 слоя из текстильных материалов для детей и подростков [1]

Возрастная группа пользователя	Гигроскопичность подкладки, %, не менее	Воздухопроницаемость подкладки, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$, не менее
До года	10	100 70 (для подкладки из фланели, бумазеи, джинсовых и вельветовых тканей, футерованных (ворсованных) трикотажных полотен)
Ясельная группа от 1 года до 3 лет	6	70
Дошкольная и школьная возрастные группы, от 3 до 14 лет	6	70
Подростковая группа, от 14 до 18 лет	-	70

Для исследуемых образцов определены показатели гигиенических свойств: гигроскопичность и воздухопроницаемость. Результаты исследования представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты определения показателей гигиенических свойств подкладочных материалов

Наименование материала (№ образца)	Волокнистый состав, %	Гигроскопичность, %	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$
Ткань (образец 1)	хлопок – 100	13,4	192
Ткань подкладочная (образец 2)	хлопок – 33, полиэфир – 67	5,2	288
Ткань подкладочная (образец 3)	вискоза – 100	17,8	217
Ткань подкладочная (образец 4)	полиэфир – 100	0	256
Полотно трикотажное (образец 5)	хлопок – 100	13,1	524
Полотно трикотажное (образец 6)	хлопок – 43, полиэфир – 57	5,1	276
Полотно трикотажное (образец 7)	полиэфир – 100	0,7	792

По результатам исследований установлено несоответствие требованиям ТР ТС 007/2011 показателя «гигроскопичность» образцов 4, 6, 7. По показателю «воздухопроницаемость» все исследуемые образцы соответствуют требованиям ТР ТС 007/2011.

Таким образом, для изделий, предназначенных для детей до года и детей ясельного, дошкольного и школьного возраста, в качестве подкладки рекомендуются только материалы из хлопковых или вискозных волокон. Использование популярного флиса, хлопкополиэфирных и полиэфирных тканей и трикотажных полотен приводит к нарушению требований биологической безопасности ТР ТС 007/2011.

Соблюдение гигиенических требований к подкладочным материалам позволит обеспечить комфортность пододежного пространства швейных изделий и сохранить теплозащитные свойства при высокой двигательной активности детей.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТР ТС 017/2011. Технический регламент Таможенного союза о безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://base.garant.ru/70106660/>(дата обращения : 8.05.2018).

ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НОВОЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ РАЗРЫВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОКОН И НИТЕЙ

Орлов А.В., Пашин Е.Л.

**Костромской государственный университет, Россия
Костромская государственная сельскохозяйственная академия, Россия**

Современные стандартные методы испытаний текстильных волокон и нитей (далее нить) не обеспечивают сходства с условиями, имеющими место при их переработке и эксплуатации [1]. В этой связи актуальной задачей является создание эффективных способов и средств испытания нитей на разрыв, обеспечивающих прогнозирование характера их поведения в процессе их переработки и эксплуатации.

Установлено, что в реальных условиях нити в основном подвержены скоростным нагружениям [2]. Поэтому в рамках совершенствования существующих способов испытания была поставлена задача по разработке инструментальной системы определения их разрывных характеристик при скоростном одноосном растяжении.

В качестве основы был принят принцип, реализуемый при использовании копров [3]. Его преимуществом является простота конструкции

средства контроля, отсутствие электропривода, а также возможность регулировки скоростных параметров перемещения бойка.

Основным недостатком этого варианта испытания является учёт только работы разрыва нити при осевом нагружении. Поэтому принципиальной задачей при развитии возможностей использования копров явилось обоснование и реализация возможностей определения разрывного усилия и иных характеристик.

С этой целью конструкция копра была усовершенствована путем применения датчика углового перемещения вала с закрепленным бойком (маятником) (рис. 1).

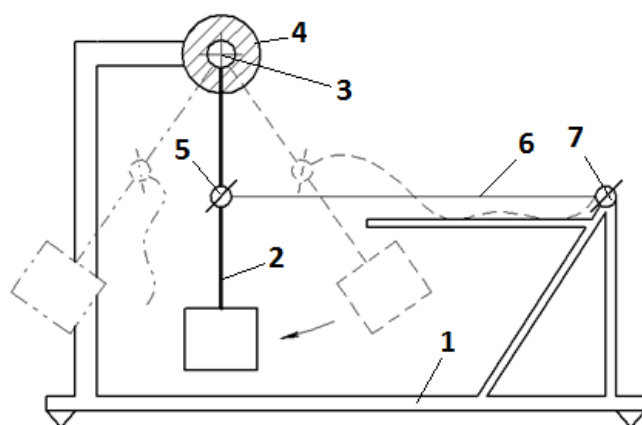


Рис. 1. Технологическая схема механического испытания по принципу работы копра
(1-основание, 2-боёк (маятник), 3-ось подвеса маятника, 4-энкодер (датчик для контроля углового перемещения оси 3), 5-зажим для закрепления образца нити на маятнике, 6-испытываемый образец, 7-неподвижный зажим)

Дальнейшее совершенствование указанной на рис. 1 схемы испытания предложили осуществлять следующим образом. Рассмотрели рабочий подвижный боёк копра как физический маятник, в результате перемещения которого происходит разрыв испытываемого образца нити. Тогда в качестве основы для расчета её разрывного усилия возможно использование общеизвестного уравнения динамики для вращательного движения твёрдого тела. Согласно ему, произведение момента инерции тела J_y на его угловое ускорение ε равно сумме моментов $\sum M_i$ всех сил, прилагаемых относительно оси вращения, в том числе и искомой силы $R_{раз}$, формирующейся при разрыве нити. Её действие при плече $L_{раз}$ создает момент: $M_{раз} = R_{раз} \cdot L_{раз}$. С учетом действия всех сил величину $R_{раз}$ можно определить по формуле:

$$R_{раз} = \frac{J_y \varepsilon - M_c - mg \cdot L_{ц.т.} \cdot \sin \varphi}{L_{раз}}, \quad (1)$$

где J_y – момент инерции маятника (величину момента инерции маятника J_y предложено определять с использованием метода малых колебаний; ε – угловое ускорение; M_c – момент сил сопротивления; mg – сила тяжести маятника; $L_{ц.т.}$ – расстояние от оси вращения до центра тяжести маятника; $L_{раз}$ – расстояние от оси вращения до точки приложения нагрузки при разрыве; φ – угловая координата при перемещении маятника, которая контролируется специальным датчиком.

Из изложенного очевидна необходимость определения углового ускорения. Эту процедуру реализовали посредством двухэтапного дифференцирования угловой координаты, получение которой обеспечивает датчик 4. При этом на первом этапе определяется угловая скорость, а на втором – угловое ускорение ε . Момент достижения минимального ускорения в процессе разрыва нити является условием его фиксации и расчета разрывного усилия.

Для пояснения изложенного, на рисунке 2 представлены типовые графики изменения угловой скорости маятника (бойка) в разные этапы испытания: холостой ход до взаимодействия с нитью – этап 1; рабочий ход с нагружением нити – этап 2; ход маятника после разрыва – этап 3.

Рассматривая характер изменения скорости при рабочем ходе, примечателен участок времени ($t_2 - t_4$). Момент времени t_2 определяет начало взаимодействия с нитью, а t_4 – окончание взаимодействия. В этот период происходит уменьшение угловой скорости маятника, что формирует отрицательное ускорение маятника. Точка перегиба угловой скорости (т. А) определяет момент времени (t_3), при котором формируется минимальное ускорение, которое и требуется для расчета разрывного усилия по (1).

Второй особенностью функционирования новой инструментальной системы явилась возможность фиксации величины деформации нити при её испытании. Для этого необходимо определить упомянутые моменты времени t_2 , t_3 , t_4 . Это обеспечивает возможность расчета деформации образца до момента достижения максимального усилия, деформации образца нити от последнего до момента полного разрушения, а также общую деформацию.

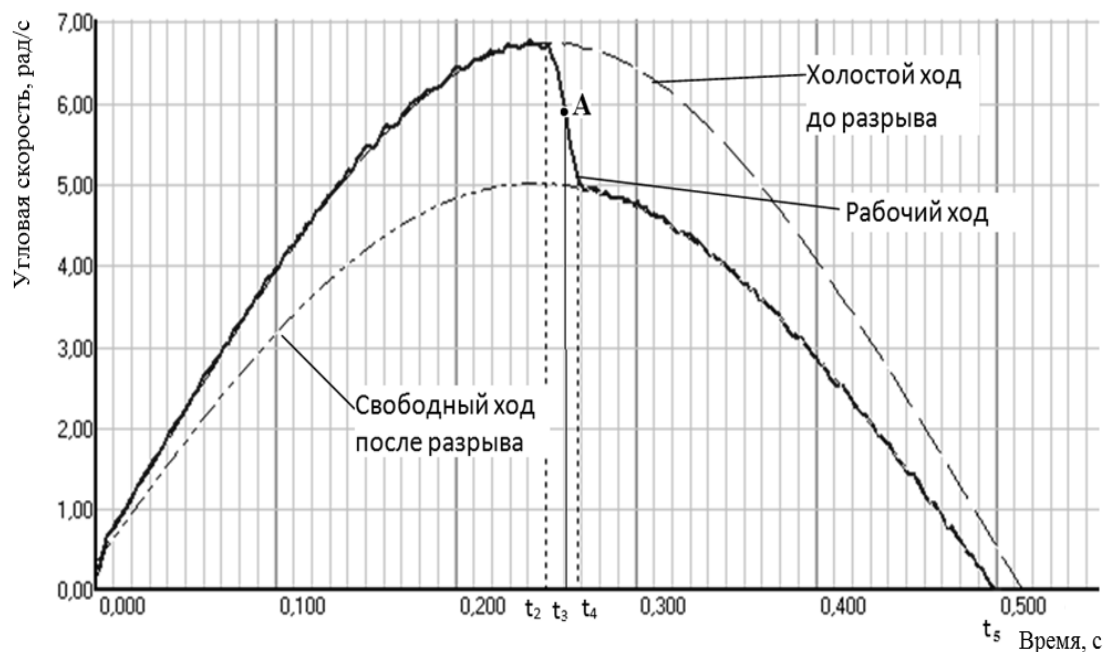


Рис. 2. Изменение угловой скорости маятника на холостом ходу и во время испытания нити

Для определения момента начала деформации t_2 предложено нахождение момента отклонения рабочего хода (движения маятника при наличии нити) от холостого (движения маятника без нити). С этой целью находим разность угловой скорости между рабочим $\varphi_{\text{раб}}(t)$ и холостым $\varphi_{\text{хол}}(t)$ ходом маятника:

$$\Delta\varphi(t) = \varphi_{\text{раб}}(t) - \varphi_{\text{хол}}(t). \quad (2)$$

Тогда можно утверждать, что второй этап начнется от точки траектории маятника, где будет наблюдаться отличие величины $\Delta\varphi(t)$ от нуля. Иными словами, $\varphi(t_2) \approx 0$.

Задача определения t_4 осложняется тем, что необходимо найти закон, по которому будет изменяться угловая скорость маятника на этапе после разрушения нити. Для этого в условиях отсутствия её влияния на последнем этапе (этап 3) перемещения маятника, примем допущение, что угловая скорость маятника изменяется по гармоническому закону синуса:

$$\varphi_{\text{раб}}(t) = V \cdot \sin\left(2\pi \frac{t+\tau}{T}\right), \quad (3)$$

где V – амплитуда колебаний, T – период колебаний, τ – фаза.

Было принято во внимание, что в условиях, когда размах колебаний маятника составляет порядка 2 радиан, не совсем корректно применять при расчётах модель математического маятника. Это объясняется отличием фактического периода колебаний T от периода свободных колебаний маятника. Поэтому для расчёта величина амплитуды V предложена следующую зависимость:

$$V = \sqrt{\frac{2E}{I}} = \sqrt{\frac{2 \cdot mg \cdot l \cdot (1 - \cos\varphi_k)}{I}} \quad (4)$$

где m – масса маятника, l – расстояние от оси до центра масс маятника, I – момент инерции маятника, φ_k – угол подъема маятника после разрыва.

Фазу колебаний τ определили, зная период колебаний T с учетом того, что $\varphi_{\text{раб}}(t_4) = 0$. При таких условиях основной задачей становится определение периода колебаний T . Было предложено период колебаний определять путем аппроксимации значений $\varphi_{\text{раб}}(t)$ для интервала $t \in [t_3; t_4]$, согласно (3).

Таким образом, зная значения параметров V , T , τ появляется возможность для определения закона изменения $\varphi_{\text{раб}}(t)$ после полного разрушения образца нити, а применив условие схождения кривых изменения скорости на 2 и 3 этапах, находим момент t_4 окончания процесса взаимодействия маятника с нитью.

Изложенные особенности функционирования новой инструментальной системы являются основой для разработки алгоритма расчёта основных общепризнанных разрывных характеристик нити, необходимых для объективной оценки их качества. В свою очередь указанные алгоритмы

будут являться основой для создания программ ЭВМ, обеспечивающих автоматизацию процесса испытания и расчёта получаемых результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудряшова Н.И. Высокоскоростное растяжение текстильных материалов / Н.И. Кудряшова, Б.А. Кудряшов. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 267 с.
2. Банакова Н.В., Крутикова В.Р. Анализ параметров технологических процессов приготительного, ткацкого и трикотажного производств по тензогаммам нити // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности.– 2015. – №5. – С.100-105.
3. Авт. свид. СССР № 33330. Динамометр мятниково-копрового типа для определения крепости текстильных материалов / И.В. Крагельский; заявл. 12.03.1933; опубл. 30.11.1933.

ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ РУК

Потушинская Е.В., Быстрова Н.Ю.

Новосибирский технологический институт (филиал) РГУ им. А. Н. Косыгина,
Россия

На сегодняшний день на рынке представлено большое количество средств индивидуальной защиты рук. В этом многообразии сложно выбрать ту продукцию, которая является безопасной, а главное, действительно защищает от вредных и опасных факторов.

В данной исследовательской работе был изучен один из типов средств индивидуальной защиты рук – средства защиты от механических повреждений – перчатки трикотажные с полимерным покрытием. Для работы были выбраны пять образцов перчаток, представленных на рынке города Новосибирска. Характеристика образцов представлена в таблице.

Таблица. Характеристика образцов

Образец	Общая характеристика
№1	Перчатки «Билд», модель DGNRC1; Производитель: Рабберекс (М) Снд Берхард, страна Малайзия; Перчатки универсальные на трикотажной основе с рифленным латексным покрытием; Размер 8
№2	Перчатки «АНСЕЛЛ ХАЙКРОН» модель 27-600; Производитель: «АНСЕЛЛ», страна Австралия; Перчатки с нитриловым покрытием на джерсовой подкладке; Размер 10

№3	Перчатки «Билд», модель 7 700; Производитель Рабберекс (М) Снд Берхард, страна Малайзия; Перчатки с рельефным латексным покрытием на трикотажной основе; Размер 8
№4	Перчатки «Техник Лайт РЧ», модель TNL-05; Производитель: «Manipula Specialist Limited», страна Китай; Перчатки с нитриловым покрытием на трикотажной основе; Размер 9
№5	Перчатки «Авангард Нитро РЧ»; Производитель: «Авангард-спецодежда», страна Россия; Перчатки с нитриловым покрытием на основе хлопкового трикотажа; Размер 10

Нами изучались показатели безопасности, регламентируемые Техническим регламентом таможенного союза (ТР ТС) [1] и показатели качества с учетом требований ГОСТ [2].

При этом были использованы следующие методы исследования:

- идентификация (определение размеров перчаток и их соответствие указанным на маркировке; оценка полноты маркировки и ее достоверности;
- идентификация полимеров, используемых для изготовления перчаток.
- физический анализ (стойкость к проколу; сопротивление раздиру; стойкость к истиранию; воздухопроницаемость, поверхностная плотность, прочность при разрыве).

ТР ТС 019/2011 устанавливает требования к материалам средств индивидуальной защиты рук, как к тканевой основе и полимерному покрытию, требования к обеспечению защитных свойств (от проколов, порезов, истирания, прочность при разрыве трикотажных полотен), так и требования к размерному ряду, возможности и удобству фиксирования на руке.

В результате проведенных испытаний установлено, что образцы №1, 4 и 5 имеют маркировку, соответствующую требованиям ТР ТС 019/2011, у образцов № 2 и 3 отсутствуют наименование и адрес производителя, срок хранения и информация об уходе.

Определение линейных размеров проводилось в соответствии с ГОСТ 12.4.252-2013[3]. Линейные размеры соответствуют указанным на маркировке только у образца №5.

Определение стойкости к проколу, истиранию проводили в соответствии с ГОСТ EN 388-2012 [4]. Результаты сравнивали с требованиями ТР ТС 019/2011с допущениями, так как регламент устанавливает требования к перчаткам из тканей, искусственных и натуральных кож, поэтому результаты сравнивались с искусственными кожами. В результате проведенных испытаний было установлено, что стойкость к проколу у всех образцов находится в интервале 22-26 Н, что является нормой (22Н) [1].

Стойкость к истиранию соответствует требованиям ТР ТС только у образцов 2 и 5 и составляет 2000 циклов при нормативе не менее 1600 циклов для искусственных кож [1].

Для определения такого показателя качества как сопротивление раздиру проводили в соответствии ГОСТ EN 388-2012 [4]. Все образцы оказались устойчивы к раздиру (от 20 до 60Н), норма не менее 10 Н.

Кроме того определяли такие показатели качества трикотажного полотна, как поверхностная плотность, прочность при разрыве, воздухопроницаемость. Все образцы соответствуют ГОСТ 12.4.183-91 [2].

Таким образом, на основании проведенных испытаний установлено, что образцы №1, 3, 4 не безопасны по показателю стойкость к истиранию и не могут использоваться как средства индивидуальной защиты от таких воздействий. Они могут использоваться как средства индивидуальной защиты от проколов и общих производственных загрязнений.

Линейные размеры перчаток соответствуют требованиям только у образца производства России, что вероятно связано с антропометрическими особенностями.

Полностью безопасным, способным защитить от механических воздействий (прокола, раздира) и соответствующими требованиям ТР ТС 019/2011, а также ГОСТ [2, 4] является образец №5 производства России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты» № ТР ТС 019/2011 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.eurasiancommission.org> (дата обращения: 29.05.18).
2. ГОСТ 12.4.183-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Материалы для средств защиты рук. Технические требования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200012782>. (дата обращения: 29.05.18).
3. ГОСТ 12.4.252-2013 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты рук. Перчатки. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200104762> (дата обращения: 29.05.18).
4. ГОСТ EN 388-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты рук. Перчатки защитные от механических воздействий. Технические требования. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200101344> (дата обращения: 29.05.18).

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕМБРАННЫХ ТКАНЕЙ ПОСЛЕ ДЕЙСТВИЯ ОДНОКРАТНОЙ ЗАМОРОЗКИ

Романов В.В.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Мембранные процессы перестали быть предметом интереса узких групп ученых, сегодня о мембранных методах можно получить максимум открытой информации.

Мембранами активно интересуются медики, биологи, специалисты пищевой и текстильной промышленности и т.д. Мембранная технология - это междисциплинарная область, включающая в себя физику и химию полимеров, коллоидную химию и целые разделы химической технологии.

Мембранная технология является развивающейся и благодаря своей многофункциональной характеристике используется в различных процессах.

В качестве объектов исследований были выбраны 10 образцов мембранных тканей: Ткань 1 - Алова Тайга (150 г/м²), Ткань 2 - SUOMI (Суоми) membrane (Teflon) (200 г/м²), Ткань 3 - FITSYSTEM MEMBRANE 10000/8000 S-WR AF 1102 SOFT SHELL МК-500 (150 г/м²), Ткань 4 - Блэйзер мембрана (Blazer Membrane) (120 г/м²), Ткань 5 - LOKKER POINT Membrane 3000/3000 (135 г/м²), Ткань 6 - LOKKER QUADRO DESIGN CAMO "STONE" (200 г/м²), Ткань 7 - Omni-Tech Storm Dry Coating (185 г/м²), Ткань 8 - Sympatex Transactive (160 г/м²), Ткань 9 - GELANOTS XP (140 г/м²), Ткань 10 - Hi-Tech Membrane Ultra (160 г/м²).

Выбранные ткани используются для изготовления курток и костюмов с ветро- и влагозащитой. Все ткани выработаны полотняным переплетением. Верх мембранной ткани – полиэстер.

При определении механических свойств мембранных тканей испытания проводились в соответствии ГОСТ 3813 [1]. Образцы подвергались заморозке в климатической камере WT – 360 при температуре -20⁰С в течение 1, 2 и 3 месяцев. Результаты испытаний приведены в табл. 1. Относительная погрешность измерений не превышала 5%.

Таблица 1. Результаты определения механических свойств мембранных тканей после воздействия температуры -20⁰С

Длительность температурного воздействия, месяцы	Разрывная нагрузка, Н		Раздирающая нагрузка, Н	
	Основа	Уток	Основа	Уток
Ткань 1				
0	1070	883	33,54	31,36
1	987	854	30,58	29,35
2	874	798	28,54	26,58
3	851	771	24,68	24,69

Ткань 2				
0	1541	1213	51,3	50,7
1	1497	1178	48,97	49,52
2	1456	1124	45,84	45,91
3	1367	1101	43,58	43,59
Ткань 3				
0	1012	967	31,9	29,36
1	953	943	30,36	28,54
2	912	891	27,51	26,54
3	873	848	25,65	24,02
Ткань 4				
0	509	456	26,57	25,21
1	461	395	22,67	23,41
2	395	365	20,57	21,15
3	367	348	16,87	16,54
Ткань 5				
0	879	756	35,24	31,25
1	804	724	33,41	29,51
2	784	694	30,54	26,57
3	753	652	28,91	25,84
Ткань 6				
0	1815	1752	62,31	60,27
1	1764	1701	60,57	57,54
2	1732	1694	58,68	55,69
3	1674	1667	54,91	54,28
Ткань 7				
0	1357	1275	48,92	46,35
1	1312	1212	47,25	45,91
2	1275	1178	46,19	45,34
3	1218	1165	41,58	40,87
Ткань 8				
0	1114	1102	42,39	41,24
1	1048	1012	40,91	40,23
2	986	981	37,54	35,94
3	945	942	33,65	33,97
Ткань 9				
0	756	697	32,36	30,27
1	731	651	30,57	28,14
2	665	612	28,41	26,53
3	612	591	23,56	22,69
Ткань 10				
0	1234	1157	45,21	43,67
1	1184	1102	44,91	40,59
2	1145	975	40,51	38,51
3	997	945	34,57	34,58

В качестве примера на рис. 1-2 приведены зависимости механических свойств от длительности температурного воздействия.

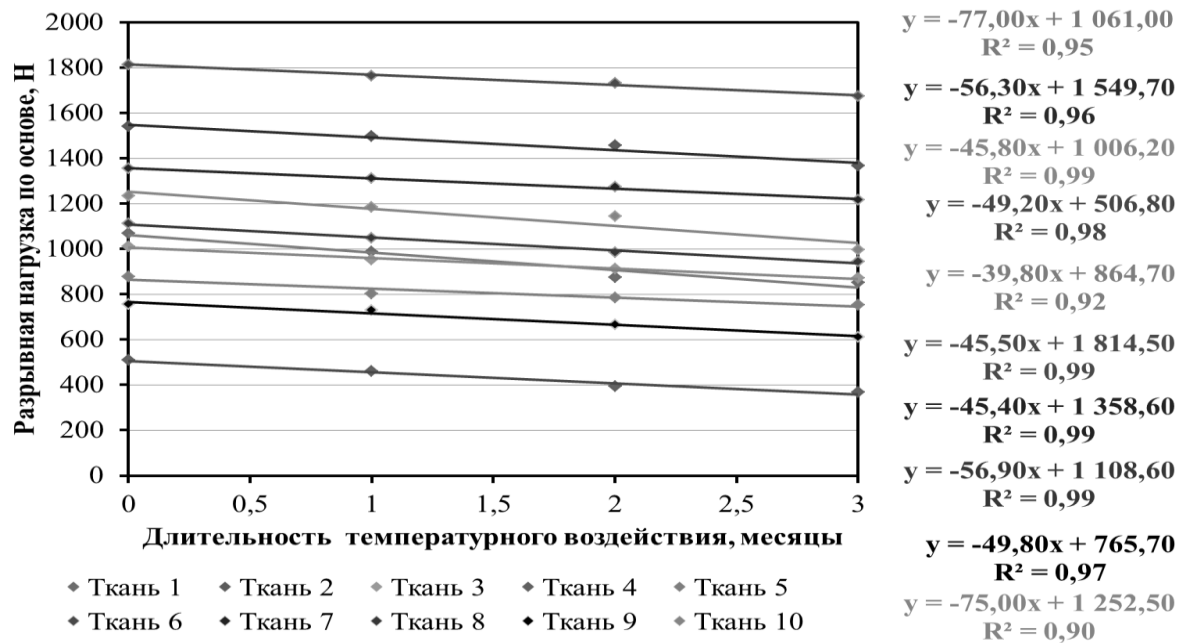


Рис. 1. Зависимость разрывной нагрузки по основе от длительности температурного воздействия

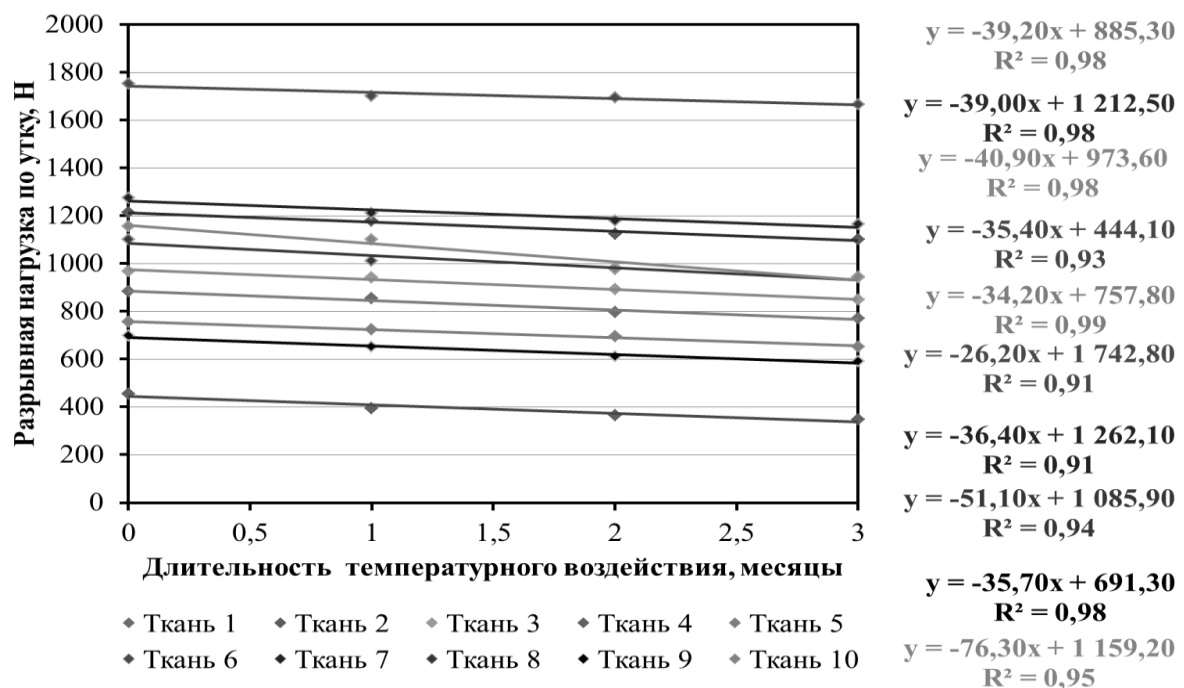


Рис. 2. Зависимость разрывной нагрузки по утку от длительности температурного воздействия

Механические свойства после воздействия однократной заморозки снижаются при увеличении длительности воздействия. Изменения происходят по линейному закону следующего вида:

$$y=-ax+b,$$

где y – разрывная или раздирающая нагрузка, Н;
 x – длительность температурного воздействия, месяцы;
 a, b – коэффициенты.

Наибольшей разрывной нагрузкой по основе и утку обладает Ткань 6, а наименьшей – Ткань 4. Представленные образцы имеют практически одинаковую величину механических свойств по основе и утку, так как ткани выработаны с одинаковой плотностью по основе и утку и линейной плотностью нитей основы и утка.

Наличие мембранного покрытия увеличивает прочность образцов. Наиболее чувствительным критерием оценки воздействия пониженной температуры является раздирающая нагрузка образцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении.

К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПОЛЗУЧЕСТИ НИТИ ПРИ ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТИ НАГРЕВА

Саркисов В.Ш.¹, Тер-Микаэлян П.Ю.², Шаблыгин М.В.

¹ Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

² ЗАО «ИНСИСТЕМС», г. Москва

Моделирование ползучести текстильных материалов при различных режимах нагружения имеет большое значение для прогнозирования их поведения при эксплуатации.

В работах [1,2] для моделирования ползучести нитей при постоянной температуре в области неразрушающего действия напряжения использовалась трехэлементная механическая модель, учитывающая наличие упругой и высокоэластической деформаций при растяжении нити.

Уравнение ползучести трехэлементной механической модели представим в виде:

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

где ε - суммарная деформация, $\varepsilon_y = \sigma/E_1$ - упругая деформация модели,

σ - напряжение, $\eta = \eta(\Delta U(\sigma), T, t)$ - коэффициент вязкости модели, E_1 и E_2 - упругие характеристики модели, $\Delta U(\sigma) = U_0 - \alpha\sigma$ - энергия активации, T - абсолютная температура, t - текущее время.

Для описания ползучести нитей при постоянной температуре испытания применяются уравнения с различными функциями ползучести. Например, с функцией Кольрауша [2], с функцией арктангенс от степенного аргумента [3] и так далее. В работах [2,3] приводятся методики определения зависимости коэффициента вязкости, входящего в уравнение (1) для известных функций ползучести и определения упругих характеристик. Выбор функций ползучести обусловлен корректным описанием экспериментальных кривых ползучестей и осуществлением прогноза деформации нити при различных режимах испытаний по экспериментальным кривым ползучести.

При $\eta = E_2 k^{-1} \tau^k t^{1-k}$, где τ - время запаздывания, из уравнения (1) после интегрирования выводится уравнение ползучести модели с функцией Кольрауша [2] для моделирования ползучести синтетических нитей при постоянной температуре. Опираясь на результаты работ [2,3], представим зависимость времени запаздывания τ от времени t и скорости нагрева V в виде: $\tau = \tau_0 \exp \frac{\Delta U(\sigma)}{R(T_0 + Vt)}$, где τ_0 - предэкспоненциальный множитель, R - универсальная газовая постоянная, T_0 - температура в начальный момент времени. С учетом приведенной зависимости для времени запаздывания зависимость коэффициента вязкости от температуры при постоянной скорости нагрева V примет вид:

$$\eta = E_2 k^{-1} \tau_0^k t^{1-k} \exp \frac{k \Delta U(\sigma)}{R(T_0 + Vt)}. \quad (2)$$

После подстановки зависимости (2) в уравнение (1) получим уравнение для описания ползучести нити при постоянной скорости нагрева:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma}{E_1} + \frac{\sigma}{E_2} \left[1 - \exp \left(- \int_0^t \frac{k t^{k-1}}{\tau_0^k} \exp \left[- \frac{k \Delta U(\sigma)}{R(T_0 + Vt)} \right] dt \right) \right]. \quad (3)$$

Для вычисления интеграла, входящего в уравнение (3), произведем разложение функции $\frac{t^{k-1}}{\tau_0^k} \exp \left[- \frac{k \Delta U(\sigma)}{R(T_0 + Vt)} \right]$ в ряд Маклорена по степеням t . Для исследований, ограничимся первыми двумя членами ряда.

После разложения подынтегральной функции в ряд Маклорена с учетом первых двух членов ряда и вычисления интеграла, входящего в уравнение (3), получим:

$$\varepsilon(t) \approx \frac{\sigma}{E_1} + \frac{\sigma}{E_2} \left[1 - \exp \left(-a \frac{t^k}{\tau_0^k} \left(1 + \frac{V k^2 \Delta U(\sigma)}{(k+1) R T_0^2} t \right) \right) \right], \quad (4)$$

где $a = \exp \left(-\frac{k \Delta U}{R T_0} \right)$.

Отметим, что в уравнение (4) входят упругие характеристики модели, энергия активации, параметр k , время запаздывания, численные значения которых определяются непосредственно из известных кривых ползучести, полученных при постоянной температуре. Методики определения перечисленных характеристик и параметров по экспериментальным кривым ползучести, полученным при постоянной температуре, известны [2,3], что в свою очередь позволяет корректно спрогнозировать ползучесть нити при постоянной скорости нагрева, увеличивая число членов при разложении функции $\frac{t^{k-1}}{\tau_0^k} \exp \left[-\frac{k \Delta U(\sigma)}{R(T_0 + Vt)} \right]$ в ряд Маклорена.

В работе [3] показано, что если в процессе ползучести синтетической нити не изменяются ее упругие характеристики, то при $t \rightarrow +\infty$ кривые ползучести нити характеризуются наличием верхней горизонтальной асимптоты, и для ее определения можно применить принцип температурно-временной аналогии. В этом случае из уравнения (4) следует, что увеличение скорости нагрева для таких нитей приведет лишь к ускорению протекания релаксационных процессов в нити и быстрому приближению к предельному значению деформации ε_{np} , которая вычисляется по формуле: $\varepsilon_{np} = \sigma(E_1^{-1} + E_2^{-1})$.

На рис.1 приведены расчетные кривые ползучести нити СВМ в координатах $\varepsilon - \lg t$. Расчеты производились с использованием полученного уравнения ползучести (4). Для расчетов воспользовались результатами, приведенными в работе [3]: $\sigma = 780 \text{ МПа}$, $E_1 = 105 \text{ ГПа}$, $E_2 = 126 \text{ ГПа}$, $\alpha = 8.7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 / \text{моль}$, $\tau_0 = 2.9 \cdot 10^4 \text{ сек.}$, $U_0 = 15 \text{ кдж/моль}$, $T_0 = 293 \text{ К}$. Выбор температурного – временного интервала для построения расчетных кривых ползучестей при различных скоростях нагрева определялся возможностью применения принципа температурно-временной аналогии для описания ползучести нити в изотермических условиях.

Из анализа кривых ползучести (рис.1) следует, что при увеличении скорости нагрева увеличивается величина деформации, и скорость ползучести при наперед заданном времени испытания. Кривые ползучести от 0,1 мин. до 1 мин. практически неразличимы. Формы кривых ползучестей не изменяются в рассматриваемом деформационном – временном интервале с увеличением скорости нагрева. Тем не менее, скорость нагрева при одной и той же нагрузке может повлиять на изменение форм кривых ползучести

нитей, если допустить, что в процессе ползучести нити изменяется механизм деформации. В этом случае в математическое описание модели должны быть введены зависимости энергии активации и упругих характеристик от температуры с учетом возможных изменений механизма деформации.

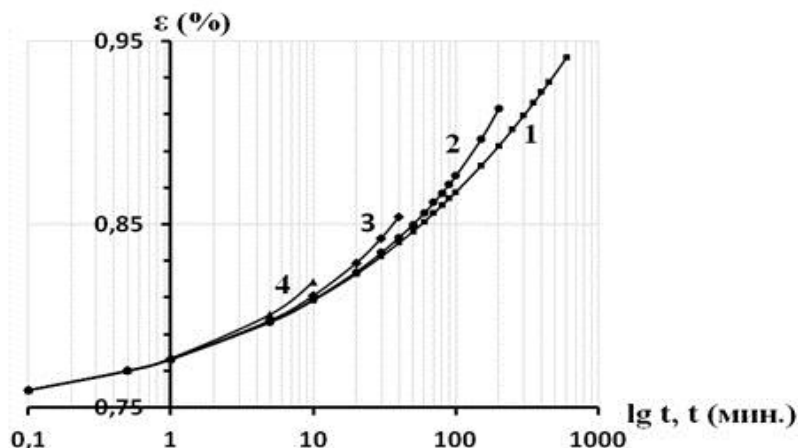


Рис. 1. Кривые ползучести нити СВМ:

1 - $V_1 = 0$ °C/мин.; **2** - $V_2 = 1$ °C/мин.; **3** - $V_3 = 5$ °C/мин.; **4** - $V_4 = 20$ °C/мин.

Для расчета скорости ползучести использовалась зависимость (5), полученная из уравнения (4).

$$\frac{d\varepsilon(t)}{dt} = \frac{\sigma}{E_2} a \frac{1}{\tau_0^k} \left(kt^{k-1} + \frac{V k^2 \Delta U(\sigma)}{RT_0^2} t^k \right) \exp \left(-a \frac{t^k}{\tau_0^k} \left(1 + \frac{V k^2 \Delta U(\sigma)}{(k+1)RT_0^2} t \right) \right). \quad (5)$$

На рис. 2 приведены зависимости скорости деформации от времени в координатах $\lg \frac{d\varepsilon}{dt}$ - $\lg t$.

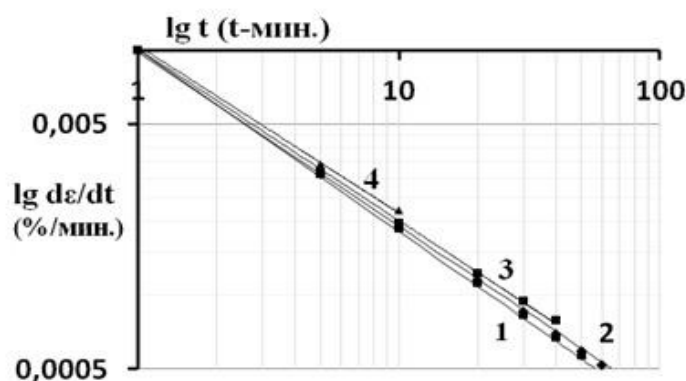


Рис. 2. Зависимости $\lg d\varepsilon/dt$ от $\lg t$:

1 - $V_1 = 0$ °C/мин.; **2** - $V_2 = 1$ °C/мин.; **3** - $V_3 = 5$ °C/мин.; **4** - $V_4 = 20$ °C/мин.

Из рис. 2 следует, что характер изменения зависимостей $\lg d\varepsilon/dt$ от $\lg t$ для различных скоростей нагрева в первом приближении не зависит от скорости нагрева, при этом мы получаем веер прямых, описываемых убывающими линейными функциями.

Получено уравнение для описания ползучести нити при постоянной скорости нагрева. Показано, что в области применения принципа температурно-временной аналогии для описания ползучести нитей при одной и той же нагрузке форма кривых ползучести не зависит от скорости нагрева.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тер-Микаэлян П.Ю., Саркисов А.Ш., Шаблыгин М.В., Тиранов В.Г., Саркисов В.Ш. К описанию релаксации напряжения в нитях из жесткоцепных полимеров // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. - 2011. Т.13. № 3. С.44-47.
2. Саркисов В. Ш., Тиранов В. Г. Оценка изменения модуля упругости высокоориентированного лавсана в процессе ползучести // Сборник научных трудов. Вып. 4. – Т.: ТГУ, 1998. С.75-79.
3. 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.

РVT-СВОЙСТВА КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

Скородумов В.Ф.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

В работе [1] на основе ячеечной модели «гармонический осциллятор» получены термическое уравнение состояния, выражения для силовой константы, частоты колебаний и других параметров в случае кристаллических полимеров. В данной работе рассмотрены некоторые предсказания теории [1] в случае атмосферного давления.

Согласно работе [1] уравнение состояния полимерного кристалла в случае «классической гармонической аппроксимации» в приведенных переменных имеет вид

$$\tilde{p}\tilde{v}_S = \frac{2((z_c - 2)x + 2)}{x} (A_0\tilde{v}_S^{-4} - B_0\tilde{v}_S^{-2}) + 3\tilde{T}_\varepsilon \frac{c}{x} \gamma_S, \quad (1)$$

а в случае «квантовой гармонической аппроксимации» это уравнение имеет вид

$$\tilde{p}\tilde{v}_S = \frac{2((z_c - 2)x + 2)}{x} (A_0\tilde{v}_S^{-4} - B_0\tilde{v}_S^{-2}) + 3\frac{c}{x} \left(\frac{\tilde{\omega}_0\theta_S}{2} + \frac{\tilde{\omega}_0\theta_S}{e^{\frac{\tilde{\omega}_0\theta_S}{T_\varepsilon}} - 1} \right) \gamma_S, \quad (2)$$

где $\tilde{p} = p/p^* = pv^*/\varepsilon^*$ – приведенное давление;

p – давление;

$p^* = \varepsilon^*/v^*$ – характеристическое давление;

ε^* – глубина потенциальной ямы,

r^* – положение потенциальной ямы;

$v^* = r^{*3}/\xi$ – характеристический объем;

ξ – коэффициент, зависящий от структуры кристаллической решетки;

$\tilde{v}_S = v_S/v^*$ – приведенный объем ячейки;

v_S – объем ячейки в кристаллическом состоянии;

$T_\varepsilon = T/T_\varepsilon^*$ – приведенная температура;

$T_\varepsilon^* = \varepsilon^*/k$ – характеристическая температура;

k – постоянная Больцмана;

z_c – координационное число решетки;

x – число звеньев в цепи макромолекулы;

c – численный коэффициент, играющий роль числа внешних степеней свободы [2];

$$\gamma_S = -\frac{\partial \ln \omega_S}{\partial \ln v_S} = \frac{4}{3} + \frac{A_1}{A_1 - 2B_1(v_S/v^*)^2} \text{ – параметр Грюнаизена;}$$

A_i, B_i ($i = 0, 1, 2, \dots$) – численные коэффициенты, зависящие от геометрии решетки [2, 3];

$\omega_S = \omega_0\theta_S$ – циклическая частота колебаний в кристаллическом состоянии;

$$\omega_0 = \sqrt{2\varepsilon^*/(m(\xi v^*)^{2/3})} \text{ – классическая характеристическая частота;}$$

$$\theta_S = \left(\frac{v_S}{v^*}\right)^{-4/3} \sqrt{\frac{(z_c - 2)x + 2}{x} \left(A_1 \left(\frac{v_S}{v^*}\right)^{-2} - 2B_1 \right)} \text{ – безразмерная переменная величина, зависящая от объема полимерной системы;}$$

$\tilde{\omega}_0 = \omega_0/\omega^* = \sqrt{2\hbar^2/(m\varepsilon^*(\xi v^*)^{2/3})}$ – приведенная классическая характеристическая частота;

$\omega^* = \varepsilon^*/\hbar$ – квантовая характеристическая частота;

\hbar – постоянная Планка;

m – масса колеблющегося сегмента.

Расчеты показывают, что при высокой температуре «классическое уравнение состояния» и «квантовое уравнение состояния» дают практически одинаковые результаты, но величина объема согласно «квантовому

уравнению состояния» больше величины объема согласно «классическому уравнению состояния». Увеличение координационного числа решетки и учет влияния не ближайших соседей уменьшает объем кристалла. Примечательно, что с увеличением координационного числа решетки и уменьшением коэффициента c увеличивается интервал температур, в котором наблюдается линейная зависимость объема от температуры.

Расчеты также показывают, что частота крутильных колебаний при атмосферном давлении в случае полиэтилена примерно равна 56 см^{-1} . Эта величина удовлетворительно согласуется с литературной частотой крутильных колебаний полиэтилена, которая по разным оценкам составляет $100 \dots 150 \text{ см}^{-1}$. Примечательно, что, согласно расчетам, частота колебаний слабо уменьшается с ростом температуры.

С ростом температуры теоретические зависимости объема от температуры изгибаются вверх, что совпадает с экспериментальными зависимостями объема от температуры.

Рассматриваемая модель имеет возможности для дальнейшего улучшения.

Во-первых, в модели рассматривается возможность образования только одиночных дырок на квазикристаллической решетке. В действительности, например, в аморфном состоянии, возможно образование кластеров из двух, трех и большого числа дырок.

Во-вторых, из-за сложности расчетов в рассмотренной теории использована простейшая модель внутримолекулярных взаимодействий. Гораздо более тонкая модель внутримолекулярных взаимодействий, рассмотренная Флори в работе [3], позволила получить ряд превосходных результатов при атмосферном давлении для большого числа полимеров. Заметим, однако, что в работе [3] совершенно не рассмотрены межмолекулярные взаимодействия, играющие важную роль при рассмотрении pVT -свойств полимеров при высоких давлениях, термодинамики переходов и т.д.

В-третьих, в рассмотренной модели не рассмотрено влияние различных конформаций макромолекулы на объем полимерной системы, которое может оказаться весьма существенным. Эти вопросы будут рассмотрены в другой работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скородумов В.Ф. PVT -свойства кристаллических полимеров. Теория // Бутлеровские сообщения. – 2012. – Т 30. – №4. – С. 37-43.
2. Пригожин И.Р. Молекулярная теория растворов. – М.: Металлургия, 1990. – 360с.
3. Флори П. Статистическая механика цепных молекул. – М.: Мир, 1971. – 440 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АППРОКСИМАЦИЙ ХАГГИНСА И ФЛОРИ

Скородумов В.Ф., Бондаренко Е.В.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Несмотря на критику, решеточная модель до сих пор используется в полимерной физико-химии для расчетов свойств полимерных систем. Во многом такой интерес объясняется сравнительной простотой модели и возможностью получения на ее основе не только качественных, но и количественных результатов. В данной работе сравниваются аппроксимация Хаггинса и аппроксимация Флори, использующие решеточную модель для расчета числа конфигураций полимерной системы.

Мейер [1], по-видимому, первый предложил использовать квазикристаллическую решетку для объяснения аномальных свойств растворов полимеров в низкомолекулярных жидкостях. С каждым узлом такой решетки связана ячейка, которая может быть занята либо молекулой низкомолекулярного растворителя либо звеном макромолекулы. Звенья макромолекулы должны занимать непрерывную последовательность смежных ячеек, которые могут располагаться самым различным образом на решетке. Из данной ячейки может исходить много таких последовательностей; макромолекулы могут принять любую из них, соответствующую вращению вокруг валентных связей скелетных атомов. К сожалению, Мейер в своей работе провел только качественный анализ предложенной им модели, количественный анализ он не проводил.

При использовании решеточной модели возникают две счетные проблемы, которые связаны между собой. Первая проблема связана с вычислением числа различных конформаций макромолекул, а вторая проблема связана с вычислением числа конфигураций, в которых совокупность макромолекул определенной формы (конформации) может быть уложена на решетке. При решении этих проблем наибольшего внимания заслуживают аппроксимации Флори, Хаггинса и Гуггенгейма [2]. Заметим, что первые две аппроксимации при исследовании растворов полимеров часто называют аппроксимацией Флори-Хаггинса, не делая различия между ними и полагая, что аппроксимации Флори и Хаггинса приводят к одинаковым результатам.

Однако, на самом деле, существуют две аппроксимации Хаггинса, одну из которых будем называть аппроксимацией Хаггинса, а другую – улучшенной аппроксимацией Хаггинса. Как показывают расчеты улучшенная аппроксимация Хаггинса и аппроксимация Гуггенгейма приводят к одинаковым выражениям для числа конфигураций полимерной системы и превосходят по точности предсказаний как аппроксимацию Флори, так и аппроксимацию Хаггинса (этот анализ будет сделан в другой работе). В

данной работе детально рассмотрена аппроксимация Флори и аппроксимация Хаггинса.

В случае аппроксимации Флори [3], [4], рассматриваются линейные полимерные молекулы с неразличимыми концами при следующих предположениях.

1) Смесь макромолекул и молекул растворителя согласуется с моделью Мейера. Это предполагает использование квазикристаллической решетки для жидкости, возможность замены сегментов макромолекулы (не обязательно идентичных структурным единицам макромолекулы) на молекулы растворителя в ячейках кристаллической решетки и независимость постоянных решетки от состава. Объем всех ячеек решетки одинаков.

2) Все макромолекулы имеют один и тот же размер (число сегментов равно x).

3) Средняя концентрация сегментов макромолекул в ячейках, смежных с ячейками, не занятыми полимерным раствором, равна их общей средней концентрации.

Для определения общего числа конфигураций Флори рассматривает процесс последовательного добавления макромолекул на решетку с N узлами (ячейками). Примечательно, что средняя концентрация вакантных ячеек, играющая ключевую роль в аппроксимации Флори, является по существу объемной долей вакантных ячеек.

Флори полагал, что природа рассматриваемой им аппроксимации такова, что она не дает возможность исключить из расчета такие конформации макромолекулы, при которых два сегмента одной и той же макромолекулы, разделенные двумя или большим числом промежуточных сегментов той же самой макромолекулы, занимают одну и ту же ячейку. Поэтому вычисленное при такой аппроксимации число конфигураций является завышенным.

Считая координационное число решетки z_c большим, Флори в расчетах положил $z_c / (z_c - 1) \cong 1$. Общее число конфигураций системы n_x одинаковых макромолекул и n_1 одинаковых молекул низкомолекулярного растворителя согласно Флори равно

$$W_F = \frac{N^{(1-x)n_x} (z_c - 1)^{(x-1)n_x}}{2^{n_x} n_x!} N^x (N-x)^x (N-2x)^x \dots (N-x(n_x-1))^x =$$

$$= \frac{1}{2^{n_x} n_x!} \left(\frac{z_c - 1}{N} \right)^{(x-1)n_x} x^{xn_x} \frac{\left(\left(\frac{N}{x} \right)! \right)^x}{\left(\left(\frac{N}{x} - n_x \right)! \right)^x}.$$

Далее Флори применил для факториалов аппроксимацию Стирлинга $x! = x^x e^{-x}$ и получил следующее выражение числа конфигураций полимер-

ной системы [3], [4]

$$W_F = \frac{1}{2^{n_x}} \left(\frac{z_c - 1}{e} \right)^{(x-1)n_x} \frac{(xn_x + n_1)^{n_1 + n_x}}{n_1^{n_1} n_x^{n_x}}.$$

Хаггинс [5], [6] также рассматривал раствор, содержащий n_1 сферических молекул растворителя и n_x макромолекул, состоящих из x сегментов, равных по форме и размеру молекулам растворителя. Он предполагал, что изменение объема при смешении и теплота смешения равны нулю. Раствор рассматривался статистически как твердый раствор. Первоначально на решетку последовательно одна за другой добавляются макромолекулы, а затем молекулы растворителя.

В своих расчетах Хаггинс неявно положил, что вероятность того, что узел-кандидат (ячейка) для размещения сегментов 2, 3, 4 и последующих является свободным, не зависит от числа уже уложенных сегментов макромолекулы 2.

Примечательно, что Хаггинс, также как и Флори, использует одну и ту же величину для вероятности того, что данная ячейка является вакантной – среднюю объемную долю свободных узлов.

В конечном итоге Хаггинс получил следующее выражение для числа конфигураций системы n_x макромолекул, состоящих из x сегментов, и n_1 молекул растворителя

$$W_H = z_c^{n_x} (z_c - 1)^{(x-2)n_x} x^{n_x} \frac{\left(n_x + \frac{n_1}{x} \right)!}{\left(\frac{n_1}{x} \right)!} \left(\frac{x}{xn_x + n_1} \right)^{(x-1)n_x} \left(\frac{\left(n_x + \frac{n_1}{x} \right)!}{\left(\frac{n_1}{x} \right)!} \right)^{x-1}.$$

Применяя формулу Стирлинга для последнего сомножителя этого выражения, получим

$$W_H = z_c^{n_x} (z_c - 1)^{(x-2)n_x} x^{n_x} \frac{\left(n_x + \frac{n_1}{x} \right)!}{\left(\frac{n_1}{x} \right)!} \left(\frac{x}{xn_x + n_1} \right)^{(x-1)n_x} \times$$

$$\times \left(\frac{\left(\frac{xn_x + n_1}{x} \right)^{\frac{xn_x + n_1}{x}} e^{-\frac{xn_x + n_1}{x}}}{\left(\frac{n_1}{x} \right)^{\frac{n_1}{x}} e^{-\frac{n_1}{x}}} \right)^{x-1}.$$

Для того, чтобы учесть неразличимость макромолекул и их концов, полученное число различных конфигураций полимерной системы необходимо поделить соответственно на $n_x!$ и 2^{n_x} . Прделав эту операцию, в итоге получим выражение Хаггинса [5], [6] для числа конфигураций рассматриваемой системы

$$W_H = \frac{(z_c - 1)^{(x-2)n_x} x^{n_x} z_c^{n_x} \left(n_x + \frac{n_1}{x} \right)! (xn_x + n_1)^{\frac{(x-1)n_1}{x}}}{2^{n_x} \left(\frac{n_1}{x} \right)! n_1^{\frac{n_1(x-1)}{x}} n_x! e^{n_x(x-1)}}.$$

После размещения макромолекул по вакантным ячейкам распределяются молекулы растворителя, что не изменяет число конфигураций системы.

Выражения для W_F и W_H внешне отличаются друг от друга. Однако, применяя формулу Стирлинга к факториалам в выражении W_H , получим

$$W_H = \frac{1}{2^{n_x}} \left(\frac{z_c}{z_c - 1} \right)^{n_x} \left(\frac{z_c - 1}{e} \right)^{(x-1)n_x} \frac{(xn_x + n_1)^{n_1 + n_x}}{n_1^{n_1} n_x^{n_x}}.$$

С другой стороны, согласно аппроксимации Флори имеем

$$W_F = \frac{1}{2^{n_x}} \left(\frac{z_c - 1}{e} \right)^{(x-1)n_x} \frac{(xn_x + n_1)^{n_1 + n_x}}{n_1^{n_1} n_x^{n_x}}.$$

Если при выводе этой формулы не делать допущения $z_c/(z_c - 1) \cong 1$ (что равносильно тому, что координационное число решетки z_c равно бесконечности), то выражение для числа конфигураций согласно аппроксимации Флори примет такой же вид, как и выражение для числа конфигураций согласно аппроксимации Хаггинса. Таким образом, аппроксимация Хаггинса принципиально не отличается от аппроксимации Флори и в данном случае действительно уместно название аппроксимация Флори-Хаггинса.

Следует отметить, что приближение $z_c/(z_c - 1) \cong 1$ в случае малого координационного числа решетки может существенно повлиять на величину числа конфигураций системы. Поэтому в данном случае аппроксимация Хаггинса должна приводить к более точным результатам, чем аппроксимация Флори.

ЛИТЕРАТУРА

1. Meyer K.H. Über die Mischungsentropie von Systemen mit langkettigen Verbindungen und ihre statistische Erklärung // Zeits. für Physik. Chemie. – 1939. – V. B44. – N. 2. – P. 383-396.
2. Miller A.R. Theory of solutions of high polymers. – Oxford: Clarendon Press, 1948. – 118 p.
3. Flory P.J. Thermodynamics of High Polymer Solutions // J. Chem. Phys. – 1941. – V. 9. – N. 8. – P. 660-661.
4. Flory P.J. Thermodynamics of High Polymer Solutions // J. Chem. Phys. – 1942. – V. 10. – N. 1. – P. 51-61.
5. Huggins M.L. Solutions of Long Chain Compounds // J. Chem. Phys. – 1941. V. 9. – N. 5. – P. 440.
6. Huggins M.L. Some properties of solutions of long-chain compounds // J. Phys. Chem. – 1942. – V. 46. – N. 1. – P. 151-158.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТЯЖИМОСТИ И УПРУГОСТИ ШЕРСТЯНЫХ И ПОЛУШЕРСТЯНЫХ КОСТЮМНЫХ ТКАНЕЙ

Смирнова А.М.¹, Демократова Е.Б.²

¹ ООО «Дамко Рус», г. Москва

² Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

В качестве объектов исследования были взяты ткани, основные характеристики которых приведены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика объектов исследования

№ образца ткани	Содержание волокон, %	Страна-производитель	Поверхностная плотность, г/м ²
1	шерстяное 100	Германия	148
2	шерстяное 90, эластан 10	Италия	166
3	шерстяное 83, полиэфирное 17	Италия	250
4	шерстяное 50, полиэфирное 40, вискозное 10	Германия	206
5	шерстяное 50, полиэфирное 50	Россия	286
6	шерстяное 37, полиэфирное 29, вискозное 34	Россия	252

Как было установлено экспертным методом на основе опроса потребителей, для формоустойчивости пиджаков, брюк и юбок существенное значение имеют растяжимость ткани (негативный показатель) и доля упругой деформации (позитивный показатель). Эти величины относятся к одноцикловым характеристикам механических свойств тканей при растяжении, поэтому их целесообразно определять совместно.

В настоящей работе растяжимость характеризуется величиной относительной деформации пробы по истечении заданного времени нагружения, а упругость – долей быстрообратимой деформации в полной деформации пробы [1].

В работе было предпринята попытка провести двухосное растяжение ткани. За основу была взята методика ГОСТ 28239, основанная на использовании прибора СЧД-1. К сожалению, ни одна модификация данного прибора не оказалась устройством, на котором измерение стрелы прогиба проводится с достаточной точностью. Основной причиной этого явления является малая стрела прогиба даже тех проб, которые имели диаметр 120 мм и больше. Очевидно, что данный диаметр пробы существенно больше, чем размеры локтевого или коленного сустава, движение которых приводит к деформации изделий. Следовательно, дальнейшее увеличение размеров пробы нецелесообразно.

Поэтому в работе было принято решение ограничиться одноосным растяжением проб по основе и по утку отдельно. В связи с необходимо-

стью определения растяжимости был использован релаксометр, дающий постоянную нагрузку на пробы.

В работе [2] рекомендуются следующие параметры испытания: зажимная длина 200 мм; ширина пробной полоски 25 мм; постоянная нагрузка 10 – 25% разрывной нагрузки; время действия нагрузки 60 мин; время от разгрузки до первого отсчета 2 – 5 с.

В результате предварительного эксперимента было принято решение проводить первый отсчет спустя 5 с после снятия нагрузки, т.к. при меньшем времени до первого отсчета возникала большая погрешность измерения удлинения, что объясняется высокой скоростью релаксации упругой деформации.

После анализа режима эксплуатации изделий возникли сомнения в рекомендуемом времени нагружения и величине постоянной нагрузки.

Прежде всего, было исследовано влияние времени нагружения на результаты определения растяжимости и упругости. Было установлено, что характер происходящих в ткани процессов не зависит от данного параметра. Это подтверждается незначительностью разницы между величиной удлинения пробы при времени нагружения 30 минут, 1 час и 2 часа (постоянное нагружение 25% от величины разрывной нагрузки). В связи с этим, из экономических соображений, было принято решение проводить нагружение проб в течение 30 минут.

Было сделано наблюдение, что в случаях, когда постоянная нагрузка превышает 25% величины разрывной нагрузки пробы, наблюдается осыпание нитей по краям пробной полоски. В результате ширина полоски уменьшается и условия испытания непредсказуемо меняются.

При постоянной нагрузке, меньшей, чем 25% разрывной, были получены меньшие значения удлинения. Однако при сопоставлении полученных данных, была отмечена значимая и достаточно тесная статистическая связь между значениями удлинения как для растяжимости, так и для упругости. Например, были рассчитаны следующие величины коэффициента корреляции:

между растяжимостью при нагрузке 25% разрывной и при нагрузке 15% разрывной (в направлении основы) – 0,92 (погрешность коэффициента корреляции 0,07);

между растяжимостью при нагрузке 25% разрывной и при нагрузке 15% разрывной (в направлении утка) – 0,90 (погрешность коэффициента корреляции 0,09);

между упругостью при нагрузке 25% разрывной и при нагрузке 15% разрывной (в направлении основы) – 0,78 (погрешность коэффициента корреляции 0,18);

между упругостью при нагрузке 25% разрывной и при нагрузке 15% разрывной (в направлении утка) – 0,85 (погрешность коэффициента корреляции 0,12).

Отсюда можно сделать вывод, что величину постоянной нагрузки следует выбирать из технических соображений.

Так как все измерения удлинения проводились с помощью линейки, имеющей цену деления 1 мм, с увеличением удлинения относительная погрешность измерения снижается. Поэтому в работе было принято решение проводить испытания при постоянной нагрузке 25% от разрывной нагрузки пробы, т.к. именно при этих условиях обеспечивается достаточная величина удлинения и сохранение целостности пробы.

Было установлено, что при числе пробных полосок 5 относительная ошибка испытания не превышает 10%.

В результате проведения испытания при указанных параметрах были получены данные, приведенные в табл. 2.

Таблица 2. Характеристики растяжимости и упругости исследуемых тканей

№ образца ткани	Растяжимость, %		Упругость	
	по основе	по утку	по основе	по утку
1	4,2	5,3	0,81	0,79
2	3,9	8,2	0,69	0,78
3	8,7	4,9	0,76	0,57
4	7,6	6,6	0,75	0,68
5	8,4	10,9	0,57	0,68
6	2,1	15,0	0,67	0,85

Из данных табл. 2 можно сделать следующие выводы.

Наибольшая растяжимость по основе характерна для тканей, выработанных из шерсти и полиэфирного волокна (ткани 3 и 5), что объясняется именно сырьевым составом. Действительно, при просмотре волокон, составляющих эти ткани, было установлено, что полиэфирное волокно входит в состав нитей основы.

Наибольшая растяжимость по утку отмечена у тканей 5 и 6, имеющих повышенную поверхностную плотность. Это можно связать с высокой линейной плотностью и низкой круткой нитей утка данных тканей. Также повышенную растяжимость по утку имеет ткань 2, что объясняется присутствием в ее составе эластана.

Чистшерстяная ткань 1 имеет низкую, сравнительно с другими образцами, растяжимость. Также данная ткань характеризуется высокой упругостью. Это делает ее применение предпочтительным.

Наименьшей упругостью в направлении основы характеризуется ткань 5, содержащая в этом направлении полиэфирные волокна. Можно предположить, что релаксация обратимой деформации полиэфирного волокна происходит сравнительно медленно, и для данной ткани характерна высокая эластичность, а не высокая упругость.

Также невысокая упругость характерна для ткани 2 с содержанием эластана и для ткани 3, уток которой выработан из шерстяного волокна.

Однако, в целом, все исследуемые ткани характеризуются высокой упругостью: доля быстрообратимой деформации не менее 0,57.

Интересно, что ткани с вложением вискозного волокна характеризуются достаточно высокими значениями упругости. Можно лишь выдвинуть два предположения. Одно из них заключается в том, что в производстве использовано модифицированное вискозное волокно, для которого характерна высокая доля обратимой деформации. Второе предположение – производители, будучи в курсе особенностей свойств вискозных волокон, использовали такие шерстяные или полиэфирные волокна, которые имеют повышенную упругость.

Таким образом, можно сделать вывод, что растяжимость и упругость шерстяных и полушерстяных костюмных зависят не столько от наименований входящих в них волокон, сколько от особенностей этих волокон: порода овцы (шерстяное волокно), модификация химических волокон и т.п.

Например, при просмотре под микроскопом волокон, из которых выработана ткань 1, было установлено, что они отличаются от шерстяных волокон других тканей несколько более крупными чешуйками, более плотным прилеганием чешуек к телу волокна, повышенным блеском.

Выводы.

1. Оптимальны следующие параметры испытания для определения растяжимости и упругости шерстяных и полушерстяных костюмных тканей: зажимная длина 200 мм; ширина пробной полоски 25 мм; постоянная нагрузка 25% разрывной нагрузки; время действия нагрузки 30 мин; время от разгрузки до первого отсчета 5 с; число пробных полосок 5.

2. Растяжимость и упругость шерстяных и полушерстяных костюмных тканей определяются в первую очередь релаксационными свойствами сырья, а во вторую – особенностями строения пряжи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение (волокна и нити): Учебник для вузов – М.: Легпромиздат, 1989. – 352 с.
2. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению: Учеб. пособие для вузов /под ред. Коблякова А.И. – М.: Легпромиздат, 1986 – 344 с.

ВЫБОР ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЛЬНЯНЫХ КОСТЮМНЫХ ТКАНЕЙ

Тесленко А.С.¹, Демократова Е.Б.²

¹ ООО «Эсте ЛаудерКомпаниз»

² Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

При собеседованиях с сотрудниками магазинов тканей было установлено, что в ряде случаев у потребителя имеются претензии к качеству льняных костюмных тканей. Однако сформулировать эти претензии потребители не смогли.

В частности, эта ситуация была характерна для пяти образцов, имеющих заявленный сырьевой состав 100% льняного волокна (табл. 1).

Таблица 1.

Номер образца ткани	Страна-производитель	Поверхностная плотность, г/м ²
1	Россия	199
2	Россия	184
3	Россия	178
4	Италия	204
5	Китай	178

Качество тканей рекомендуется оценивать по ГОСТ 15968-2014 «Ткани чистольняные, льняные и полульняные одежные. Общие технические условия». В данном стандарте нормируются следующие показатели качества: разрывная нагрузка, стойкость к истиранию, изменение размеров после мокрой обработки, несминаемость, пиллингуемость, воздухопроницаемость, гигроскопичность, удельное поверхностное электрическое сопротивление, устойчивость окраски. Также устанавливается определение сортности по ГОСТ 357.

В результате опроса потребителей было установлено, что значимыми показателями качества данных тканей являются также поверхностная плотность и плотность ткани по основе и утку, так как от них зависит внешний вид изделия. Из соображений формоустойчивости было принято решение добавить в перечень потенциально значимых показателей растяжимость и жесткость при изгибе [1]. Кроме того, рядом потребителей было отмечено, что некоторые артикулы льняных тканей сложны в пошиве по причине повышенных раздвигаемости и осыпаемости.

С другой стороны, известно, что чистольняные ткани характеризуются достаточно высокими значениями гигроскопичности и удельного поверхностного электрического сопротивления [1]. Поэтому было принято решение считать данные показатели незначимыми.

В результате список потенциально значимых показателей приобрел следующий вид:

поверхностная плотность;
плотность по основе и утку;
разрывная нагрузка
растяжимость
раздвигаемость
осыпаемость
несминаемость
жесткость при изгибе
стойкость к истиранию
пиллингуемость
изменение размеров после мокрой обработки
устойчивость окраски
воздухопроницаемость
наличие пороков внешнего вида

С целью нахождения определяющих показателей качества при неограниченном числе показателей проводился опрос экспертов.

Объектом опроса являются потребительские свойства костюмной ткани, которые были проранжированы девятью экспертами.

В качестве экспертов были приглашены преподаватели кафедры Материаловедения и товарной экспертизы РГУ им. А.Н. Косыгина, а также потребители. Обработка результатов опроса проводилась по методике [2].

Коэффициент конкордации составил 0,65 при значении критерия Пирсона 76 (табличное значение критерия 22,4). Это говорит о достаточной и значимой согласованности экспертных оценок.

По результатам опроса были рассчитаны коэффициенты весомости отдельных показателей качества, которые приведены в табл. 2. Также в табл. 2 даны результаты выбора определяющих показателей качества: знак «+» говорит о том, что показатель является определяющим, а знак «-» – что он малозначим.

Таблица 2.

Наименование показателя	Коэффициент весомости	Является ли показатель определяющим
Поверхностная плотность	0,086	+
Плотность по основе и утку	0,049	-
Разрывная нагрузка	0,043	-
Разрывное удлинение	0,003	-
Раздвигаемость	0,026	-
Осыпаемость	0,046	-

Несминаемость	0,139	+
Жесткость при изгибе	0,118	+
Стойкость к истиранию	0,069	–
Пиллингуемость	0,096	+
Изменение размеров после мокрой обработки	0,100	+
Устойчивость окраски	0,064	–
Воздухопроницаемость	0,095	+
Наличие пороков внешнего вида	0,066	–

Таким образом, определяющими для льняных костюмных тканей являются шесть показателей. Для четырех из них – несминаемости, пиллингуемости, изменения линейных размеров после мокрых обработок, воздухопроницаемости – в ГОСТ 15698 установлены нормы и методы испытания.

Существуют стандартные методики определения жесткости при изгибе и поверхностной плотности, но нормы этих показателей в национальном стандарте отсутствуют. Тем не менее, поверхностная плотность указывается в техническом описании на каждый артикул ткани.

В связи с этим представляется целесообразным провести нормирование жесткости при изгибе для льняных костюмных тканей, а также выявить рекомендуемые значения поверхностной плотности.

Выводы.

1. Определяющими являются следующие показатели качества льняных костюмных тканей: поверхностная плотность, несминаемость, жесткость при изгибе, пиллингуемость, изменение линейных размеров после мокрых обработок, воздухопроницаемость.

2. Представляется целесообразным провести нормирование жесткости при изгибе для льняных костюмных тканей, а также выявить рекомендуемые значения поверхностной плотности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирюхин С.М., Шустов Ю.С. Текстильное материаловедение. Учебник. – М.: КолосС, 2011.
2. Соловьев А.Н., Кирюхин С.М. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. – М., Легкая и пищевая промышленность, 1984.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МЕМБРАННЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ ОДЕЖДЫ

*Климова Н.А.¹, Бешапошникова В.И.¹, Микрюкова О.Н.¹,
Ковалева Н.Е.²*

¹ Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва,
² Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина,
Россия

К настоящему времени сформировалась теория, объясняющая способность текстильных материалов к проницаемости и поглощению. Доказано, что процессы поглощения сопровождается изменением физико-механических свойств, размеров и массы материалов. Сформулированы основные понятия паропроницаемости и их характеристики. Способность текстильных материалов проявлять свойства проницаемости обусловлена капиллярно-пористой структурой, которая имеет сложную систему пор и капилляр, различающихся размером (микропоры - с радиусом меньше 10^{-7} м, и макропоры - больше 10^{-7} м) и характером расположения. Поры образуются в результате неплотного расположения макромолекул, микрофибрилл и фибрилл в структуре волокон, а также между волокнами и нитями в структуре самого материала. Поэтому, поглощение веществ структурой текстильных материалов представляет собой весьма сложный процесс [1-5]. Расширение ассортимента текстильных материалов, связанное с созданием новых видов волокон, нитей и полотен из них, и появлением интеллектуальных дышащих материалов нового поколения с мембранным покрытием, для которых показатель паропроницаемости является одним из основных, определяющий их качество и конкурентоспособность, подтверждают актуальность данных исследований.

Однако информация о структуре и свойствах тканей с мембранным покрытием очень ограничена. Поэтому предстояло изучить структуру и свойства мембранных тканей, которые рекомендуются для изготовления утепленных и облегченных курток, комбинезонов и других изделий. Объектом исследования являлись четыре вида мембранных тканей разных производителей, представленных в табл. 1.

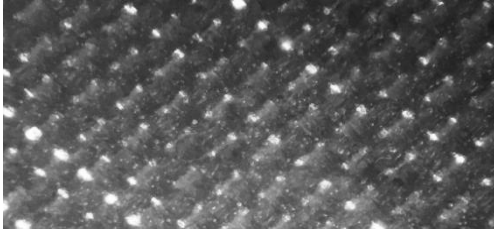
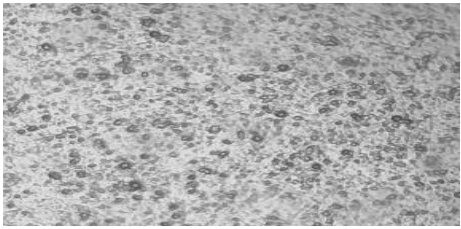
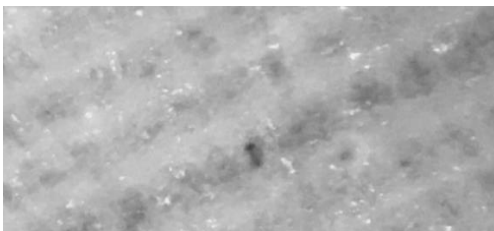
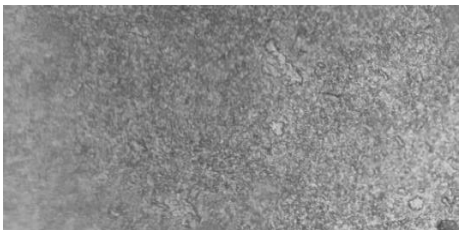
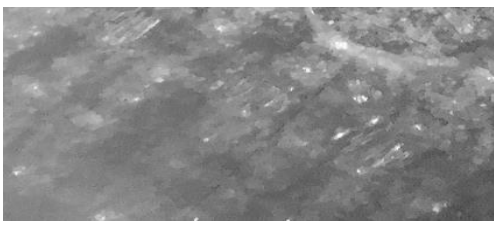
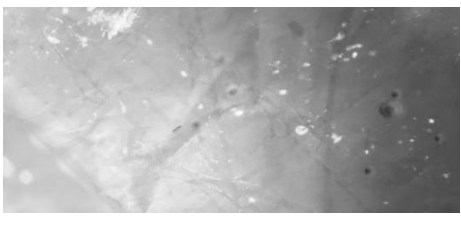

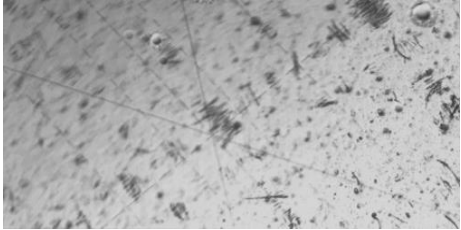
Исследование структуры с помощью оптической микроскопии показало (табл. 1), что на поверхности мембраны ткани арт. С911 видны микропоры, равномерно распределенные по всей поверхности.

Поверхность мембраны ткани арт. 09С20 - мелкозернистая, и при увеличении 1000 поры слабо различимы. Мембрана образца ПЭ 003 194013 имеет монолитную структуру с отдельными редкими порами.

На мембране ткани арт. С812 ППУ видны дефекты в виде царапин, структура пористая, однако поры распределены неравномерно.

Оптическая микроскопия поверхности мембранных тканей с лицевой стороны, то есть со стороны текстильного полотна, за счет бликов света оказалась не результативной.

Таблица 1. Данные оптической микроскопии мембранных тканей

Наименование образцов	Ткань с мембранным покрытием, увеличение 1000	Структура мембраны, увеличение 1000
Мембранная ткань арт. С911		
Мембранная ткань арт. 09С20		
Мембранная ткань ПЭ 003 194013		
Мембранная ткань арт. С812 ППУ		

Таким образом, по данным оптической микроскопии можно предположить, что мембранная ткань арт. С911 должна обладать лучшими показателями паропроницаемости по сравнению с остальными образцами.

Исследование механических свойств тканей с мембранным покрытием позволило установить (табл. 2), что все образцы мембранных тканей отвечают нормативным требованиям ГОСТ 28486-90. Незначительно лучше показатели свойств мембранной ткани арт. С911, которая характеризуется разрывной нагрузкой 64/47 даН, хорошей эластичностью, удлинением 60/65% и упругостью, несминаемостью 83/84%, а также высокой устойчиво-

стью к истиранию по плоскости более 27 тыс. циклов. Жесткость при изгибе не превышает $9000 \text{ мкН}\cdot\text{см}^2$ (табл. 2).

Исследование физических свойств тканей с мембранным покрытием выявило, что мембранные ткани обладают низкой паропроницаемостью $\approx 1,15\text{-}0,11 \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$, и очень низкой воздухопроницаемостью менее $7 \text{ дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$ (табл. 2).

Таблица 2. Показатели свойства текстильных материалов для одежды

Наименование образцов	Поверхностная плотность, г/м^2	Толщина, мм	Коэффициент паропроницаемости, $\text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$	Жесткость при изгибе, $\text{мкН}\cdot\text{см}^2$
Мембранная ткань арт. С911	135	0,17	4,91	<6,9	7387/1548
Мембранная ткань арт. 09С20	100	0,16	3,89	<6,9	1960/1921
Мембранная ткань ПЭ 003.194013	200	0,25	1,86	<6,9	4025/13920
Мембранная ткань арт. С812 ППУ	150	0,27	2,52	<6,9	8947/8672
Металлизированная ткань арт. 44233	52	0,09	-	615	2560/307

Водопроницаемость тканей с мембранным покрытием равна нулю, что обеспечит хорошие теплозащитные свойства одежде и надежную защиту человека от осадков.

Учитывая, что комфорт изделий зависит от температуры и влажности в пододежном пространстве, то в работе исследовали оценку этих характеристик по ГОСТ Р ИСО 11092-2012. Результаты представлены на рисунке 1. Из рисунка 1 видно, что с внутренней стороны мембранной ткани арт. С812 ППУ в первые 40 минут эксперимента влажность постепенно нарастает и достигает максимума 80%. Затем резко начинает снижаться до 50-60% и поддерживается на данном уровне до конца опыта. Такая закономерность может быть обусловлено тем, что на первом этапе на внутренней стороне пробы пары влаги адсорбируются поверхностью мембраны и создают движущую силу – осмотическое давление, которое выталкивает пары влаги во внешнюю среду. Далее процесс диффузии и десорбции влаги продолжается, и влажность пододежного пространства снижается до вполне комфортной влажности 50-60%.

На образцах с внутренней стороны мембранной ткани при максимальной влажности 80% наблюдается капли конденсированной влаги, что является нежелательным явлением, поскольку может способствовать набуханию мембраны и уменьшению диаметра пор, а также намокшая мембранная ткань легко пропускает воду.

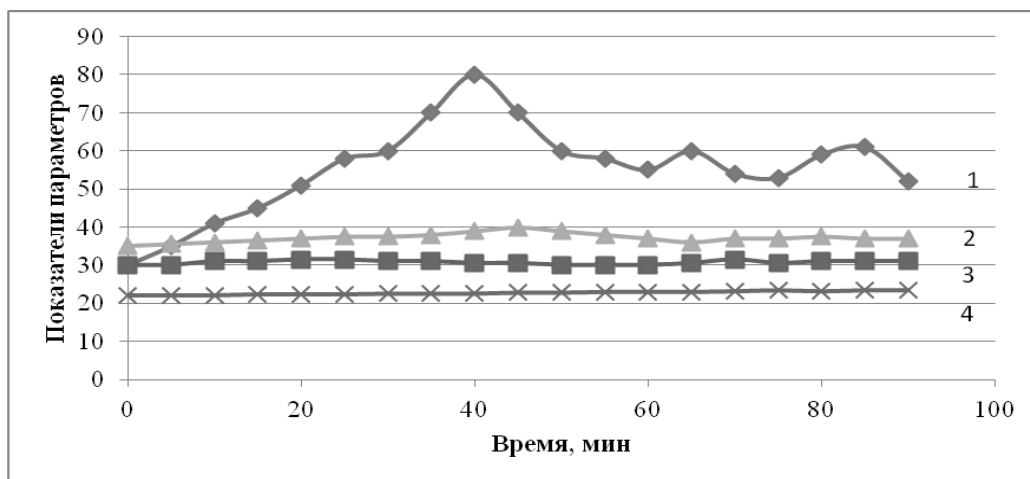


Рис. 1. Влияние структуры мембранной ткани арт. С812 ППУ на показатели параметров: 1 – влажность с внутренней стороны, %; 3 – влажность внешней стороны, %; 2 – температура внутренней стороны, °C; 4 – температура внешней стороны проб, °C

Кроме того, это значительно ухудшает комфорт пододежного пространства. Аналогичная ситуация наблюдается и на других мембранных тканях отечественного производства.

Влажность и температура со стороны внешней среды поддерживается постоянной примерно 22-23 °C и влажность 30-32% благодаря искусственно созданному регулируемому потоку воздуха.

Таким образом, установлено влияние структуры мембранной ткани на показатели качества и комфорт пододежного пространства изделий из них.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хванг Сан-Так. Мембранные процессы разделения / Сан-Так Хванг, К. Каммермейер. - М.: Химия. 1981. - 464 с.
2. Мулдер М. Введение в мембранные технологии: учебное пособие. / М. Мулдер; под ред. Ю.П. Ямпольского и В.П. Дубяги - М.: Мир, 1999. - 513 с.
3. Назаренко Е.А. Биофизика мембран: учеб. пособие / Е.А. Назаренко; под ред. О.В. Родионова. - Мин-во образования и науки РФ, Изд-во ВГТУ, 2004. - 94 с.
4. Рыбальченко В.К. Структура и функции мембран. Практикум / В.К. Рыбальченко, М.М. Коганов. - М.: Высшая школа, 1988. - 312 с.
5. Свитцов А.А. Введение в мембранные технологии/ А.А. Свитцов - М.: ДеЛи принт, 2007, 280 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ ЗАМЕДЛИТЕЛЕЙ ГОРЕНИЯ НА СВОЙСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ

*Микрюкова О.Н.¹, Бесшапошникова В.И.¹, Штейнле В.А.¹,
Загоруйко М.В.², Александрова Т.В.²*

¹ Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва,

² Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина,
Россия

В развитых странах мира для предотвращения трагедий связанных с легкой воспламеняемостью и высокой горючестью текстильных материалов приняты законы, запрещающие их применение в качестве отделочных, обивочных, интерьерных полотен, для производственной и специальной одежды, а также некоторых товаров бытового назначения, прежде всего, это одежда для пожилых людей, постельное белье и других изделий. Поэтому проблема снижения горючести текстильных материалов имеет первостепенное значение. Улучшение функциональных характеристик текстильных материалов или придание им новых свойств путем модифицирования за счет незначительного изменения или дополнения базовой технологии требует значительно меньших материальных затрат и времени, чем создание принципиально новых видов волокон. Поэтому модификация является одним из основных способов придания полимерным материалам специфических свойств [1-5].

Цель работы заключается в снижении горючести текстильных полотен за счет обработки фосфорсодержащими замедлителями горения.

Объектами модификации являлись: объемный нетканый утеплитель поверхностной плотности 100 г/м² из полиэфирного волокна линейной плотности 0,84 текс; для тканей верха - полушерстяное сукно, содержащее 50% полиэфирных волокон (ПЭ) и 50% шерсти (Ш) поверхностной плотности 477 г/м², а также ткань молескин С26-ЮД сатинового переплетения из 100% хлопка (Хл), поверхностной плотности 347 г/м².

Огнезащитную модификацию осуществляли фосфор-, азотсодержащими замедлителями горения (ЗГ) производства Германии: афламмитом КWB –диалкилфосфонопропиониламид-N-метил (КWB), фламментином АРF (АРF) и флоримп кверде (Florimp KVerde) (FKV) методом пропитки плюсованием. Катализатор – 70-75% фосфорная кислота, сшивающий агент Квекодур DM 70 на основе меламиноформальдегидной смолы. В качестве мягчителя, для придания мягкого грифа и снижения жесткости тканей, использовали 3% раствор октамона.

Исследование свойств модифицированных огнезащищенных тканей (ОЗТ) и нетканых утеплителей (ОНУ), табл. 1, подтвердило их соответствие требованиям ГОСТ 12.4.105-81 и ГОСТ 12.4.250-2013, предъявляемым к материалам для спецодежды сварщика.

Таблица 1. Сравнительная характеристика свойств тканей верха и утеплителя

Состав образца, % масс.	КИ, % об	M _{s2} , г/м ²	Жесткость при изгибе, мкН·см ²	Pp, даН	Исти- рание, циклы
			основа/уток	осн./уток	
Сукно (50ПЭ+50Ш) (исходная)	22	477	14427/14173	159/138	25840
Сукно +25 KWB	28,3	502	14486/14268	156/132	25779
Сукно +14 APF	30,5	491	13949/13910	152/130	25980
Сукно + 17 FKV	29,0	494	14609/14391	150/130	25669
Молескин 100 Хл (исходная)	18	347	11495/11451	160/130	15700
Молескин + 27 KWB	29,5	374	11097/11115	158/128	15598
Молескин +11APF	29,0	358	11019/11016	159/127	15970
Молескин + 12 FKV	28,5	359	11429/11120	154/125	15651
ОНУ (100 ПЭФ) (исходный)	20	100	8950/10120	13/18	-
ОНУ + 14 KWB	28,0	114	8814/9009	12/18	-
ОНУ +8 APF	29,5	18	8825/9080	12,5/19	-
ОНУ+23 FKV	30	123	8860/9595	12/18,5	-

Примечание: коэффициент вариации показателей свойств не превышает 4,6%

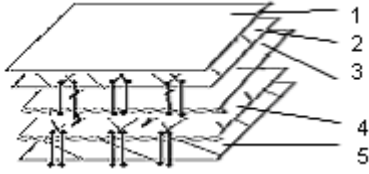
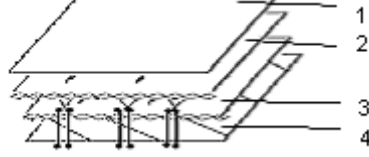
Прочность при разрыве, устойчивость к истиранию по плоскости и жесткость при изгибе как ОЗТ, так и ОНУ, по сравнению со свойствами исходных материалов, изменяется незначительно, не более ошибки эксперимента $\pm 5\%$. Гигроскопичность ОЗТ составляет 8-8,4%, что обеспечит необходимую комфортность пододежного пространства. Воздухопроницаемость основной ОЗТ снижается до 29-31 $\text{дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$, за счет незначительной на 1,5% усадки и дополнительного уплотнения ткани в результате модификации. Возрастание поверхностной плотности ОЗТ после модификации и отмытки водой, свидетельствует о содержании замедлителей горения в структуре полотен.

Горение и тление ОЗТ и ОНУ после вынесения из пламени не наблюдается. Показатель воспламеняемости, кислородный индекс (КИ), для ОЗТ и ОНУ возрастает на 7,5-11,5% по сравнению с неогнезащищенными полотнами, и на 1-3,5% превышает нормативные требования, не менее 27%.

Огнезащищенный нетканый утеплитель характеризуется высокой упругостью, деформации через 20 мин полностью обратимы. Несминаемость составляет 90/95% (ширина/длина), жесткость при изгибе 8814/ 9595 $\text{мкН}\cdot\text{см}^2$. ОНУ обладает хорошими теплозащитными свойствами, суммарное тепловое сопротивление полотна в два слоя толщиной 3,5 мм под давлением 196 Па составляет 0,39 $\text{м}^2\cdot\text{°C}/\text{Вт}$.

Для формирования пакетов спецодежды сварщика предложили использовать разработанные огнезащитные материалы. Для тканей верха – огнезащитные фламментином АРФ (АРФ) полшерстяное сукно арт.4432, содержащее 50% полиэфирных волокон (ПЭ) и 50% шерсти (Ш) поверхностной плотности 477 г/м², и ткань молескин С26-ЮД сатинового переплетения из 100% хлопка (Хл), поверхностной плотности 347 г/м², обработанной раствором афламмита КWB. В качестве утепляющего материала использовали огнезащитный флоримп кверде FKV нетканый утеплитель (ОНУ), а в качестве подкладочной ткани использовали огнезащитную FKV хлопколавсановую (50:50%) ткань арт. 62257. Ветрозащитная прокладка - лавсановая ткань ОЗТ арт. 52366 обработанная афламмитом КWB. Для обеспечения требуемых показателей качества утепленной спецодежды исследовали влияния состава пакета одежды и его толщины на теплозащитные свойства (табл. 2).

Таблица 2. Структура и свойства пакетов огнезащитной спецодежды

№ пакета	Состав пакета	Толщина, пакета мм, под давлением 196 Па)	Теплопроводность, Вт/м·К	Суммарное тепловое сопротивление, м ² ·К/Вт	Воздухопроницаемость,
1.	 <p>1 – ОЗТ Молескин + 27 КWB 2 – ОЗТ арт. 52366 (ПЭ, 17 КWB) 3 и 4 – ОНУ+23 FKV 5 – ткань подкладочная арт. 62257 (50ПЭ,50Хл, 22КWB)</p>	21,9	0,031	0,706	4,2
2.	 <p>1 – ОЗТ Сукно арт.4432, 14 (АРФ) 2 и 3 – ОНУ+23 FKV 4 – ткань подкладочная арт. 62257 (50ПЭ,50Хл, 22КWB)</p>	21,6	0,030	0,718	7,0

Установлено, что теплозащитные свойства пакета материалов не зависят от обработки фосфорсодержащими замедлителями горения, и определяются исключительно структурой и свойствами полотен, составляющих пакет одежды. Воздухопроницаемость пакетов низкая и соответствует

нормативным требованиям утепленной спецодежды. Невысокая жесткость и масса материалов (табл. 1), обеспечат большую устойчивость к образованию заломов и складок в местах сгибов, относительно гладкая поверхность (коэффициент тангенциального сопротивления ОЗТ 1,75-1,8) – быстрое удаление расплава металла с поверхности одежды, а высокая степень огнезащиты ткани верха и утеплителя – надежную защиту при эксплуатации спецодежды.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработаны огнезащитные текстильные материалы, которые отвечают требованиям стандартов и могут быть рекомендованы в качестве основной ткани и утепляющего материала в производстве спецодежды сварщика.

Установлено влияние модификации фосфор-, азотсодержащими замедлителями горения на физико-механические и эксплуатационные свойства разработанных огнезащитных текстильных материалов.

Разработаны пакеты материалов спецодежды сварщика, которые обеспечат надежную защиту от опасных производственных факторов и от пониженных температуры в холодное время года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бесшапошникова В.И., Микрюкова О.Н., Гальбрайт Л.С. // Хим. волокна, 4, 19-22 (2017).
2. Константинова Н.И., Зубкова Н.С., Болодьян Г.И., Терешина Н.А. // Текстильная пром-ть, 10, 19-21 (2002).
3. Besshaposhnikova V.I., Zagoruiko M.V., Pulina K.I. // Fibre Chemistry.- 2013. Vol. 45, №6, pp. 368-371.
4. Besshaposhnikova V.I., Artemenko S.E., Panova L.G., Kulikova T.V., Grishina O.A., Shteinle V.A., Zagoruiko M.V. // Fibre Chemistry .-2008 .- V. 40, № 1 .- P. 61-65.
5. Зубкова Н.С., Антонов Ю.С. // Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева, 2002, т. XLVI, №1, С. 96-102.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ИСТИРАНИЯ И СТИРОК НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ВЕРХНИХ ИЗДЕЛИЙ

Буланов Я.И., Курденкова А.В., Шустов Ю.С.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

В современных рыночных условиях с жесткой конкуренцией производителей за внимание потребителей требования, предъявляемые к одежде, становятся более высокими.

Современная одежда должна быть максимально функциональной и сочетать в себе оптимальный набор потребительских предпочтений и объединять в одной модели качества, обеспечивающие комфорт, эксплуатационные показатели и эстетический образ.

Всем этим требованиям лучше отвечает одежда из трикотажа.

Трикотажные полотна обладают рядом ценных свойств: они мягкие, эластичные и не стесняют движений человека, даже при плотном облегающем теле. Они обладают хорошей растяжимостью, драпируемостью, высокими гигиеническими свойствами, теплозащитными свойствами.

Важнейшим требованием к трикотажным полотнам одежного назначения является сохранение первоначальных свойств после воздействия различных эксплуатационных факторов.

В качестве объектов исследования выбраны хлопчатобумажные трикотажные полотна для верхней одежды, выработанные различными переплетениями (табл. 1).

Таблица 1. Структурные характеристики исследуемых трикотажных полотен

Структурные характеристики	Образцы						
	1	2	3	4	5	6	7
Толщина, мм	1,27	2,9	3,1	2,7	2,9	1,7	2,01
Плотность $P_{Г/10\text{ см}}$	154	133	141	160	150	150	140
Плотность $P_{В/10\text{ см}}$	170	150	150	150	150	150	150
Длина нити в петле, мм	4,8	4,3	5,4	3,8	5,2	6,7	5,8
Поверхностная плотность P_s , г/м ²	277,7	379	335,5	320,5	337,4	131,0	170,7
Линейная плотность, текс	38,5	241,0	244,0	136,4	191,4	110,1	112,0
Петельный шаг А	1,8	3,0	2,4	1,6	2,0	2,0	2,5
Высота петельного шага В	1,4	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Общая пористость $R_M, \%$	15,0	22,	23,0	22,0	23,0	25,0	25,0
Переплетение	гладь	ластик 1+2	ластик 2+2	ластик 2+3	ластик 3+3	ластик 2+2	ластик 3+3

Полотна подвергались комбинированному износу от многократных стирок и истирающих воздействий на приборе Weartester.

После различных циклов комбинированного износа определялись физико-механические свойства по стандартным методикам [1-3]. Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2. Определение физико-механических свойств после комбинированного износа

Циклы истирания	Количество стирок	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Разрывная нагрузка, Н	Разрывное удлинение, %
Гладь				
0	0	525	657,1	71,32
900	5	250	572,1	67,25
1800	10	216	519,2	62,91
2700	15	204	507,4	59,58
Ластик 1+2				
0	0	680	979,4	78,18
900	5	380	849,4	75,23
1800	10	348	758,4	52,18
2700	15	344	615,8	50,27
0	0	450	768,1	89,52
900	5	364	729,4	74,08
1800	10	306	524,0	71,84
2700	15	286	476,0	65,68
Ластик 2+3				
0	0	368	1556,0	87,01
900	5	208	1234,6	86,27
1800	10	150	956,0	81,36
2700	15	144	842,4	76,32
Ластик 3+3				
0	0	406	845,6	95,23
900	5	198	762,1	91,28
1800	10	144	735,3	86,01
2700	15	144	683,1	81,84
Ластик 2+2				
0	0	458	1083,0	93,81
900	5	280	875,7	87,78
1800	10	235	690,3	80,48
2700	15	230	620,6	75,12
Ластик 3+3				
0	0	612	815,3	105,5
900	5	315	790,9	83,94
1800	10	230	771,4	76,52
2700	15	210	696,1	72,15

Можно отметить, что при комбинированном воздействии рисунок переплетения трикотажных полотен деформируется.

Нити в течение действия факторов износа увеличиваются в диаметре, то есть происходит их набухание, так же изменилась плотность полотна. Это приводит к изменению свойств трикотажных полотен.

Изменение физико-механических свойств исследуемых полотен происходит по линейному закону.

Наилучшими показателями механических свойств обладает образец №4 (Ластик 2+3), однако из-за высокой плотности переплетения у него наименьшая воздухопроницаемость.

У полотна переплетения гладь наименьшая величина показателей механических свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шустов Ю.С., Кирюхин С.М., Давыдов А.Ф. и др. Текстильное материаловедение: лабораторный практикум (учебное пособие). – М.: Инфра-М, 2016. – 341 с.
2. Давыдов А.Ф. Шустов Ю.С. Курденкова А.В. Белкина С.Б. Техническая экспертиза продукции текстильной и легкой промышленности: Учебное пособие. – М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. 384 с.
3. Шустов Ю.С., Давыдов А.Ф., Курденкова А.В. Экспертиза текстильных волокон и нитей. Монография. – М.: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2016. – 193 с.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ОБЩИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОСЛЕ ДЕЙСТВИЯ МНОГОКРАТНЫХ СТИРОК

Курденкова А.В., Шустов Ю.С., Буланов Я.И.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Специальная одежда для защиты от общих производственных загрязнений имеет широкое применение в различных областях производства и сервиса.

Одежда данного назначения подвергается различным загрязнениям, например, таким как масло и производственная пыль, которые удаляются в процессе стирки.

В качестве объектов исследования были выбраны 5 тканей, применяемых для изготовления спецодежды для защиты от общих производственных загрязнений.

Структурные характеристики исследуемых тканей определялись по стандартным методикам [1-3] и представлены в табл. 1.

Ткани подвергались 50 стиркам по стандартной методике [1-3], что соответствует сроку службы при норме выдачи специальной одежды 1 раз в год.

Разрывные характеристики текстильных полотен определяются в соответствии с ГОСТ 3813 [1-4]. Испытания проводились на разрывной машине Инстрон серии 4411.

Таблица 1. Структурные характеристики

Наименование показателей	Ткань 1	Ткань 2	Ткань 3	Ткань 4	Ткань 5
Наименование ткани	Мастер-Стандарт Д25	Атлант	Томбой	Престиж	Метеор
Фирма и страна-изготовитель	«ДАНКО Центр», Россия	NM Corporation, Пакистан	«Carrington», Великобритания	«Балтийский текстиль», Россия	«Балтийский текстиль», Россия
Волокнистый состав	60% ХБ, 40% ПЭ	60% ХБ, 40% ПЭ	33% ХБ, 67% ПЭ	80% ХБ, 20% ПЭ	20% ХБ, 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
Плотность ткани по основе, нитей /10 см	300	360	380	300	280
Плотность ткани по утку, нитей /10 см	250	250	300	270	250
Толщина ткани b , мм	0,54	0,63	0,45	0,49	0,33
Вид переплетения	Полотняное	Сатиновое	Саржевое	Полотняное	Саржевое
Отделка	Масло- и водоотталкивающая				

Результаты определения механических свойств тканей для спецодежды приведены в табл. 2.

Таблица 2. Механические свойства тканей для защиты от общих производственных загрязнений

Количество стирок	Образец № 1		Образец № 2		Образец № 3		Образец № 4		Образец № 5	
	Основа	Уток	Основа	Уток	Основа	Уток	Основа	Уток	Основа	Уток
Разрывная нагрузка, Н										
Без стирок	1650	764	2453	828	1821	778	1441	610	857	573
1 стирка	1635	705	2412	795	1781	755	1410	597	758	564
5 стирок	1610	693	2381	763	1710	725	1346	561	732	518
10 стирок	1576	640	2255	745	1651	698	1310	543	673	484
25 стирок	1478	592	2058	701	1590	643	1248	463	644	441

50 стирок	1387	525	1882	655	1455	595	1177	412	604	389
Разрывное удлинение, %										
Без сти- рок	135,3	38,1	151,4	55,1	123,7	52,0	81,3	33,9	52,6	31,7
1 стирка	126,2	36,4	145,7	54,2	120,9	50,5	76,6	33,2	48,7	29,9
5 стирок	120,0	34,7	132,3	53,0	116,0	48,4	71,4	31,0	47,2	28,2
10 стирок	113,7	33,8	122,9	49,9	111,9	46,5	67,8	29,9	44,4	25,8
25 стирок	95,5	31,5	94,0	39,5	107,7	42,7	57,6	25,0	38,8	21,2
50 стирок	83,5	29,2	80,8	34,4	98,4	39,3	51,6	21,9	34,5	18,6
Раздирающая нагрузка, Н										
Без сти- рок	147,3	50,1	163,4	67,1	135,7	64,0	93,3	45,9	64,6	43,7
1 стирка	136,3	39,1	152,4	56,1	124,7	53,0	82,3	34,9	53,6	32,7
5 стирок	127,2	37,4	146,7	55,2	121,9	51,5	77,6	34,2	49,7	30,9
10 стирок	121,0	35,7	133,3	54,0	117,0	49,4	72,4	32,0	48,2	29,2
25 стирок	114,7	34,8	123,9	50,9	112,9	47,5	68,8	30,9	45,4	26,8
50 стирок	96,5	32,5	95,0	40,5	108,7	43,7	58,6	26,0	39,8	22,2

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

Разрывная нагрузка после многократных стирок снижается, так как происходит изнашивание полотен из-за моющих средств и механических воздействий.

Наиболее интенсивно снижается прочность у ткани 2, у которой, несмотря на наибольшую линейную плотность нитей, в процессе стирок происходит изменение 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 нитей и плотности ткани по обоим направлениям. Наименьшее изменение по основе происходит у ткани 1, в то время как по утку интенсивность приблизительно одинаковая.

Можно отметить, что разрывное удлинение по утку имеет более высокие значения, чем по основе. Это связано с тем, что в процессе ткачества нити основы натягивают сильнее, поэтому возникают остаточные деформации, что приводит к уменьшению удлинения при растяжении. В процессе стирок удлинение снижается.

Раздирающая нагрузка тканей оказалась более чувствительным критерием оценки износостойкости после многократных стирок.

На данный показатель оказывает большое влияние вид переплетения. Наибольшее значение раздирающей нагрузки в начальный период стирок имеет ткань 2, однако после 20 стирки раздирающая нагрузка становится

меньше, чем у тканей 1 и 3, то есть принимает средние значения среди исследуемых тканей.

Это связано с видом переплетения ткани 2, он выработан сатиновым переплетением, поэтому большая величина протяжек приводит к снижению прочности при раздирании, не смотря на высокую плотность ткани.

Наименьшее изменение нагрузки при раздирании происходит у ткани 3, выработанного саржевым переплетением.

Зависимость разрывной и раздирающей нагрузки тканей от количества стирок принимает вид экспоненциального закона

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

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

Для комплексной оценки механических свойств тканей после 50 стирок была построена диаграмма.

Показатели качества были переведены в относительные путем деления на величину до стирок. На рис. 1 представлена диаграмма комплексной оценки.

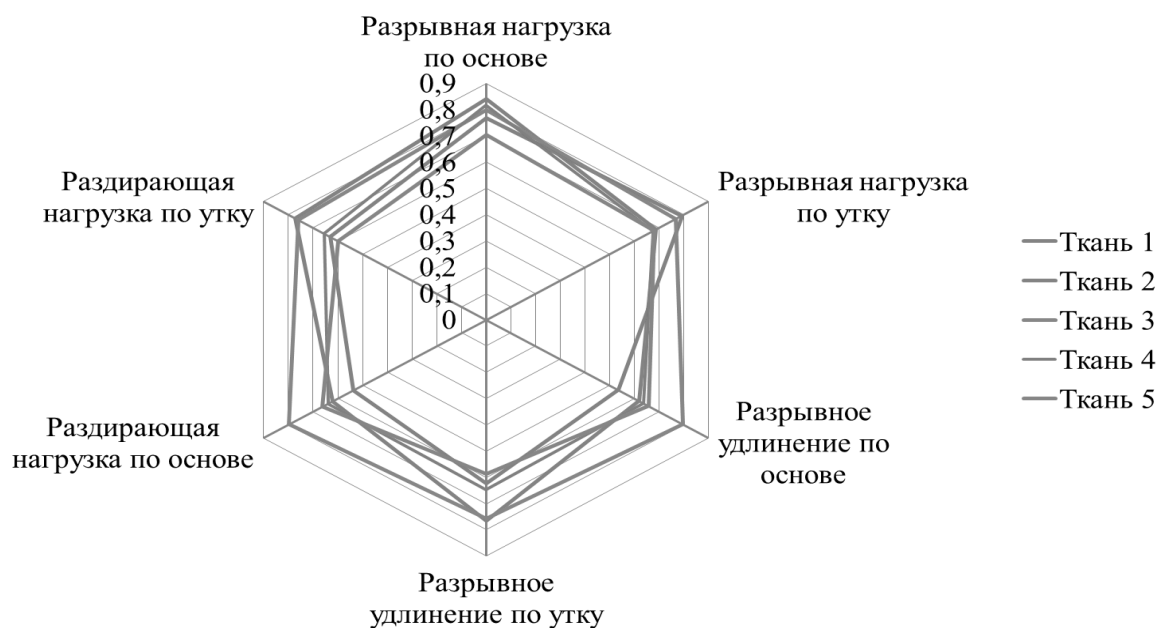


Рис. 1. Диаграмма комплексной оценки после 50 стирок

Комплексная оценка проводилась путем сравнения площадей фигур. Наибольшую величину площади имеет фигура, образованная относительными показателями, соответствующими ткани 3. Следовательно, данная ткань является наилучшей по показателям механических свойств после 50 стирок. Наихудшей является ткань 2 с наименьшей площадью фигуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шустов Ю.С., Кирюхин С.М., Давыдов А.Ф. и др. Текстильное материаловедение: лабораторный практикум (учебное пособие). – М.: Инфра-М, 2016. – 341 с.
2. Давыдов А.Ф. Шустов Ю.С. Курденкова А.В. Белкина С.Б. Техническая экспертиза продукции текстильной и легкой промышленности: Учебное пособие. – М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. 384 с.
3. Шустов Ю.С., Давыдов А.Ф., Курденкова А.В. Экспертиза текстильных волокон и нитей. Монография. – М.: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2016. – 193с.
4. Курденкова А.В., Шустов Ю.С., Буланов Я.И. Влияние эксплуатационных факторов на свойства параарамидных нитей. Монография – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. – 167 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШЕРСТЯНЫХ ПАЛЬТОВЫХ ТКАНЕЙ

Плеханова С.В.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Для создания комфортных условий жизнедеятельности человека необходима одежда, защищающая его от неблагоприятных воздействий окружающей среды. Пальтовые ткани выполняют одну из основных функций – защиту человека от охлаждения. Пальтовые ткани должны обладать определенными потребительскими свойствами: назначения, надежности, безопасности, эстетическими свойствами и т.д. Пальтовые материалы должны отвечать эргономическим требованиям, т.е. обеспечивать эффективность трудовой и иной жизнедеятельности человека путем оптимизации обмена тепловой энергии. Ну и не последнюю роль играют эстетические свойства, т.е. пальтовые ткани должны быть легкими, модными, красивыми.

Цель работы – сравнительный анализ физико-механических свойств шерстяных пальтовых тканей.

В качестве объектов исследования были выбраны чистошерстяные, шерстяные и полушерстяные ткани с разным процентом вложения полиэфирных волокон разных производителей.

Показатели качества для исследования были выбраны в соответствии с ГОСТ 28000-2004 «Ткани одежные чистошерстяные, шерстяные и полушерстяные. ОТУ»: разрывная нагрузка, удлинение при разрыве, коэффициент сминаемости, стойкость к истиранию до дыры по плоскости, количество пиллей на 10 см², устойчивость окраски к физико-механическим

воздействиям, изменение линейных размеров после мокрой обработки. Испытания проводились по стандартным методикам.

Соответствие результатов испытаний образцов нормам стандарта проводилось с использованием дифференциальной оценки качества. *Дифференциальная оценка* качества заключается в сопоставлении единичных показателей качества оцениваемой продукции с единичными базовыми показателями, установленными для продукции данного вида. Сопоставление удобно производить путем подсчета относительных показателей качества продукции:

$$\text{- для позитивных показателей } P_o = \frac{P(+)}{P_6};$$

$$\text{- для негативных показателей } P_o = \frac{P_6}{P(-)}.$$

Если все они окажутся больше единицы, то оцениваемая продукция соответствует базовому образцу, например, требованиям стандарта. Если хотя бы один из относительных показателей будет меньше единицы, то можно сделать заключение, что продукция не соответствует базовому образцу.

Образцы 1, 5, 6, 9, 10 полностью соответствуют нормам ГОСТ 28000. У остальных образцов отмечается несоответствие по следующим показателям: образец 2 не соответствует по показателю «разрывная нагрузка по утку»; образцы 3, 4 и 7 не соответствуют по показателю «устойчивость окраски к сухому трению»; образец 4 не соответствует по показателю «разрывная нагрузка по основе».

При дифференциальном методе оценки уровня качества считают, что все показатели одинаково значимы в общей оценке качества продукции. Это просто и удобно, но не всегда оправданно. Этот недостаток отсутствует в *комплексном методе оценки качества*, который основан на использовании одного обобщенного показателя, объединяющего показатели, выбранные для оценки качества продукции. Для подсчета комплексной оценки качества фактические значения показателей переводят в безразмерные и с учетом их весомости вычисляют обобщенные показатели.

В работе выбор определяющих показателей качества (ОПК) тканей осуществлялся на основе экспертного опроса при неограниченном числе показателей, т.е. каждый эксперт по своему усмотрению мог добавить свои показатели качества. В результате в номенклатуру ОПК шерстяных пальтовых тканей вошли следующие показатели: поверхностная плотность ткани (0,14), художественно – колористическое оформление ткани (0,13), волокнистый состав (0,12), стойкость к истиранию (0,12), пиллингуемость (0,11), сминаемость (0,10), устойчивость окраски (0,10), изменение размеров после обработки (0,10), разрывная нагрузка (0,08).

Перевод размерных показателей качества в безразмерные был осуществлен с помощью относительных показателей качества. В качестве базовых были взяты наилучшие значения показателей.

Подсчет комплексных показателей качества проводился разными методами с использованием средней арифметической (К), средней геометрической (G) и средней гармонической (H) комплексной оценки.

Схожая картина по показателям качества наблюдается для средней геометрической и средней гармонической комплексной оценке. Значения средней арифметической комплексной оценке отличаются от значений средней геометрической и средней гармонической. В работе предложено проводить расчет комплексной оценки качества шерстяных тканей пальтового назначения по средней геометрической комплексной оценке.

По показателям качества, в результате средней геометрической комплексной оценке образцы можно ранжировать следующим образом в порядке уменьшения значений комплексных оценок: 1 место – образец 2, 2 место – образец 7, 3 место – образец 1, 4 место – образец 3, 5 место – образец 6, 6 место – образец 9, 7 место – образец 4, 8 место – образец 8, 9 место – образец 5, 10 место – образец 10.

В работе было проведено исследование в виде определения изменения размеров шерстяных пальтовых тканей после различного рода воздействия. В соответствии с ГОСТ 28000, усадка шерстяных пальтовых тканей может быть определена двумя методами: усадка после замачивания и усадка после химчистки. Анализируя результаты испытаний по изменению результатов после химчистки шерстяных тканей, установили, что, как и в случае с замочкой изменения размеров наблюдаются после первого воздействия. Изменение линейных размеров после замочки и химчистки дали примерно одинаковые результаты.

Шерстяные ткани, особенно пальтовые не стирают, а подвергают химчистки. Актуальным является вопрос исследования постепенного ухудшения свойств этих тканей в результате химчистки.

В работе был исследован износ образцов после 5 циклов химической чистки.

В качестве объектов исследования износа от химчистки были выбраны два образца по результатам расчета комплексной оценки качества шерстяных тканей пальтового назначения: лучший (образец 2) и худший (как лучший по средней геометрической комплексной оценке, и образец под номером 10). Испытания проводились по регламентированным показателям качества. Результаты испытаний приведены в таблице.

Значения показателей качества исследуемых образцов до и после 5 циклов химчистки соответствуют требованиям ГОСТ 28000-2004 «Ткани одежные чистошерстяные, шерстяные и полушерстяные. Общие технические условия», кроме образца 10 по показателю «устойчивость окраски к

сухому трению». При норме не менее 4 баллов, фактическое значение составило 3 балла.

Таблица. Значения показателей качества шерстяных пальтовых тканей до и после 5 циклов химчистки

Показатели качества	Результаты испытаний					
	Образец 2			Образец 10		
	до химчистки	после химчистки	нормы	до химчистки	после химчистки	нормы
Разрывная нагрузка, Н основа уток	344	328	не менее 300	382	377	не менее 280
	246	248	245	269	274	240
Удлинение при разрыве, % основа уток	24,6	25,7	не менее 20	24,8	24,6	не менее 20
	44,1	43,8	20	22,1	22,3	20
Коэффициент сминаемости	0,1	0,2	не более 0,4	0,4	0,3	не более 0,4
Стойкость к истиранию по плоскости, циклы	15665	7544	не менее 4000	15109	6939	4000
Изменение размеров после мокрой обработки, % основа уток	-2,5	-3	не более 3,5	-2	-1	не более 3,5
	-1,5	-2,5	3,5	-2	-1,5	3,5
Устойчивость окраски к сухому трению, баллы	5	4	не менее 4	4	3	не менее 4
Пиллингуемость, пиллей на 1см ²	0,1	0	не более 2	0	0	не более 2

Сравнение фактических значений показателей образцов до и после химчистки установило, что значения по показателям: разрывная нагрузка, удлинение при разрыве, коэффициент сминаемости, изменение размеров после мокрой обработки, пиллингуемость практически не изменились. По показателю «стойкость к истиранию по плоскости» значения показателя после химчистки уменьшились в 2 раза: у образца 2 на 51,8 % а у образца 10 на 54,1 %. По показателю «устойчивость окраски к сухому трению» значения показателя уменьшились после химчистки на 1 балл у обоих образцов.

Таким образом, значения показателей качества шерстяных пальтовых тканей после химчистки изменились незначительно (за исключением

стойкости к истиранию до дыры по плоскости – уменьшение значения показателя в два раза после химчистки), соответствуют нормированным значениям. При уходе за шерстяными пальтовыми тканями надо доверять профессионалам!

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 28000-2004 Ткани одежные чистошерстяные, шерстяные и полшерстяные. Общие технические условия.
2. Кирюхин С.М., Плеханова С.В., Демократова Е.Б. Квалиметрия и управление качеством текстильных материалов. Часть 1. Квалиметрия и контроль качества текстильных материалов: учебное пособие. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2017. – 186 с.
3. С.М. Кирюхин, Ю.С. Шустов. Текстильное материаловедение. – М.: Колос, 2011. – 360 с.

СЕКЦИЯ 4

Современные экологически чистые технологии модифицирования и отделки материалов и изделий текстильной и легкой промышленности

ПРИМЕНЕНИЕ ОКСИАЛКИЛЕНОРГАНОСИЛОКСАНА ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Богачева С.Ю.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Москва

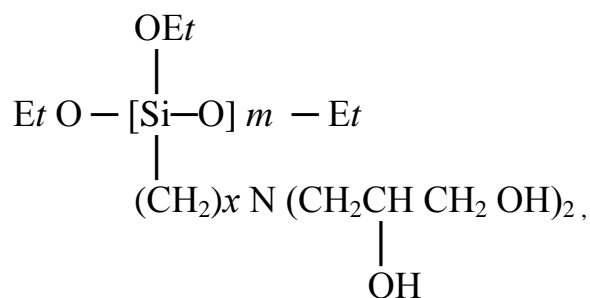
Олигомерные этоксисилоксаны с реакционноспособными токсигруппами и гидрофильными N,N — бис(1,2 - дигидроксипропил)аминоалкильными группами являются химически активными соединениями. Они хорошо растворимы в воде и могут быть использованы в виде водных или спиртовых растворов для химической модификации волокнистых материалов с целью придания им гидрофильных свойств.

В химической технологии волокнистых материалов наиболее близкими по свойствам являются оксиалкиленорганосилоксаны [1], которые способны повышать гидрофильность волокон. Недостатком известных оксиалкиленорганосилоксанов является недостаточная эффективность гидрофилизующей способности и большой расход – от 1% до 5% масс.

Целью исследования являлся синтез водорастворимых олигомерных этоксисилоксанов с реакционноспособными этоксигруппами и гидрофильными N,N — бис(1,2 - дигидроксипропил)аминоалкильными группами, которые обладают более высокой гидрофилизующей способностью и могут использоваться для придания волокнистым материалам гидрофильных свойств обработкой раствором водорастворимого гидрофильного олигоэтоксисилоксана [2, 3].

Данные олигомеры являются химически активными соединениями и могут быть использованы для химической модификации волокнистых материалов с целью придания им гидрофильных свойств.

Указанная задача решается путем пропитки водным или спиртовым раствором органосилоксана с последующей сушкой на воздухе при комнатной температуре и термообработкой при 110°С в течение 10 мин, в котором в качестве модификатора поверхности волокон используют водорастворимые олигоэтоксисилоксаны общей формулы:



где x, m – число групп, $x = 1, 3, 4$; $m = 5, 10, 15$;

$\text{Et} = \text{C}_2\text{H}_5$.

При нанесении водного или спиртового раствора этих олигомеров на волокнистый материал, на поверхности волокон образуется мономолекулярное органосилоксановое полимерное покрытие, у атомов кремния которого имеются ковалентно связанные с ними гидрофильные N,N – бис(1,2 - дигидроксипро-пил)аминоалкильные группы, располагающиеся перпендикулярно поверхности волокна – “щеточная геометрия” полимерного покрытия.

Механизм образования таких органосилоксановых полимерных покрытий на волокне основан на взаимодействии реакционноспособных гидрофильных этокси-силильных $\text{Si}-\text{OC}_2\text{H}_5$ и силанольных $\text{Si}-\text{OH}$ групп олигомера с гидроксильными, карбоксильными и другими реакционноспособными группами полимера волокнистого материала. N,N – бис(1,2 - дигидроксипропил)аминоалкильные группы олигоэтоксисилоксана обуславливают повышение гидрофильных свойств волокон.

Взаимодействие с кератином шерсти. Концевые карбоксильные COOH группы аминокислот шерсти реагируют с этоксисилильными $\text{Si}-\text{OC}_2\text{H}_5$ группами олигомера с выделением этилового спирта и с силанольными $\text{Si}-\text{OH}$ группами олигомера с выделением воды. Подобный механизм наблюдается для шелка и капрона.

Взаимодействие с целлюлозой хлопка. Гидроксильные OH группы хлопка реагируют с этоксисилильными $\text{Si}-\text{OC}_2\text{H}_5$ группами олигомера с выделением этилового спирта, с силанольными $\text{Si}-\text{OH}$ группами с выделением воды.

Взаимодействие с полиэтилентерефталатом (лавсаном). Концевые карбоксильные COOH и гидроксильные OH группы лавсана реагируют с этоксисилильными группами олигомера с выделением этилового спирта, с силанольными группами с выделением воды.

Спирт (вода) удаляется при термообработке волокнистого материала, которая необходима для образования ковалентных связей между функциональными группами олигомера и полимера волокнистого материала.

Анализ результатов обработки волокнистого материала показал, что обработка водным раствором олигомера придает волокнистым материалам из волокон различной природы гидрофильные свойства, влагосодержание

образцов волокнистых материалов повышается до 1,8 раз при затрате олигомера от 0,25 до 1,5 % масс.

Таким образом, предлагаемая обработка волокнистого материала водным или спиртовым раствором олигомера позволяет повысить гидрофильность текстильных материалов из волокон различной природы, причем применяемые олигомеры по гидрофилизующей способности не уступают аналогам, при значительно меньшем их расходе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соболевский М.В., Музовская О.А., Попелева Г.С. Свойства и области применения кремнийорганических продуктов. Под общей ред. проф.М.В. Соболевского. М.: Химия, 1975. – 96 с.
2. Богачева С.Ю. Капитанов А.Ф., Измайлов Б.А., Чернухина А.И. Способ придания волокнистым материалам гидрофильных свойств. Патент РФ 2370583. Зарегистрирован 20 окт. 2009 г.
3. Измайлов Б.А., Васнёв В.А., Горчакова В.М., Родловская Е.Н., Мишина Е.С., Ямбулатова О.В. Олигоэтоксисилоксаны с гидрофильными N, N – бис(1,2 - дигидроксипропил) аминоалкильными группами и способ их получения. Патент на изобретение № 2448128. Зарегистрирован 20 апр. 2012г.

ЭКОЛОГИЧНЫЙ СПОСОБ МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ ШЕРСТЯНЫХ МАТЕРИАЛОВ*

Владимирцева Е.Л., Кравченко М.А., Миронова А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия

Охрана окружающей среды от неблагоприятных факторов является одной из приоритетных задач сегодняшнего дня. При этом особое внимание уделяется повышению экологичности промышленного производства, в том числе и текстильной отрасли. Опасность для окружающей среды в этом случае представлена процессами, происходящими при использовании для отделки текстильных материалов токсичных химических веществ, впоследствии попадающих в атмосферу и сточные воды. Таким образом, актуальным является поиск возможностей использования в технологических процессах веществ и препаратов, безопасных с экологической точки зрения.

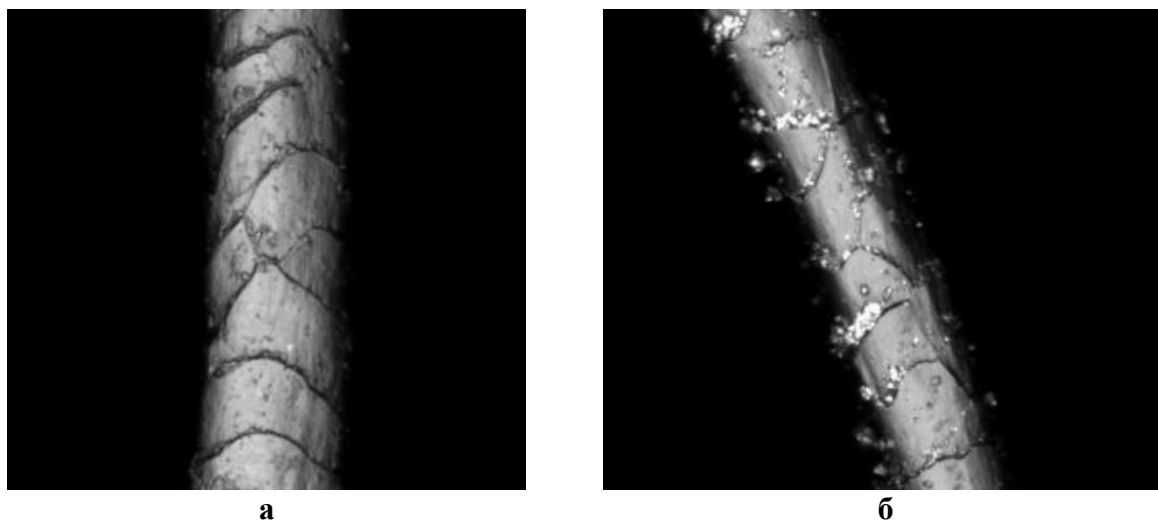
Одним из наиболее сложных и многостадийных процессов, требующих использования разнообразных химических реагентов, в текстильном

* Работа выполнена в рамках Государственного задания (проектная часть), проект № 4.1929.2017/4.6

производстве является облагораживание шерстяного волокна. Положительные свойства природного шерстяного волокна обеспечивают комфортность эксплуатации изделий из шерсти. Но вместе с тем неустойчивость этих материалов к солнечной инсоляции и гниению существенно сужает область ее практического использования.

На кафедре ХТВМ ИГХТУ был разработан эффективный и экологически безопасный способ улучшения свойств шерстяных материалов с использованием природных (глинистых минералов) и синтетических алюмосиликатов при обработке шерсти в их водной дисперсии [1]. В работе использованы глины, отличающиеся цветом и наличием примесей (Лежневская, Никифоровская, Малоступкинская и др.), а также промышленно выпускаемое сырье (фторированный алюмосиликат (ФТАС), Бентонит).

Нанесение алюмосиликатов на волокно осуществлялось при постоянном перемешивании в шейк-установке марки «water bath shaker type 357». Обработка проводилась при определенных ранее оптимальных параметрах: соотношение волокно:минерал:вода = 1:1:100; температура - 22-25 °С; время – 30 мин. После чего волокно тщательно отмывали от незафиксированных частиц алюмосиликатов и высушивали [2]. Возможность их фиксации на шерсти обусловлена спецификой строения волокна: наличием наружного чешуйчатого слоя, позволяющего захватить и удержать мелкодисперсные частицы алюмосиликатов (Рис.1).



**Рис. 1. Микрофотографии волокна:
исходное (а), обработанное дисперсией алюмосиликатов (б)**

Такая обработка позволяет в широких пределах изменять свойства шерстяного материала: светостойкость, устойчивость к гниению, мягкость и свойлачиваемость (табл.1).

Таблица 1. Изменение характеристик шерсти при обработке алюмосиликатами

Алюмосиликаты	Светлота, %	Мягкость*	Облучение УФ (250 нм)		Степень повреждения кератина по «почвенному» тесту
			Изменение массы (отн. %) после обработки 0,1 н р-ром NaOH	Пожелтение волокна, %	
Исходное волокно	60,0	-	69,0	11,5	82,7
Глины	Веселовская	+	38,2	8,7	14,7
	Лежневская	+	33,4	9,3	34,3
	Пелгусовская	0	34,3	6,2	30,0
	Никифоровская	+	37,5	7,1	34,4
	Малоступкинская	+	37,3	1,8	80,0
Бентонит	59,3	+	44,4	2,8	10,2
Пегматит	61,6	+	48,2	2,1	18,2
Глинозем	73,1	0	42,2	1,1	16,3
Фторированный алюмосиликат	74,5	-	45,1	2,2	14,9
Каолин	72,8	++	30,8	2,4	22,1
Тальк	73,0	++	35,6	2,8	16,9

* мягкость волокна «+» - увеличивается; «-» - уменьшается; «0» - не изменяется

Таким образом, можно констатировать, что безопасная с экологической точки зрения модификация шерсти алюмосиликатами, наличие всего лишь 2-6 % минералов на поверхности волокна дает возможность значительно улучшить его эксплуатационные характеристики. Величина эффекта модификации свойств в каждом конкретном случае будет определяться типом используемого минерала и требованиями к качественным показателям модифицированной шерсти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Владимирцева Е.Л., Шарнина Л.В., Вельбой М.А. Улучшение потребительских свойств шерсти // Известия Вузов. Технология легкой промышленности. 2012 -17. - № 3.-С. 91-95.
2. Владимирцева Е.Л., Шарнина Л.В., Блиничева И.Б., Егорова Ю.А., Желнова А.С. Исследование сорбции алюмосиликатов шерстяным волокном // Известия Вузов. Технология текстильной промышленности.- 2010.- № 8.- С.50-54.

ЗАВИСИМОСТЬ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ОТ УСЛОВИЙ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

Ерохина Е.В., Дымникова Н.С.

Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, г. Иваново

Анализ литературных данных свидетельствует, что в последние годы достигнуты значительные успехи в области синтеза наночастиц (НЧ) металлов, и интерес к данной проблеме неуклонно возрастает. Это обусловлено огромным потенциалом использования НЧ металлов в современных технологиях и возможностью создания нанообъектов с уникальным сочетанием свойств. В настоящее время разработаны методы прогнозирования кинетики образования НЧ, приемы обеспечения их агрегативной устойчивости, однако остаются актуальными теоретические представления о зависимости биологической активности наночастиц от их структуры, состава и свойств. Такая зависимость представляется логичной, т.к. диспергирование увеличивает площадь контакта металлов с поверхностью микробных клеток (МК) и увеличивает эффективность воздействия на них. Кроме того, считают, что при размерах НЧ 1-10 нм кардинальным образом меняются свойства объектов, т.к. нивелируется разница между свойствами частиц в объеме и на поверхности.

Большинство исследователей считают, что механизм действия серебра на микробные клетки зависит от размеров наночастицы и заключается в том, что НЧ либо сорбируются клеточной оболочкой и нарушают некоторые ее функции, например, митотическую активность (бактериостатический эффект), либо проникают внутрь клетки и ингибируют ферменты дыхательной цепи, а также разобщают процессы дыхания и окислительного фосфорилирования в микробных клетках, в результате чего клетка гибнет (бактерицидный эффект) [1-3].

В связи с актуальностью изложенных выше вопросов **целью исследования** явилось изучение биологической активности водных дисперсий наночастиц серебра, полученных химическим синтезом в присутствии восстановителей, различающихся своей восстановительной способностью, и обоснование возможности их использования в качестве антимикробных препаратов.

Основой выбранного нами способа формирования наночастиц серебра является химическая реакция восстановления ионов Ag^+ [4-6].

Для обоснованного выбора восстановителя при синтезе наночастиц серебра были получены оптические спектры поглощения растворов с NCH_{Ag} , синтезированными в присутствии желатина в качестве стабилизатора, и восстановителя различной восстановительной способности: боргидрид натрия, глюкоза, дитионит натрия и тиосульфат натрия. Реакция восстановления пройдет только в том случае, когда потенциал восстановителя в

конкретных условиях (рН среды, температура) будет выше потенциала пары Ag^+/Ag^0 (+ 800 мВ). Чем больше разница Redox потенциалов пары восстановитель - Ag^+/Ag^0 , тем легче и быстрее будет проходить реакция восстановления. В табл. 1 приведены экспериментально подобранные условия синтеза и количественные характеристики спектральных данных (рис. 1).

Таблица 1. Условия синтеза наночастиц серебра и данные спектрофотометрических исследований

№	Восстановитель	Концентрация, М	Стабилизатор	Условия синтеза			Redox потенциал*, -мВ	λ_{max} , нм	Размеры НЧ $_{Ag}^{**}$, нм
				Т, °С	τ , мин	рН			
1	Боргидрид натрия	0,02	желатин	20	5	7	1240	400	25
2	Боргидрид натрия	0,02	желатин+КПЭ	20	5	7	1240	400	30
3	Глюкоза	0,27	-	60	60	12	800	420	50
4	Дитионит натрия	0,06	желатин	40	60	12	800	411	80
5	Тиосульфат натрия	0,08	желатин	80	90	12	380	410	150

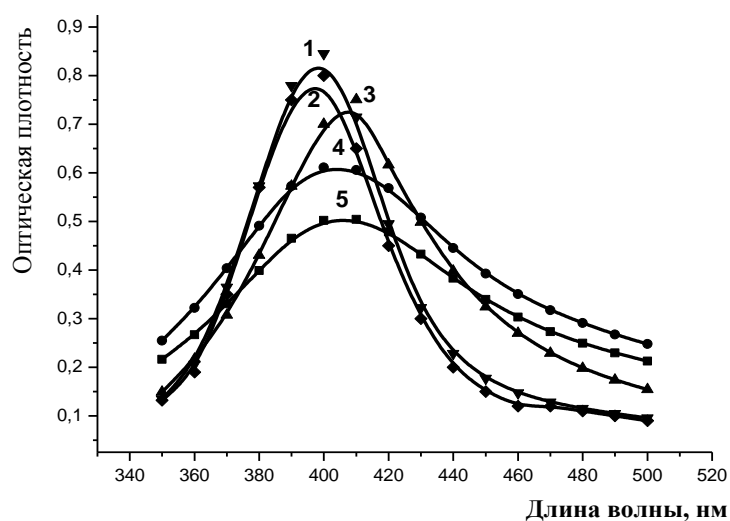


Рис. 1 Спектры поглощения наночастиц серебра, синтезированных при концентрации $AgNO_3$ ($0.6 \cdot 10^{-2}$ М) в присутствии восстановителей. (Обозначения кривых соответствуют условиям синтеза в табл. 1)

Существенные различия спектральных кривых, показывают зависимость синтеза НЧ $_{Ag}$ от Redox потенциала восстановителя. Следует отметить, что восстановление более слабыми восстановителями (образцы № 3-5) происходит только в щелочной среде, при повышенной температуре и концентрациях в 3-10 раз превышающих концентрацию боргидрида натрия.

Использование сильного восстановителя тетрагидробората натрия характеризуется спектральной кривой с максимумом при 400 нм и полушириной $W_{1/2}$ 25 нм, что свидетельствует о его высокой активности в нейтральной среде при комнатной температуре (см. табл. 1).

Спектральная кривая №3, где в качестве восстановителя использовали глюкозу, смещается на 20 нм в длинноволновую область при одновременном увеличении $W_{1/2}$ до 30 нм.

Восстановление дитионитом натрия (кривая 4) или тиосульфатом натрия (кривая 5) характеризуется меньшим, по сравнению с глюкозой, смещением ППР в длинноволновую область спектра (до 410 нм), но более значительными увеличениями полуширины ($W_{1/2} = 40-45$ нм). Такие изменения свидетельствуют об агрегировании наночастиц, расширении диапазона их распределения по размерам.

Сделанные выводы подтверждаются результатами фотонной корреляционной спектроскопии, полученными с помощью прибора «Zetasizer Nano ZS» (см. табл. 1).

Зависимость антимикробной активности синтезированных золей от условий восстановления и, соответственно, размера образующихся частиц проводили на основании микробиологических исследований по зонам задержки роста тест-культур (см. табл. 2).

Таблица 2. Зависимость антимикробной активности синтезированных золей от природы восстановителя

Тест-культура	Зона задержки роста тест-культуры, мм				
	Боргидрид натрия	Боргидрид натрия (компл. стабил.)	Глюкоза	Дитионит натрия	Тиосульфат натрия
<i>Staphylococcus aureus</i>	5-6	10-12	3-4	1	0+
<i>Escherichia coli</i>	1,5-2,0	4,5-5,0	1-2	1	1

Представленные данные свидетельствуют, что все золи серебра обладают селективным действием по отношению к данным видам микрофлоры. В случае *Staphylococcus* зоны ингибирования вблизи НЧ, полученных восстановлением ионов серебра боргидридом натрия и глюкозой, имеющие размер НЧ серебра не больше 50 нм, составляют 3,0-12,0 мм, в случае *Escherichia coli* – лишь 2,4-5 мм. Золи, синтезированные в присутствии слабых восстановителей (дитионит натрия и тиосульфат натрия) по антимикробному действию уступают действию рассмотренных выше золей, проявляя лишь бактериостатическую активность. Об этом свидетельствует тот факт, что при практически нулевых зонах под образцом роста микрофлоры не обнаружено.

Следует отметить высокую эффективность композиционного стабилизатора желатин-полиэлектролит (образец 2, табл. 1 и 2, рис. 1). Синергетическое увеличение антимикробных свойств НЧ обеспечивается за счет

совместного действия металлического ядра и стабилизирующих компонентов. Очевидно, наличие в оболочке Ag^0 положительно заряженных групп способствует адсорбции частиц на отрицательно заряженной поверхности клетки, усиливает их взаимодействие с клеточной мембраной, приводит к её дестабилизации, нарушению транспортных и барьерных функций.

Спектральные исследования выполнены на оборудовании центра коллективного пользования "Верхневолжский региональный центр физико-химических исследований".

ЛИТЕРАТУРА

1. Хмель И.А., Кокшарова О.А., Радциг М.А. // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. – 2009. № 4. С. 27-31.
2. Arora S., Rajwade J. M., Paknikar K. M. // Toxicology and Applied Pharmacology. – 2012. № 258. P. 151-165.
3. Soni, I. // J. Colloid Interface Sci. – 2004. № 275. P. 177-182.
4. Галашина В.Н., Ерохина Е.В., Дымникова Н.С., Морыганов А.П. // Известия ВУЗов. Химия и хим. технология. 2016. Том 59. Вып. 6. С. 112-117.
5. Дымникова Н.С., Ерохина Е.В., Кузнецов О.Ю., Морыганов А.П.// Российский химический журнал. 2017. Т. LXI, № 2, С. 3-12.
6. Дымникова Н.С. Ерохина Е.В., Морыганов А.П. // Перспективные материалы. 2017. №. 6. С. 29-38.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕИЗОЦИАНАТНЫХ СШИВАТЕЛЕЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ КОЖЕВЕННОГО ПОЛУФАБРИКАТА

Калукова М.Н.

Казанский национальный исследовательский технологический университет

В настоящее время проблемам экологии уделяется повышенное внимание, поскольку с ростом предприятий увеличивается не только потребление ими природных ресурсов, но и количество выбросов отходов, загрязняющих окружающую среду. К сожалению, и деятельность предприятий легкой промышленности наносит порой вред природной среде.

Современное производство кожевенных изделий очень длительный и сложный процесс, требующий специального оборудования, использования множества химреактивов. Это – ПАВ, неорганические и органические дубители, красители, карбонат натрия, соли хрома, хлорид натрия, а также соединения смешанного характера. Не поглощенная часть реагентов сбрасывается в сточные воды, затрудняя их очистку [1].

Решение экологических проблем кожевенного производства возможно осуществить различными путями. Одним из них является замена экологически небезопасных веществ на экологически щадящие соединения и создание таких условий обработки, при которых химические вещества максимально поглощаются кожей и, связываясь с активными центрами коллагена, образуют новые безопасные соединения. При этом попадание их в сточные воды будет минимальным.

На кафедре ПНТВМ ведутся разработки по получению неизоцианатных гидроксилсодержащих уретанов на основе пропиленкарбоната. Продукты распада данных химических соединений не несут вредного воздействия на окружающую среду и человека. Экспериментально доказана их эффективность при внедрении в процесс выделки кожевенно-меховых материалов.

Уретансодержащие продукты известны в качестве дубящего и додубливающего реагента достаточно давно. Их применение позволяет улучшить физико-механические и гигиенические показатели, температуру сваривания и в целом повысить качество выпускаемой продукции. Они решают проблему нерационального расхода хромового соединения, постоянное сокращение их запасов и наиболее злободневное – проблема загрязнения окружающей среды.

Целью данной работы является исследование применения уретангликоля (УГ), уретангликоля на основе этилендиамина (УГД) и уретанформальдегидного олигомера (УФО) в качестве структурирующих агентов, используемых при обработке кожи для верха обуви из шкур КРС.

Опираясь на результаты прошлых лет [2-3] выбраны оптимальные концентрации неизоцианатных сшивателей. Для обработки полуфабриката кожи использовали растворы уретансодержащих неизоцианатов, концентрация которых изменялась от 3 до 7 %. Обработку проводили при ЖК=5 с добавлением $\text{NaCl}=20\text{г/дм}^3$. На рис. 1 представлен график повышения температуры сваривания кожи для верха обуви из шкур КРС.

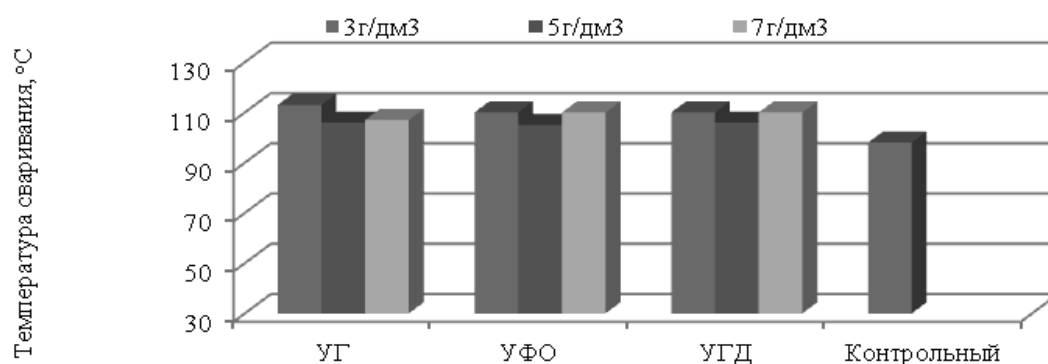


Рис. 1. Значения температуры сваривания контрольного и опытных образцов кожи для верха обуви из шкур КРС, обработанных в растворах неизоцианатных уретанов

Как видно из рисунка, увеличение концентрации используемых химических продуктов не приводит к значительному повышению температуры сваривания кожи, поэтому дальнейшее увеличение концентраций неизоцианатов нецелесообразно. Наблюдается увеличение толщины кожи и выравнивание по площади за счет переориентации коллагеновых волокон при обработке неизоцианатными уретанами. В большей степени это наблюдается у образцов после обработки их УФО и УГД, так как эти олигомеры обладают большей функциональностью.

Проведенные в работе исследования позволили сделать вывод о целесообразности использования неизоцианатных уретанов для повышения эффективности жидкостных обработок. Полученные показатели, характеризующие эффект и качество обработки неизоцианатными уретанами, доказывают непосредственное участие модифицирующих добавок в формировании структуры кожи и подтверждают наибольшее участие в этом процессе УФО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Др.Тиллманн Хассел. Кожевенно-обувная промышленность, №3, 2010. С. 16-19.
2. Гарифуллина А.Р. Додубливание шкурок норки с применением неизоцианатных уретанов / А.Р. Гарифуллина // Вестник Казанского Технологического университета. - 2014. - №17. С.70-72.
3. Гарифуллина, А.Р. Додубливание шкурок бобра уретанформальдегидным олигомером/ А.Р. Гарифуллина, В.А. Сысоев // Кожа и мех в XXI веке: технология, качество, экология, образование материалы XI международной научно-практической конференции. 2015. С. 116-119.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ КОЛОРИРОВАНИЯ ПАРААРАМИДНЫХ ТКАНЕЙ ПУТЕМ ПЕРЕВОДНОЙ ПЕЧАТИ

Козлова О.В., Зеленкова Т.Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия

К настоящему времени появился ряд отечественных разработок по производству параарамидных волокон, нитей и тканей. Появление волокна нового поколения с уникальными свойствами негорючести открывает широкие возможности для создания материалов и одежды с комплексом защитных свойств (от огня, высокой температуры, теплового излучения и др. воздействий) и в полной мере отвечающих требованиям охраны и безопасности объектов, оборудования, а также целой категории рабочих и служащих [1].

Известно, что арамидные волокна окрашиваются с большим трудом обычным способом крашения, поскольку они имеют плотную структуру, высокую кристалличность полимера и низкое содержание функциональных групп, способных взаимодействовать с красителем.

Одним из путей решения проблем колорирования арамидсодержащих тканей – использование приемов переводной печати [2]. Если способы печати пигментами возможны для любых тканей, то для параарамида, который сам по себе является плотным и предназначен для верхней рабочей или спецодежды, они не удовлетворяют всем требованиям качества получаемых материалов, т.к. повышается вероятность ухудшения грифа ткани и из-за большого количества полимерных связующих на ткани повышается ее горючесть. В этом случае прогрессивный метод колорирования сублимирующимися дисперсными красителями – переводная печать - более эффективен, особенно при создании рисунков «под камуфляж», т.к. позволяет получить отпечатки без дополнительных реактивов и токсичных интенсификаторов и при этом не ухудшить ценные эксплуатационные свойства параарамида.

Однако осуществить перевод дисперсного красителя в параарамидную ткань представляется возможным после предварительной модификации ткани полимерными препаратами, которые легко проникают в межволоконное пространство и создают среду для диффузии и закрепления дисперсных красителей на волокнах.

Оценена эффективность и целесообразность использования отечественных акриловых полимеров для модификации параарамидных текстильных материалов. Опробованы полимеры отечественного производства компаний ООО «Оргхимпром», ООО «Сван», ООО «Имперсион», ОАО «Пигмент» - серий лакротенов, рузинов, ларусов, биндеров ЭМ, эмультексов и др. Из исследованных сополимеров акриловой природы выбран наиболее эффективный в качестве сублимационного праймера под переводную печать - акриловый сополимер на основе метилметакрилата, бутилакрилата, стирола, 2-ЭГА, акрилонитрила – Ларус-21иэ.

В табл.1 представлены результаты прямой печати пигментами и переводной печати по предварительно модифицированной Ларусом-21иэ параарамидной ткани.

Отработаны технологические параметры переводной печати, выявлены условия эффективного перевода дисперсного красителя на параарамидную ткань, обеспечивающие получение прочных и качественных рисунков. Показано, что наиболее технологичными параметрами перевода красителя на ткань являются: температура термообработки – 210°С в течение 40 сек. Подобраны отечественные дисперсные красители, обладающие высокой сублимационной способностью, на основе которых разработаны составы красок для печати по бумаге, включающие помимо дисперсного красителя, загуститель и интенсификатор.

Таблица 1. Результаты прямой печати пигментами и переводной печати по предварительно модифицированной Ларусом-21 из параарамидной ткани

Переводная печать дисперсными красителями	Прямая печать пигментами
	

Учитывая огромный интерес отечественных производителей и потребителей в разработке камуфлированных тканей, полотен и защитных покрытий, относящихся к специальной подгруппе технического текстиля, одно из требований, которого – наличие особых свойств отражения текстильного материала в ИК-диапазоне спектра электромагнитного излучения, нами предприняты попытки получения ИК-ремиссии на камуфлированных тканях и получены положительные результаты в этом направлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kozlova OV, Odintsova OI, Melenchuk EV, Fedorinov AS. Dyeing of Para-Aramid Fabrics in the Presence of Domestic Urethane Polymers / Russian Journal of General Chemistry, 2016, Vol. 86, No. 2, 488-491.
2. Козлова О.В., Меленчук Е.В. Использование полимеров-модификаторов при колорировании параарамидных тканей / Изв. Вузов. «Химия и химическая технология», 2013, т. 56, вып.8, С.90-93.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ АКТИВНОСТИ ПАВ СЕРИИ ХЕЛЛАН-CLEANER

Лутфуллина Г.Г., Петрова С.А.

Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Россия

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) находят широкое применение в различных областях промышленности, а также в быту. С помощью этих веществ можно существенно изменять свойства поверхностных меж-

фазных слоев и тем самым влиять на процессы, происходящие на границе раздела фаз [1]. В меховой промышленности ПАВ являются одними из важных химических материалов, используемых для проведения жидкостных обработок. Для рационального использования ПАВ необходимо знание их коллоидно-химических свойств [2-4].

Основной количественной характеристикой ПАВ является поверхностная активность, которая определяет их способность понижать поверхностное натяжение, вызывать эмульгирование, пенообразование, диспергирование и стабилизацию, смачивание и другие явления и процессы.

Целью работы являлось изучение поверхностной активности анионных ПАВ серии ХЕЛЛАН-CLEANER для выявления возможности использования в процессах производства меха.

Поверхностное натяжение на границе раздела раствор ПАВ - воздух определялось наиболее универсальным методом – методом втягивания пластины или методом Вильгельми с помощью тензиометра «DCAT 21» немецкой компании «Data Physics Instruments GmbH». Причем, измерения проводили в динамичном режиме, когда после образования поверхности не успевает установиться адсорбционное равновесие. Работы проводились при комнатной температуре.

Объектами исследования являлись растворы ПАВ ХЕЛЛАН-CLEANER-Plus, ХЕЛЛАН-CLEANER-Active производства ООО «Интертап» (г. Казань) и Алкилсульфонат натрия.

Для проведения экспериментов были взяты растворы следующих концентраций: 4г/дм³; 2г/дм³; 1г/дм³; 0,5г/дм³; 0,25г/дм³. Полученные результаты представлены на рис. 1. Графики построены в числовых координатах.

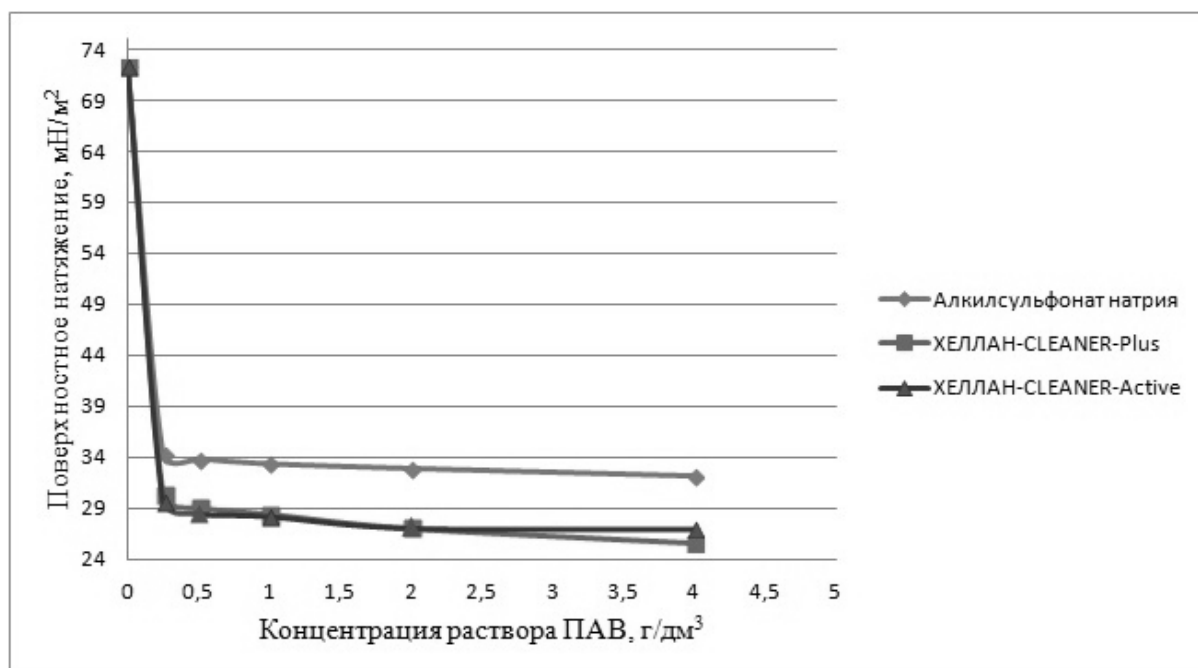


Рис. 1. Изотермы поверхностного натяжения растворов ПАВ

Полученные данные согласуются с теорией о зависимости поверхностного натяжения растворов анионных ПАВ от их концентрации. Исследуемые ПАВ (ХЕЛЛАН-CLEANER-Plus и ХЕЛЛАН-CLEANER-Active) обладают сравнительно низким поверхностным натяжением (σ при концентрации $1 \text{ г/дм}^3 = 28,5 \text{ мН/м}^2$).

С увеличением концентрации раствора исследуемых моющих веществ величина σ раствора понижается до определенного минимального значения, а затем остается практически постоянной.

Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) - это концентрация ПАВ, при достижении которой при добавлении ПАВ в раствор концентрация на границе раздела фаз остается постоянной, но в то же время происходит самоорганизация молекул ПАВ в объемном растворе (мицеллообразование или агрегация). В результате такой агрегации образуются так называемые мицеллы. Отличительным признаком мицеллообразования служит помутнение раствора ПАВ. Водные растворы ПАВ при мицеллообразовании также приобретают голубоватый оттенок (студенистый оттенок) за счёт преломления света мицеллами [5].

В области ККМ наблюдается различие во многих физико-химических свойств системы. ККМ является важным технологическим показателем. По излому кривых (рис. 1) определены значения ККМ. ККМ исследуемых аПАВ составила $2,5\text{-}3,0 \text{ г/дм}^3$.

При сравнении поверхностной активности испытуемых ПАВ и контрольного ПАВ (Алкилсульфонат натрия) существенных различий не наблюдалось. Следовательно, широко используемый в качестве моющего и обезжиривающего агента в меховом производстве Алкилсульфонат натрия может быть заменен на предлагаемые ПАВ серии ХЕЛЛАН-CLEANER.

Дальнейшие исследования направлены на изучение смачивающих и пенообразующих свойств ПАВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1988. 464 с.: ил.
2. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества: Свойства и применение 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1981. 304 с.: ил.
3. Лутфуллина Г.Г., Абдуллин И.Ш. Аминосодержащие ПАВ в энергоресурсосберегающих технологиях получения кожевенного и мехового полуфабриката. – Монография, Казань: КНИТУ, 2016. 368 с.
4. Башкирцева Н.Ю. Поверхностно-активные вещества и методы исследования их свойств: учебно-методическое пособие / Н. Ю. Башкирцева, О. Ю. Сладовская и др. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2009. 132 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МОДИФИКАЦИИ СЫРЬЯ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН

Мезенцева Е.В., Мишаков В.Ю.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Так как полиэфирные волокна являются сырьем для большинства объемных нетканых полотен в следствие обладания целым рядом положительных качеств, таких как прочность и долговечность; простота ухода; устойчивость к действию кислот и растворителей, устойчивость к выгоранию. Изделия из полиэстера быстро сохнут, не деформируются при носке. Обладая гидрофобностью, материал практически не впитывает влагу, устойчив к загрязнениям и не подвержен воздействию вредных насекомых. Конечно, есть и недостатки. Материал плохо пропускает воздух и, иногда, имеет повышенную жесткость [1, с. 174], по этой причине модификация полиэфирных волокон представляет большой интерес для современной текстильной промышленности.

В статье Шанюонг Джан и др. рассматриваются вопросы возможности некоторых модификаций полиэтилентерефталата, обладающего высокой кристалличностью, гидрофобностью и химической устойчивостью, для совершенствования ассортимента вырабатываемых текстильных изделий. Приводятся образцы текстильных изделий, вырабатываемых некоторыми текстильными предприятиями Китая. Обращается внимание на возможность выпускать биологически разлагаемые волокна [2, с. 173]. Модификации ПЭТ позволяют достичь высокой степени паропроницаемости, придать антибактериальные свойства путем прививки акриловой кислоты с последующей обработкой антибиотиками цефалоспоринового типа, позволяют повысить огнеупорность путем использования мономера глицидилметакрилата (GMA) для фото индуцированной прививки ПЭТ ткани с последующей обработкой 1-гидрокси этиленден-1,1 дифосфоновой (HEDP) и сульфаминовой кислотой (H_2NSO_3H) [2, с. 175]. Приводятся работы химиков из Японии, которые открыли новый вид бактерий (*Ideonella sakaiensis* 201-F6), которые способны разлагать пластик (по крайней мере, полиэтилентерефталат — наиболее распространенный его вид). *Ideonella sakaiensis* 201-F6 используют полиэтилентерефталат в своем углеродном и энергетическом обменах, выделяя два фермента, разлагающие его до экологически безопасной терефталевой кислоты и этиленгликоля [2, с. 177].

В статье Кузнецовой О.Ю. и др. проведен анализ опубликованных работ, посвященных исследованию микробиологических свойств наночастиц диоксида титана. Изучена микробиологическая активность полиэфирной ткани, модифицированной наночастицами диоксида титана. Показано, что указанная характеристика модифицированной полиэфирной ткани в значительной степени определяется количеством модификатора на

ее поверхности [3, с. 82]. Фотокаталитические свойства, которыми обладают наночастицы TiO_2 , делают возможной деструкцию адсорбированных на ткани загрязнений и придают TiO_2 особую привлекательность как отделочному препарату. Способность наночастиц TiO_2 генерировать на свету электроны, дырки, образовывать радикалы и частицы с высокой реакционной способностью приводит к пагубным последствиям для различных микроорганизмов (бактерий, грибов, вирусов, водорослей и т.д.). Точный механизм бактерицидной активности наночастиц TiO_2 на данный момент не установлен, но некоторые общие представления о нем уже сложились [3, с. 82].

На рис. 1 (а-с) представлено схематическое изображение процесса фотоуничтожения кишечной палочки на пленке TiO_2 . В нижнем ряду представлена часть клеточной оболочки (при увеличении) [3, с. 84].

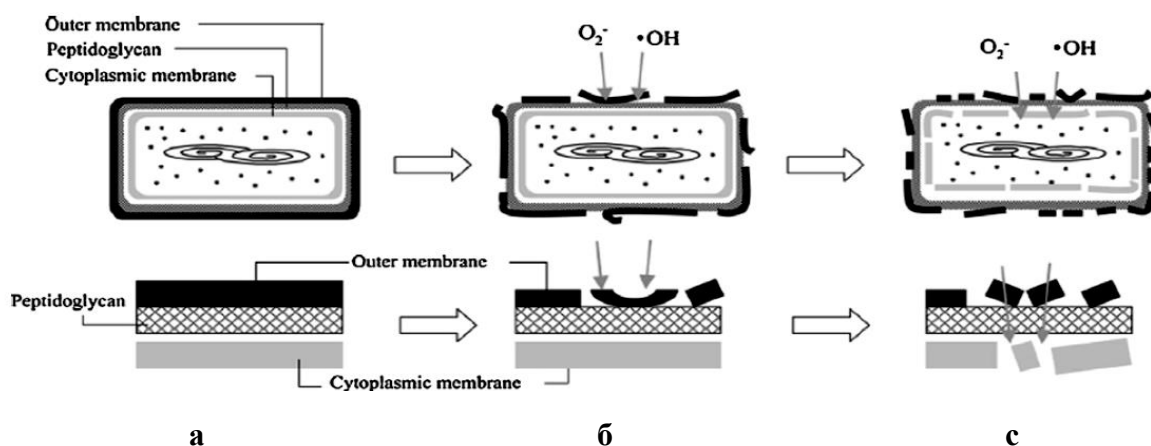


Рис. 1. Схематическое изображение процесса фотоуничтожения кишечной палочки на пленке TiO_2

В работе Кузнецовой О.Ю. и др. отмечено, что при значительном увеличении содержания препарата (суспензии TiO_2) на поверхности текстильного материала (до 40 г/м^2) при наличии УФ облучения наблюдается хорошее и отличное ингибирование жизнедеятельности *E. coli* и *Staphylococcus aureus* (4-5 балла) [3, с. 85].

В качестве направления модификации текстильного сырья рассмотрим одно из самых интересных и перспективных направлений в области создания умного текстиля, способного к терморегуляции и созданию комфортного микроклимата - использование веществ с фазовым изменением.

Материалы с изменяющейся фазой (Phase change materials - PCM) — это будущие тенденции в одежде для низких температур [4, р. 9].

Данный вид материалов известен с конца 70-х годов прошлого века, но достаточно сложный способ нанесения подобных материалов на текстильную матрицу, а также стоимость продолжают инициировать многочисленные исследования в этом направлении.

Материалы с изменением фазы, поглощая тепловую энергию, изменяют свое фазовое состояние от твердого в жидкое, данное изменение является обратимым. При обратном переходе, РСМ отдают энергию [4, р. 9]. В качестве веществ фазового изменения используются парафиновые углеводороды [6, р.1].

Заполненные веществом фазового изменения капсулы, накапливают тепло, а затем обеспечивают его сохранение почти в три раза больше, чем воздух, находящийся в изолированном состоянии. РСМ также обеспечивают теплоизоляционные свойства во влажных условиях. Микро-РСМ, разработанные GatewayTechnologies (на данный момент Outlast Technologies Inc.), обладают свойством изоляции на 400% лучше, по сравнению с обычными изоляционными материалами [5, р. 463].

В статье Левшицкой О.Р. и др. рассмотрены результаты нанесения микрокапсулированных веществ с изменяемым фазовым состоянием на текстильный материал методом пропитки. Исследовано влияние параметров пропитывания материала на закрепление активных веществ на его поверхности. Подтверждено, что в результате обработки текстильного материала суспензией, содержащей микрокапсулированное вещество с изменяемым фазовым состоянием, его закрепление осуществляется на поверхности элементарных нитей. При большей концентрации микрокапсул в наносимой суспензии распределение активного вещества в материале происходит более равномерно [7, с. 262].

В ходе исследования, проведенного Левшицкой О.Р. и др. использовано микрокапсулированное вещество с изменяемым фазовым состоянием, способное осуществлять активную терморегуляцию. Содержимым микрокапсул являлся парафин с температурой фазового перехода 28 °С. Капсулируемое вещество (содержимое микрокапсул) образует ядро микрокапсул, а капсулирующий материал образует стенки оболочек. Материал оболочки – полиуретан (без содержания формальдегида). Краткое обозначение использованных микрокапсул – MikroCapsPCM28-S [7, с. 263].

На рис. 2 представлен вид, под микроскопом, распределения микрокапсул на элементарных нитях.

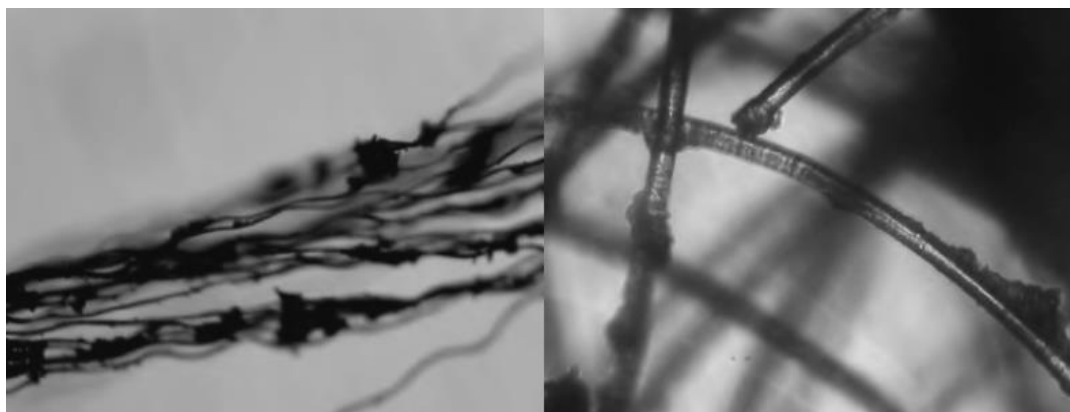


Рис. 2. Вид под микроскопом распределения микрокапсул на элементарных нитях

В результате проведенных Левшицкой О.Р. и др. исследований подтверждено, что в результате обработки текстильного материала суспензией, содержащей микрокапсулированное вещество с изменяемым фазовым состоянием, его закрепление осуществляется на поверхности элементарных нитей. Распределение микрокапсул на исследуемом материале является достаточно равномерным, но при большей концентрации микрокапсул в наносимой суспензии распределение активного вещества в материале происходит более равномерно (на 94,44% равномерно в неокрашенных образцах и на 98,15% равномерно в окрашенных) [7, с. 266].

Все вышеперечисленные модификации сырья для текстильных полотен отвечают всем самым современным направлениям всемирного развития науки. Идеи применения веществ с изменяющимся фазовым состоянием (PCM) позволяют реализовать в текстиле идею самоорганизующихся систем, т.е. систем, которые подстраиваются под окружающую среду, делают комфортным микроклимат в пододежном пространстве при пассивном участии пользователя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузник В.М., Пророкова Н.П. Синтетические материалы со специальными свойствами для использования в Арктике // по материалам XIX международ. науч.-практ. форума «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы». Smartex, Иваново: 2016, С. 20-25.
2. Шанюонг Джан. и др. Модификации полиэтилентерефталата // по материалам XX международ. науч.-практ. форума «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы». Smartex, Иваново: 2017, С. 173-178.
3. Кузнецова О.Ю. Микробиологическая активность полиэфирных текстильных материалов, модифицированных диоксидом титана / О.Ю. Кузнецова, Т.Ю. Кумеева, Н.П. Пророкова // по материалам XIX международный научно-практический форум «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы». Smartex, Иваново: 2016, С.82-86.
4. Shaker K. (2018). Clothing for Extreme Cold Weather. Material, Properties, Production and Testing. *National Textile University*, (1), С.1-12.
5. Kasturiya, N., Subbulakshmi, M., Gupta, S. and Raj, H. (1999). System Design of Cold Weather Protective Clothing. *Defence Science*, 49(5), pp.457-464.
6. Joseph L., Zuckerman, Livingston, N., Pushaw, R., Haverto, W., Bernard, T., Boulder, P. and Wyner, D. (2003). *Fabric coating containing energy absorbing phase change material and method of manufacturing same*. US 6503976 B2.
7. Левшицкая О.Р., Рыклин Д.Б. Исследование результатов нанесения микрокапсулированных веществ с изменяемым фазовым состоянием на текстильный материал // по материалам XX международ. науч.-практ. форума «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы». Smartex, Иваново: 2017, С.262-266.

ТЕХНОЛОГИЯ МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ИММОБИЛИЗАЦИИ ИХ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Одинцова О.И., Петрова Л.С., Прохорова А.А., Малышева К.А.
Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия

Большой популярностью для создания функционального и косметического текстиля пользуется метод микро- и нанокапсулирования, в котором присутствуют приемы «Layer-by-layer». Данная тенденция обусловлена помимо универсальности и гибкости метода способностью защищать активные ингредиенты от окисления, повышенной температуры, кислотности, щелочности, влаги и испарения, а также от взаимодействия с другими соединениями в системе, которая может привести к деградации или полимеризации [1-2].

Микрокапсулирование – это, фактически, техника микроупаковки, которая включает в себя получение микрокапсулы и действует как барьер от твердых тел или жидкостей. Микрокапсулы синтезируют путем нанесения тонкого слоя полимера на мелкие твердые частицы или капли жидкости, или на дисперсии твердых веществ в жидкостях. Основное содержимое высвобождается в контролируемых условиях с учетом назначения [3].

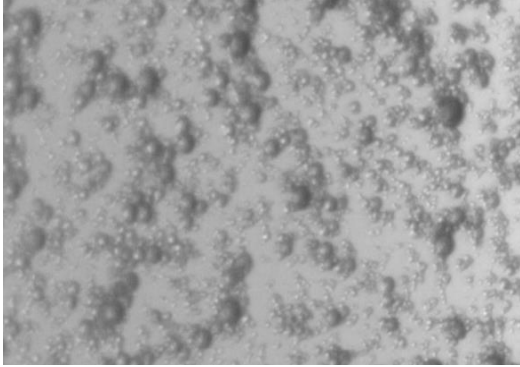

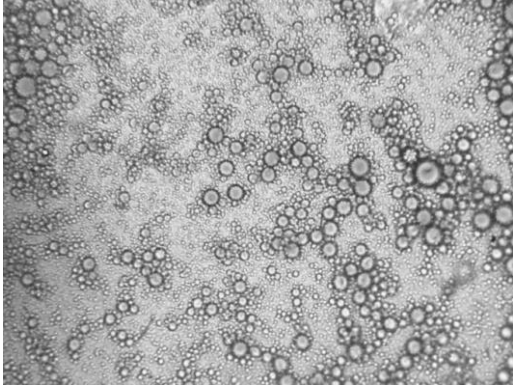
Данная технология может найти применение для разработки текстиля с пролонгированной ароматизацией, а также для придания ткани репеллентных и антибактериальных свойств, способности витаминизировать и увлажнять кожу человека. Наиболее распространенными являются методики инкапсулирования функционального агента в полимер с последующим нанесением композиции на ткань или волокно, позволяющие добиться максимального эффекта. Для инкапсулирования функциональных веществ и иммобилизации капсул на текстильном материале были использованы синтетические полиэлектролиты [4-5]. Микрокапсулирование биологически активных веществ (БАВ) осуществляли методом коацервации [6].

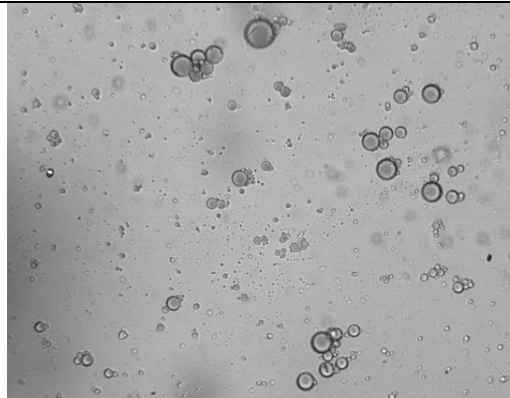
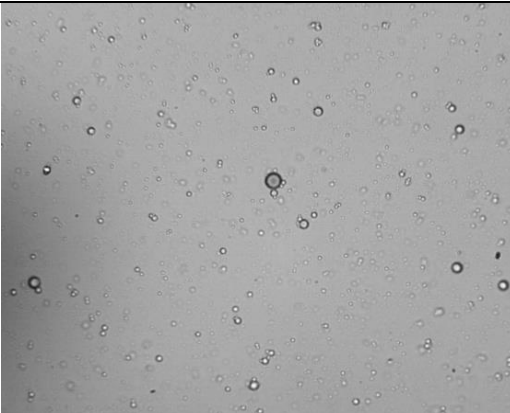
Цель настоящего исследования заключалась в создании устойчивой формы препарата на основе нанокапсул и разработки технологии его использования для отделки БАВ целлюлозных материалов.

Для достижения стабильности эмульсий и равномерного распределения нанокапсул по размерам проведено изучение влияния микродобавок органических нетоксичных веществ, вводимых в систему на стадии образования капсул. В результате экспериментов получены устойчивые капсулы с различной толщиной полиэлектролитной оболочки: бислойной и тетраслойной.

В табл. 1 представлены фотографии капсулированных масел, выполненные с помощью электронного микроскопа.

Таблица 1. Электронно-микроскопическое изображение и размер капсулированных БАВ

№ п/п	Изображение и название	Размер частиц	Процентное соотношение
1	 <p data-bbox="295 734 948 853">Капсулы, содержащие окрашенное масло розмарина, с бислойной оболочкой без стабилизатора</p>	70,21	100
2	 <p data-bbox="287 1294 933 1373">Капсулы с бислойной оболочкой, содержащие масло грейфрута, без стабилизатора</p>	9,2-13,0	100
1	 <p data-bbox="290 1839 952 1951">Капсулы, содержащие масло чайного дерева, с бислойной полиэлектролитной оболочкой, стабилизатор №1.</p>	38,25 173,6	4,7 95,3

2	 <p data-bbox="293 595 951 712">Капсулы с тетраслойной полиэлектrolитной оболочкой, содержащие масло чайного дерева, стабилизатор №2.</p>	<p data-bbox="1034 197 1123 407">0,027 9,765 128,2 676,6 1,2*105</p>	<p data-bbox="1267 197 1334 407">4,9 0,9 60,2 32,4 1,6</p>
	 <p data-bbox="293 1178 951 1294">Капсулы с тетраслойной полиэлектrolитной оболочки на основе масла чайного дерева и стабилизатора №1.</p>	<p data-bbox="1034 766 1123 842">130,1 424,9</p>	<p data-bbox="1267 766 1334 842">83 17</p>

Форма полученных капсул не зависимо от природы стабилизатора и состава полиэлектrolитной оболочки-шарообразная. Капсулы с бислойной оболочкой в присутствии стабилизатора №1, судя по фотографии, склонны к агрегации. Капсулы с тетраслойной оболочкой в присутствии стабилизатора имеют более 83% частиц размером 130,1 нм. Такая система оказалась достаточно устойчивой. Агрегативная устойчивость полученных составов на основе микрокапсул с введением органических микродобавок увеличивается в 5-10 раз по сравнению с обычными микроэмульсиями.

Разработанные составы наносили на целлюлозный текстильный материал, который обрабатывали послойно разноименно заряженными полиэлектrolитами. Использование метода послойного нанесения полиэлектrolитов с внедренными в нанослой капсулами, обеспечивает эффективную иммобилизацию БАВ на текстильном материале, устойчивость отделки к стирке составляет 5-7 стирок. Разработанная технология внедряется на предприятиях ООО «Объединение «Специальный текстиль» г. Шуя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьменко В.А. Применение синтетических полиэлектролитов для иммобилизации душистых веществ на текстильных материалах методом «Layer-by-Layer» /В.А.Кузьменко, О.И.Одинцова, А.И. Русанова //Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2014. Т. 57. Вып. 6. С. 102-104.
2. Прохорова А.А. Применение метода LAYER-BY-LAYER для иммобилизации акарицидных веществ на целлюлозных текстильных материалах /А.А. Прохорова, О.И. Одинцова, Е.О. Авакова, В.А. Кузьменко // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология 2016.Т.59 (7). С. 42-46.
3. Cheng S.Y., Yuen C.W.M., Kan C.W., Cheuk K.K.L. Development of cosmetic textiles using microencapsulation technology // Research Journal of Textile and Apparel, 2008. V. 12. N 4.P. 41-51.
4. Одинцова О.И. Синтетические полиэлектролиты и особенности их взаимодействия с поверхностно-активными веществами // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2009. Т. 52. Вып. 8. С. 3-9.
5. Прохорова А.А. Использование метода микроэмульсионного капсулирования для придания текстильным материалам акарицидных свойств. / А.А. Прохорова, Л.С. Петрова, Е.Л. Владимирцева, О.И. Одинцова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2017. - № 1. С. 332-336.
6. Патент № 2594422:Регистрационный № 2015124678(038492) дата подачи 23.06.15 года, приоритет от 03.07.15.,Опубликовано: 20.08.2016 . Бюл. № 23. Способ получения ароматизированного текстильного материала. Кузьменко, Одинцова О.И., Никифорова Т.Е., Прохорова А.А., Одинцова Л.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СУРОВОЙ ЛЬНЯНОЙ РОВНИЦЫ

Панкратова Е.В.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Химическая подготовка льняной ровницы к мокрому прядению является одной из важнейших технологических операций в производстве льняных тканей, во многом определяющей качество готовой продукции.

Это связано тем, что предварительная очистка ровницы позволяет улучшить прядильные свойства волокна и в итоге повысить физико-механические показатели пряжи. Этот результат достигается за счет удаления части спутников основной целлюлозной компоненты льняного волокна, что приводит к ослаблению связей между элементарными волокнами и облегчает дробление комплексов технических волокон в вытяжном

приборе прядильной машины. При этом пряжа формируется из более тонких, очищенных комплексов волокон [1].

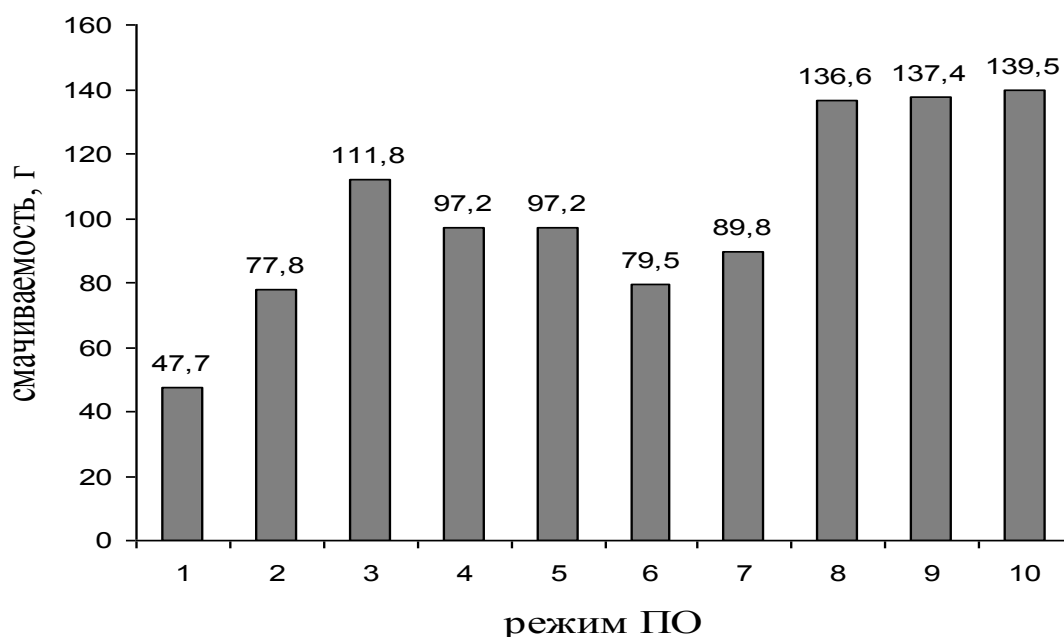
Оценку качества химической подготовки определяют по показателю прочности к разрывной нагрузке ровницы. Химическая обработка ровницы сопровождается потерей массы.

В работе [2] показано, что плазмохимическая обработка не только не ухудшает прочностные показатели льняных материалов, но и улучшает их. В связи этим нами было проведено исследование влияния данной обработки на процесс подготовки суровой льняной ровницы.

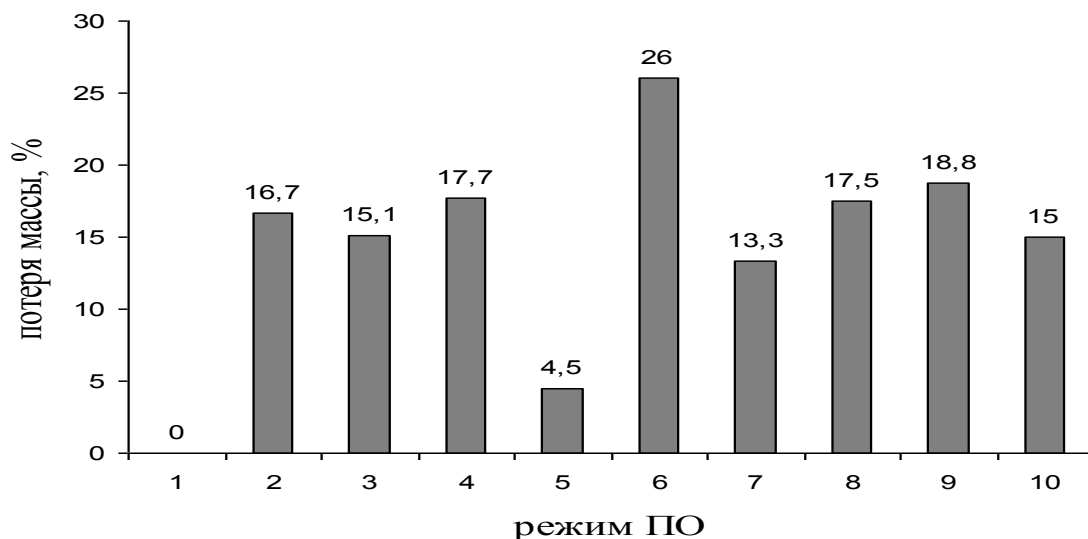
Целесообразность данного эксперимента была также связана с тем, что при облагораживании льняной ровницы наряду с окислительной варкой применяется щелочно-хлоритно-перекисный способ [3]. В данном способе используется хлорсодержащий отбеливатель, способствующий улучшению экологической обстановки в отбельных цехах льноотделочных предприятий.

Нами был проведен выбор условий плазмохимической обработки суровой льняной ровницы. Образцы были обработаны в плазме воздуха при постоянном расходе плазмообразующего газа 0,04 г/с и мощности разряда 1,7 кВт. При обработке варьировались следующие параметры: давление и длительность обработки.

Оценка эффективности плазмообработки велась по изменению смачиваемости и по потере массы у исследуемых образцов. Результаты приведены на рис. 1 в виде диаграмм.



a)



б)

Рис. 1. Влияние режимов плазмообработки (ПО) суровой льняной ровницы на смачиваемость (а) и потерю массы (б)

(1) Исходная (2) Режим 1 (давление 26,6 Па, длительность 30 с) (3) Режим 2 (давление 26,6 Па, длительность 60 с) (4) Режим 3 (давление 26,6 Па, длительность 180 с) (5) Режим 4 (давление 33 Па, длительность 30 с) (6) Режим 5 (давление 33 Па, длительность 60 с) (7) Режим 6 (давление 33 Па, длительность 180 с) (8) Режим 7 (давление 40 Па, длительность 30 с) (9) Режим 8 (давление 40 Па, длительность 60 с) (10) Режим 9 (давление 40 Па, длительность 180 с)

Как видно, наилучшие показатели исследуемых характеристик наблюдаются для образцов, обработанных плазмой по режиму номер 9.

Из рис. 1 видно, что у данных образцов в результате плазмохимической обработки (ПХО) при высоких значениях смачиваемости (137,4 г) потеря массы не превышает допустимого значения (15%) [3]. Смачиваемость у плазмообработанной льняной ровницы после облагораживания выше, чем у исходной необработанной на 65%

Выбранные условия плазмообработки по режиму номер 9 (давление – 40 Па, длительность обработки – 180 с) были положены в основу дальнейшего эксперимента, который проводился на суровой льняной ровнице.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фриндланд Г.И. Отделка льняных тканей. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 430 с.
2. Панкратова Е.В. Применение низкотемпературной плазмы для совершенствования технологии отделки льняных материалов: дисс. ...канд. техн. наук. - Москва, 2007. - 190 с.
3. Регламентированные технологические процессы обработки ровницы, пряжи и ткани (Методические рекомендации), М., 1972. 105 с.

АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ ОТДЕЛКА ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Петрова Л.С., Носкова Ю.В, Одинцова О.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия

В последние годы приоритетным направлением в легкой промышленности является создание антибактериальных текстильных материалов. Качество жизни и работы большого количества людей в условиях, не обеспечивающих надлежащий уровень гигиены (транспорт, вахтовая работа, экспедиции, полевые условия военнослужащих, спасательные работы) или связанных с повышенными требованиями к микробиологической безопасности (лечебные учреждения, фармацевтические и пищевые производства) могут быть значительно улучшены путем использования биоцидно защищенных текстильных материалов [1]. Такие материалы становятся защитным барьером на пути проникновения микробов к телу человека, способствуя сохранению его здоровья. Одним из способов придания текстильным материалам бактерицидных свойств является иммобилизация на текстильных материалах наночастиц серебра.

Цель настоящего исследования заключалась в создании устойчивой формы препарата на основе наночастиц серебра и разработки технологии его использования для антибактериальной отделки целлюлозных материалов.

Изучен процесс восстановления нитрата серебра в водной среде химическим методом с помощью различных по природе восстановителей: аскорбиновой кислоты, дитионита натрия, глюкозы, глиоксаля. Оценена возможность получения наночастиц серебра при введении стабилизатора гидрозолей серебра из ряда анионных полиэлектролитов: акремон В-1, полидон А, акремон Д-1, акремон Д-13, акремон ЛК-2. Установлено, что наиболее эффективным стабилизатором гидрозолей серебра, полученных при использовании в качестве восстановителей глюкозы, аскорбиновой кислоты и дитионита натрия является акремон-ЛК-2.

Проведен сравнительный анализ влияния восстановителей различной природы на свойства синтезированных наночастиц серебра. Показано, что наиболее равномерные по составу наночастицы серебра получены при использовании глиоксаля, при этом составы на его основе обладают повышенной антибактериальной активностью по отношению к *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* (табл.1).

Определены концентрационные соотношения в системе нитрат серебра - глиоксаль, позволяющие получать агрегативно устойчивые во времени гидрозоли серебра без использования стабилизаторов. В случае введения в систему большинства исследуемых стабилизаторов частицы серебра агрегируют в более крупные образования.

Таблица 1. Влияние восстановителей и стабилизаторов на свойства синтезированных наночастиц серебра

Наименование восстановителя	Наименование стабилизатора	Размер синтезированных частиц, нм	Время жизни частиц	Зона задержки роста микроорганизмов, мм
Дитионит натрия	Этиловый спирт Акремон LK-2	10 15	В течение года	E.coli-4 Staphylococcus aureus-20
Глюкоза	Акремон LK-2	0,5 38	В течение года	E.coli-5 Staphylococcus aureus-8
Глиоксаль	Без стабилизатора	71	В течение года	E.coli-10 Staphylococcus aureus-18 Staphylococcus epidermidis-6

Разработана технология иммобилизации серебросодержащего препарата с использованием катионного полиэлектролита, который в свою очередь обладает бактерицидными свойствами. Оптимизированы концентрационные и температурно-временные условия проведения процесса отделки. Исследована антибактериальная активность обработанных текстильных материалов, подтвердившая эффективность действия разработанного состава.

Отделка данным препаратом придает текстильному материалу защитные свойства, препятствующие проникновению чуждой микрофлоры. Устойчивость полученной бактерицидной отделки составляет 5 стирок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разуваев А.В. Бицидная защита текстильных материалов для профессиональной одежды [Электронный ресурс] / А.В. Разуваев // Технический текстиль. – 2009. – №19. – URL: <http://rustm.net/catalog/article/1512.html> (дата обращения 15.02.2017).

СОЗДАНИЕ ДУБЛИРОВАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПАРПРОНИЦАЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ

Полушин Е.Г., Ширманова В.В., Козлова О.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия

На сегодняшний день развитие текстильной промышленности во многом опирается на разработку и внедрение многофункционального текстиля, способного удовлетворить современного потребителя по всем требованиям качества, дизайна и комфорта в эксплуатации. Таким требова-

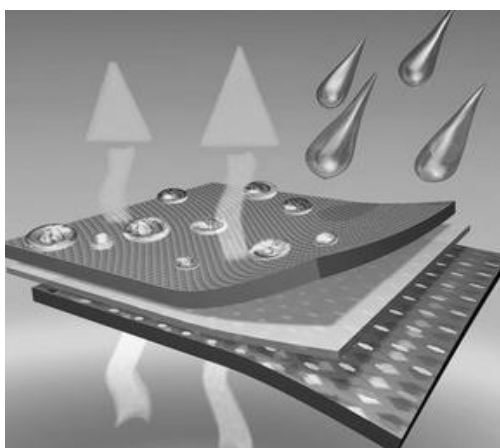
ниям отвечают инновационные дублированные материалы с комплексом функциональных свойств.

Целью работы является получение дублированных материалов с использованием водных дисперсий отечественных акриловых полимеров в качестве клеевого состава и придание дублированным материалам дополнительных улучшенных свойств.

Известно, что в зависимости от способов получения дублированных тканей, результаты обеспечивают либо полное соединение поверхности между тканями, либо приобретают «дышащий» эффект мембранных тканей [1,2].

В индустрии производства одежды и снаряжения для активного отдыха, большое значение имеет высокая способность материала к транспорту водяного пара. Чем она выше, тем лучше, т.к. это позволяет избежать пользователю перегрева и при этом оставаться сухим.

В настоящем исследовании приведены результаты изучения водо- и паропроницаемых свойств получаемых дублированных текстильных материалов.



Определено количество влаги, сорбированной текстильными образцами за сутки. В силу наличия в структуре полимера большого количества гидрофильных функциональных групп на поверхности, на концах макромолекул, в глубине полимерных сеток наблюдается довольно большое количество поглощенной влаги. Причем в зависимости от толщины полимерной матрицы, которую получали различным количеством наносимых слоев, значение влагопоглощения увеличивается с 13,2 до 24,3%.

Изучены свойства паропроницаемости полученных дублированных материалов. Это свойство дает возможность материалу пропускать или задерживать водяной пар. В индустрии производства одежды и снаряжения для активного отдыха, большое значение имеет высокая способность материала к транспорту водяного пара. Чем она выше, тем лучше, т.к. это позволяет избежать пользователю перегрева и при этом оставаться сухим.

Паропроницаемость измеряли в г/м²/24 часа, т.е. количество водяного пара, которое прошло через квадратный метр материала за сутки. Обозначается этот параметр аббревиатурой MVTR («*moisture vapor transmission rate*» или «*скорость прохождения водяного пара*»). И чем выше значение, тем большей паропроницаемостью обладает материал.

Значения полученных показателей изменяются от состава полимерной матрицы и от вводимых в нее добавок. Используя различное количество вводимого сорбента в полимерную матрицу, можно изменять в сторону увеличения показатель паропроницаемости, что позволит прогнозировать заранее требуемые свойства материалов. Увеличение минерального компонента с 10 до 30% приводит к повышению показателя MVTR с 294 г/м² до 1125 г/м², что соответствует требованиям для паропроницаемых тканей.

Сделаны снимки с пленок полимеров, используемых для дублирования тканей с помощью микроскопа МБИ-3, где отчетливо видна пористая структура, как чистого полимера, так и с введением минерального наполнителя (рис.1), что обеспечивает получение паропроницаемости дублированных материалов.

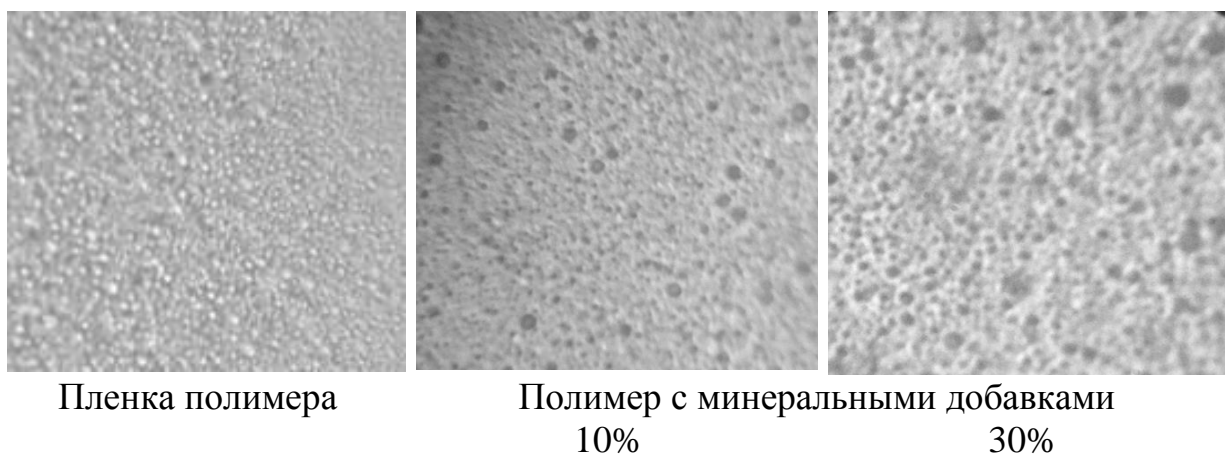


Рис. 1. Снимки с пленок полимеров, используемых для дублирования тканей

Дальнейшие исследования будут направлены на углубленное изучение составов и структуры пористых мембран, используемых в технологии получения дублированных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://sport-marafon.ru/article/odezhda/paropronitsaemost/>
2. <http://textiletrend.ru/pro-tkani/raznyiy-sostav/membrannaya-tkan.html>

ИЗУЧЕНИЕ ФАРМАКОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Сажнев Н.А., Кильдеева Н.Р.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Создание полимерных систем для адресной доставки биологических веществ является актуальной задачей. Различные исследования показали [1-4], что биоразлагаемые полимеры наиболее перспективны для решения этой задачи. В связи с этим было проведено исследование выделения лекарственных средств из материалов на основе химически сшитого биополимера хитозана.

Хитозан - это биоразлагаемый, биodeградируемый полимер, в каждом элементарном звене которого содержится реакционноспособная аминогруппа. Полимерные композиции на основе раствора хитозана, содержащего биологически активные вещества и нетоксичный природный сшивающий реагент дженипин, могут использоваться как для получения пленок, так и для модификации текстильных изделий с целью придания биологической активности.

В настоящей работе исследован процесс выделения лекарственных соединений из пленок, модифицированных сшивкой дженипином при различных рН.

Экспериментальная часть

В работе использовался хитозан производства «Роерг» (Германия) с молекулярной массой 190 кДа и степенью деацетилирования исходного хитина 87%, уксусная кислота марки «ХЧ»; ГОСТ 61 – 75 («Реахим», Ереванский завод химреактивов), сшивающий реагент дженипин (Gr) (Китай), лидокаина гидрохлорид производства ОАО «АС-фарм» местное анестезирующее лекарственное средство в виде субстанции-порошка, мирамистин производства «Инфамед К» в виде субстанции-порошка, антисептик из класса поверхностно-активных веществ.

Растворы хитозана (2%) в водном растворе уксусной кислоты (2%) готовили по навескам сухого полимера ($\pm 0,0002$ г). Растворы Gr в дистиллированной воде (0,98%) готовили в колбе подходящего объема по точной навеске ($\pm 0,0002$ г). Получали растворы хитозана с рН 4,15. При помощи сухого NaOH растворы доводили до показаний рН 5,6.

Исходные растворы для формирования пленок готовили следующим образом: в растворы хитозана (объем 6 мл) вводили 2 мл водного раствора Gr при различных соотношениях $[Gr]/[NH_2]$ (0,01 и 0,08). В растворы добавляли определенное количество лекарственных средств (5% от массы хитозана в случае с мирамистином и 10% от массы хитозана для лидокаина).

Формование плёнок осуществляли методом полива на чашки Петри растворов хитозана с реагентом дженипином, содержащих лидокаина гид-

рохлорид, либо мирамистин. Пленки выдерживали при комнатной температуре для испарения растворителя до постоянной массы пленки.

Изучение кинетики выделения лидокаина или мирамистина из пленок в физиологический раствор NaCl (0,9%) (гидромуль 100 мл/г) проводили путем регистрации изменения оптической плотности растворов при длинах волн $\lambda=200$ нм (для лидокаина) и 210 нм (для мирамистина) с использованием спектрофотометра ThermoSpectronicGenesis 10UV.

Результаты

На рис. 1 и 2 представлены результаты исследования кинетики выделения мирамистина и лидокаина из пленок хитозана, сшитых при различных pH.

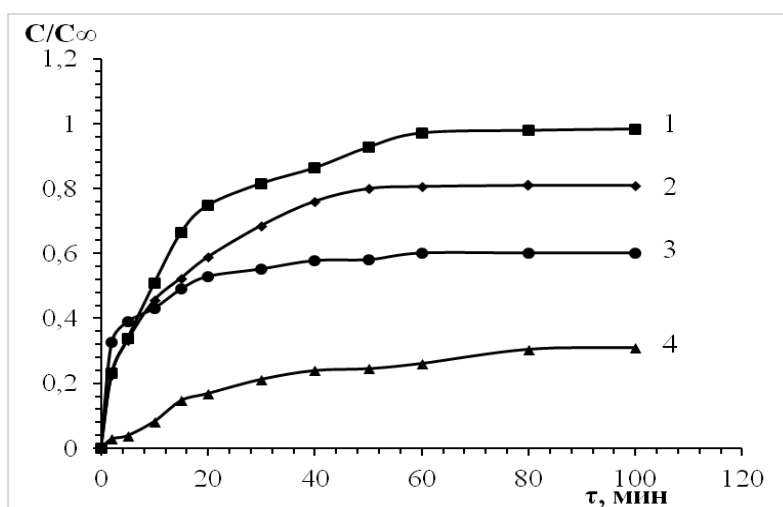


Рис. 1. Кинетика выделения мирамистина из пленок хитозана, сшитых дженипином с при различных соотношениях pH. 1 – $[Gp/NH_2] = 0,01$, pH 5,6; 2 – $[Gp/NH_2] = 0,01$, pH 4,15; 3 – $[Gp/NH_2] = 0,08$, pH 4,15; 4 – $[Gp/NH_2] = 0,08$, pH 5,6

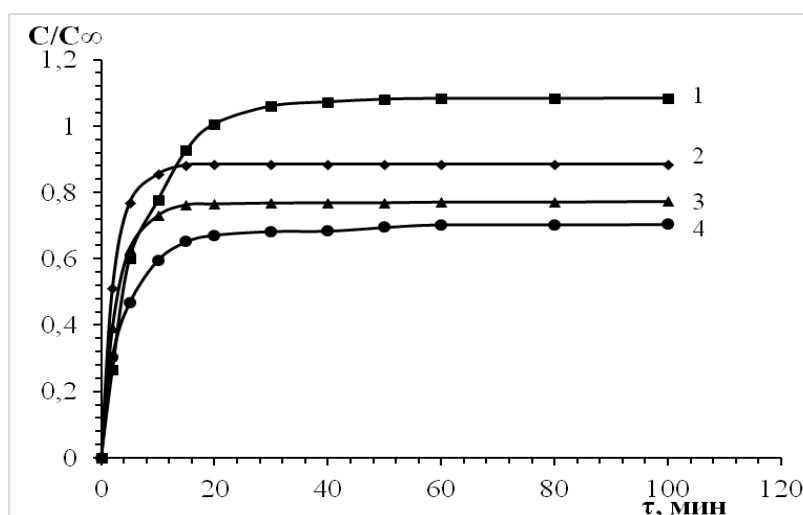


Рис. 2. Кинетика выделения лидокаина из пленок хитозана, сшитых дженипином с при различных соотношениях pH. 1 – $[Gp/NH_2] = 0,01$, pH 5,6; 2 – $[Gp/NH_2] = 0,01$, pH 4,15; 3 – $[Gp/NH_2] = 0,08$, pH 5,6; 4 – $[Gp/NH_2] = 0,08$, pH 4,15

Исходя из полученных кинетических данных можно сделать следующий вывод: концентрация ионов водорода определяет степень протонирования аминогрупп и степень сшивки хитозана и сильно влияет на скорость выделения лекарственных средств из полимерных систем на основе хитозана. Чем выше рН, тем больше биологически активного вещества выделяется. Кроме того, при уменьшении количества сживающего реагента, скорость выделения мирамистина и лидокаина увеличивается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hoffman A.S. The origins and evolution of “controlled” drug delivery systems. // J. Contr Rel. – 2008. – Vol. 132. – P. 153-163.
2. Касаткина М.А., Буданцева Н.А., Кильдеева Н.Р. Получение биологически активных пленочных материалов на основе хитозана, модифицированных полифосфатами // Химико-фармацевтический журнал. 2016. Т.50. № 4. С.32-39.
3. Кильдеева Н.Р., Касаткина М.А., Михайлов С.Н. Особенности получения биосовместимых пленок на основе хитозана, сшитого дженипином // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2016. – №4. – С. 9-14.
4. Чалых А.Е., Кильдеева Н.Р., Касаткина М.А., Петрова Т.Ф., Герасимов В.К., Матвеев В.В., Хасбиуллин Р.Р. Структура и свойства пленок хитозана, сшитого дженипином // Сборник статей XXIII Всероссийской конференции «Структура и динамика молекулярных систем». – 2016. – № 23. – С. 36-45.

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сапожников С.В., Сафонов В.В.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

В настоящее время наряду с совершенствованием и разработкой различных технологий получения полимерных материалов, проводятся интенсивные исследования по приданию таким материалам специальных свойств, а именно, термостойкости, высокой прочности, а также электропроводности. В частности, к числу таких материалов относятся электропроводящие волокна. Они обладают целым рядом уникальных свойств: высокой электропроводностью, эластичностью, легкостью и другими ценными характеристиками, которые свойственны текстильным материалам.

К числу самых широких областей применения электропроводящих волокон относится изготовление электропроводящих и антистатических тканей. Электропроводящие ткани обладают рядом ценных свойств: высокой прочностью и однородностью, стойкостью к трению и истиранию, хорошей воздухопроницаемостью, размерной стабильностью, гибкостью, способностью к восстановлению после относительно высоких напряжений,

а также легким весом. В тканях могут быть созданы необходимые сложные переплетения, которые можно использовать в качестве электрических цепей. Такие переплетения могут содержать многочисленные как электрические, так и неэлектрические компоненты.

Изучение различных литературных источников и патентных данных показывает, что одним из перспективных направлений расширения ассортимента текстильных материалов являются разработки, связанные с получением электропроводящих текстильных материалов. Это обусловлено тем, что электропроводящий текстиль, обладая целым рядом уникальных свойств, создаёт потенциальную возможность разработки «интеллектуальных» тканых текстильных материалов [1]. Такие материалы могут регулировать давление, температуру и электрические заряды на теле человека. Для получения электропроводящих тканей в настоящее время в основном используются углеродные и металлизированные волокна.

К требованиям, предъявляемым к электропроводящим текстильным материалам, относятся малая плотность, высокие удельные физико-механические характеристики, возможность широкого варьирования электрофизических характеристик, стойкость к агрессивным средам, малый термический коэффициент линейного расширения, высокая адгезия к связующим и технологичность переработки в изделия.

В качестве исходных материалов для получения металлизированных волокон используются натуральные, синтетические, искусственные волокнистые материалы, а также стеклянные, углеродные и металлические нити различного размера.

В настоящее время широко применяются в электротехнике, радиотехнике и смежных отраслях такие металлы, как золото, серебро, никель, хром, вольфрам и их сплавы, являющиеся весьма дефицитными и дорогостоящими материалами [2]. Способом химического восстановления металла из раствора солей наносят медные, никелевые и серебряные покрытия.

Одним из способов получения металлизированных волокон является электрическое осаждение металла [3]. В качестве электропроводной подложки используются волокна с проводящим подслоем, нанесенным по классическому способу химической металлизации диэлектриков или волокна с электропроводящими наполнителями (мелкодисперсными порошками сажи, графита и металлов).

В некоторых случаях на волокно наносится оболочка из электропроводящего наполнителя. Известно также нанесение многослойного покрытия. Все большее распространение в промышленности находит способ вакуумного напыления металлов и их окислов на различных видах тканей [4].

Для придания пряже «металлических» свойств ее подвергают металлизации методом распыления. Пряжу наматывают на катушки наподобие основы на ткацком навое. Напыление слоя металла производится специ-

альным металлизационным автоматом при перемотке пряжи с одной катушки на другую [5].

Для получения электропроводящих нитей с хорошей проводимостью из нейлона-12 используют наполнитель, включающий в себя углеродную сажу. Отмечается, что данные нити имеют высокую электропроводность, слабо зависящую от условий, в которых они используются. Формование нитей проводится с использованием фильеры, оснащенной охлаждающей (нагревательной) камерой. При этом используется ацетиленовая сажа. Полученные нити сохраняют удельное сопротивление практически неизменным независимо от изменений относительной влажности окружающей среды. Это означает, что они обладают стабильной электропроводностью [6].

Металлизация текстильных материалов может также проводиться методом магнетронного распыления, получившим широкое применение в микроэлектронике. Метод основан на использовании аномального тлеющего разряда в инертном газе с наложением на него кольцеобразной зоны скрещенных неоднородных электрического и магнитного полей, локализующих и стабилизирующих газоразрядную плазму в прикатодной области. Положительные ионы, образующиеся в разряде, ускоряются в направлении катода, бомбардируют его поверхность в зоне эрозии, выбивая из нее частицы материала. Покидающие поверхность мишени частицы осаждаются в виде пленки на подложке (ткани). Высокая кинетическая энергия частиц обеспечивает хороший уровень адгезии образующейся пленки к подложке [7].

Метод магнетронного распыления реализуется в достаточно глубоком вакууме и позволяет наносить на ткани тонкие пленки меди, алюминия, титана, латуни, серебра, нержавеющей стали, бронзы и их сплавов. Способ позволяет наносить на текстильные материалы также соединения некоторых металлов с кислородом или азотом. Спектр применения электропроводящих текстильных материалов достаточно широк, что делает их весьма востребованным товаром на современном рынке производств. Именно поэтому поиск эффективных и экономичных способов их получения на сегодняшний день приобретает наибольшую актуальность.

ЛИТЕРАТУРА

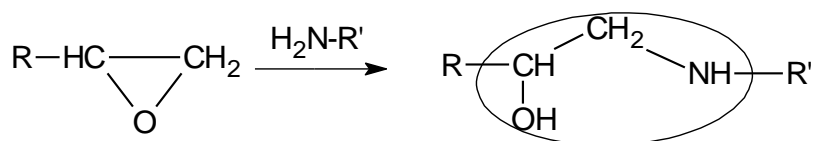
1. Абдусаттаров Ш.Ш. Исследование возможности использования электропроводящей ткани в обогреваемой спецобуви. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vozmozhnosti-ispolzovaniya-elektroprovodyaschej-tkani-v-obogrevaemoj-spetsobuvi>. Дата обращения: 12.04.2018.
2. Левит Р.М. Электропроводящие химические волокна. – М.: Химия, 1986. – 200 с.
3. Казармщиков И.Т. Производство металлических конструкционных материалов: Учебное пособие // Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 247 с.

4. Лысак В.Р., Нанкин А.Г., Татарчук И.Р. К вопросу совершенствования теплозащитных свойств обуви зимнего сезона носки // Кожевенно-обувная промышленность, 2011. – № 3. – С. 25-26.
5. Замостоцкий Е.Г., Коган А.Г. Комбинированные электропроводящие нити. Монография. – Витебск: ВГТУ, 2012. – 169 с.
6. Замостоцкий Е.Г. Теоретическое определение прочности комбинированной электропроводящей пряжи большой линейной плотности для ковровых изделий // Химические волокна, 2010. – №6. – С. 34-38.
7. Металлизация текстильных материалов из плазмы. Новые методы и новые возможности. – URL: <http://www.rusnanonet.ru/articles/65190/>. Дата обращения: 14.04.2018.

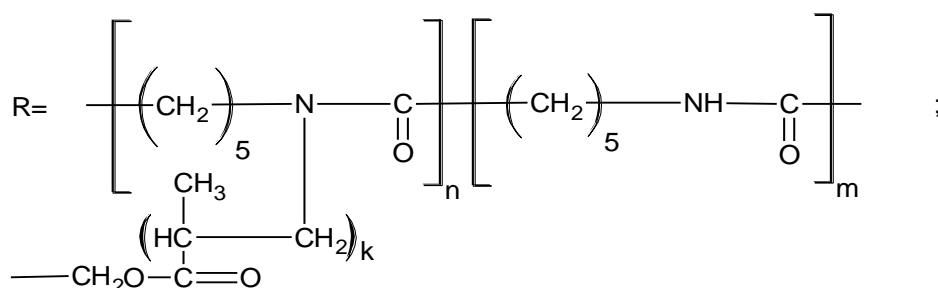
СИНТЕЗ НОВЫХ АЗОПРОИЗВОДНЫХ 2,4,6 – ТРИГИДРОКСИТОЛУОЛА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЦИОННО-АКТИВНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Селезнёв В.С., Кобраков К.И., Дружинина Т.В., Бычкова И.Н.,
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Для получения сорбционно-активных волокон часто используется перспективный метод, основанный на взаимодействии разветвленных полимеров особого класса – привитых сополимеров, содержащих высокореакционноспособные эпоксидные группы с модификаторами, способными взаимодействовать с этими группами с раскрытием напряженного цикла и образованием полярных группировок, потенциальных координационных центров (ПКЦ) с ионами металлов [1-4].



где

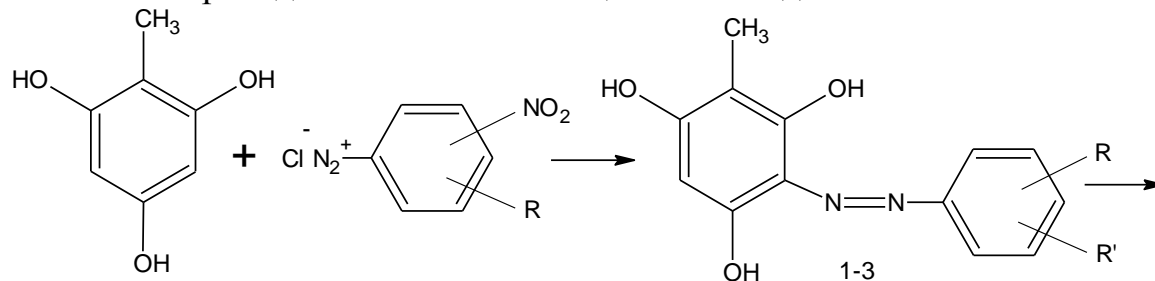


$\text{R}' =$ алкил, арил, гетарил, $\text{HN}-\text{R}''$, $\text{HN}-\overset{\text{X}}{\underset{||}{\text{C}}}-\text{R}''$, $\text{R}'' =$ арил, гетарил; $\text{X} = \text{O}, \text{S}$;
ПКЦ – выделен овалом.

Схема 1.

В развитие указанных исследований нами в качестве модификаторов синтезированы новые соединения – азопроизводные 2,4,6 – тригидрокси-толуола (ТГТ), содержащие в структуре как ПКЦ, состоящий из двух гидроксильных групп и азогруппы [5], так и реакционноспособные аминогруппы.

Ниже приведена схема синтеза целевых соединений 4-6.



1 R= 4-NO₂, R'=H; 2 R= 3-NO₂, R'=H; 3 R= 3-NO₂, R'= 5-OCH₃.

4 R= 4-NH₂, R'=H; 5 R= 3-NH₂, R'=H; 6 R= 3-NH₂, R'= 5-OCH₃.

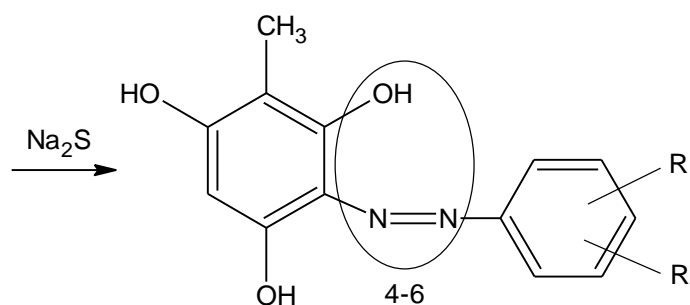


Схема 2.

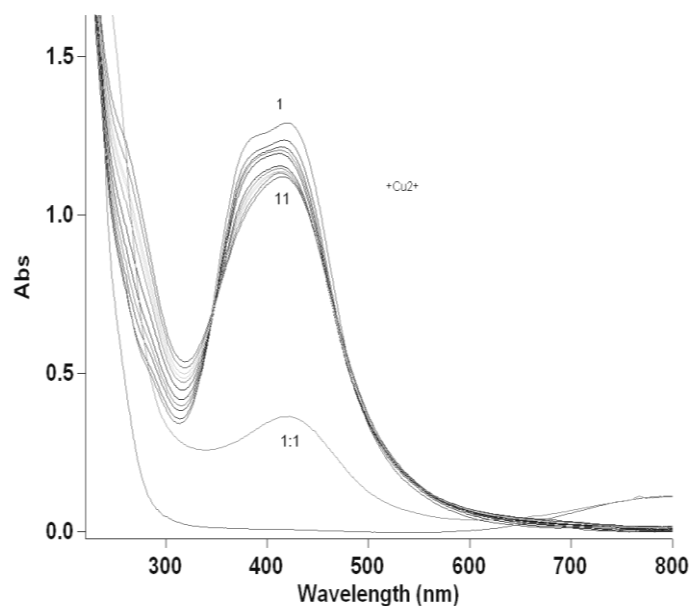
Структура синтезированных 2-[E-(аминофенил)дiazенил]-4-метилбензол-1,3,5-триолов (4-6) подтверждена данными ИК- и ЯМР Н¹ – спектроскопии, а состав элементным анализом. Следует отметить, что амины 5 и 6 – получены нами впервые.

Прежде чем перейти к изучению возможности использования соединений 4-6 для получения сорбционно-активных полимеров, мы исследовали методом спектрофотометрического титрования способность соединения 5 взаимодействовать с ионами Cu²⁺ и Ag⁺.

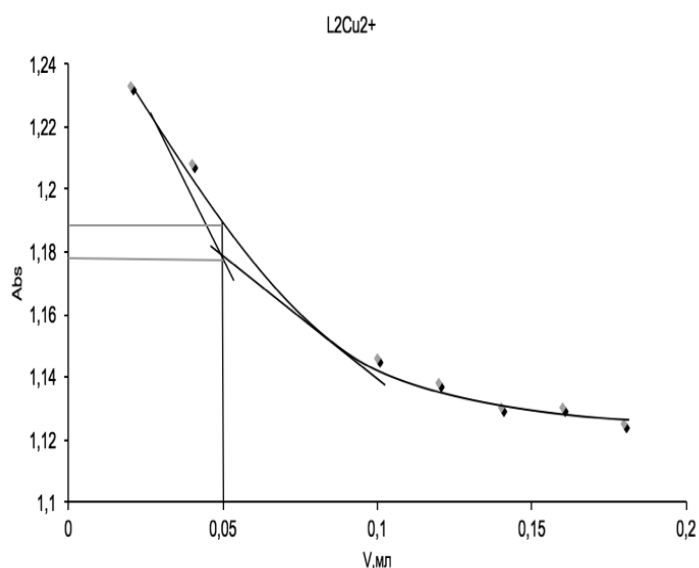
В УФ-спектре соединения 5 наблюдаются интенсивные полосы поглощения при 382 и 422 нм. При постепенном добавлении в спиртовой раствор соединения 5 водных растворов солей меди и серебра максимумы полос поглощения смещаются незначительно, но наблюдается уменьшение ширины полосы и появление в спектрах изобестических точек, что указывает на равновесие реакций комплексообразования.

На основе полученных результатов были рассчитаны составы и устойчивость металлокомплексов соединения 5 с ионами Ag⁺ и Cu²⁺ и установлено, что наибольшей устойчивостью обладают комплексы состава ион металла: соединения 5 = 2:1.

Получив результаты, свидетельствующие о высокой комплексообразующей активности синтезированных модификаторов, мы изучили взаимодействие модификаторов 4-6 с привитым сополимером поликапроамид-полиглицидилметакрилат (ПКА-ПГМА). Реакции проводили в растворе ДМФА при 80° С в течение 1 часа. По окончании реакции образцы отжимали, многократно промывали ацетоном и дистиллированной водой до рН~7, затем сушили до постоянной массы при 65 °С [4].



(a)



(б)

Рис. 1. Электронные спектры поглощения (а) и кривая насыщения (б), полученные по результатам титрования раствора соединения 5 ($c=10^{-4}$ моль/л) раствором CuCl_2 ($c=10^{-2}$ моль/л, линия 2-11)

Для того, чтобы при оценке результатов реакции избежать влияния побочных, сопутствующих факторов был проделан холостой опыт: в реакцию были взяты немодифицированный поликапроамид, не содержащий оксиановых циклов и амин 4. Взаимодействие проводилось по методикам, использовавшимся для реакции модифицированного ПКА-ПГМА. По окончании реакции и обработки волокна по методикам описанным выше был получен окрашенный в коричневый цвет полимер, т.к., очевидно прошло окрашивание волокна азосоединением 4 как дисперсным красителем.

Для всех полученных в работе полимеров, в том числе и для окрашенного немодифицированного полимера было определено содержание аминного азота, статической обменной емкости (СОЕ) и степени превращения ПКА- ПГМА.

Таблица 1. Некоторые характеристики полученных полимеров

Модифицированное волокно	m навески, г	N _{ам(эксп)} ,%	N _{ам(теор)} ,%	СОЕ, ммоль/г	C _{пр} ,%
ПКА-4*	0,0732	0,6864	-	0,49	-
ПКА-ПГМА-4**	0,0670	1,00	3,36	0,7142	29,79
ПКА-ПГМА-5	0,7117	1,1679	3,36	0,8342	34,82
ПКА-ПГМА-6	0,0747	0,6729	3,13	0,48	21,50

*немодифицированное окрашенное волокно.

** - цифра соответствует номеру соединения-модификатора.

Как следует из анализа данных табл. 1 наибольшее содержание аминного азота определяется в полимере модифицированным амином 5, несколько меньшее количество азота содержится в полимере, модифицированном амином 4. Содержание аминного азота в полимере, модифицированном амином 6 и просто окрашенным амином 4 определено как практически одинаковое.

Факт раскрытия эпоксидных колец при взаимодействии с модификаторами доказан также данными ИК-спектров [3].

Для модифицированных полимеров были получены данные по статической сорбционной емкости по меди (СЕ), степени извлечения (R,%) и коэффициентов распределения ионов меди (II) (D). Для сравнения эти же данные получены для исходного поликапроамида (ПКА) и ПКА-ПГМА не обработанного модификатором.

Таблица 2. Значения статической сорбционной ёмкости по меди, степени извлечения и коэффициентов распределения ионов металла

Волокно	Концентрация CuSO ₄	Время, мин	Масса волокна, г	С _{Е_{С_u}} , ммоль/г	С _{Е_{С_u}} , мг/г	R, %	D
ПКА	0,1 М	60	0,1066	0,94	59,62	5,08	2,51
ПКА-ПГМА			0,1015	0,49	31,31	2,54	1,28
ПКА-ПГМА-4			0,1004	1,99	126,59	10,17	5,64
ПКА-ПГМА-5			0,1014	2,96	188,02	15,25	8,87
ПКА-ПГМА-6			0,0968	1,55	98,48	7,63	4,27

Выводы:

1. Установлено, что при обработке сополимера ПКА-ПГМА синтезированными модификаторами происходит раскрытие эпоксидных колец и прививка модификатора, содержащего хелатный центр, на волокно.

2. Показано, что полученные волокна, содержащие в структуре хелатные центры – фрагменты азо-2,4,6-тригидрокситолуола обладают высокими сорбционными свойствами относительно ионов металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дружинина Т.В., Кобраков К.И., Келарев В.Н., Жигалов И.Б., Левов В.А. Получение сорбционно-активных полимеров реакцией привитого полиглицидилметакрилата с гидразидами арил(гетарил) карбоновых кислот // Хим. технология. -2005. №2. С. 15-20.
2. Дружинина Т.В., Кобраков К.И., Абалдуева Е.В., Жигалов И.Б. Новые хемосорбционные волокна для сорбции ионов металлов и кислых газов // Безопасность жизнедеятельности. 2004. №11. С.31-34.
3. Дружинина Т.В., Жигалов И.Б., Струганова М.А., Ефремов Г.И., Кобраков К.И. Новые хемосорбционные полиамидные волокна, содержащие звенья ароматических и гетероциклических соединений // Хим. волокна. - 2004. №5. С. 34-37.
4. Дружинина Т.В. Хемосорбционные волокна на основе привитых сополимеров: получение и свойства. Конспект лекций. М.: РИО МГТУ, 2003. - 28 с.
5. Кобраков К.И., Ромашкина Е.П., Волянский О.В., Ковальчукова О.В., Алафинов А.И. Синтез, кислотно-основные равновесия и процессы комплексообразования новых азокрасителей на основе метилфлороглуцина // Успехи синтеза и комплексообразования: Тезисы докладов Всероссийской научной конференции с международным участием. М., РУДН, 2011, С.235.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФЕРМЕНТНОЙ РАСШЛИХТОВКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ

Скобова Н.В., Ясинская Н.Н.

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

Выбор рациональных способов расшлихтовки определяется составом шлихты и природой волокнистого материала. В хлопчатобумажном производстве значительная часть основ шлихтуется составами на основе крахмала и его производных. Следовательно, задачей расшлихтовки является перевод крахмала в растворимые в воде продукты с их последующим удалением путем промывки.

Традиционными веществами, используемыми для расшлихтовки, являются кислоты и окислители. Кислоты гидролизуют крахмал до водорастворимых продуктов, а окислители резко снижают его степень полимеризации. Однако применение указанных веществ связано с определенным риском, так как не исключено их деструктирующее воздействие на целлюлозу.

Экологически чистой технологией расшлихтовки хлопчатобумажных тканей является ферментная расшлихтовка.

Ферментные препараты, используемые в биотехнологических способах подготовки текстильных материалов должны обеспечивать требуемый уровень качества подготовки с минимальным разрушающим действием на волокнообразующий полимер. Используемые для биотехнологических способов обработки текстильных материалов препараты, должны удовлетворять следующим общим требованиям:

- выпуск препарата в промышленном масштабе;
- соответствие сертификату качества;
- отсутствие патогенных культур;
- 100% биорасщепляемость;
- стабильность при хранении и эксплуатации в широком диапазоне температур.

В лабораторных условиях УО «ВГТУ» проведены экспериментальные исследования процесса ферментной расшлихтовки суровой хлопчатобумажной ткани арт.854 (поверхностная плотность 139 г/м²) производства ОАО «БПХО» следующими препаратами:

- 1 вариант - препарат Beisolt
- 2 вариант - препарат Forylase NH
- 3 вариант - препарат Амилзим Т
- 4 вариант – препарат Амилзим

Используемые препараты удовлетворяют перечисленным требованиям. Химическая основа используемых ферментов: бактерии альфа-амилазы. Технологический режим расшлихтовки материала проводился по следующей схеме:

- пропитка раствором фермента при температуре 50 °С;
- лежка в яме (в рулоне) в течение 4 часов;
- запаривание, при температуре 100 °С, в течение 100 сек;
- промывка в горячей и холодной воде

Проводились исследования влияния концентрации ферментного препарата на капиллярные свойства материала (рисунок 1) и степень расшлихтовки, определяемой по йодокрахмальной пробе (рисунок 2). Условия проведения эксперимента представлены в табл. 1.

Таблица 1. Условия проведения эксперимента

№ образца		Вид препарата	Расшлихтовывающий раствор
без ПАВ	в присут. ПАВ		
1- 0	1- 0*	Forylase NH	1% от массы материала + уксусная к-та до pH=5-6
1- 1	1- 1*	Forylase NH	3% от массы материала + уксусная к-та до pH=5-6
2- 0	2- 0*	Beisolt	1% от массы материала + уксусная к-та до pH=5-6
2- 1	2- 1*	Beisolt	3% от массы материала + уксусная к-та до pH=5-6
3- 0	3- 0*	Амилзим-Т	1% от массы материала + уксусная к-та до pH=5-6
3-1	3-1*	Амилзим-Т	3% от массы материала + уксусная к-та до pH=5-6
4- 0	4- 0*	Амилзим 4	1% от массы материала + уксусная к-та до pH=5-6
4- 1	4- 1*	Амилзим 4	3% от массы материала + уксусная к-та до pH=5-6

Все препараты показали капиллярность выше 100 мм/час, что является достаточным уровнем влагопоглощения. Капиллярность материала в присутствии ПАВ практически у всех образцов достигает уровня 120 мм/час. Из анализируемых препаратов наилучшие показатели соответствуют образцам:

без ПАВ: 2-0 (Forylase NH концентрация 1%), 1-0 (Beisolt ,при 1% конц.), 4-1 (Амилзим 4 при 3% конц.).

в присутствии ПАВ: 4-0*, 4-1* (Амилзим 4), 2-0* (Beisolt при 1% конц.), 3-1* (Амилзим Т при 3% конц.).

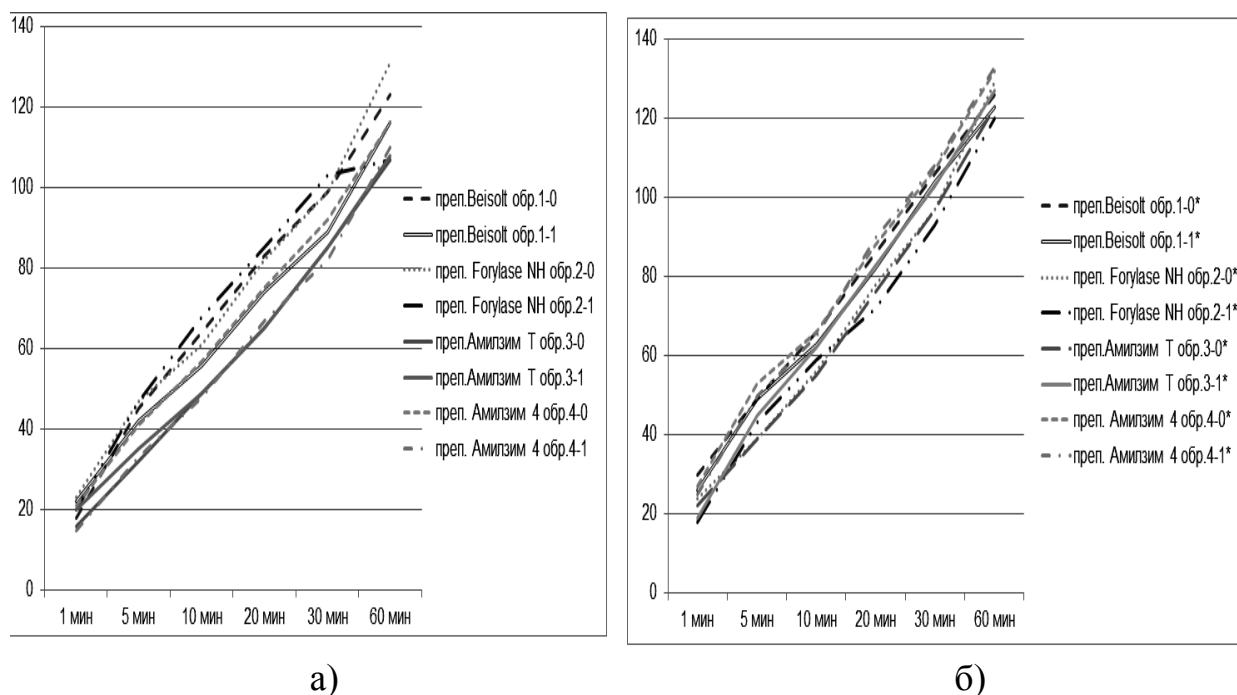


Рис. 1. Капиллярность материала после биорасшлихтовки: а - без ПАВ; б - в присутствии ПАВ

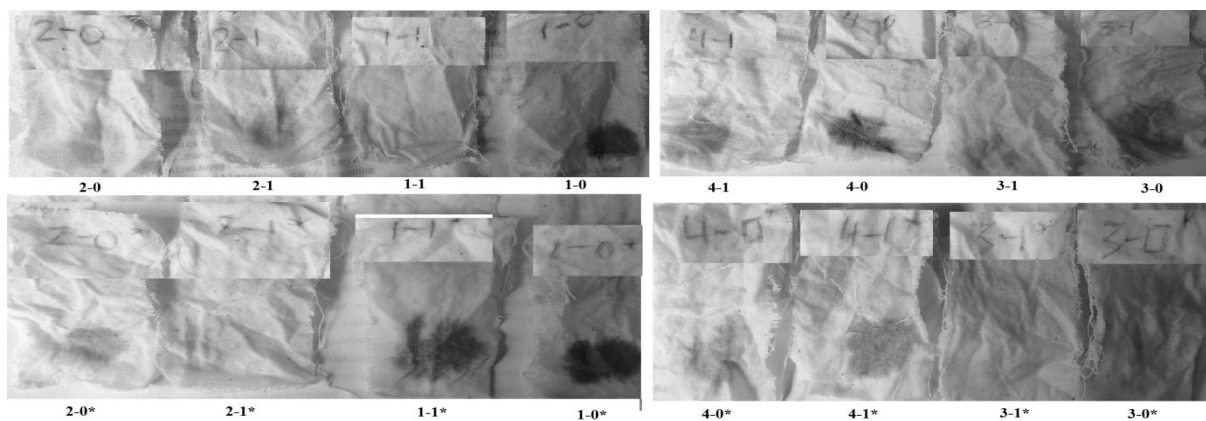


Рис. 2. Оценка расшлихтовки материалов йодокрахмальной пробой

Оценка расшлихтовки йодокрахмальной пробой показала удовлетворительный результат на образцах 1-1, 2-1*, 3-1*, при концентрации используемых препаратов 3%.

Таким образом, анализ проведенных исследований показал, что качественно расшлихтовка хлопчатобумажной ткани проводится при использовании ферментов с концентрацией 3% в присутствии ПАВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Котко К.А., Скобова Н.В., Ясинская Н.Н. Использование ферментов для расшлихтовки текстильных материалов // Сборник материалов докладов Всеукраинской научно-практической конференции «Реформирование системы технического регулирования в соответствии с законодательством Украины», 23-25 июня 2017г. / Херсон. 2017. С. 35-38.
2. Ясинская Н.Н., Скобова Н.В., Котко К.А., Ферментативная расшлихтовка хлопчатобумажных тканей // Материалы докладов 50 Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. В 2 Т. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2017. –Т.1. С.307-310.
3. Ясинская Н.Н., Скобова Н.В., Котко К.А., Бакова Ю.С. Возможности enzymных технологий для создания структурных эффектов на льняных тканях/ Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности: материалы докладов международ. научно-техн. конференции, посвященной Году науки, 21-22 ноября 2017 г / УО «ВГТУ» – Витебск, 2017. - С.244-246
4. Скобова Н.В., Ясинская Н.Н. Экспериментальные исследования процесса биообработки льняных тканей // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2013. №2(25). С. 59-63.
5. Ясинская Н.Н., Соколов Л.Е. Биотехнологический способ отделки суконных тканей // Вестник Витебского государственного технологического университета. - 2013. - № 1 (24). С. 122-126.
6. Ясинская Н.Н., Соколов Л.Е. Заключительная отделка суконных тканей // 46 Республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов: материалы докладов, 23 апреля 2013 г. / УО «ВГТУ». – Витебск. – 2013. С. 284-285.

КРАШЕНИЕ ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО УЛЬТРАЗВУКОВЫМИ ВОЛНАМИ

Смирнова С.В., Бобылев Н.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия

Шерсть является одним из наиболее ценных видов натуральных волокон, перерабатываемых мировой текстильной промышленностью. Большое значение при колорировании шерсти имеет подготовка волокна к процессу крашения, так как кутикулярный слой шерстяного волокна проявляет гидрофобные свойства, что затрудняет проникновение молекул красителя в кортекс. Одним из путей совершенствования технологии крашения шерстяного волокна является модифицирующая обработка кератина шерсти с целью придания ему способности более эффективно окрашиваться красителями различных классов. В последние годы особую значимость приобрели электрофизические методы модификации полимеров, как наиболее эффективные и экономичные, а в некоторых случаях и единственно возможные. Особое место среди этих методов обработки капиллярно-пористых материалов занимает ультразвуковая обработка, внедрение которой ведет к интенсификации технологических процессов - сокращению потребления энергии, химических реактивов и материалов.

Целью настоящей работы явилась разработка эффективной технологии крашения шерстяного волокна активными красителями для шерсти марки Дримарен W, основанной на модификации поверхности волокнообразующего полимера ультразвуковыми волнами перед крашением. Обработку ультразвуком осуществляли на приборе ИЛ-100-6/6 с частотой 20-22 кГц и мощностью 3,0-6,0 кВт в течение 3-10 мин.

В работе спектрофотометрическим методом исследовано влияние условий проведения процесса крашения на кинетику выбирания шерстяным волокном активных красителей Дримаренов W из красильных ванн. Проводились эксперименты как с применением выравнивателя, так и без него. Выявлено, что обработка шерстяного волокна перед крашением позволяет в несколько раз повысить скорость и степень выбирания исследованных красителей из красильной ванны. Проведена оценка эффективности модификации на колористические характеристики волокна, окрашенного исследованными активными красителями. Выявлено, что интенсивность полученных окрасок предварительно подготовленного волокна значительно превышает значения показателя, полученного для волокна, окрашенного без подготовки. Показана хорошая равномерность полученных, при крашении активными красителями, окрасок и высокие показатели устойчивости окрасок к физико-химическим воздействиям. Установлено, что воздействие ультразвука на поверхность шерсти при правильном подборе времени и мощности обработки дает идеальную глубину модифика-

ции волокна, сопряжено с минимальными повреждениями последнего и – что наиболее важно – обеспечивает высокую равномерность подготовки поверхности. Кроме того, проведена оценка прочностных характеристик окрашенного полимера.

В результате проведенных исследований была разработана эффективная технология крашения шерстяного волокна активными красителями. Предварительная модификация поверхности шерсти с использованием ультразвуковых волн позволяет получить высокие колористические и прочностные характеристики окрасок и, одновременно, значительно уменьшить время крашения и повысить степень полезного использования красителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2560054 Российская Федерация, МПК D 06 P 3/00. Способ крашения шерстяного волокна активными красителями / Смирнова С.В., Кочергин Б.А., Шибашов А.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «ИГХТУ». - № 2013133537/12; заявл. 18.07.2013; опубл. 20.08.2015, Бюл. № 23.

ЦЕЛЛЮЛОЗНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ НАНОЧАСТИЦАМИ МЕДИ И ЖЕЛЕЗА

Таусарова Б.Р., Рахимова С.М.

Алматинский технологический университет, Республика Казахстан

На протяжении нескольких последних десятилетий активно проводятся исследования по совершенствованию способов модификации целлюлозных волокон для расширения ассортимента новых, высококачественных материалов с биоцидными свойствами. Потребительский спрос на одежду и текстильные изделия с повышенными гигиеническими свойствами создал целый рынок подобных продуктов, рост которого увеличивается с каждым годом. Текстильные материалы с антимикробными свойствами используются для изготовления одежды, белья, перевязочных средств, санитарно-гигиенических изделий, эффективны в качестве защитных средств против различных инфекций. При разработке новых антимикробных препаратов необходимо учитывать ряд общеизвестных критериев: препарат должен быть эффективен против широкого спектра действий бактерий и грибов и в то же время быть нетоксичным для организма, не вызывать аллергии или раздражение.

Перспективным направлением для модификации целлюлозных материалов является использование наноразмерных частиц меди, которые обладают широким спектром антибактериальной активности в отношении

грамположительных и грамотрицательных бактерий, но в тоже время имеют невысокие показатели токсичности [1-6]. В настоящее время наблюдается увеличение интереса к синтезу наночастиц (НЧ) оксида железа для различных областей, таких как медицина, отрасли промышленности и широкое включение в разнообразные материалы, такие как косметика или одежда[7-9].

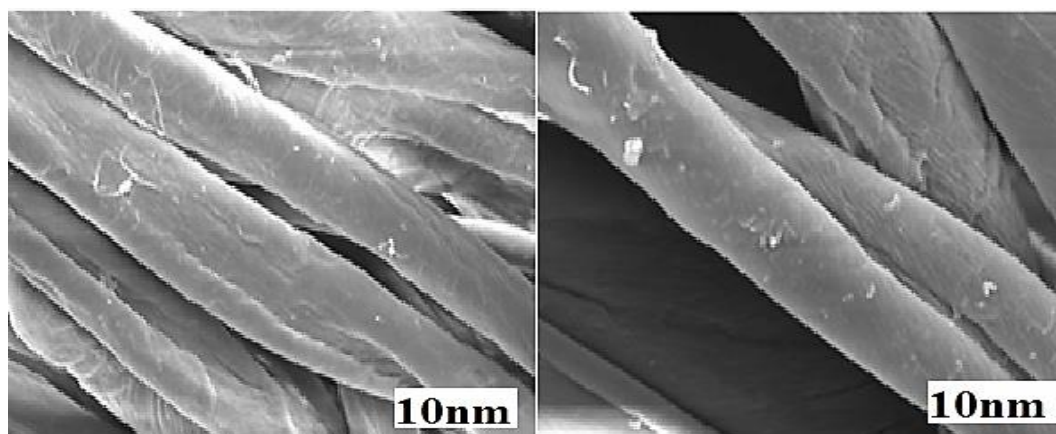
НЧ меди и оксида железа, обладая олигодинамическим действием, оказывают не только антибактериальный эффект, но и стимулируют процессы регенерации, а также препятствуют вторичному инфицированию раны, что особенно актуально с учетом нерешенной проблемы профилактики нозокомиальных инфекций, в том числе в стационарах.

Целью настоящей работы является синтез НЧ оксидов меди и железа, определение оптимальных условий синтеза, и параметров модификации целлюлозных материалов, исследование антибактериальных свойств.

Образцы хлопчатобумажной ткани размером 200×200 мм, после определения точной массы нааналитических весах, подвергают пропитке водными растворами композиций содержащий НЧ металлов на лабораторной двухвальной плюсовке с 90% отжимом. После сушки и термообработки образцы промывают в дистиллированной воде, далее следует высушивание при комнатной температуре.

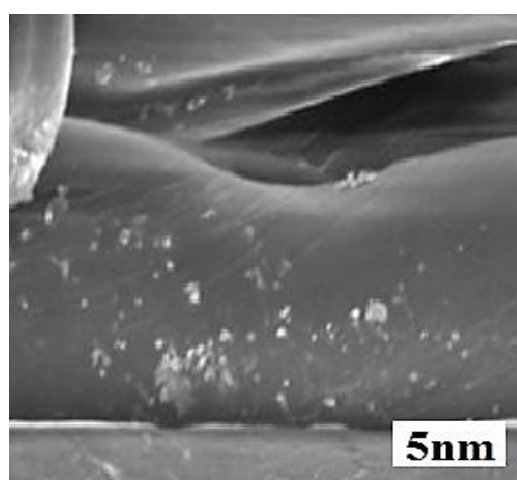
С целью изучения морфологии модифицированных волокон и подтверждения наличия на их поверхности НЧоксидов меди и железа, проведены исследования элементного состава с помощью растрового электронного сканирующего микроскопа. Размер синтезированных частиц варьируется от 5 до 80 нм. Исследования, подтвердили наличие наноразмерных частиц на поверхности обработанной ткани, которые распределены достаточно неравномерно (рис.1). Согласно электронно-сканирующей микроскопии и энерго дисперсионному микроанализуобработанная хлопчатобумажная ткань содержит: Cu- 22,35%,Fe– 76,21% (табл.1).

Для проверки на грибостойкость в качестве тест-культур использовали грибы: *Aspergillusniger*, *Penicilliumbrevi* и *Trichodermaviride*. Перед испытаниями были проведены высевы тест-культур на свежую среду Чапека для определения их жизнеспособности. Полученные варианты обрабатывали суспензией грибов и помещали в чашки Петри в условиях необходимой влажности. Инкубацию проводили при температуре 24-26⁰С в течение 28 дней. Исследования показали, что на необработанных контрольных образцах ткани наблюдался рост всех исследуемых грибов. Интенсивность прорастания составила 4 балла (заметный рост по всей поверхности заражения). На обработанных предлагаемой композицией образцах рост исследуемых грибов не наблюдался. Из полученных данных следует, что используемая композиция для аппретирования хлопчатобумажных тканей, обладает угнетающим эффектом по отношению к грибам *Aspergillusniger*, *Penicilliumbreviu* *Trichodermaviride*.



а

б



в

Рис. 1. Электронно-микроскопические снимки хлопчатобумажной ткани, а – контрольный образец; б, в – образцы, обработанные НЧ меди и железа

Таблица 1. Результаты энергодисперсионного микроанализа обработанных целлюлозных материалов

Образец	Массовая доля, %		Атомная доля, %	
	Cu	Fe	Cu	Fe
Аппретированная ткань (точка 1)	20,95	77,41	19,12	80,40
Аппретированная ткань (точка 2)	23,80	75,01	21,72	77,93
Среднее значение	22,37	76,21	20,435	79.165

В результате проведенных исследований выявлено что, применение предлагаемой композиции для антимикробной отделки целлюлозных материалов обеспечивает на поверхности волокна наличие НЧ оксидов железа и меди. Показано, что при обработке целлюлозного волокна водными

растворами композиций, НЧ железа и меди диффундируют внутрь и химически закрепляются на активных центрах с образованием координационных связей, что в дальнейшем приводит к высвобождению их, и губительному влиянию на клеточные мембраны микроорганизмов, обеспечивая ткани антимикробные свойства. Установлена высокая антимикробная активность разработанных аппретов против широкого спектра микроорганизмов и устойчивость модифицированных образцов ткани к мокрым обработкам, незначительно снижающаяся лишь после десяти стирок в растворе синтетических моющих средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Eremenko A. M., Petrik I. S., Smirnova N. P. et al. // *Nanoscale Research Letters*. 2016. V.11. P.1-9.
2. Hossam E. Emam, Avinash P. Manian et al. Copper(I)oxide surface modified cellulose fibers—Synthesis, characterization and antimicrobial properties.// *Surface & Coatings Technology*. 2014. V. 254. P. 344–351.
3. 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. V. 22, №. 2(104). P. 96-101.
4. Таусарова Б.Р., Рахимова С.М. Целлюлозные материалы с антибактериальными свойствами, модифицированные наночастицами меди. // *Химия растительного сырья*. 2018, №1. С. 163–169.
5. Taussarova B. R. Shaikhova Zh. E. Antibacterial Characteristics of Cellulose Materials Modified with Copper Nanoparticles. // *Fibre Chemistry*. 2017. V. 49. №.1. P.36-39.
6. Araújo I.M.S., Silva R.R., Guilherme Pacheco G., et.al. Hydrothermal synthesis of bacterial cellulose–copper oxide nanocomposites and evaluation of their antimicrobial activity. // *Carbohydrate Polymers*. 2018. V.179. P.341–349.
7. Mohammed L., Goma H.G. Ragab D., Zhu J. Magnetic nanoparticles for environmental and biomedical applications: A review. // *Particuology*. 2017, V.30. P.1–14.
8. Ali A. et.al. Synthesis, characterization, applications, and challenges of iron oxide nanoparticles.// *Nanotechnology, Science and Applications*.2016,V.9. P.49–67.
9. Karami S., Zeynizadeh B., Shokri Z. Cellulose supported bimetallic Fe–Cu nanoparticles: a magnetically recoverable nanocatalyst for quick reduction of nitroarenes to amines in water. // *Cellulose*. 2018. V. 25. P. 3295–3305.

МОДИФИКАЦИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДА ЦИНКА И ИЗУЧЕНИЕ ИХ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ

Таусарова Б.Р., Биримжанова З.С.

Алматинский технологический университет, Республика Казахстан

Неорганические наночастицы, в настоящее время структуры которых обладают значительно новыми и улучшенными физическими, химическими и биологическими свойствами из-за их наноразмера, вызвали большой интерес. В последнее время внимание исследователей привлекают нанокompозиты на основе наночастиц оксида цинка, которые обладают полезными оптическими, механическими, полупроводниковыми, ферроэлектрическими, пьезоэлектрическими и антибактериальными свойствами [1-3]. Главным преимуществом наночастиц оксида цинка, в отличие от наночастиц серебра, является их небольшая цена и быстрая деградация в условиях окружающей среды, что снижает нагрузку на экосистему. Наноматериалы, содержащие наночастицы оксида цинка, проявляют биоцидную активность широкого спектра действия по отношению к различным бактериям, грибкам и вирусам и имеют явное преимущество перед обычными химическими противомикробными агентами. Целлюлоза самый распространенный, биоразлагаемый, нетоксичный, биополимер, является очень важным возобновляемым ресурсом для разработки экологически чистых, биосовместимых и функциональных материалов, широко используется в различных областях жизнедеятельности человека. Применение наночастиц оксида цинка для модификации текстильных материалов постоянно расширяется за счет их высоких бактерицидных свойств [4-6]. Поиск путей модификации существующих материалов из целлюлозы с целью придания им новых потребительских свойств является актуальной проблемой.

Целью работы является получение наночастиц оксида цинка заданных размеров и формы, модификация целлюлозных материалов с целью придания им антибактериальных свойств.

Наиболее перспективным методом получения наночастиц оксида является химическая реакция замещения, осуществляемая в спиртовых растворах, не являющихся в отличие от большинства органических растворителей токсичными и опасными [7]. Такой подход также не требует сложного технического оформления и экономических затрат, а также позволяет контролировать размер, состав и морфологию получаемых частиц. Дисперсию наночастиц оксида цинка получали путем реакции ацетата цинка и гидроксида натрия в среде этанола. Ацетат цинка полностью растворяли в воде, к раствору добавили 25 мл охлажденного этанола. Гидроксид натрия также растворили в этаноловом спирте (0.05М) и охла-

дили на ледяной бане, а затем к раствору по каплям добавляли водный раствор ацетата цинка при постоянном перемешивании. Строение и размер наночастиц в большой степени зависит от условий реакции и концентрации ацетата цинка. Исследования показали образуются наночастицы с широким распределением по размерам диаметром от 5-49 нм, имеющие форму, близкую к сферической (рис. 1), стабильны, не осаждаются и не меняют окраску в течение нескольких недель.

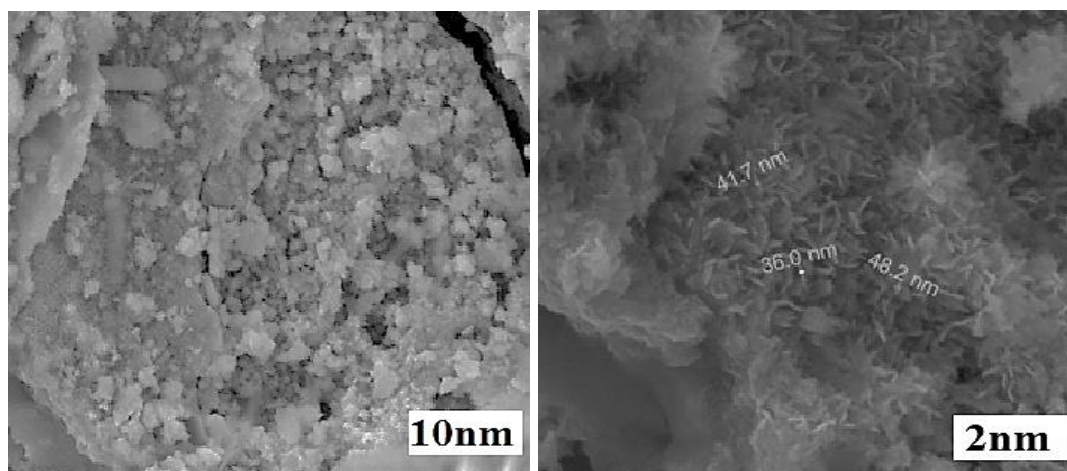


Рис. 1. Фотографии наночастиц оксида цинка, полученные с помощью ЭСМ различного разрешения

Образцы хлопчатобумажной ткани (4 шт.) размером 100×100 мм подвергались пропитке свежеприготовленным раствором выбранной концентрации в течение 30 минут, высушивали при комнатной температуре. После ткань отжимают до привеса 90%, сушат при температуре 80°C в течение 6 мин и термообработывают при температуре 100°C в течение 2 мин с последующей промывкой, теплой водой. Исследования, проведенные методом электронно-сканирующей микроскопии (рис.2) подтвердили наличие наноразмерных частиц в структуре материала как в виде отдельных кластеров наночастиц оксида цинка. С возрастанием концентрации наночастиц оксида цинка на поверхности обработанной ткани количество адсорбированных наночастиц возрастает. Распределение частиц на поверхности не являлось равномерным.

Антимикробное действие оценивали по степени угнетения роста бактерий через разное время инкубации по сравнению с контрольными образцами. Результаты исследований показали, что в контрольных образцах наблюдается высокий рост микроорганизмов. В обработанных образцах растворами наночастиц оксида цинка с концентрацией 0,062-0,248 г/л рост микроорганизмов уменьшается. С возрастанием концентрации наночастиц оксида цинка антибактериальные свойства целлюлозных текстильных материалов возрастают.

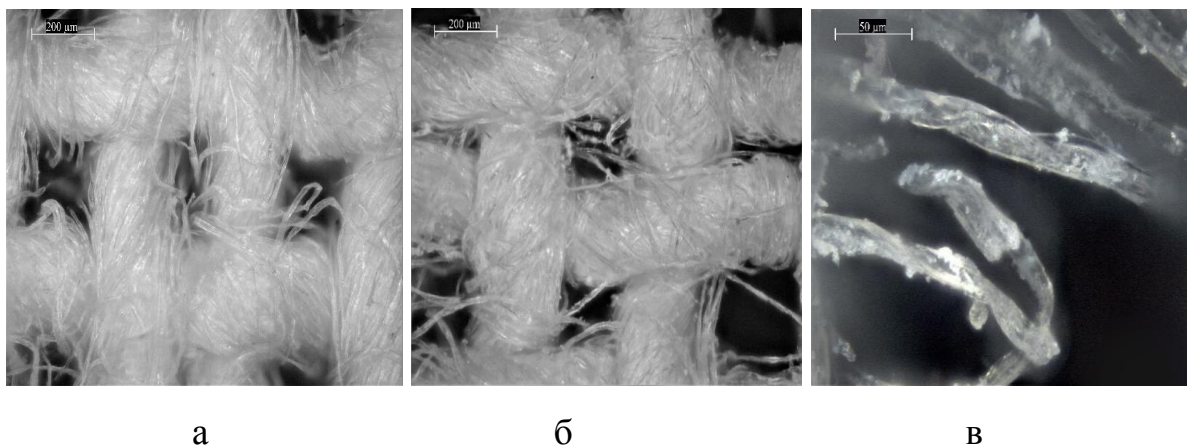


Рис. 2. Фотографии поверхности волокон необработанного (а) обработанного (б, в) раствором наночастиц оксида цинка различного разрешения

Таким образом разработаны оптимальные условия обработки целлюлозных материалов наночастицами оксида цинка. Установлено, что аппретирование подобранным составом придает антимикробные свойства обработанной ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mirzaei H., Darroudi M. Zinc oxide nanoparticles: Biological synthesis and biomedical applications. // *Ceramics International*. 2017. V.43. P.907-914.
2. Cakir B.A., Budama L., Topel O., Hoda N. Synthesis of ZnO nanoparticles using PS-b-PAA reverse micelle cores for UV protective, self-cleaning and antibacterial textile applications. // *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*. 2012. 414. P.132–139.
3. Ali A., Ambreen S., Maqbool Q. et al. Zinc impregnated cellulose nanocomposites: Synthesis, characterization and applications. // *Journal of Physics and Chemistry of Solids*. 2016. V.98. P.174-182.
4. Hou-Yong Yu, Guo-Yin Chen, Yi-Bo Wang, Ju-Ming Yao. A facile one-pot route for preparing cellulose nanocrystal/zinc oxide nanohybrids with high antibacterial and photocatalytic activity. // *Cellulose*. 2015. V. 22. P.261–27.
5. Shankar S., Oun A.A., Rhim J.W. Preparation of antimicrobial hybrid nanomaterials using regenerated cellulose and metallic nanoparticles. // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2018. V.107. P.17-27.
6. Khatri V., Halász K. et al. ZnO-modified cellulose fiber sheets for antibody immobilization. // *Carbohydrate Polymers*. 2014. 109. P. 139–147.
7. Zhang S.C., Li X.G. Preparation of ZnO particles by precipitation transformation method and its inherent formation mechanisms // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2003. V.226. P. 35-44.

ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СПОСОБ КРАШЕНИЯ ТКАНИ КРАСИТЕЛЯМИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Ташмухамедов Ф.Р., Кутжанова А.Ж.

Алматинский технологический университет, Республика Казахстан

Название «золь-гель технология» объединяет в себе группу методов синтеза материалов из растворов, главным результатом которого является получение геля на одной из стадии процесса. Чаще всего в основе данного процесса лежит реакция контролируемого гидролиза соединений, обычно алкооксидов. Известен ряд работ [1-3] по использованию золь-гель метода в колорировании текстильных материалов. В большинстве своем в качестве прекурсоров получения золь-процесса используют алкосиланы (TEOS, GMPTS, APTES, TESP-A), спирт в качестве растворителя и кислоты, которая является катализатором гидролиза. Первым этапом является получение золя путем реакции гидролиза и поликонденсации. Вторым этапом является синтез монолитного геля путем интенсивного образования контактов между частицами и получения трехмерной сетки оксида кремния за счет увеличения объема дисперсной фазы. Третьим этапом является сушка и термообработка. В зависимости от метода их осуществления, могут быть получены продукты с различным уровнем плотности и размером пор (ксерогели, амбигели, аэрогели и криогели). В отделочном производстве текстильных материалов наблюдается тенденция золь-гель синтеза кремниевоксидных покрытий на волокне, включающих в себя функциональное вещество. Данным способом возможно получение гидрофобных, огнестойких, биоцидных и окрашенных текстильных материалов [4-8]. Механизм фиксации функционального агента аналогичен технологии печати пигментами с применением полимерного связующего (биндера), однако имеет меньший вред для окружающей среды. Наличие покрытия из оксида кремния на волокне так же ведет к снижению фотохимической деструкции под действием УФ излучения.

Перечисленные выше способы колорирования предусматривают алкооксидный золь-гель метода, что влечет за собой использование большого количества органических растворителей (в основном этанола), поэтому способ, описанный в литературе [9,10] и предусматривающий применение водных растворов силиката натрия, является наиболее подходящим. Традиционная технология крашения текстильных материалов красителями растительного происхождения использует периодический способ крашения, так как необходимо длительное присутствие окрашиваемых материалов в красильном растворе. Известно, что периодический способ крашения подразумевает большие затраты ресурсов по сравнению с непрерывным. Поэтому имеет смысл применение золь-гель технологии

крашения и отделки в данном случае для уменьшения затрат времени и ресурсов.

Авторами предложен способ непрерывный способ крашения целлюлозных текстильных материалов с использованием двухстадийного зольгель метода. Способ состоит в последовательной пропитке и отжиме образцов хлопчатобумажной ткани в растворе, содержащим прекурсор 50-100 г/л и растительное краситель (4% от массы волокна), а затем в растворе, содержащим катализатор гидролиза (20-50 г/л) и алюмокалиевые квасцы (10 г/л), далее образцы подвергали сушке и термической обработке 120-160 °С в течение 90 с.

Для осуществления пропитки использовали лабораторную плюсовку с пропиточной ванной. Время пропитки в каждом из растворов составило не более 1 минуты, с модулем ванны равным 5. Вследствие применения двухстадийной пропитки исключается преждевременное образование гидрогеля, за счет прохождения реакции поликонденсации на границе раздела волокно-раствор в пропиточных ваннах. Образцы размером 200x200 мм из 100% хлопчатобумажной ткани артикула 1030 были предварительно промыты в горячей дистиллированной воде, высушены в термошкафу и выдержаны в эксикаторе. В качестве растительных красителей использованы экстракт Марены красильной и медный комплекс хлорофилла. В качестве прекурсора использован водный раствор силиката натрия (жидкое стекло), лимонная кислота была выбрана как катализатор гидролиза и алюмокалиевые квасцы для получения водонерастворимых лаков.

Морфологию поверхности полученных образцов использован электронный микроскоп (Jeol JSM-5500) с энергодисперсионным анализатором (EDX). Измерение разрывной нагрузки проводили согласно на разрывной машине РТ-250М в соответствии с ГОСТ 3813-72. «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении». Для исследования прочности окраски к сухому и мокрому трению использовали прибор ПТ-4 и сравнительную шкалу серых эталонов согласно ГОСТ 9733.27-83 «Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к трению». Показатели интенсивности окраски K/S образцов рассчитывались по формуле Гуревича-Кубелки-Мунка из коэффициента отражения R%, измеренным на лейкометре CarlZeiss.

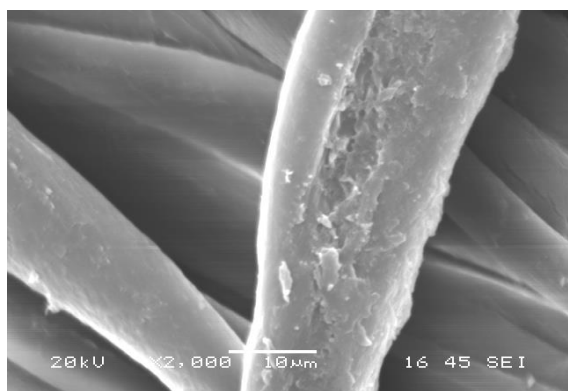
Интенсивность окраски полученных образцов составила 0,50088 – 0,69955 для марены красильной и 0,17998-0,24114 для медного комплекса хлорофилла, при этом для неокрашенной ткани K/S=0,009713. Высокая интенсивность окраски образцов получена при повышенной концентрации силиката натрия и температуры термообработки, однако для образцов окрашенных мареной красильной повышение температуры термообработки сопровождается уменьшением интенсивности, что объясняется меньшей устойчивостью красителя термической обработки. Наилучший ре-

зультат устойчивости окраски к сухому (5 баллов) и мокрому трению (4 балла) показали образцы обработанные при концентрации жидкого стекла 100 г/л и температуры 160 °С.

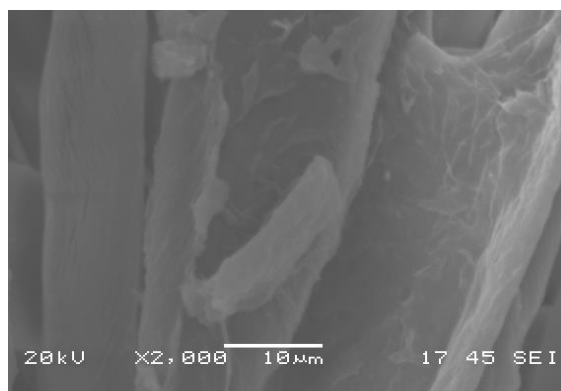
Разрывная нагрузка обработанных образцов составила 365 – 497 Н для марены красильной, 259 – 438 Н для медного комплекса хлорофилла, 232 Н для необработанных образцов. В процессе анализа данных выявлено, что увеличение температуры термообработки и увеличение концентрации катализатора гидролиза ведет к уменьшению прочности ткани.

Для доказательства наличия функционального кремнеземного применен метод электронной микроскопии. Снимок поверхности образцов обработанных при концентрации жидкого стекла 100 г/л, лимонной кислоты 50 г/л и температуры термообработки 160°С представлены на рис. 1.

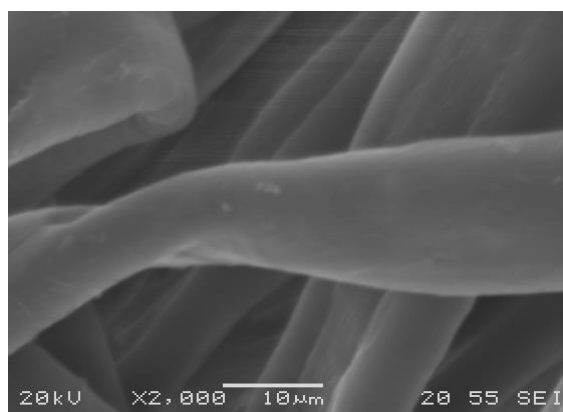
На рисунке видно наличие покрытия. Существование кремнеземной пленки на волокне, так же подтверждается наличием кремния в пределах 0,396 – 2 % при осуществлении анализа EDX.



а



б



в

Рис. 1. Морфология поверхности образцов:
а – окрашенных хлорофиллом, б – окрашенных мареной, в – неокрашенных

ЛИТЕРАТУРА

1. B.Mahtlig, T.Textor. Combination of silica sol and dyes on textiles// Journal of sol-gel science technology. - 2006.- vol 39.- p 111-118
2. C.Schramm, B.Reanderer. Dyeing and DP treatment of sol-gel pre-treated cotton fabrics//Fibers and polymers.- 2011.- vol 12.- pp 226-232.
3. Jinyun Liu, Wenqi Huang, Yanjun Xing. Preparation of durables upper hydrophobic surface by sol-gel method with waterglass and citric acid//Journal of Sol – Gel Science and Technology.- 2011. - vol. 28. - pp 18-23.
4. Rosace G., Guido E., Colleoni C., and Barigozzi G. Influence of Textile Structure and Silica Based Finishing on Thermal Insulation Properties of Cotton Fabrics// International Journal of Polymer ScienceVolume. - 2016. - pp 2-10.
5. Farouk A., Textor T., Schollmeyer E., Tarbuk A., and Grancacic A. M. Sol-gel derived inorganic-organic hybrid polymers filled with ZnO nanoparticles as ultraviolet protection finish for textiles//Autex Research Journal. – 2009. - ,vol. 9, no. 4. - pp. 114–120.
6. Raditoiu A., Amariutei V., Raditoiu V., Nicolae C. A., Fierascu R. C., Wagner L. E. Silica-based hybrid coatings containing a non-ionic dye as colouring materials for cellulosic fabrics//Optoelectronics and advanced materials – rapid communications. – 2014. - Vol. 8, No. 9. - p. 862 – 868.
7. Colleoni C., Guido E., Migani V., and Rosace G. Hydrophobic behaviour of non-fluorinated sol-gel based cotton and polyester fabric coatings// Journal of Industrial Textiles. – 2015.- vol. 44, no. 6. - pp.815–834.
8. Caldara M., Colleoni C., Guido E., and Rosace G. Development of a textile-optoelectronic pH meter based on hybrid xerogel doped with Methyl Red//Sensors and Actuators B: Chemical. – 2012. - vol. 171-172. - pp. 1013–1021.
9. Дюсембиева К.Ж. Разработка новых модифицированных текстильных материалов с антимикробными свойствами на основе золь-гель технологии: дисс. доктора PhD, защищен 23.12.2016 /Алматинский технологический университет. – Алматы, 2016.
10. Ташмухамедов Ф.Р. Применение золь-гель метода в крашении текстильных материалов//Вестник АТУ.- 2016.- №4(113).- С. 5-11.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ НИЗА ОБУВИ ИЗ ОТХОДОВ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВ

Цобанова Н.В., Буркин А.Н., Радюк А.Н., Борозна В.Д.

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

Проблема ресурсосбережения, переработки и утилизации отходов является актуальной для всех отраслей промышленности. Большое количество полимерных отходов образуется на обувных предприятиях при производстве деталей низа обуви. К ним относятся выпрессовки, литники и бра-

кованные подошвы. Переработка и повторное использование полимерных отходов в обувной промышленности является актуальной проблемой для современного производства. Решение этой проблемы имеет важное значение как с экономической точки зрения (исходное сырье – изоцианаты и полиолы – импортируются), так и с экологической (выбрасывание полиуретановых отходов вызывает постоянное загрязнение окружающей среды в связи с выделением ими токсичных веществ).

Переработка и утилизация таких материалов становится технически и экономически все более сложной, особенно, если учесть непрерывное улучшение их свойств, повышенные стойкости к окислению, горению, биостойкости, механической прочности и т.д. По сути дела это многокомпонентная система, предсказать поведение которой при рециклинге невозможно, т.к. в нее входят многочисленные ингредиенты: стабилизаторы, наполнители, пигменты и красители, активаторы, порообразователи и др. Кроме того, в литературных источниках подробное освещение технологий переработки отходов встречается редко и приходится работать в условиях «информационного голода».

Основные способы переработки отходов полимерных материалов заключаются в регенерации для повторной переработки в изделия или превращение в другие полезные продукты путем разложения при высокой температуре в соответствующих условиях. Определяющими факторами при выборе направления использования отходов являются капиталовложения, текущие затраты, оптимальное расходование сырья и энергии, возможности сбыта продукции из вторичного сырья, экологическая безвредность.

Наиболее рентабельный и кратчайший путь - это прямой возврат отходов в производственный цикл. Здесь просматриваются две технологические схемы переработки:

- первая, основанная на получении деталей обуви только из вторичного сырья (например, вкладыш в пяточную часть подошвы);
- вторая, позволяющая модифицировать исходную (первичную) полимерную композицию отходами, варьируя их количество в зависимости от требуемых свойств и областей применения деталей и изделий.

Прямой возврат отходов в производственный цикл может быть только на предприятии-изготовителе полимерной продукции. Предприятие-потребитель зачастую лишено этой возможности. Связано это как с отсутствием необходимого оборудования, так и с недоработками в вопросах экономического стимулирования процессов переработки отходов.

В настоящее время разработан ряд технологий, в том числе и сотрудниками УО «ВГТУ», которые достаточно активно занимаются разработками в области технологий переработки пенополиуретанов (ППУ) в течение 25 лет [1,2]. К наиболее удачным внедренным вариантам технологий следует отнести:

- получение вкладыша в каблучную часть подошвы на основе отхо-

дов кожевенных материалов и ППУ;

- получение монолитных материалов типа «профилактика»;
- получение листовых материалов типа «кожволон», наполненных разволокнуемыми отходами стелечных картонов.

При всем многообразии способов переработки полимерных материалов и применяемого оборудования общая схема процесса может быть представлена следующим образом: предварительная сортировка и очистка, измельчение, подготовка полимерной композиции и переработка в изделия.

Первая стадия обычно включала сортировку отходов по внешнему виду: отделение непластмассовых компонентов, таких как ветошь, остатки бумажной или деревянной тары, металлических предметов и т.д. Вторая стадия - одна из наиболее ответственных в процессе. В результате одно- или двухстадийного измельчения материал достигал размеров, достаточных для того, чтобы можно было осуществлять его дальнейшую переработку. Для измельчения небольших отходов полимерных материалов применяли измельчитель универсальный роторный ИУР 200В, предназначенный для измельчения отходов полимерных и других материалов (литников, технологических отходов пленочных материалов, кожи, картона и т.п.), используемых вторично.

Дробленые отходы можно смешивать при необходимости со стабилизаторами, красителями, наполнителями и другими ингредиентами и гранулируют. Гранулированию подвергали высушенный дробленый материал с размером частиц менее 15 мм в любом направлении, при отсутствии видимых следов загрязнений, без инородных включений.

Переработку различных видов полимерных термопластичных материалов осуществляли с помощью шнекового экструдера ЭШ-80Н4. На экструдере могут перерабатывать полиуретаны, ПВХ, термоэластопласты (ТЭП), отходы искусственных и синтетических кож и др. Высушенные гранулы упаковали в герметичную приемную тару. Требования к грануляту: линейный размер гранул 3–7 мм, цвет не нормируется [3,4].

Заключительной стадией процесса использования отходов является переработка гранулята в изделия. Эта стадия практически мало чем отличается от процессов переработки товарного продукта с точки зрения оборудования, но часто требует специфического подхода к выбору режимов переработки. Для литья изделий использовали трехпозиционный статический литьевой агрегат SP 345-3 фирмы MainGroup.

В качестве основного компонента материалов использовали вторичное полимерное сырьё в виде отходов ППУ. В условиях литья под давлением он обеспечивает формирование эластичной полимерной матрицы, сохраняющей основные свойства полиуретанов обувного назначения.

С целью повышения технологичности переработки материала в ряде рецептурных состав применяли дополнительные ингредиенты: масло вазелиновое и индустриальное, а также стеарат кальция (твёрдый пластифика-

тор композиции).

Техническая задача, на решение которой направлено применение масел: обеспечивается функция пластификации полимерной матрицы с целью регулирования течения расплава, а также смазывание компонентов композита с целью облегчения их взаимного агломерирования.

Техническая задача, на решение которой направлено применение стеарата кальция: обеспечивается реализация функции твердой смазки полимеров, а также повышение устойчивости вторичных полимеров к термоокислению. Результаты испытаний физико-механических свойств подошвенных материалов из полимерных отходов в сравнении с ТЭП представлены в таблице.

Таблица. Физико-механические свойства подошвенных материалов

Показатели	Экспериментальные образцы из полимерных отходов			ТЭП**
	ППУ*	ППУ + стеаратСа (0,5%)+ вазелиновое масло (5%)	ППУ + стеаратСа (0,5%)+ промышленное масло (5%)	
Плотность, г/см ³	0,94	0,96	1,03	1,00
Твердость, усл.ед.	80	77	80	75
Относительное удлинение при разрыве, %	90	150	88	250
Предел прочности, МПа	3,5	3,7	2,0	2,5
Сопротивление к истиранию, Дж/мм ³	1,8	3,5	3,4	2,5

* Переработанный ППУ без добавления стеаратаСа и масел

** Значения ТЭП даны для сравнительной характеристики

Анализируя таблицу, можно сделать следующие выводы: по плотности, по твердости и пределу прочности полученные материалы близки по значению к ТЭП; низкие значения показателя «относительное удлинение при разрыве» в сравнении с ТЭП говорят о недостаточной пластичности материалов; значения сопротивления к истиранию в композициях ППУ + стеаратСа + масло превышают значения ТЭП, что говорит о лучшей износостойкости материалов.

В целом физико-механические свойства материалов удовлетворительные, за исключением относительного удлинения при разрыве. Последнее можно решить путем более тщательной подготовкой композиций и комплексом введением дополнительных ингредиентов.

Материалы с использованием отходов полиуретанов вполне соответствуют свойствам материалов, применяемых для низа обуви. Они могут быть использованы в качестве подошвенных и набоечных материалов. Следует отметить также, что возможна модификация их свойств, которая позволит получить материалы с необходимым показателем.

Таким образом, было установлено, что введением небольшого коли-

чества добавок (от 0,5 до 5 %) можно существенно изменить свойства переработанного ППУ и получить изделия достаточного уровня качества; разработана технология производства гранулята с целью использования его в качестве добавок в первичное сырье. Апробирована технология получения полуформованных подошв для женской обуви. Полученные материалы также можно использовать в качестве промежуточного слоя при литье многослойных подошв.

Указанное выше позволит экономить первичное сырье, а также решать вопросы экологического характера, связанные со сложностью утилизации полиуретанов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов: монография / А. Н. Буркин [и др.]. – Витебск, 2001, – 173 с.
2. Переработка твердых отходов обувных предприятий г. Витебска: монография / А. Н. Буркин [и др.]. – Витебск, 2000, – 118 с.
3. Экструдер для переработки отходов пенополиуретана : пат. U 170 Республика Беларусь : МПК: C08G 18/00. А. Н. Буркин, В. В. Савицкий, К. С. Матвеев, О. В. Стайнов, А. К. Новиков; заявитель и патентообладатель УО «Витебский государственный технологический университет» : – № 19990140 ; заявл. 1999.12.28 ; опубл. 2000.09.30.
4. Способ переработки отходов пенополиуретана : пат. 6172 С2 Республика Беларусь, МПК С 08 J 5/06, 11/12 ; Буркин А. Н., Матвеев К. С. ; заявитель и патентообладатель ВГТУ. – № а 19991172 ; заявл. 28.12.99 ; опубл. 30.06.04, Бюл. № 2.
5. Буркин А.Н. Переработка отходов обувного производства / А.Н. Буркин // Переработка отходов текстильной и легкой промышленности: теория и практика: Материалы докладов Международной научно-практической конференции, Витебск, 30 ноября 2016 г. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2016. – С. 23–28.

ПОЛУЧЕНИЕ ГИДРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ, СШИТЫХ ДИГЛИЦИДИЛОВЫМ ЭФИРОМ БУТАНДИОЛА

Черногорцева М.В., Кильдеева Н.Р.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Среди биополимеров используемых в медицине особое место занимают полисахариды хитозан и гиалуроновая кислота (ГК). Оба этих биополимера помимо способности к деградации под действием ферментной

системы живых организмов обладают биосовместимостью и различными видами биологической активности. Растворимость этих полиэлектролитов в водных растворах позволяет перерабатывать их в самые разнообразные формы и виды материалов, применяемых в медицине. Помимо создания пленок, микрокапсул и хирургических нитей, наиболее интересным направлением является разработка материалов в форме биоразлагаемых полимерных матриц на основе гидрогелей, которые позволяют имитировать внеклеточный матрикс, являющийся основой соединительной ткани, и позволяющий поддерживать рост, адгезию и пролиферацию клеток. Хитозан, являющийся поликатионом, и анионный полисахарид ГК за счет ионного взаимодействия способны формировать стабильные нерастворимые в водной среде ПЭК, которые сочетают в себе преимущества обоих полисахаридов и могут быть использованы как основа для получения материалов применяемых в регенеративной медицине [1-2], однако переработать такие не растворимые комплексы в гидрогели или пленки не представляется возможным. В настоящей работе исследован процесс получения гидрогелей хитозана и ГК в гетерогенной среде путем химической сшивки диглицидиловым эфиром 1,4 бутандиола.

Известно, что БДДЕ может взаимодействовать и с первичными и вторичными гидроксильными группами гликопиранозного звена ГК [3-4], а так же с гидроксильными группами хитозана с образованием ковалентной связи. Реакция сшивки протекает в жестких условиях: в щелочной среде при минимальном содержании воды, рН реакционной среды составляет 10-12, и в таких условиях провести модификацию хитозана не представляется возможным ввиду его деструкции.

Целью работы было изучить возможность получения композитного гидрогеля хитозана и ГК с использованием БДДЕ в качестве сшивающего реагента в условиях, обеспечивающих получение смешанного гидрогеля.

На основании литературных данных [5] были выбраны условия получения гидрогелей ГК в присутствии щелочи. При заданных условиях, проведение реакции сшивки привело к созданию жестких структурированных гелей, со степенью набухания в диапазоне от 1900% до 4000%. При увеличении соотношения БДДЕ/ГК выше 0,15 моль/моль степень сшивки перестает влиять на равновесную степень набухания, что связано с достижением максимально возможной степени сшивки ГК. Эти данные согласуются с результатами, приведенными в [6]: при соотношении БДДЕ/ГК 0,36 моль/моль степень сшивки составила всего 3,4%. При уменьшении количества сшивающего реагента ниже 0,15 моль/моль степень набухания резко возрастает – до 4400%. Антибатно степени набухания изменяется модуль упругости гелей, набухших в воде до равновесного состояния, снижаясь с 260 до 160 кПа. Полученные данные закономерны, так как с увеличением содержания воды в гидрогеле растет его деформируемость и, соответственно, уменьшается модуль Юнга. Увеличение времени сшивки

ГК при высоком содержании сшивающего реагента (0,29 моль/моль) также не приводит к сколько-нибудь значимому изменению степени набухания, что подтверждает предположение о максимально достигаемой степени модификации ГК.

Проведение реакции сшивки в кислой среде создает возможность для получения гидрогелей с взаимопроникающими сетками ГК и хитозана, так как хитозан растворим в растворах органических кислот. Полученные в среде уксусной кислоты гидрогели слабо структурированы: их степень набухания, составляет 6620%, что в 3 раза превышает степень набухания гидрогелей, сшитых в течение такого же времени в щелочной среде. Увеличение времени сшивки приводит к снижению равновесного набухания, которое, тем не менее, превышает 4000%. При этом следует отметить, что в кислой среде реакцию проводили при избытке сшивающего реагента.

На основании методики приготовления гелей ГК [5] были выбраны условия получения гидрогелей хитозана, сшитых БДДЕ в присутствии уксусной кислоты. Показано, что увеличение содержания уксусной кислоты приводит к резкому увеличению степени набухания, объема образца и времени достижения осмотического равновесия (рис.1).

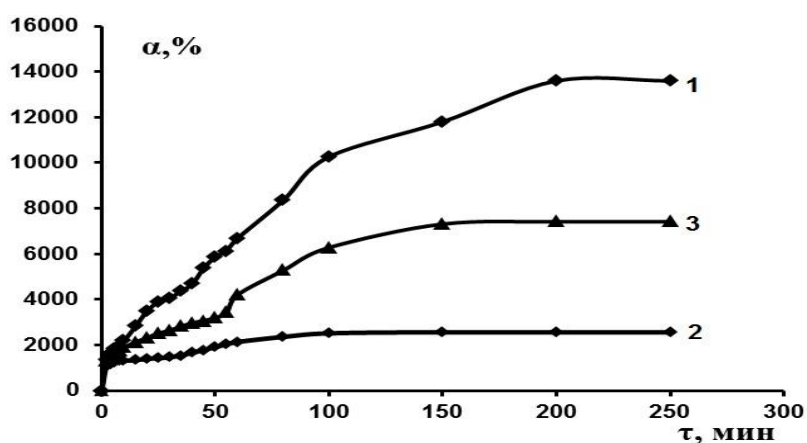


Рис. 1. Кинетика набухания гидрогелей хитозана полученных в кислой среде при $T = 55^{\circ}\text{C}$. Соотношение БДДЕ/хитозан 0,6 моль/моль, а уксусная кислота/хитозан: 1 – 3,4; 2 – 2,0; 3- 1,1

Эти данные, наряду с ростом деформируемости, косвенно свидетельствует о низкой степени модификации хитозана.

Для получения гидрогелей на основе смесей хитозана и ГК смесь полисахаридов инкубировали в растворе уксусной кислоты, содержащей БДДЕ 1 час при комнатной температуре, а затем температуру набухшей системы поднимали до 55°C и проводили реакцию сшивки в течение 5 часов. Свойства полученного геля сравнивали со свойствами гелеобразующих систем на основе индивидуальных полимеров, сшитых БДДЕ в одинаковых условиях.

Таблица 1. Влияние строения элементарного звена полисахарида на набухание гидрогеля Хит/ГК полученного в присутствии уксусной кислоты

№ обр.	Соотношение полимеров хитозан/ГК в смеси, г/г*	БДДЕ/гликопиранозное звено, моль/моль	Уксусная кислота/ГП-звено, моль/моль	Степень набухания α , %	Модуль упругости G , кПа
1	1:0	0,6	3,4	13598	340
2	0:1	0,6	3,4	3818	420
3	1:1	0,6	3,4	4296	475

*Время реакции 5 часов, $T = 55^\circ\text{C}$

Как видно из данных табл. 1, степень набухания и модуль упругости гидрогеля, полученного при соотношении хитозана и ГК 1:1, изменяются не аддитивно содержанию компонентов. Степень набухания геля значительно ниже ожидаемой; кроме того, следует отметить увеличение модуля упругости, свидетельствующее об увеличении жесткости системы (снижении деформируемости). Эти данные указывают на образование полиэлектролитных комплексов хитозан-ГК, встроенных в структуру сетки геля. Полученные гели были мутными, однако в процессе набухания система становилась прозрачной.

Характер кинетических кривых набухания гидрогелей, содержащих полиэлектролитные комплексы хитозана и ГК (рис. 2), отличается от набухания гидрогелей сшитого хитозана (рис.1, кр.1). Наличие второго участка на кривых набухания может быть связано с частичным разрушением полиэлектролитного комплекса по мере диффузии уксусной кислоты во внешний раствор в процессе набухания сшитого гидрогеля, приводящей к уменьшению степени протонирования аминогрупп хитозана, входящих в состав ПЭК.

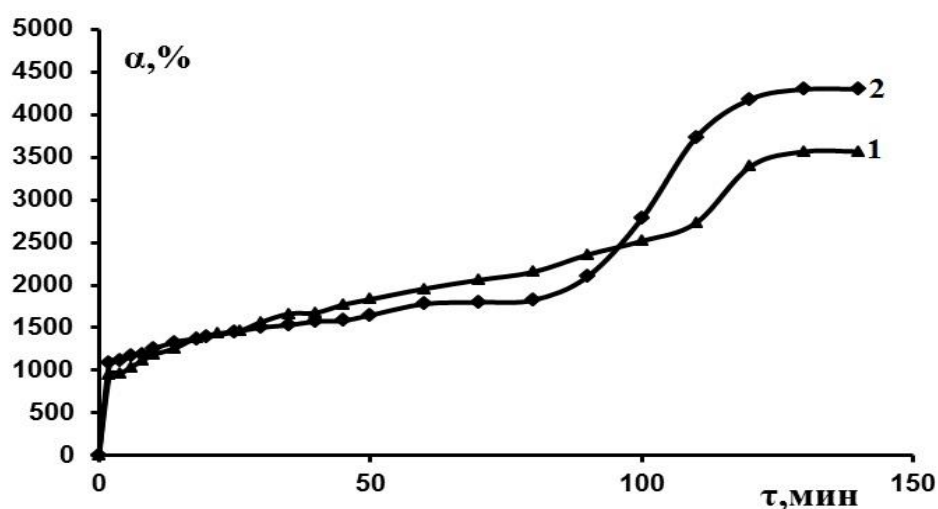


Рис. 2. Кинетика набухания гидрогелей из смеси ГК и хитозана, сшивкой БДДЕ полученных в кислой среде в условиях, приведенных в таблице 2 (п.3) при разном содержании уксусной кислоты: 1 – 3,4 моль/моль; 2 – 2,25 моль/моль

Набухшие гидрогели после лиофильного высушивания могут быть использованы в качестве матриц для тканевой инженерии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках базовой части Госзадания проект №10.7554.2017/8.9 и Российским фондом фундаментальных исследований (грант №18-33-00324)

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурина М.С., Вильданова Р.Р., Бадыкова Л.А., Власова Н.М., Колесов С.В. // Журнал прикладной химии. 2017. Т. 90. Вып. 2.
2. Fang J.Y., Chen J.P., Leu T.Y. et. al. // Eur. J. Pharm. Biopharm. 2008. N 68. P. 626-636.
3. Stella J.A., D'Amore A., Wagner W.R. // Acta. Biomater. 2010. Vol. 6 №7. P. 2365–2381.
4. Biao Yanga M.S., Xueping G. // Carbohydrate Polymers. 2015. Vol. 131. P. 233-239.
5. Belder A.N., Maelson T. Gel for preventing adhesion between body tissues and process for its production // Patent US WO 1986000079 A1
6. Kenne, L., Gohil, S., Nilsson et. al. // Carbohydrate polymers. 2013. Vol. 91(1). P. 410-418.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАСТВОРЫ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СМОЛ

Шибашов А.В., Сокерина Е.Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия

Интенсивный рост производства пластических масс, обладающих повышенными эксплуатационными показателями, и их внедрение в современное производство, свидетельствует о высокой эффективности новых препаратов, используемых для создания современных процессов и технологий. Настоящая работа направлена на создание инновационных технологий предусматривающих использование отечественной текстильной химии.

Синтетические высокомолекулярные смолы используются в качестве аппретирующих препаратов при заключительной отделке текстильных материалов [1, 2]. Знание процессов, протекающих при воздействии ультразвуковых волн на предконденсаты термореактивных смол, позволит создавать новые высокоэффективные технологии заключительной отделки текстильных материалов [3].

Применение предконденсатов терморезактивных смол в качестве поверхностных плёнок в таких процессах, как капсулирование и модификация свойств текстильных материалов, даёт возможность количественно оценивать эффективность ультразвукового воздействия на растворы диметилмочевина путем измерения массы плёнки, образующейся на поверхности твёрдых материалов. В качестве твёрдой основы для образования полимерной плёнки мочевино-формальдегидной смолы использовалась хлопчатобумажная ткань бязь артикул 114.

Образование плёнки на поверхности материала происходит в процессе термической обработки образцов ткани, которые пропитывались раствором диметилмочевина, пропитка сопровождалась ультразвуковым воздействием на раствор. Опыты проводились на ультразвуковой установке мощностью 15 Вт, и частотой колебаний мембраны 15 кГц.

Зависимость массовой доли полимерной плёнки от длительности ультразвукового воздействия, удаляемой с поверхности образцов раствором ПАВ, представлена на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что повышение массовой доли плёнки мочевино-формальдегидной смолы от 4 до 8% происходит при увеличении времени предварительного ультразвукового воздействия вплоть до 15 минут, затем наблюдается незначительное понижение массы полимерной плёнки. Дальнейшее увеличение времени обработки свыше 20 минут не приводит к изменению количества образующейся плёнки, а её массовая доля сохраняется на уровне 8%.

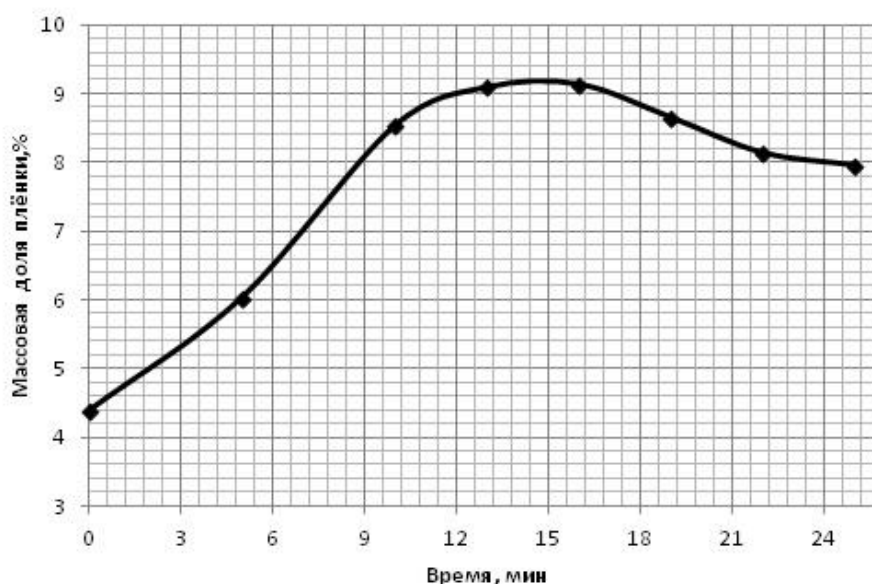


Рис. 1. Зависимость массовой доли полимерной плёнки от длительности ультразвукового воздействия, удаляемой с поверхности образцов раствором ПАВ

Зависимость массовой доли полимерной плёнки от длительности ультразвукового воздействия, удаляемой с поверхности образцов раствором серной кислоты, представлена на рис. 2.

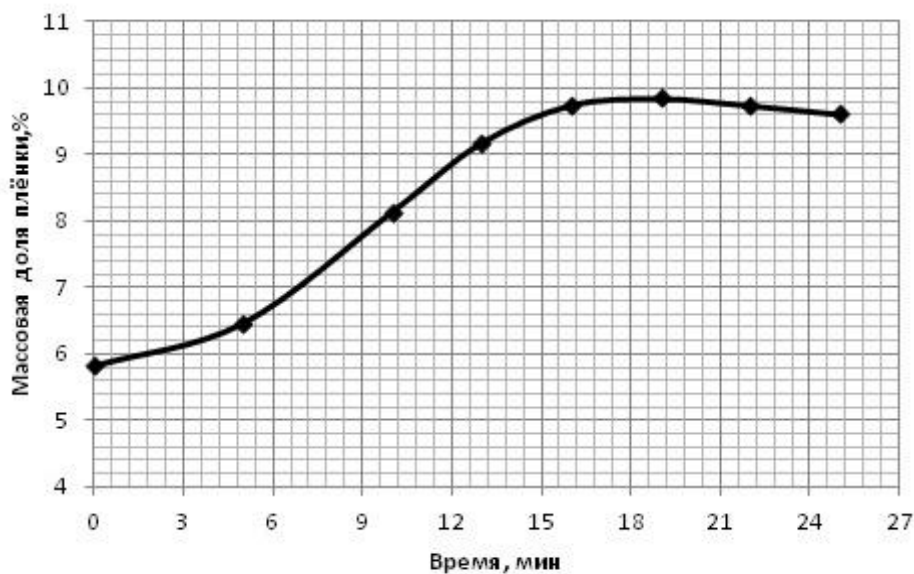


Рис. 2. Зависимость массовой доли полимерной плёнки от длительности ультразвукового воздействия, удаляемой с поверхности образцов раствором серной кислоты

Серная кислота полностью растворяет образованную на поверхности ткани полимерную плёнку, что позволяет определить массу мочевиноформальдегидной смолы зафиксированной на ткани. Характер зависимости массовой доли зафиксированной плёнки от времени предварительного ультразвукового воздействия на раствор диметилломочевина аналогичен первому этапу с использованием ПАВ. Доля удаляемой полимерной плёнки монотонно растёт от 6 до 10% при увеличении времени предварительного ультразвукового воздействия вплоть до 20 минут ультразвукового воздействия. Общая масса плёнки образующейся на поверхности материала составляет 10% от массы всего материала при отсутствии предварительного ультразвукового воздействия, и 18 % от массы всего материала с использованием предварительной ультразвуковой обработки 15% раствора диметилломочевина.

Выводы. Кавитационные явления, возникающие в процессе ультразвукового воздействия на растворы, обеспечивают высокое локальное концентрирование энергии, что позволяет использовать ультразвуковые волны в качестве инициатора полимеризации предконденсатов мочевиноформальдегидных смол, что приведет не только к сокращению энерго- и ресурсозатрат, но и повысит экологичность процессов с применением предконденсатов термореактивных смол. Придание известным материалам новых свойств при применении ультразвуковых технологий открывает в настоящее время новые перспективы в создании новых веществ и материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников Б.Н., Захарова Т.Д. Современные способы заключительной отделки тканей из целлюлозных волокон. – М., Легкая индустрия, 1975. 208 с.
2. Широкова М.К. Применение для отделки хлопчатобумажных тканей смеси диметиллоэтиленмочевины и метилолакриламида // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1976. №6. С.90-92.
3. Маргулис М.А. Основы звукохимии. Учебное пособие для хим. и хим.-технол. спец. вузов. – М., Высшая школа, 1984. 272 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ЛУЗГИ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ

Середина М.А.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Активные угли (АУ) являются универсальными сорбционными материалами, применяемыми во многих сферах человеческой жизнедеятельности: в промышленности, сельском хозяйстве, военно-промышленном комплексе, медицине, водоподготовке, производстве экологически чистой продукции, и т.д. Благодаря своим уникальным сорбционным свойствам они позволяют решать многие промышленные и экологические задачи, значительно снижая экономические затраты.

Активные угли получают из целлюлозосодержащих материалов органического происхождения, таких как различные древесные породы, каменноугольный и нефтяной коксы, из скорлупы кокосов и орехов, косточек плодовых культур, а так же отходов сельскохозяйственных культур. Среди большого разнообразия исходных углеродсодержащих материалов для получения АУ в последние годы особый интерес представляют различные растительные отходы, такие как лужга подсолнечника, которая характеризуется высоким содержанием целлюлозы и лигнина, что является предпосылками для получения на её основе углеродных материалов.

Активные угли получают стадиями: пиролиза, карбонизации и активации, в основе которых лежат термохимические превращения исходного растительного сырья. Механизм термического превращения растительного материала в активированный уголь зависит от структуры исходного материала, присутствия в нем различных примесей и активных добавок, режима термообработки и среды, в которой проводится пиролизический процесс. Термоокислительное разложение двух образцов лужги подсолнечника

урожая 2014 (партия 1 – П1) и 2017 годов (партия 2 – П2) были исследованы методом ТГА (рис. 1).

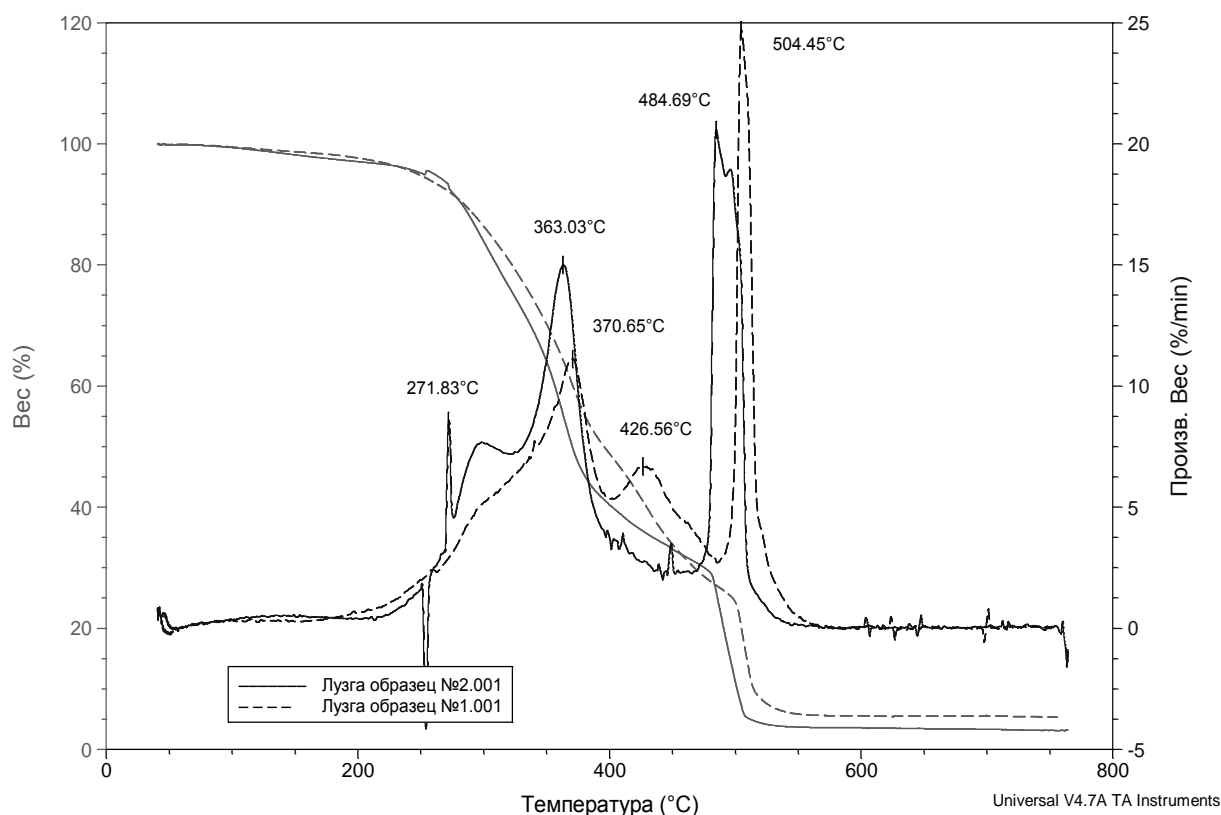


Рис. 1. Термограмма лужги подсолнечника, модифицированной H_3PO_4

Анализ кривых ТГА показал, что термолиз лужги подсолнечника сопровождается термохимическими превращениями компонентов, входящих в её состав. Термолиз протекает в широком интервале температур 250-500°C, где происходит интенсивный термораспад целлюлозы с выделением тепла, газообразных и жидких продуктов. Основная потеря массы соответствует двум значительным пикам, определяющим термические превращения целлюлозного материала при 360°C и 490°C. В интервале температур 400-550°C завершаются процессы термораспада и развиваются процессы коксообразования.

Представляло интерес провести термолиз лужги подсолнечника в присутствии ортофосфорной кислоты, широко используемой для химической активации древесного сырья [48], а также диаммоний фосфата, который применяется в качестве замедлителя горения целлюлозных материалов. Как видно из данных табл. 1, выход карбонизованного остатка (КО) термолиза лужги в присутствии фосфорной кислоты примерно на 7,0% больше выхода КО при термолизе лужги, содержащей диаммоний фосфат. Это объясняется различием в механизмах термического разложения, ука-

занных пиролитических добавок. Механизм действия фосфорсодержащих соединений заключается в том, что при их разложении образуются полифосфорные кислоты, которые вызывают усиление процесса дегидратации, способствуют образованию карбонизованных структур.

Исследовано влияние конечной температуры карбонизации и фосфорсодержащих соединений на свойства полученных карбонизатов лузги подсолнечника. Введение в растительный материал, как диаммоний фосфата, так и фосфорной кислоты приводит к значительному увеличению выхода карбонизованного продукта по сравнению с результатами карбонизации исходной лузги подсолнечника: КО увеличивается на 20,0-25,0%. Однако, при этом сорбционные свойства полученных карбонизатов очень низкие по сорбции йода 3,5-4,0%.

Таблица 1. Физико-химические свойства КО термолиза лузги подсолнечника

Условия термоокисления	Содержание фосфора в материале, % масс.	КО, %	Сорбция йода, %
П1 диаммоний фосфат, 500°C	0,77	30,0	15,5
П2 диаммоний фосфат, 500°C	0,85	31,2	14,9
П1 фосфорная к-та, 500°C	5,52	37,4	15,2
П2 фосфорная к-та, 500°C	5,05	36,3	15,8
П1 фосфорная к-та, 600°C	5,52	27,8	39,0
П2 фосфорная к-та, 600°C	5,05	24,4	44,0

Исследование КО лузги подсолнечника методом атомно-силовой микроскопии показало, что микрорельеф поверхности исходной лузги (рис. 1) является очень неоднородным со множественными включениями в структуру остатков семечка подсолнечника и размытой поверхностью с остатками масла. Протекание процесса карбонизации не только снижает выход углерода, но и приводит к нарушению структуры материала, влияющей на свойства углеродного материала. В процессе деструкции происходит частичное смыкание образующихся пор и развитие дефектов, формирующихся в виде трещин, изломов, а так же складок, которые отчетливо видны на микрофотографиях карбонизованной лузги подсолнечника, полученных методом АСМ.

Наиболее важным процессом получения углеродных сорбентов является стадия активации в результате которой в карбонизованном материале развивается пористость. Одним из используемых активирующих агентов является кислород воздуха. Исследовано влияние условий термоокислительной активации на свойства готовых продуктов (табл. 2).

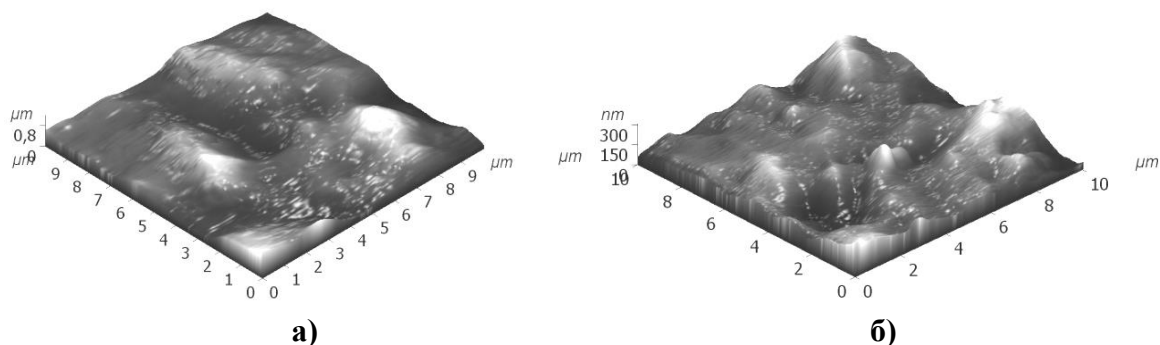


Рис. 2. Трехмерные микрофотографии поверхности исходной (а) и карбонизованной при 500⁰С (б) лузги подсолнечника

Термоактивация кислородом воздуха карбонизованных материалов приводит к значительному повышению пористости полученных продуктов, за счет окисления углерода в неупорядоченных участках структуры. Однако, такие же результаты были получены в процессе термоактивации лузги подсолнечника, модифицированной фосфорной кислотой, при той же температуре.

Таблица 2. Результаты карбонизации и термоактивации лузги подсолнечника в присутствии H_3PO_4 при 600⁰С

Наименование и условия процесса	КО, %	Сорбция йода, %
П1 карбонизация + термоактивация	25,9	34,8
П2 карбонизация + термоактивация	26,4	37,1
П1 термоактивация	27,8	39,0
П2 термоактивация	24,4	44,0

Таким образом, углеродные сорбенты на основе лузги подсолнечника могут быть получены в процессе термоокислительного разложения растительного материала, содержащего фосфорную кислоту при температуре 600⁰С. Установлено, что сорбционная способность углеродных материалов зависит от химического состава и свойств исходного растительного сырья и лузга подсолнечника может быть использована в качестве прекурсора для производства углеродных сорбентов.

КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ПРИДАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ КОМПЛЕКСА ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ

Редина Л.В., Козуб Д.А.

Российский государственный университет им. А.Н.Косыгина, г. Москва

Текстильные материалы, обладающие комплексом защитных (антиадгезионных и огнезащитных) свойств востребованы для изготовления спецодежды спасателей МЧС и других сотрудников, деятельность кото-

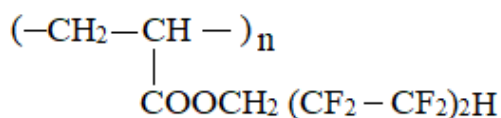
рых связана с опасностью химического повреждения кожного покрова и получения ожогов. Такие материалы применяются также для внутренней отделки помещений, в самолетах, поездах, и др. местах большого скопления людей.

Для сообщения текстильным материалам комплекса защитных свойств в большинстве случаев используют метод поверхностной обработки путем пропитки материала антиадгезионным препаратом и антипиреном в одну или две стадии. Однако, многократные обработки волокнистых материалов, включающие и промежуточные тепловые воздействия, приводят к снижению прочности тканей, что ухудшает их эксплуатационные свойства. При этом возрастает расход как химических препаратов, так и воды, пара, электроэнергии, что усиливает загрязнение окружающей среды [1].

Создание эффективных композиций, содержащих препараты разной функциональности: гидро-, олеофобизаторы и антипирены, во многом будет способствовать решению указанных проблем.

В работе для придания волокнистым материалам комплекса антиадгезионных (масло-, водоотталкивающих) и огнезащитных свойств использовали композиции на основе латексов полифторалкилакрилатов и антипиренов. В качестве латексов использовали:

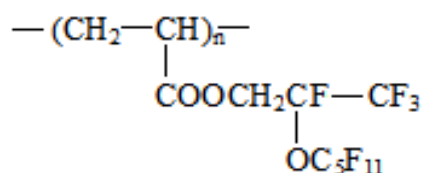
латекс ЛФ-2, который представляет собой водную дисперсию полимера 1,1,5-тригидроперфторамилакрилата:



Этот латекс получен методом эмульсионной полимеризации в опытно-промышленных условиях. Полимер ЛФ-2 содержит в своем составе неполностью фторированный радикал и, поэтому сообщает волокнистым материалам только гидрофобные свойства.

Для придания волокнистым материалам кроме водо-, и маслоотталкивающих свойств в работе был получен латекс ЛФМ-НФ, основным компонентом которого является

поли-2-перфторпетокситетрафторпропилакрилат:



Синтез полимера осуществляли методом миниэмульсионной полимеризации, описанной в работе [2]. Стабилизатором системы служил фторсодержащий ПАВ - калий перфтор(4-метил-3,6-диоксооктан)сульфон (8% от массы мономера). Для образования микроэмульсии мономера про-

водили его диспергирование в воде в присутствии ПАВ с помощью ультразвука на установке УЗУ-0,25 в течение 2 минут.

В качестве антипиренов или замедлителей горения в работе были использованы:

- полифосфат аммония - неорганическая (аммонийная) соль фосфорной кислоты, содержащий в своем составе фосфор, азот:
- препарат Нофлан, основой которого антипирен Т-2, в состав которой входит фосфор, азот и хлор-ион.

Композиции готовили из латекса путем его разбавления дистиллированной водой до заданной концентрации с последующим добавлением антипиренов разных концентраций. Совместимость компонентов оценивали визуально по образованию осадка при смешении.

Было установлено, что при содержании антипирена в составе композиции как на основе латекса ЛФ-2, так и ЛФМ-НФ 11 и более % образуется осадок. Это может объясняться тем, что антипирены являются солями, которые, как известно, способствуют коагуляции латексных систем [3].

Таблица 1. Коллоидно-химические свойства композиций

ЛФ-2	Концентрация, %		Радиус частиц, нм	Дзета-потенциал, мВ	Поверхностное натяжение, мН/м
	ПФА	Нофлана			
3	3		174	-35	37
	5		164	-26	35
	10		>176	-17	34
		3	121	-64	41
		5	143	-58	40
		10	> 176	-51	39

Коллоидно-химические свойства композиций на основе фторполимерных латексов также зависят от концентрации антипиренов. Установлено, что при увеличении их содержания: растет размер латексных частиц и снижается дзета-потенциал (табл. 1).

Полученные композиции латексов с антипиренами были использованы для обработки волокнистых материалов, по схеме, включающей пропитку-сушка-термофиксацию. В качестве волокнистых материалов использовали вискозную ткань. Для модифицированных материалов были изучены антиадгезионные свойства капельным методом с помощью тестовых жидкостей. Смесь вазелинового масла с гептаном использовалась для оценки маслоотталкивающих свойств (M_u), а смесь изопропилового спирта с водой - для водоотталкивающих свойств (B_u). Для более точной характеристики гидро-, олеофобности измеряли краевой угол смачивания материалов водой (Θ_v) и маслом (Θ_m). Огнезащитные свойства оценивали по характеристике остаточного горения на воздухе, значению кислородного индекса, коксового остатка.

Таблица 2. Зависимость свойств модифицированной вискозной ткани от состава композиции на основе ЛФ-2

Концентрация, %			Антиадгезионные свойства		Остаточное горение на воздухе
ЛФ-2	ПФА	Нофлана	Ву, балл	Му, усл. ед.	
3	0		3	50	Горит
	3		3	0	Горит
	5		3	0	Горит 6 с
	10		3	0	Не горит
		3	3	0	-
		5	3	0	-
		10	3	0	-

Как видно из представленных в табл. 2 данных, увеличение содержания антипирена в композиции, не зависимо от его природы, не изменяет водоотталкивающие свойства модифицированных материалов.

Огнезащитные свойства материалов увеличиваются и достигают максимального значения при содержании в композиции с латексом ЛФ-2 полифосфата аммония - 10%.

Эффективность действия композиций на основе латекса ЛФМ-НФ показана в табл. 3. Видно, что указанная композиция позволяет сообщить вискозному материалу комплекс защитных свойств: масло- и водоотталкивание и огнестойкость.

Уровень водоотталкивающих свойств модифицированных материалов при введении в латекс ПФА или Нофлана снижается до нулевых значений, что может быть связано с высокой гидрофильностью этих антипиренов. Последующая промывка образцов дистиллированной водой при 60 °С в течение 20 минут обеспечивает восстановление водоотталкивающих свойств до 5 баллов.

Таблица 3. Зависимость свойств модифицированной вискозной ткани от состава композиции на основе ЛФМ-НФ

Концентрация, %			Антиадгезионные свойства				Остаточное горение на воздухе
ЛФМ-НФ	ПФА	Нофлана	Ву, балл	Өв, град	Му, усл. ед.	Өм, град	
0	-	-	0	0	0	0	Горит
1,5	0	-	3	136	100	129	Горит
	10	-	0	-	110	-	Не горит
		10	0	118	110	110	Не горит

Маслоотталкивающие свойства материалов, модифицированных композициями, наоборот, увеличиваются на 10 усл. ед., а после промывки восстанавливаются до первоначального значения – 100 усл. ед.

Методами термогравиметрии и кислородного индекса установлено, что огнезащитные свойства модифицированных материалов не зависят от химического состава антипирена. При использовании в составе модифицирующей композиции и ПФА и Нофлана материал приобретает высокую огнестойкость.

При изучении физико-механических показателей модифицированной вискозной нити, было установлено, что ПФА, в отличие от Нофлана, значительно (на 45%) снижает ее прочность.

Таким образом, проведенные исследования показали, что более эффективной композицией, которая сообщает вискозной ткани комплекс мало-водоотталкивающих и огнезащитных свойств, при сохранении прочностных показателей волокнистого материала, является композиция ЛФМ-НФ с Нофланом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Епишкина В.А. Научное обоснование и разработка ресурсосберегающей и экологически ориентированной технологии отделки текстильных материалов: дисс. ... докт. техн. наук. - СПб, 2011. – 371 с.
2. Редина Л.В., Гореславец Е.Ю. Получение новых типов фторполимерных латексов // Вестник СПГУТД. Серия 1. – 2016.- №3. - С.100-102.
3. Нейман Р.Э. Практикум по коллоидной химии. – М.: Химия, 1972. – 176 с.

ПОЛУЧЕНИЕ АЦЕТАТНЫХ ВОЛОКОН И ПЛЕНОК, СТРУКТУРНО МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫМ ФТОРАЛКИЛАКРИЛАТОМ

Колоколкина Н.В.

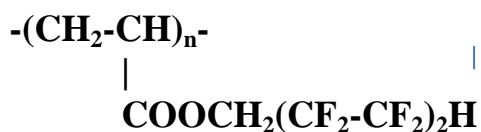
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Проблеме придания волокнам антиадгезионных свойств придается большое внимание: разрабатываются новые модификаторы, с помощью которых сообщаются свойства, способы их нанесения на поверхность или внесения в структуру волокна.

Установлено, что наиболее эффективными модификаторами для придания волокнам пониженной смачиваемости являются препараты с низким поверхностным натяжением. К этой группе соединений относятся фторполимеры, используемые чаще всего в виде латексов, которые удобно использовать для равномерного нанесения в поверхностный слой волокна или вводить в формовочные растворы волокнообразующих полимеров при формовании волокон [1].

В настоящей работе исследована возможность получения ацетатных волокон и пленок с антиадгезионными свойствами с добавками полифторалкилакрилатов. Введение добавок в формовочный раствор перед формованием не должно нарушать стабильность формования. Интерес представляло исследование влияния количества введенных в раствор ВАЦ добавок латекса поли-1,1,5-тригидроперфторамилакрилата (ЛФ-2) на устойчивость раствора ВАЦ, возможность пленкообразования из этих растворов и получение волокон с антиадгезионными свойствами.

Латекс ЛФ-2 - основу составляет полимер полифторамилакрилат (ПФАА), структурная формула полимера представлена ниже.



Изучали зависимость уровня антиадгезионных свойств пленок от количества вводимого в раствор ВАЦ латекса ЛФ-2. Раствор ВАЦ с добавкой латекса ЛФ-2 готовили методом смешения ацетонового раствора ВАЦ и латекса с концентрацией фторполимера ПФАА 1-7%. Раствор выдерживали в течение 24 часов при 20⁰С. Визуально было показано, что формовочный раствор стабилен во времени.

Из полученных растворов на стекле отливали пленки. Смачиваемость пленок характеризовали по краевому углу смачивания. Результаты исследований представлены на рис. 1.

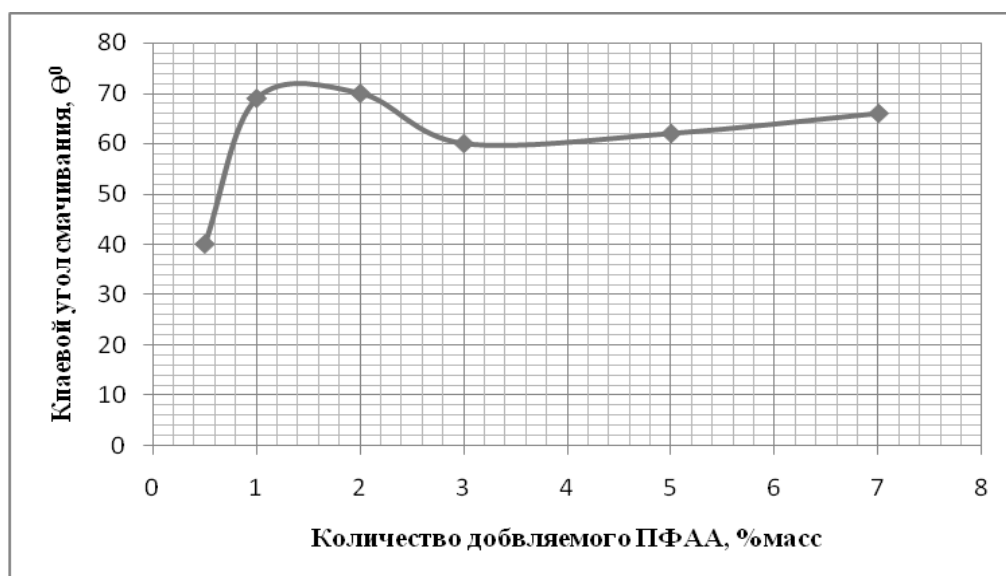


Рис. 1. Зависимость краевого угла смачивания водой пленок с введенным фторполимером от количества ПФАА, полученных из растворов ВАЦ

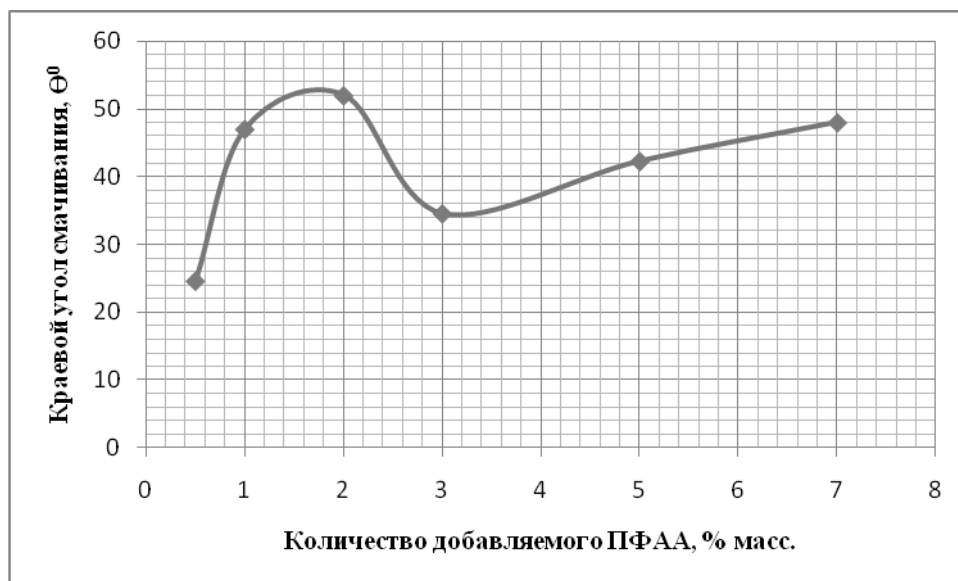


Рис. 2. Зависимость краевого угла смачивания водой пленок с введенным фторполимером от количества ПФАА, полученных из растворов ВАЦ, подвергнутых обработке ультразвуком

Как видно из данных, введение полифторамилакрилата в пленки ВАЦ приводит к значительному повышению краевого угла.

Так же интерес представляло исследование влияние размера латексных частиц на смачиваемость пленок. Для этого композицию подвергали обработке ультразвуком в течение 2 минут. Радиус латексных частиц после обработки ультразвуком композиции снизился со 103 до 66 нм.

Показано (рис. 2), что изменение размера латексных частиц приводит к некоторому увеличению уровня антиадгезионных свойств пленок.

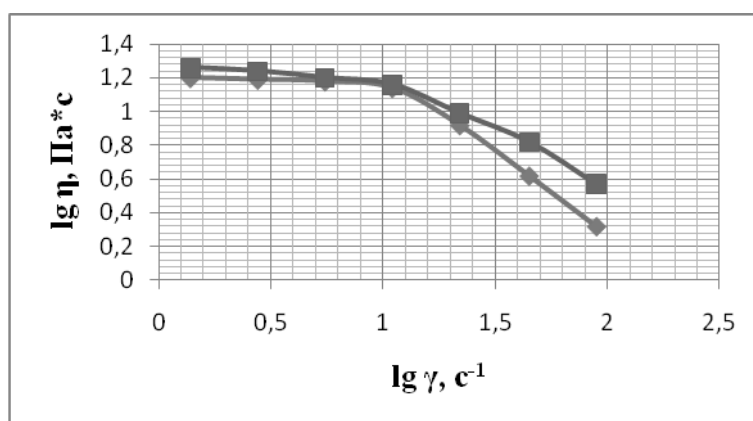
Была исследована возможность формирования волокон из растворов ВАЦ с добавками латекса ЛФ-2. Для этого были изучены реологические свойства формовочных растворов на основе ВАЦ. Изменение вязкостных свойств изучали на приборе «Реотест». Полученные данные представлены на рис. 3.

Из реологических кривых течения видно, что вязкость раствора ВАЦ с добавками ЛФ-2 несколько ниже, чем у исходного раствора ВАЦ при больших градиентах скорости сдвига. Этот факт дает основание для проведения формования волокна ВАЦ с добавкой ЛФ-2 в стандартных условиях.

В качестве осадительной ванны использовали дистиллированную воду. Волокна высушивали при комнатной температуре и подвергали термообработке при 150°C .

Несмачиваемость волокон определяли по краевому углу смачивания водой и вазелиновым маслом. Для оценки устойчивости ВАЦ волокон к действию агрессивных сред, связанной с диффузионными процессами, бы-

ли проведены исследования по измерению времени намокания волокон в воде. Полученные данные представлены в табл. 1.



1- раствор ВАЦ; 2 – раствор ВАЦ с добавкой ЛФ-2

Рис. 3. Зависимость реологических кривых растворов ВАЦ и ВАЦ с добавкой ЛФ-2

Таблица 1. Краевой угол смачивания волокна ВАЦ с введенной добавкой ПФАА

№ п/п	Количество введенного ПФАА, % масс.	Краевой угол смачивания, Θ^0		Время намокания в воде, с
		Водой	Маслом	
1	0	100	60	15
2	1	135	100	150
3	3	132	90	150
4	5	126	85	140

Из данных, представленных в таблице, видно, что введение в структуру волокна добавок ПФАА в количестве 1-3% масс. приводит к значительному повышению уровня антиадгезионных свойств по сравнению с исходным ВАЦ волокном. Дальнейшее увеличение содержания ПФАА в структуре волокна (5%) приводит к снижению краевого угла смачивания.

В работе также была изучена зависимость краевого угла смачивания от количества поверхностно нанесенного полимера ПФАА (табл. 2).

При сравнении данных о смачиваемости, полученных при поверхностной обработке ВАЦ волокна латексом ЛФ-2 и с введенной в волокно добавкой полимера ПФАА, показано, что краевой угол смачивания волокон с поверхностным нанесением фторполимера несколько ниже краевого угла волокна при введении ПФАА в его структуру.

Для сравнения устойчивости (табл.2) эффекта несмачиваемости волокон в процессе эксплуатации волокна ВАЦ с поверхностной обработкой фторполимером и с введенной добавкой в его структуру волокна подвергали многократной стирке.

Таблица 2. Краевые углы смачивания модифицированных ВАЦ волокон после стирки

Количество стирок	Количество ПФАА, % масс.	Введение в структуру		Поверхностное нанесение	
		Краевой угол смачивания, Θ^0		Краевой угол смачивания, Θ^0	
		Водой	Маслом	Водой	Маслом
1	1	132	100	120	100
	5	124	85	113	80
10	1	128	95	100	80
	5	121	80	95	65

Как видно из данных, представленных в таблице, краевой угол смачивания волокон ВАЦ, модифицированных поверхностной обработкой фторполимера, после 10 циклов стирок снижается на 17%, а с введенной в структуру волокна ВАЦ добавкой ПФАА снижается на 1-4%.

Таким образом показана возможность получения модифицированных ВАЦ волокон с достаточно высоким и устойчивым уровнем антиадгезионных свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Химические волокна: основы получения, методы исследования и модифицирования. Учебное пособие // Под ред. Дружининой Т.В.- М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2006.- 472 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ИНГИБИРУЮЩЕЙ КОНЦЕНТРАЦИИ КАТИОННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

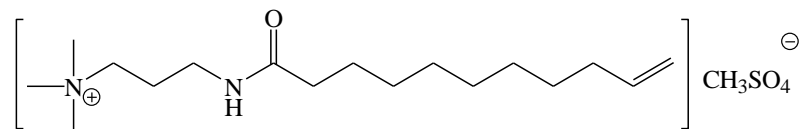
Титова Н.А.¹, Кузнецов Д.Н.¹, Дмитриева М.Б.²

¹ Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

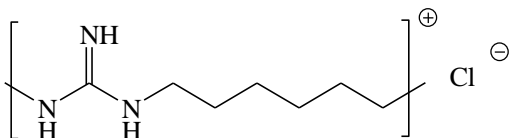
² Центр биологического контроля лаборатории микрофильмирования и реставрации документов РГАНТД, г. Москва, Россия

Катионные поверхностно-активные вещества (КПАВ) на основе четвертичных аммонийных солей, входят в состав косметических средств в качестве антибактериальных, противогрибковых и дезинфицирующих добавок. Широкая распространенность КПАВ в последние годы привело к развитию резистентности микроорганизмов к этим препаратам. Для решения данной проблемы проводятся интенсивные исследования по синтезу новых эффективных дезинфицирующих средств [1].

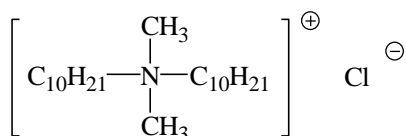
В настоящей работе в качестве объектов исследования были выбраны малоизученные КПАВ **1-4**, предназначенные для производства дезинфицирующих моющих средств бытовой химии и косметики.



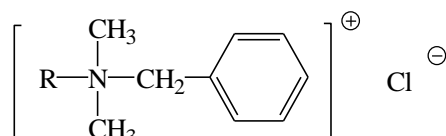
Ундециленамидопропилтримониумметосульфат
(Undecylenamidopropyltrimoniummethosulfate) (1)



Полигексаметиленгуанидин гидрохлорид, 20% (2)



Дидецилдиметиламмоний хлорид (3)



Алкилдиметилбензиламмоний хлорид (4)

Задача настоящего исследования – определение минимальной ингибирующей концентрации (МИК) перечисленных выше малоизученных КПАВ относительно некоторых видов патогенных и условно патогенных микроорганизмов, встречающихся в косметических средствах: *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, *Aspergillus terreus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fischeri*, *Stachybotrys chartarum*, *Penicillium funiculosum*. Следует отметить, что в литературе нет однозначных данных по МИК изучаемых соединений.

Для оценки МИК был использован модифицированный диско-диффузионный метод, разработанный на кафедре органической химии РГУ им А.Н. Косыгина совместно с центром биологического контроля лаборатории микрофильмирования и реставрации документов РГАНТД [2]. Метод позволяет получать информацию о фунгицидной активности большого количества тестируемых образцов за короткое время (3-7 дней) с применением широкого спектра микроорганизмов. Для получения достоверных результатов каждый эксперимент проводится в трех повторностях. Оценку полученных результатов проводили по 6-бальной шкале в соответствии с ГОСТ 9.048-89.

Анализ полученных результатов по изучению фунгицидной активности (табл. 1), позволил выявить некоторые закономерности. За основу дальнейших исследований выбрали данные о фунгицидной активности в отношении *Aspergillus niger*. Вследствие того, что разбавленный в 10 раз раствор (1) не оказывал никакого действия на *A.niger*, было принято решение не использовать в отношении остальных плесневых грибов разведения меньше, чем в шесть раз. Аналогично поступили и с остальными растворами (2), (3) и (4). Для раствора (2) использовали разбавления в 100, 1000 и

10000 раз, для растворов (3) и (4) – в 10, 100 и 1000 раз. В ходе эксперимента были получены результаты ингибирующего действия (в баллах), имеющие большой разброс. Для устранения неоднозначности полученных результатов необходимо расширить исследования с большими и меньшими разведениями.

Таблица 1. Ингибирующее действие препаратов на плесневых грибах

№ препарата (концентрация, %)	Название культуры							
	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Penicillium chrysogenum</i>	<i>Aspergillus terreus</i>	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus fischeri</i>	<i>Stachybotrys chartarum</i>	<i>Penicillium funiculosum</i>	
	Средний балл по трем повторностям (зона подавления роста, мм)*							
(1) (C ₀ =50%)	C ₀	0(5)	0(5)	0(10)	0(5)	0(10)	0(5)	0(15)
	C ₀ /2	0(1)	0(3)	0(6-7)	0(1-4)	0(3-9)	0(1-4)	0(12-15)
	C ₀ /4	1	1	0(1-2)	1	0(1-3)	0(1)	0(8-11)
	C ₀ /6	3,3	2	0(1-2)	5	4,7	3	0(4-11)
	C ₀ /8	4,7	-	-	-	-	-	-
	C ₀ /10	4,7	-	-	-	-	-	-
	C ₀ /100	5	-	-	-	-	-	-
	C ₀ /1000	5	-	-	-	-	-	-
	C ₀ /10000	5	-	-	-	-	-	-
(2) (C ₀ =20%)	C ₀	0(15)	0(10)	0(12)	0(1-2)	0(2-3)	0(15)	0(10)
	C ₀ /10	0(8-9)	-	-	-	-	-	-
	C ₀ /100	0(3-6)	3,7	2	2,3	1,3	0(12-13)	0(3-6)
	C ₀ /1000	0(1-2)	4,7	4,7	4,7	3	0(1-2)	1
	C ₀ /10000	3	5	5	5	5	0(1)	2
(3) (C ₀ =50%)	C ₀	0(1)	0(1)	0(1)	0(3)	0(1)	0(6-9)	0(6-7)
	C ₀ /10	1	0(1)	0(1)	0(1-2)	0(1)	0(4-6)	0(5)
	C ₀ /100	1	0(1-2)	0(1)	0(0,5-1)	0(1)	0(2-4)	0(3-4)
	C ₀ /1000	2	1	1	0(0,5)	0(1)	0(2-4)	0(2-3)
	C ₀ /10000	4,3	-	-	-	-	-	-
(4) (C ₀ =50%)	C ₀	0(5)	0(3)	0(3)	0(3)	0(3)	0(20)	0(20)
	C ₀ /10	1	0(1-2)	0(2-3)	0(2-4)	0(2-3)	0(16-18)	0(18-20)
	C ₀ /100	1	0(1)	0(1-3)	0(1-4)	0(2-3)	0(13-14)	0(15-16)
	C ₀ /1000	4,7	1	0(1)	1	0(1-3)	0(10-11)	0(15)
	C ₀ /10000	5	-	-	-	-	-	-

*5 – развитый мицелий, обильное спороношение; 4 – ограниченный рост мицелия, спороношение подавлено; 3 – подавленный рост мицелия спороношения нет; 2 – паутинистый мицелий спороношения нет; 1 – полное подавление роста мицелия; 0 – полное подавление роста мицелия, образование зоны подавления роста, (мм).

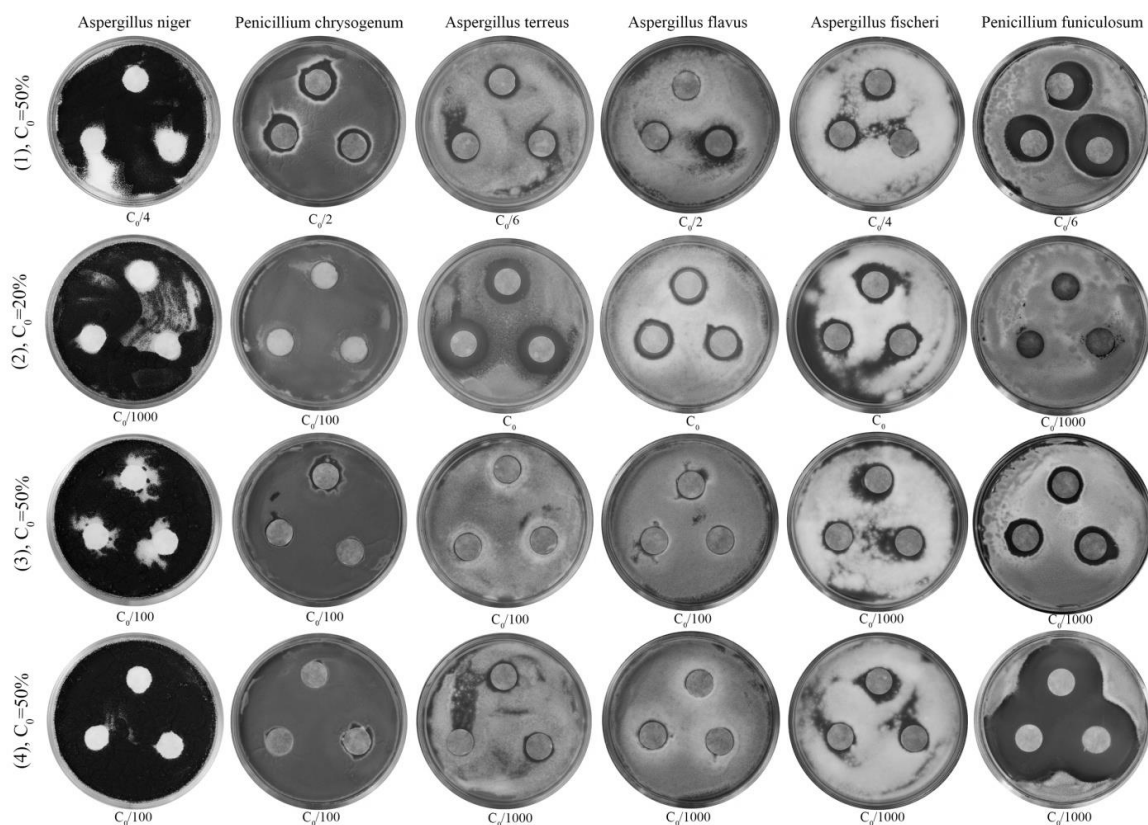


Рис. 1. Минимальная концентрация ПАВов (1)-(4), действующая на выбранные тест-культуры

Растворы исходной концентрации всех протестированных соединений подавляют развитие выбранных тест-культур. Более заметное подавляющее действие отмечено для плесневого гриба *Stachybotrys chartarum*.

Вещество (1) эффективно действует при больших разбавлениях – зона подавления роста большинства тест-культур составила от 1 до 15 мм.

Оценка действия раствора (2) показала неоднозначные результаты. В отношении *A.niger*, зона подавления роста прямо пропорциональна концентрации ПАВа. Вследствие чего, минимальную концентрацию, которая подавляет рост остальных микроорганизмов, искали в промежутке между разбавлениями 1/100 и 1/10000. Таким образом, при разбавлении 1/100 получили средний балл 4,7 по отношению к *Aspergillus terreus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fischeri*. Необходимо провести повторный посев указанных тест-культур, используя большие разбавления раствора (2), с целью установления его минимальной ингибирующей концентрации.

Для КПАВов (3) и (4) отмечены схожие результаты. Выбранный промежуток разбавлений показал хорошую активность в отношении всех тест культур. Зона подавления составила до 20 мм. Следует провести оценку меньших концентраций, т.к. при разбавлении в 1000 раз еще сохраняется фунгицидное действие растворов.

Таким образом, в результате проведения сравнительной оценки фунгицидной активности разных видов поверхностно-активных препаратов, было установлено, что все они оказывали подавляющее действие на выбранные тест-культуры. Наибольшую эффективность все препараты проявили по отношению к плесневому грибу *Stachybotrys chartarum*. Самыми слабыми ингибиторами роста бактерий и плесневых грибов оказались растворы (1) и (3). Зафиксирована определенная зависимость фунгицидной активности от концентрации четвертичных аммонийных соединений в растворе. Изучение зависимости биологической активности поверхностно-активных веществ от различных факторов будет продолжено в дальнейших исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Obłak, E.; Gamian, A. The biological activity of quaternary ammonium salts (QASs) // *Postępy Hig Med Dosw*, 2010, 64: pp. 201–211.
2. Дмитриева М.Б., Кобраков К.И., Кузнецов Д.Н., Сафонов В.В. Эффективный экспресс метод тестирования препаратов для защиты текстильных материалов от биоповреждений // *Бутлеровские сообщения*, 2013. Т.33. №3. С. 109-115.

ОЦЕНКА КОЛОРИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРАСЯЩИХ СРЕДСТВ ДЕКОРАТИВНОЙ КОСМЕТИКИ

Кузнецов И.О., Кузнецов Д.Н., Ручкина А.Г., Бычкова И.Н.
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Спектрофотометрические измерения традиционно применяются для колористических измерений текстильных, волокнистых и других непрозрачных окрашенных материалов. Применение этих методов для средств декоративной косметики и объектов их воздействия достаточно ограничены, хотя некоторые фирмы выпускают специальные приборы, разработаны технологии [1,2].

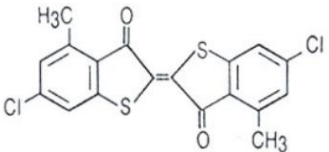
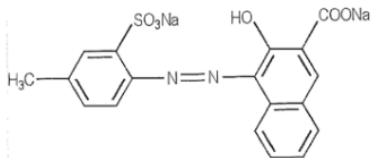
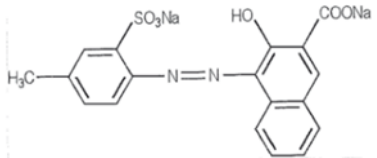
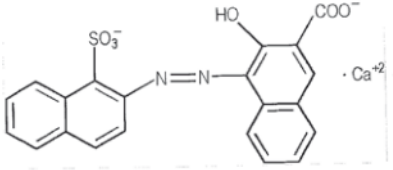
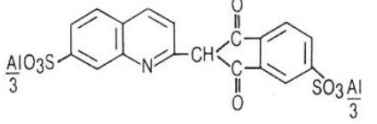
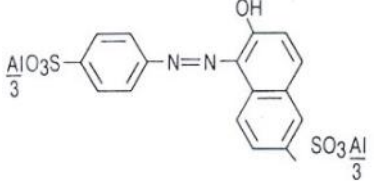
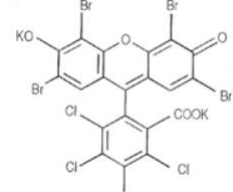
Цель нашей работы – ввести в практику применение спектрофотометра Datascolor mod.3880 для решения колористических задач средств декоративной косметики. Задача исследования состояла в определении степени выгорания некоторых красителей и пигментов под воздействием дневного света или его аналогов в отсутствие дорогостоящих UV-фильтров, выполняющих функцию стабилизаторов цвета. Обычно композиция содержит 5-7 и более красящих компонентов, представлялось интересным сравнить индивидуальное поведение каждого и выбрать структуры, подверженные действию света в большей степени.

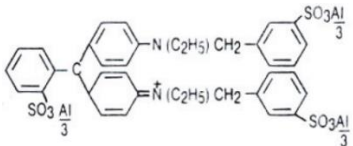
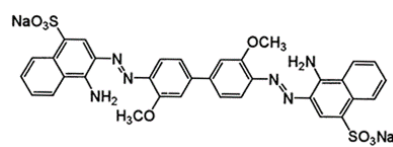
Экспериментальная часть. В работе использованы образцы сертифицированной для косметических средств продукции фирмы Sensient (www.sensient-cosmetics.com), среди них неорганические пигменты: UNIPURE RED LC386, UNIPURE RED LC380, UNIPURE BROWN LC881, органические пигменты: UNIPURE RED LC300, UNIPURE RED LC303, UNIPURE RED LC304, UNIPURE RED LC3079, органические лаки и красители: UNIPURE YELLOW LC124, UNIPURE RED LC327, UNIPURE BLUE LC621, UNIPURE ORANGE LC226, а также Direct Red 7, широко применяемые в составах губной помады и блеска для губ. Образцы готовили в виде паст (5% дисперсия красителя или пигмента в гидрогенизированном касторовом масле), наносили в заглубленные на 1 мм круглые полости (\varnothing 12 мм) на пластиковой подложке и выдерживали при одновременном облучении люминесцентной лампой (36 W FSL YZ36R26) и белой диодной лампой (10W 6500K PF:0,6) на расстоянии 30-40 см. Источники света выбраны с учетом имитации условий реализации косметической продукции, которая должна сохранять товарный вид в течение срока годности. Суммарное время экспозиции составило 125 часов, за это время проведено 4 колориметрических измерения [3].

Известно, что в солнечном свете преобладают голубые и фиолетовые оттенки, красные цвета выражены не столь отчетливо. Светодиодный спектр больше всего похож по спектральному составу на солнечный с малоэффективными зелено-желтой (530-600 нм) и красной (свыше 650 нм) зонами для белого светодиода. Спектр люминесцентных ламп имеет синие оттенки, наиболее эффективно развита фиолетовая и зеленая часть спектра [4]. Светодиоды способны генерировать большой световой поток, поэтому в настоящее время эти осветительные элементы чаще других используются при подсветке витрин и торговых залов.

Таблица. Торговые марки красящих веществ, их химическая формула, концентрация основного вещества и цветовые различия при минимальном значении коэффициента отражения

	λ (R_{\min}), нм	ΔE			
		Время экспозиции, час			
		24	61	88	125
Неорганические пигменты					
UNIPURE RED LC 380 Fe_2O_3	430	2,94	0,41	0,57	2,00
UNIPURE RED LC 386 Fe_2O_3	520	2,66	10,63	12,68	10,12
UNIPURE BROWN LC 881 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ Fe_2O_3 $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	410	2,17	1,37	1,14	2,03

Органические пигменты					
UNIPURE RED LC 300  30 - 50%	530	1,02	1,65	1,46	1,14
UNIPURE RED LC 303  > 90%	430	8,16	10,68	21,10	10,02
UNIPURE RED LC 304  68 - 75%	430	2,30	4,73	13,20	7,18
UNIPURE RED LC 3079  > 90%	430	2,10	1,60	2,07	1,54
Органические лаки и красители					
UNIPURE YELLOW LC 124  13 - 19%	430	3,85	3,84	6,25	4,25
UNIPURE ORANGE LC 226  15 - 30%	430	6,12	4,99	11,40	7,03
UNIPURE RED LC 327  15 - 25%	430	16,03	12,62	35,51	15,93

<p>UNIPURE BLUE LC 621</p>  <p>10 - 20%</p>	610	9,70	10,87	5,30	12,87
<p>Direct Red 7</p>  <p>> 90%</p>	430	2,27	1,01	2,12	1,62

Приведенные в таблице результаты показывают значительные изменения цвета в условиях эксперимента. Удовлетворительными признаются значения цветового различия не более 2, такие изменения цвета не ощутимы для восприятия стандартного наблюдателя. Среди испытанных образцов такими характеристиками обладают органические пигменты RED LC 300, RED LC 3079, неорганические пигменты RED LC 380, BROWN LC 881 и органический краситель Direct Red 7.

Механизмы деструктивного действия света на красители и пигменты имеют различную природу и многофакторную зависимость [5]. Рассматривая полученные нами результаты с точки зрения практического значения, можно отметить следующее. Ожидаемым результатом следует считать удовлетворительную светостойкость неорганических пигментов, однако, как оказалось не у всех, UNIPURE RED LC 386, при таком же заявленном составе, как и UNIPURE RED LC 380, имеет очень высокие значения цветовых различий. Наблюдаемый эффект может быть связан с присутствием примесей в составе готового продукта и с рядом других факторов. Среди органических пигментов и красителей трудно связать полученный эффект со структурой основного вещества, так как большинство из них по химической структуре принадлежат к различным классам. В структурно близком ряду UNIPURE RED LC 303, 304 (отличаются только содержанием основного вещества) и 3079, более высокая стойкость последнего может отчасти характеризоваться конденсированной системой диазокомпонента и солеобразующим ионом кальция.

Образцы красящих веществ были предоставлены ООО «Гамма косметик» г. Подольск, МО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lozano I, Saunier JB, Panhard S, Loussouarn G. The diversity of the human hair colour assessed by visual scales and instrumental measurements. A world-wide survey. 06-Aug-2016. doi: 10.1111/ics.12359

2. G. Puccetti and W. Thompson Effects of hair sprays on colour perception: a hyperspectral imaging approach to shine and chroma on heads/ International Journal of Cosmetic Science, 2016, 1-9.
3. Сафонов В.В., Журавлева Н.В., Третьякова А.Е. Практикум по химической технологии текстильных материалов. – М.: МГТУ им. АН Косыгина, 2008. С. 593.
4. Моргунов Д. Н., Васильев С.И. Исследование спектральных характеристик электрических источников света/Вестник аграрной науки Дона, 2017. 2(38), С. 5-13.
5. Гордон П., Грегори П. Органическая химия красителей/ Пер с англ. — М.: Мир, 1987. С. 344.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ ПЛАЗМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОТДЕЛКИ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН

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

**Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Республика Татарстан**

Первым и очень важным процессом отделки хлопчатобумажных трикотажных полотен, в котором происходит физико-химическая модификация его свойств, является подготовка к крашению [1]. На данном этапе важно обеспечить очистку полотна-полуфабриката от примесей и высокий уровень гигроскопических свойств, равномерный по всему полотну. Авторами предлагается заменить жидкофазный процесс отваривания трикотажных хлопчатобумажных полотен перед крашением на обработку неравновесной низкотемпературной плазмой (ННТП). Высокая капиллярность и смачиваемость ННТП-модифицированных суровых полотен способствует быстрому и равномерному проникновению рабочих растворов в структуру полотна [2], что позволяет регулировать уровень капиллярности полотен при отваривании и отбеливании в зависимости от продолжительности процесса.

Проводили щелочное отваривание периодическим способом трикотажных полотен (арт. М207 – интерлок, 165 г/м²; арт. 1724 - одинарное футерованное на базе глади, 276 г/м²), предварительно обработанных ННТП воздуха на установке высокочастотного емкостного разряда пониженного давления, режимы обработки варьировались [3].

Выявлено, что максимальная капиллярность модифицированных полотен достигается через 10-20 мин., то есть в 1,5-2 раза быстрее, чем контрольных полотен (рис. 1).

Практический интерес представляло также изучение возможности плазменной обработки для снижения расхода красителей с одновременным

получением равномерных устойчивых окрасок, аналогичных окраске образца-эталона. Исследовали колористические показатели полотен, окрашенных периодическим способом с варьированием концентрации красителя C от 0,5 % до 7 % от массы полотна, за критерий оценки принимали функцию Гуревича-Кубелки-Мунка (ФГКМ) K/S .

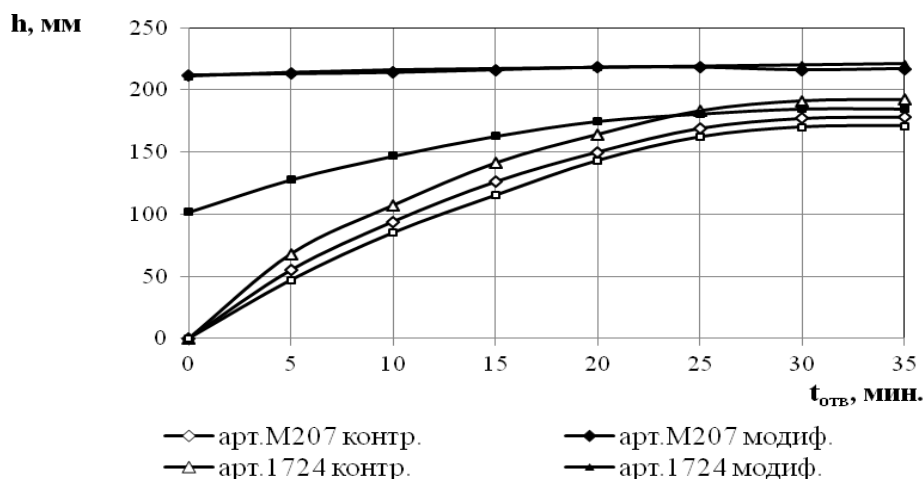


Рис. 1. Капиллярность h хлопчатобумажного трикотажного полотна в зависимости от времени отваривания $t_{отв}$

Полученные результаты продемонстрировали, что требуемая интенсивность окраски трикотажных полотен при подготовке с применением плазменной обработки достигается при меньшей в среднем на 10-30 % концентрации красителя. Например, в случае крашения полотна активным ремазолом маренго RR (рис. 2) образцу, подготовленному только ННТП-обработкой, при $C=3$ % соответствует K/S , аналогичная полученной для образца, подготовленного отвариванием, при $C=3,75$ %. Таким образом, в данном случае ННТП позволяет получить экономию красителя за счет снижения его содержания в рабочем растворе с 3,75 до 3 %, то есть на 25 %.

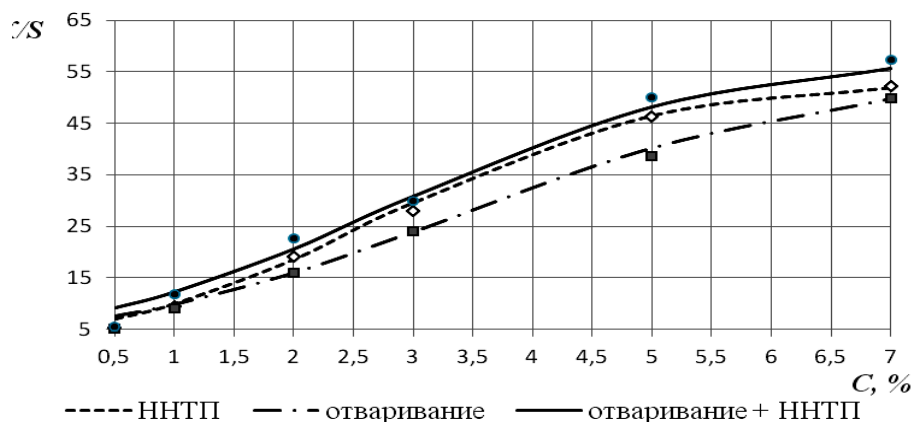


Рис. 2. Зависимость интенсивности окраски K/S хлопчатобумажного трикотажного полотна арт. М207, подготовленного разными способами, от концентрации красителя активного ремазоля маренго RR ($t_k=60$ мин.)

Для экспериментального обоснования возможности снижения расхода красителей в ванне подбирали концентрации красителей, позволяющие получать одинаковую интенсивность окраски K/S для полотен, подготовленных разными способами. Полученные окраски оценивали по комплексу колористических показателей: параметрам цветового пространства CIE Lch, равномерности окраски и устойчивости окраски к различным воздействиям. Для характеристики цветового восприятия образцов рассчитывали коэффициенты цветового различия ΔE , в качестве образца-эталоны взяты образцы, окрашенные по типовой технологии (с подготовкой отвариванием или отбеливанием). Выявлено, что образцы, подготовленные с применением ННТП, по колористическим показателям соответствуют образцам, подготовленным отвариванием или отбеливанием. В подобранных вариантах (при $C_{\text{отвар/отбел}}=3\%$) плазменная обработка позволяет сэкономить краситель в среднем на 10-20 %, при этом визуальное отличие между образцами минимальное ($\Delta E \leq 1-2$). Таким образом, ННТП-обработка полотна перед крашением позволяет получать интенсивные равномерные устойчивые окраски при меньших концентрациях красителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чешкова А.В. Химические технологии и оборудование трикотажного отделочного производства. – Иваново: Изд-во ИГХТУ, 2008. – 113 с.
2. Мельников Б.Н. Применение тлеющего разряда в текстильной и строительной промышленности / Б.Н. Мельников, С.В. Федосов Л.В. Шарнина, М.В. Акулова. – Иваново: Изд-во ИГХТУ, 2008. – 232 с.
3. Азанова А.А. Плазменные технологии в процессах отделки трикотажа / А.А. Азанова, И.Ш. Абдуллин, Г.Н. Нуруллина. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2015. – 156 с.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД В ПРОГНОЗИРОВАНИИ СВОЙСТВ ЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Фаткуллина Р.Р., Зиятдинова Д.Р.

**Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Республика Татарстан**

Жизнедеятельность и работоспособность человека на производстве в немалой степени зависит от использования средств индивидуальной защиты. В настоящее время проблема борьбы со статическим электричеством на производстве является особенно актуальной. Электростатические заряды накапливаются на обуви и одежде персонала, на покрытиях полов, на поверхностях производственных столов и оборудования.

Авторы принимали участие в разработке технологического процесса изготовления костюма, предназначенного для защиты от электромагнитного излучения радиочастотного диапазона, который может использоваться на предприятиях авиационной промышленности и машиностроения, радиолокационных станциях специального назначения, для работников, обслуживающих объекты сотовой связи, а также в медицинских учреждениях.

Защитная одежда «Экран-2Б» состоит из: комбинезона, капюшона с пелериной, щитка с наголовным креплением, перчаток пятипалых с крагами и носков.

Комбинезон с двубортной застежкой, выполняющей роль защитного клапана, на две металлические тесьмы-молнии. Передние половинки комбинезона двухслойные. На них три накладных кармана: один - нагрудный с клапаном, застегивающимся на кнопку, и два боковых - ниже линии талии. Задние половинки комбинезона однослойные, имеют вытачки по горловине, по линии талии стянуты эластичной тесьмой.

Воротник-стойка, застегивается на две кнопки.

Рукава двухслойные одношовные. Нижний рукав по низу стянут эластичной тесьмой. Верхний рукав застегивается по низу на две кнопки.

С изнаночной стороны брюк комбинезона притачаны клапаны-надставки со штрипками. По низу брюк настроены хлястики, застегивающиеся на текстильную застежку.

На комбинезоне пять шлевков: две цельнокроенные с накладными карманами по переду, и три - по спинке. В шлевки протянут ремень, застегивающийся на пряжку-замок «фастекс». На комбинезоне в области талии расположены два контактных вывода для заземления.

Согласно ГОСТ 12.4.172-2014. (Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Комплект индивидуальный экранирующий для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования и методы испытаний), экранирующий костюм должен состоять из экранирующей одежды, обуви, перчаток, наcasника, экрана для лица. Электропроводящий материал должен быть выполнен в виде ткани или трикотажного полотна с применением электропроводящих нитей, расположенных как в продольном (по основе), так и в поперечном (по утку) направлениях. При этом расстояние между двумя параллельными электропроводящими нитями (в осях) не должно превышать 1 мм. Экранирующая одежда должна иметь хлопчатобумажный слой, изолирующий тело работающего от электропроводящей ткани и металлических кнопок, расположенный по всей поверхности куртки и брюк (полукомбинезона) [1]. Так как имеется неравномерность в накоплении зарядов статического электричества на поверхности тела человека, в специальной антиэлектростатической одежде рекомендуется применение дополнительных конструктивных элементов на участках наибольшего накопления зарядов [2].

В настоящее время зачастую защитные (экранирующие) свойства достигаются нанесением на ткань в процессе отделки специальных составов, или нанесением на поверхность ткани металлизированных покрытий. Такая обработка не всегда обеспечивает достаточный уровень защитных свойств при интенсивном воздействии факторов износа материала в условиях эксплуатации и обработки изделий. Известно, что в новых разработках экранирующих тканей выполняют формирование защитных (экранирующих) свойств на этапе производства пряжи (на этапе прядения). Пряжа изготавливается из смеси металлизированных и натуральных или синтетических волокон (например, полиэфира, арамида, хлопка и др), [2-5]. При этом формируют необходимую геометрическую модель строения ткани; в заключительном отделочном производстве применяют оптимально щадящие режимы обработки материала [6].

При исследовании текстиля используют метод распознавания образов, вероятностный анализ: применяется метод анализа поверхности объекта под различными углами, с различными масштабами, смещениями [7-8], при этом из общей массы данных выделяют существенные признаки, обозначают классы [9]. Вероятностный анализ применяется при исследовании влияния количества термоскреплений волокон друг с другом на прочность нетканого материала [10].

Изменяя количество мест скрепления двух слоев материалов, металлизированного и хлопчатобумажного, можно формировать структуру композиционного материала. В нашей разработке методика вероятностного анализа рекомендуется для прогнозирования свойств композиционного материала, состоящего из двух слоев: электропроводящего слоя и хлопчатобумажного слоя с применением упрочнения скрепления слоев в процессе ткачества. При исследовании материалов с нанесением металлопокрытий на поверхность ткани, также, с помощью вероятностного анализа можно оценить площадь дефектов покрытия (т.е. его отсутствия), подсчитать вероятность уменьшения площади, толщины, изменения геометрии покрытия, и тем самым оценивать и регулировать в дальнейшем качество изготовления экранирующих материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.4.172-2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Комплект индивидуальный экранирующий для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования и методы испытаний.
2. Лебедева Е.О., Черунова И.В., Бринк И.Ю. Сохранение здоровья человека и обеспечение безопасности труда в системе «Человек – природно-производственная среда – защитная одежда» // Фундаментальные исследования. Технические науки. – 2013. - № 10. С. 1928 - 1935.

3. Патент РФ на полезную модель № 128969. Комбинезон с повышенным уровнем антиэлектростатической защиты.
4. Применение спецодежды из материалов с антистатическими свойствами. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.kiout.ru/info/publish/25977>.
5. Веселов В.В. Исследование материалов с металлонапылением в одежде специального назначения / В. В. Веселов, И. Ю. Белова, С. В. Королева // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2013. – № 4 (346). – С. 14-17.
6. Сильченко Е.В. Разработка тканей для специальной профессиональной одежды с защитой от электромагнитного излучения. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docplayer.ru/68557078-Тематика-chteniy-sovremennye-zadachi-inzheneryh-nauk.html>
7. Grishanov S., Meshkov V., Omelchenko A. A topological study of textile structures. Part 1. An introduction to topological methods. Textile Res. J., vol. 79, 8: pp. 702-713 (2009).
8. Lomov S.V., Huysmans G., Verpoest I. Hierarchy of Textile Structures and Architecture of Fabric Geometric Models. Textile Res. J., vol. 71, 6: pp. 534-543 (2001).
9. Hearle, J. W. S., Konopasek, M., and Newton, A., On Some General Features of a Computer-based System for Calculation of the Mechanics of Textile Structures, Textile Res. J. 42(10), 613–626 (1972).
10. Киселев А.М. Методика определения вероятностного закона положения участков термоскрепления в нетканых полотнах. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://tftp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2017/03/366_8.pdf.

СЕКЦИЯ 5.

**Автоматизация и информационные технологии
в управлении и производственных процессах
текстильной и легкой промышленности**

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА
И ИНТЕРПРЕТАЦИИ СЕНСОРНЫХ ДАННЫХ В МОБИЛЬНОЙ
РОБОТОТЕХНИКЕ**

Беспалов М.Е., Минаева Н.В.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Достижения последнего времени в области глубокого обучения искусственных нейронных сетей (ИНС) способствуют развитию когнитивных свойств автономных мобильных роботов. Неуклонное совершенствование вычислительных возможностей аппаратных платформ мобильной робототехники позволяет надеяться на успешное внедрение технологий нейросетевой обработки для анализа сенсорных данных, определяющих способности робота к автономному функционированию. Убедительным примером эффективности подобных технических решений является, в частности, успех специалистов фирмы NVIDIA по разработке глубокой сверточной сети (convolutional neural network) для выработки управляющего воздействия на рулевой механизм беспилотного автомобиля на основе анализа видеоизображения, получаемого с бортовой видеокамеры [1].

Подобные роботы считаются интеллектуальными при обязательном выполнении, по крайней мере, двух словий [2]: во-первых, мобильный робот должен быть способен к коммуникации с окружающим миром, в частности, с себе подобными устройствами; во-вторых, мобильный робот должен уметь учиться как на своих ошибках, так и под руководством опытного наставника. Обучение нейросетей «с учителем» обеспечивает решение задач классификации и регрессионного анализа, самообучающиеся нейросети эффективны в задачах распознавания образов (рукописных символов, фонов речевого сигнала, изображений дорожных знаков и т.п.). Очевидные перспективы открываются перед ИНС, обученных на основе подкрепления их положительного опыта. Например, глубокое обучение с подкреплением обеспечило нейросети AlphaGo победу над выдающийся корейским профессионалом 9-го дана по игре в го Ли Седолем. Таким образом, неопределимым преимуществом ИНС с глубоким обучением является возможность решения стратегических задач. Именно это свойство ИНС было решено использовать при построении системы нейросетевого анализа сенсорных данных.

В данной работе представлен опыт практического применения программной системы машинного обучения TensorFlow с открытым исходным кодом для глубокого обучения сверточной нейросети с подкреплением на основе градиентного спуска по стратегиям при обработке сенсорных данных автономного парусного робота. Как неоднократно отмечалось [3-5], подобная разновидность мобильного робота отвечает как исследовательским, так и учебно-методическим задачам подготовки будущих специалистов в области мобильной робототехники на основе междисциплинарного подхода, заложенного в самой идее создания такого университета как РГУ им. А.Н. Косыгина.

Модель нейросетевой обработки реализована с помощью библиотеки Keras, входящей в состав TensorFlow. Моделировался поток сенсорных данных, приходящих от бортовых измерительных систем автономного парусного робота - анемометра, акселерометра, эхолота и дальномера. В качестве модельной задачи рассматривалась проблема выхода мобильного парусного робота из водного лабиринта с неизвестным рельефом дна.

Компьютерная модель опытового модельного пространства была построена средствами системы графического игрового моделирования Lumberyard в сочетании с инструментами геометрического моделирования редактора Blender 3D. Для автоматизации построения модели дна лабиринта со сложным рельефом применялась технология Worldmachine Terrain.

В результате проведенного вычислительного эксперимента выполнена оптимизация графа вычислений и программного кода компьютерной модели нейросетевой обработки сенсорных данных на языке Python. В настоящее время ведутся работы по исследованию возможности применения библиотеки машинного обучения Torch, которая позволяет описывать структуру нейросети в виде скриптов на языке Lua и в полной мере использовать достоинства технологий параллельных вычислений на графических процессорах.

ЛИТЕРАТУРА

1. End to End Learning for Self-Driving Cars / M.Bojarski et al. //arXiv, 2016. <http://arxiv.org/abs/1604.07316> (Дата обращения 30.05.2018).
2. Mikolov T., Joulin A., Baroni M. A Roadmap towards Machine Intelligence // arXiv, 2015. <http://arxiv.org/abs/1511.08130> (Дата обращения 30.05.2018).
3. Беспалов М.Е. Робояхтинг как основа междисциплинарного практикума. // В кн: сборник материалов Пятнадцатой открытой Всероссийской конференции «Преподавание информационных технологий в Российской Федерации». 11-12 мая 2017 г. – Архангельск: Северный (Арктический) Федеральный Университет, 2017. – С. 50-52.
4. Беспалов М.Е., Минаева Н.В. Мультиагентный подход к разработке алгоритмов исключения коллизий траекторий движения автономных роботов

// Сборник материалов Международ. научно-технич. конф. «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности» (ИННОВАЦИИ-2016). Часть 3. - М.: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2016. - С. 11 - 12.

5. Беспалов М.Е. Применение сетей глубинного обучения в нейроконтроллере парусного робота // Сборник трудов XXIII Международной научно-практической конференции «Научный подход к общественному развитию». Москва, 31.10.2016 г. - М.: Изд-во «Научный консультант», 2016.- С. 10 - 12.

ДЕСКРИПТОР ЦВЕТОВЫХ КОНТРАСТОВ

Борзунов Г.И., Новиков А.Н., Фирсов А.В.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

В настоящее время методы распознавания и контекстного (содержательного) поиска изображений являются важнейшей компонентой технологии компьютерного зрения тестирования [1-3]. Для контекстного поиска изображений по характеристикам цвета используется метод цветowych гистограмм и его различные модификации [1, 2]. При таком поиске невозможно классифицировать коллекцию изображений на основе оценки цветовой гармонии или отобрать из изображений, доступных в сети интернет, изображения, близкие по цветовой гармонии к заданному образцу. Известно, что цветовые гармонии играют важную роль в искусстве, образовании, а также в решении современных прикладных задач дизайна [4-6], поэтому в настоящее время остаётся актуальной задача создания и развития методов контекстного поиска изображений на основе оценок цветowych гармоний. В статье [7] предложен метод решения этой задачи для простейшей компоненты цветовой гармонии: распознавания в изображениях цветowych контрастов, что по классификации И. Иттена [4] соответствует распознаванию контрастов по тону и дополнительных цветов (цветowych контрастов первого и четвёртого типа).

В соответствии с предложенным методом детектор распознавания использует восьмицветную палитру, полученную в результате оптимального квантования изображения [8]. Указанная палитра преобразовывается из цветовой модели *RGB* в модель *HSV*. Затем цветовой компонент *H* модели *HSV* переносится в виде точек на стандартный 24-секторный цветовой круг по схеме, приведённой на рис. 1. На том же рисунке показаны помеченные секторы 5, 14, 15, 16 в соответствии с оптимальной восьмицветной палитрой фрагмента узора, приведенного на рис. 2. Сама палитра с номерами секторов цветowego круга представлена табл. 1.

Таблица 1. Восьмицветная палитра, полученная при оптимальном квантовании изображения приведенного на рис. 2.

Компонента H модели HSV	228	225	21	214	186	199	220	222
№ сектора цветового круга	14	14	5	14	16	15	14	14

Далее выполняются шаги дескриптора распознавания. Сначала все помеченные сектора соединяются попарно отрезками прямых, образуя полный граф. Далее, выполняется полный перебор трёхвершинных подграфов полного графа.

Для случая, представленного на рис. 1, таких подграфов существует всего 4. Вершины каждого подграфа определяют триаду цветов на стандартном 24-секторном цветовом круге. Такие триады играют важную роль при построении гармонических сочетаний цветов [4,9], но в данном случае в целях определения контрастов фиксируются все возможные триады, выделяемые из указанного выше полного графа, среди которых могут быть цветовые сочетания не являющиеся гармоническими. Для выявления различия или схожести цветовых контрастов различных изображений такие цветовые сочетания также необходимо учитывать. Перебор триад приводит к формированию характеристического вектора X , каждая координата которого соответствует одной из характеристик размещения цветов на цветовом круге [8]. Так в координатах характеристического вектора $X[0] - X[3]$ накапливаются количества соответствующих триад с тремя основными цветами. Для примера, приведенного на рис. 1, отличными от нуля оказываются следующие координаты характеристического вектора: $X[76]=3$, т.к. триады (5,14, 15), (5,14, 16), (5, 15, 16) не содержат основных цветов и 3 неосновных цвета в находятся двух разных четвертях цветового круга; $X[70]=1$, т.к. триада (14, 15, 16) не содержит основных цветов и 3 неосновных цвета в находятся в одной и той же четверти цветового круга. На основе рассмотренного выше дескриптора была определена метрика в формальном пространстве цветовых контрастов, которая позволила определять расстояние между изображениями в указанном пространстве осуществлять поиск ближайших изображений к заданному образцу. Вычислительный эксперимент показал эффективность предложенного дескриптора при решении этих задач. Однако в некоторых случаях оказалось целесообразным ввести более тонкие оценки для вычисления расстояний между изображениями в пространстве цветовых контрастов. Для этого в данной работе предлагается дополнить дескриптор ещё одним характеристическим вектором, размерность которого равна 56, и каждая координата хранит вес контраста одной из триад, представляющей собой сочетание без повторений цветов оптимальной восьмицветной палитры. Вес контраста предлагается определять как сумму модулей разностей цветовых координат триады в модели HSV . В табл. 2 приводится пример весов контраста

для триад цветов (228, 225, 21), (220,222, 21), (186, 199, 214), образованных из цветов палитры, представленной в табл. 1.

Таблица 2. Примеры весов цветовых контрастов

Цвета в модели <i>HSV</i>	228, 225, 21	220,222, 21	186, 199, 214
Номера секторов в цветовом круге	(14,14, 5)	(14,14, 5)	(16, 15, 14)
Веса контрастов триад	414	402	56

Пример, представленный в табл. 2, показывает, что веса контрастов цветов, обеспечивают дополнительное различие триад, составленных из одних и тех же номеров секторов цветового круга, а также увеличивают расстояние между триадами, составленных из различных номеров секторов цветового круга. Такие оценки должны обеспечить отслеживание изменений цветовых гармоний в сторону усиления или ослабления цветовых контрастов, а также контрастов других типов: контрастов светлого и темного, контрастов холодного и теплого и других. Результаты исследования этих новых возможностей будут приведены в следующих публикациях.

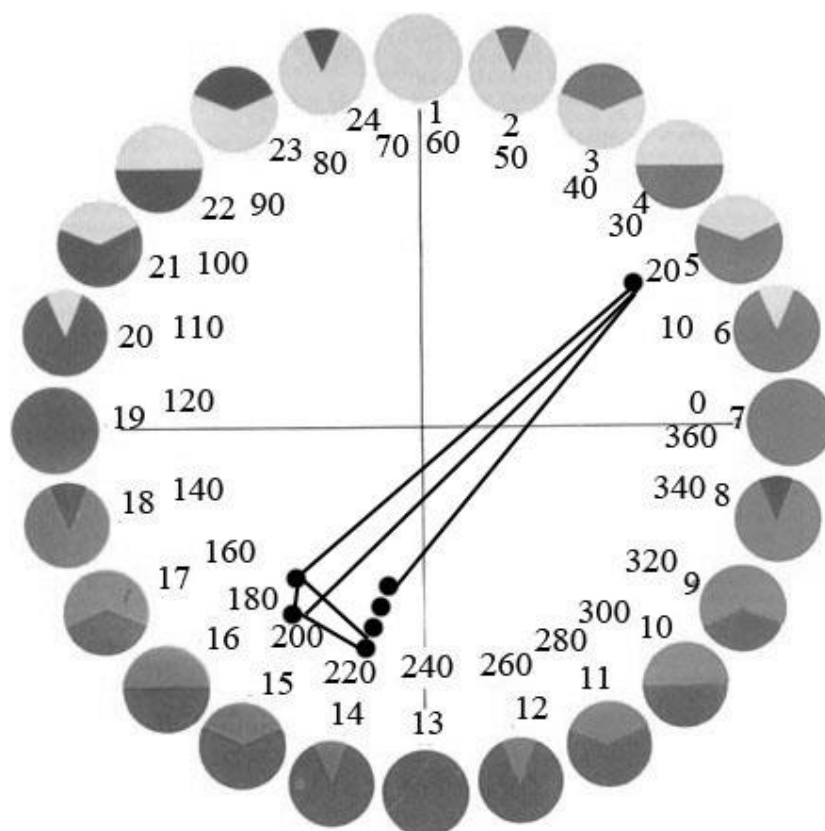


Рис. 1. Схема наложения компоненты цвета модели *HSV* на стандартный 24-секторный цветовой круг (значения *H* показаны на внутренней окружности)



Рис. 2. Фрагмент узора, полученного при помощи сканирования

ЛИТЕРАТУРА

1. Байгарова Н.С., Бухштаб Ю.А., Евтеева Н.Н., Корягин Д.А. Некоторые подходы к организации содержательного поиска изображений и видеoinформации [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.keldysh.ru/papers/2002/prep78/prep2002_78.html.
2. Dr. Ghazi. M. Qaryouti et al. A Novel Method for Color Image Recognition // International Journal of Computer Science and Mobile Computing, Vol.5 Issue.11, Nov— 2016, pg. 57-64.
3. Parker . J.R. Algorithms for Image Processing and Computer Vision, Second Edition. — Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2012. 506 p.
4. Иттен Й. Искусство цвета: пер. с нем. Л. Монахова. – М.: Д. Аронов, 2007. 96 с.
5. Снетков В. Ю., Шугарова Л. Н. Модели и принципы цветовой гармонии //Вестник МЭИ. Радиоэлектроника. – 2010, №3, С. 132-135.
6. Н. Н. Долгих. Колористика в дизайн-образовании//Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). 2016. 8 (173). С 57-63.
7. Борзунов Г.И., Бесчастнов Н.П., Стор И.Н. Индексация изображения по цветовым сочетаниям// Дизайн и технологии. 2017. № 62 (104). С. 34-40.
8. Алгоритмические основы растровой машинной графики/ Иванов Д.В., Карпов А.С. и др. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, БИНОМ, Лаборатория знаний, 2010. 283 с.
9. Козлов В.Н. Основы художественного оформления текстильных изделий. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 264 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ОПТИМИЗАЦИИ ЦЕПОЧЕК ПОСТАВОК В ПРОЦЕССЕ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ветрова О.А., Кузьмина Т.М.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Бережливое производство (БП) – логистическая концепция управления различными областями деятельности, сфокусированная на разумном сокращении размеров заказа на выпуск продукции; снижении уровня запасов используемых ресурсов; постоянном повышении квалификации всего производственного персонала; внедрении гибких производственных технологий и интеграции их в единые цепи с взаимодействующими технологиями партнеров.

Для реализации концепции БП используют интегрированные системы управления предприятием (ИСУП), которые поддерживают основные, наиболее типичные для различных компаний, функции менеджмента и производства. На Западе такие системы называются ERP-системами: Enterprise Resource Planning – система управления ресурсами предприятия. ERP-система – это информационная система для идентификации и планирования всех ресурсов предприятия, которые необходимы для осуществления продаж, производства, закупок и учета в процессе выполнения клиентских заказов.

Обычно, ERP-системы состоят из различных модулей, которые реализуют потребности организаций в автоматизации процессов. Каждый из модулей ориентирован на определенную область деятельности. По составу применяемых модулей, структуру ERP системы можно разделить на две составляющие: базовые элементы и расширенные элементы.

К базовым элементам относятся все функции системы, которые осуществляют управление производством: укрупненное и детальное планирование мощностей, разработка основного плана производства, планирование потребности в материалах, обработка спецификаций изделий, маршрутизация производства, управление закупками и запасами. Эти элементы могут быть реализованы в одном или нескольких модулях ERP-системы. К расширенным элементам относятся все функции, которые обеспечивают работу производства. Как правило, эти элементы реализованы в виде отдельных модулей, которые представлены на рис. 1.

Модуль «Управление цепочками поставок» является одним из ключевых в ERP-системе. Он позволяет прогнозировать спрос, планировать и управлять логистикой как внутри предприятия, так и вне его, управлять закупками и поставщиками. Решения, интегрированные в ERP-системе, направлены на два основных направления: 1) регулирование операционных процессов; 2) оптимизация дальнейших процессов (прогнозирование

спроса, расчет оптимальных схем доставки, анализ и планирование сбытовой деятельности).



Рис. 1. ERP-модули

При внедрении концепции БП и ERP-систем в цепочки поставок можно решить задачи выбора поставщика при заданных условиях; сокращения потерь при транспортировке груза; снижения нагрузки с водителями путем оптимизации их рабочего и выходного графика; оптимизации работ складов и транспортных средств; оптимизации ремонта машин.

Рассмотрим принципы оптимизации цепочки поставок в соответствии с концепцией БП. Все задачи оптимизации в цепях поставок направлены на оптимизацию ресурсов и повышение конкурентоспособности. Решая задачи оптимизации цепей поставок, необходимо учитывать, что у любой фирмы для ведения бизнеса, достижения стратегических, тактических или оперативных целей ресурсы ограничены. Особое значение приобретает правильное выстраивание системы ограничений на используемые ресурсы и ключевые факторы на каждом уровне цепи поставок, например, на основе задачи математического программирования.

А.А. Бочкарев и Е.И. Зайцев рассмотрели следующий подход к планированию поставок в модели структурно-функциональной надежности цепи поставок [1,2]: «... пусть поставки осуществляются сплоченно, в виде одной отправки. Функциональный отказ определяется как событие, состоящее в превышении планового времени t_0 поставки заказа объемом Q_0 . При этом $F(t > t_0)$ – вероятность превышения планового времени исполнения заказа в полном объеме. Пусть $P_0(t_0)$ –

заданная вероятность безотказной работы. Для обеспечения этого уровня безотказности необходимо сформировать сеть из n каналов путем анализа рынка поставщиков и оценки их потенциальных функциональных возможностей. Функциональное условие безотказности i -го канала поставок будет определяться выражением:

$$t_i = \frac{Q_0}{\lambda_i} \leq t_0, \quad (1)$$

где λ_i – потенциальная интенсивность поставок по i -му каналу; Q_0 – объем заказа; t_0 – превышение планового времени». Из формулы (1) следует, что в сети возможны два типа каналов: основные – с возможным объемом поставок $q_i = \lambda_i \cdot t_0 \geq Q_0$ и вспомогательные – не обеспечивающие самостоятельно требуемый объем поставок за плановое время. Вспомогательные каналы можно объединять в цепочки при условии

$$t_j = \frac{Q_0}{\sum_j^k \lambda_j} \leq t_0, k < n. \quad (2)$$

«Из основных каналов и цепочек вспомогательных каналов формируется сеть поставок с последовательно-параллельной схемой структурной надежности. Оптимальный план поставок $\{Z_i\}_n$ находится в результате решения задачи математического программирования

$$S = \sum_{i=1}^n C_i Z_i \rightarrow \min \quad (3)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^n Z_i = Q_0, 0 \leq Z_i \leq q_i, (i = 1, \dots, n), P(t \leq t_0) \geq P_0(t_0), \quad (4)$$

где C_i, q_i – себестоимость и возможный объем (мощность) поставок по i -ой цепочке соответственно поставок и ($q_i = \lambda_i \cdot t_0$); $P(t \leq t_0)$ – безотказность поставок, определенная по модели структурной надежности» [1,2].

Рассмотренный метод обладает широким спектром достоинств, это и минимизация затрат для обеспечения требуемого уровня безотказности поставок, и один из векторов совершенствования принципов оптимального планирования поставок, и повышение надежности исполнения построенной цепи. Отметим, что разработка способов оптимизации цепей поставок – проблема сложная, и мы не беремся за ее решение. Но оценка существующих методов решения задачи создания оптимальной топологии цепи поставок нам вполне по силам. Например, такую задачу можно решить с помощью конфигурирования логистической сети, применяя различные методы прогнозирования и проектирования.

Рассмотрим с этой точки зрения прикладное значение интегрированной системы управления запасами. Использование такой системы минимизирует совместные ресурсы цепи по запасам. В цепочках поставок часто встречаются нестабильности и неопределенности. Поэтому после устране-

ния источников неточностей можно воспользоваться классической детерминированной моделью управления запасами для обеспечения оптимального размера текущего запаса [3].

«Оптимизировать размер заказа (партии поставки) означает, что необходимо найти такое его количественное значение, которое потребует минимальных затрат на формирование и содержание текущего запаса при заданных условиях. Методика решения данной задачи базируется на том, что различные составляющие затрат изменяются в разных направлениях при изменении размера партии поставки и, следовательно, существует такой размер партии закупки, который обеспечивает минимум общих (суммарных) затрат, связанных с формированием и содержанием запаса. Наименьшие затраты будут определять оптимальную стратегию закупки материального ресурса в заданных условиях, т.е. минимум удельных затрат является критерием оптимальности выбора размера заказа (объема партии поставки) и максимального уровня текущего запаса» [4].

Оптимизация ресурсов цепи поставок осуществляется на основе выполнения «...принципа глобальной оптимизации, т.е. локальные критерии оптимизации и принимаемые на их основе решения не должны противоречить глобальному оптимуму логистической системы в целом» [4]. Глобальная оптимизация цепи поставок помогает синхронизировать все виды деятельности, выполняемые в ходе производства и дистрибуции, которые добавляют ценность для конечного потребителя, и устранить те виды деятельности, которые ценности не добавляют.

Управление цепями поставок направлено на оптимизацию всей системы для того, чтобы добиться более высокого качества обслуживания при более низких общих издержках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочкарев А.А. Планирование и моделирование цепи поставок: Учебное пособие. М.: «Альфа-Пресс, 2008. 192 с.
2. Зайцев Е.И. Модель функционально-структурной надежности цепи поставок/Е.И. Зайцев, А.А. Бочкарев//Logistics and Supply Chain Management: Modern Trends in Germany and Russia: IV Германно-российская конференция по логистике и управлению цепями поставок 6-9 мая 2009 г.: Тез. докл., Геттинген: CUVILER VERLAG, 2009. С. 187-195.
3. Аникин Б.А. и др. Логистика: учебник. М: Инфра-М, 2013. 368 с.
4. Смирнова Е.А. Управление цепями поставок: Учебное пособие. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2016. 120 с.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ЕДИНИЦ В ЛОГИСТИКЕ

Ветрова О.А.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

На любом промышленном предприятии текстильной и легкой промышленности возникают задачи, связанные с транспортировкой сырья и материалов, полуфабрикатов, топлива, готовых изделий, вторсырья и отходов. Эти объекты перемещаются, погружаются и разгружаются. Каждая технологическая операция обычно требует выполнения нескольких операций с транспортными единицами. При этом заказчики продукции хотят, чтобы их заказы были доставлены вовремя и с минимальными издержками. Для выполнения таких требований нужна система по организации доставки грузов транспортными единицами. В этой системе производимые изделия, грузы, товары и средства их передвижения становятся объектами задач транспортной логистики.

Известные на данный момент методы и средства решения задач транспортной логистики позволяют исследовать сложные задачи перемещения транспортных единиц в виртуальном компьютерном пространстве. Кинематическая модель состоит из элементарного кинематического уравнения с существенными ограничениями. Этот способ не имеет практического значения. Различные вероятностные модели учитывают скорость, поведение транспортных средств, формально смену полосы движения в транспортном потоке, но не учитывают поведение водителей [1,2]. Стохастическая модель Вайдемманна в составе программного комплекса PTV Vision содержит в себе параметры поведения водителя, самого транспортного средства и представляет золотую середину между клеточными автоматами и остальными классами моделей семейства car-following [3]. Методика Вайдемманна достаточно корректно отображает поведение водителей и технические возможности транспортных средств [4].

ГИС – это современная компьютерная технология для графического отображения объектов и событий реального мира [5]. AIMSUN 6.0 представляет собой полнофункциональный комплекс инструментов рассмотрения транспортных потоков и перевозок [6]. В программном инструменте KogFin обеспечивается быстрая наглядная визуализация транспортных сооружений с учетом рельефа местности, окружающей ситуации, транспортных потоков. Результатом проекта считается динамичная трехмерная модель транспортного сооружения с заданными интенсивностями транспортных потоков [7]. Пакет программ моделирования транспортных потоков PTV-Vision разработан немецкой фирмой A+S Consult. Основными модулями этого пакета являются VISSIM – модель транспорта и работы светофоров; VISSUM – отображение существующих и прогнозируемых транс-

портных потоков [8]. Система IndorCAD/Road позволяет отображать статистические показатели о транспортном потоке на проектируемой дороге и моделировать перемещение потока в 3D-пространстве [8].

В системе по организации доставки логистических объектов возникают сложные задачи перемещения транспортных единиц, средств, грузов. Рассмотренные методы и средства помогают решать такие задачи.

Например, современные ГИС, которые используют GPS или ГЛОНАСС, решают задачу выбора оптимального маршрута в режиме реального времени. Но применительно к логистике на промышленном предприятии очень важно уметь решать задачи совместного планирования транспортных процессов со складскими и производственными операциями, задачи обеспечения технологического единства транспортных и складских процессов. Такие задачи не являются простыми. Рассмотренные методы напрямую не решают такие задачи, поэтому необходимо привлекать другие способы или разрабатывать новые на основе существующих моделей.

В качестве другого способа можно предложить широко известную транспортную задачу [9]. В логистике эта задача помогает, с одной стороны, преодолеть сложности формирования оптимальных путей перевозок, с другой стороны, ее можно приспособить для решения проблем совместности транспортных перемещений с производственными и складскими операциями. Для этого достаточно заменить в ее математической модели интерпретацию переменных и целевой функции. Тогда переменные могут обозначать складские и производственные операции, а целевая функция оценивать затраты на их реализацию. Если размерность транспортной задачи не велика, достаточно запустить Excel.

На базе транспортной задачи можно сформулировать многопериодическую транспортную задачу и обобщить ее до задачи обеспечения технологического единства транспортных и складских процессов. Выделим достоинства такой методики: нет пересчета наилучшего отрезка поставок; одноразовое регулирование запаса между периодами заказов. К недостаткам этого способа можно отнести опасность дефицита товара из-за малого объема заказа и необходимость сбора статистических данных о рынке спроса [8].

Эффективное решение задач транспортной логистики в производственном цикле обеспечивает многофункциональная система TMS (Transport Management System). В частности, эта система содержит инструменты автоматизации процедур управления потребностями в перевозке грузов (рис. 1). Однако внедрение систем такого класса требует четкой проработки каждого шага. Только в этом случае можно получить желаемый результат [10].

Рассмотренные методы и средства решения задач перемещения транспортных единиц позволяют наглядно изучить и оценить организацию

доставки объектов транспортной и промышленной логистики в реальном времени, что является важным моментом при исследовании и внедрении логистических элементов на предприятии.



Рис. 1. Инструменты автоматизации процедур управления потребностями при перевозке грузов в системе TMS

ЛИТЕРАТУРА

1. Bando M., Hasebe H., Nakayama A., Shibata A. and Sugiyama Y. (1994) “Dynamical Model of Traffic Congestion and Numerical Simulation“. Physical Review E 41.
2. Gazis D.C., Herman R. and Rothery R.W. (1961) “Non-linear Follow-the-Leader Models of Traffic Flow“. Operations Research 9, No.4
3. Michaels R. M. (1963). “Perceptual factors in car following.” Proceedings of the Second International Symposium on the Theory of Road Traffic Flow. Paris: OECD, 44-49.
4. Wiedemann R. (1974) “Simulation des Straßenverkehrsflusses“. PhD-thesis. University of Karlsruhe. Germany
5. Курочкин Д.В. Логистика: курс лекций. Минск: Амалфея, 2017. 491 с.
6. Линдерс М. Управление закупками и поставками. М: Юнити-дана, 2007. 724 с.
7. Маликов О.Б. Складские и грузовые терминалы: Справочник. СПб.: Бизнес-пресса, 2005. 560 с.
8. Манжай И.С. Логистика: конспект лекций. М.: Приор, 2005. 144 с.
9. Грешилов А.А. Математические методы принятия решений: Учебное пособие для вузов. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. 584 с.
10. Просянкин С.М., Красникова Д.А. Актуальность применения TMS-систем для управления современными транспортными компаниями // Концепт. 2015. Т.35. С. 131-135. URL:<http://e-koncept.ru/2015/95580.htm>

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Власенко О.М.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Автоматизированные системы управления (АСУ) мониторинга и диспетчеризации предполагают обязательное наличие человеко-машинного интерфейса (ЧМИ). В зависимости от масштабов системы для визуализации технологической информации на экране оператора могут применяться мощные SCADA системы или небольшие узкоспециализированные программы, написанные на языках C++ и др. [1].

SCADA – системы применяются на сложных промышленных объектах с большим объемом собираемой и перерабатываемой информации. В основные функции таких систем входят отображение технологического процесса и параметров на экране оператора, сбор и обработка текущих и исторических данных, отслеживание тревог и событий в системе, настройка функций безопасности, работы по расписанию и др.

Наиболее востребованными SCADA-системы являются в таких отраслях промышленности и производства, как машиностроение, пищевая, химическая, легкая и текстильная промышленности, в нефтегазовом секторе, в сфере управления транспортом и автоматизации зданий.

Специфика технологических процессов различных отраслей и производств обуславливает различие в организации экранов операторов АСУ. Необходим анализ существующих решений в системах промышленной автоматизации, использующих SCADA-системы, который позволит установить общие закономерности и выявить различия, выработать единые методики проектирования, а в дальнейшем разработать классификацию и создать библиотеку шаблонов экранов ЧМИ.

Основной целью человеко-машинного интерфейса является эффективное взаимодействие оператора и АСУ. На основании многочисленных исследований выработаны строгие нормы и правила, а также рекомендуемые и общепринятые аспекты, по которым определяют способы кодирования информации на экране, выбирают оптимальное количество и группировку элементов отображения и управления, определенные формы и цветовые схемы [3]-[6].

Известны такие принципы проектирования, как «Семь великих принципов Тафти», два закона дизайна интерфейса Джона Раскина, «8 золотых правил Шнейдермана», «10 эвристических правил Якоба Нильсона» и др. [5], [6]. Эти правила и принципы базируются на многочисленных исследованиях и экспериментах, опираются на практический опыт в области разработки ЧМИ.

Перед автором стоит задача собрать, проанализировать и систематизировать все имеющиеся на сегодняшний день нормы и правила, составить классификацию экранных форм по различным отраслевым технологическим процессам. Конечной целью данной работы является разработка единых алгоритмов создания экранных форм, а также составление библиотеки готовых шаблонов.

Первым шагом для разработки методики проектирования экранных форм оператора АСУ является сбор и анализ существующих решений в различных технологических процессах по отраслям промышленности и производства.

На экраны управления операторам выводится текущая информация о контролируемых и регулируемых параметрах технологического процесса. Поступающие данные могут быть представлены в виде текстового поля, графиков, динамических объектов, сопровождаться звуковым рядом. Необходимо проанализировать и установить зависимость между важностью параметра и количеством элементов для его отображения.

Помимо текущей информации, оператор имеет доступ к справочным и историческим данным, которые извлекаются из архивов, баз данных и также выводятся в виде текстовой или графической информации. Эти данные могут быть отображены на основном экране параллельно с текущими, помещаться на вспомогательных связанных формах или выводиться в всплывающих окнах.

При анализе существующих экранных форм следует уделить внимание следующим вопросам:

- с помощью какого программного обеспечения разработан ЧМИ;
- как организован вход в систему, что выводится на главную страницу;
- сколько полноэкранных форм и всплывающих окон задействовано в системе управления, используются ли слои;
- какие параметры, в каком количестве и представлении отображены на основном экране;
- какие динамические элементы и в каком количестве используются для визуализации состояния технологического процесса;
- сколько элементов отображения (текст, графика, динамика, звук) используется для каждого технологического параметра – основного (регулируемого), вспомогательного (контролируемого), справочного.
- как осуществляется навигация экранных форм: переходы по кнопкам, иконкам, изображениям оборудования; какие и где используются элементы общей навигации, присутствует ли проводник по проекту; какое максимально допустимое время перехода между экранами;
- как оформлены заголовки экранов, групп элементов, текстовых полей, присутствует ли информация Дата/Время;
- есть ли переключение языков в проекте;

- каким образом отображается сигнализация об авариях и событиях;
- какая цветовая схема используется на экранах для статических и динамических объектов, для сигнализации аварий, событий и т.п.;
- в каком виде представлена справочная информация, помощь, инструкции;
- как организована система безопасности: проверка прав доступа, ограничения на работу с экранными формами и т.п.;
- возможна ли совместная работа с одним экраном с нескольких рабочих станций;
- какие имеются инструменты для формирования отчетности по процессу.

Для упорядочивания собираемых данных разработана таблица 1, частично приведенная ниже, в которую предполагается сводить данные по факторам анализа в соответствии с видами производства и технологическими процессами. В таблице приведены колонки для системы управления транспортом с примерами возможного заполнения [7].

Таблица 1. Сведения о ЧМИ АСУ ТП

Факторы анализа	Отрасль производства/ТП				
	Транспорт				
	Автоматизированная система диспетчерского управления московским метрополитеном				
	Центральная диспетчерская	Инженерные системы электро-механических установок	Система защитной автоматики	Диспетчерское управление на станциях и в депо	Система электро-снабжения
Количество наблюдаемых параметров / количество связанных динамик	40 тыс. контр.точек/40 тыс.			4000 сигналов с объекта/4000	
Количество регулируемых параметров/количество связанных динамик	30 тыс. контр.точек/60 тыс.				
Количество уставок	30 тыс.				
...					
Программа разработки	ICONICS Genesis64				
Разработчик	Инжиниринговая фирма ЛАЙТОН (г. Москва)				

Собранный материал требует проведения тщательного анализа, на основании которого можно будет вывести различные зависимости и закономерности. Например, необходимо установить зависимость между коли-

чеством и важностью регулируемых/наблюдаемых параметров и количеством элементов для их отображения на экране – текстовое поле, динамический элемент (изменение цвета или формы объекта, движение объекта и т.п.), график, элемент для отображения аварии и др. Учитывая ограничения, налагаемые на количество и расположение объектов на экране с точки зрения быстродействия и правильности обработки информации оператором, это соотношение поможет оптимизировать составление схемы будущей экранной формы.

По словам известного специалиста в области проектирования интерфейсов Алана Купера: «один из важных вопросов при проектировании экранных форм – как сделать, чтобы они были интуитивно понятными и могли, не утомив пользователя, провести его по тому, или иному рабочему процессу» [6]. Таким образом, сбор и анализ информации об основных процессах производств, использующих SCADA-системы с целью разработки классификации, методик проектирования, а также составления библиотеки шаблонов экранов в соответствии с существующими нормами и правилами, ГОСТ, с учетом эргономических аспектов и вопросов техники безопасности является на сегодняшний день актуальной задачей, требующей своего решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием: Научное издание. - М.: Горячая линия. - Телеком, 2011. - 606 с.
2. Власенко О.М. Динамические свойства человека как звена человеко-машинной систем// Современные задачи инженерных наук [Текст]: сб. науч. трудов Международного научно-технического форума «Первые международные Косыгинские чтения» Том 2. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2017. С.133-136.
3. Абдуллаев С.Х., Власенко О.М. Разработка человеко-машинного интерфейса системы управления в SCADA GENESIS32// Сборник научных трудов кафедры автоматики и промышленной электроники. Москва, РГУ им. А.Н. Косыгина, 2016. С. 6-10.
4. ГОСТ Р ИСО 14915-1-2010. Эргономика мультимедийных пользовательских интерфейсов. Часть 1. Принципы проектирования и структура.
5. Семина Н. Эргономика при проектировании пользовательских интерфейсов программного обеспечения// <http://sungatov.ru/articles/interface-ergonomics-hospital-system/> 6.10.2014 г.
6. Купер А., Рейман Р., Кронин Д. Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия. – Пер. с англ. – СПб.: Символ'Плюс, 2009. – 688 с.
7. Леонов А., Киселева О. Автоматизированная система диспетчерского управления метрополитеном на базе ICONICS// современные технологии автоматизации, №2, 2016. С.40-46.

ОЦЕНКА НЕЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ОТДЕЛЕНИЯ ВОЛОКОН НА ГРЕБНЕЧЕСАЛЬНОЙ МАШИНЕ

Ганявин В.А.¹, Макаров А.А.², Битус Е.И.²

¹ ООО «Геолинк Ньютек», Москва;

² Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Основной проблемой в шерстопрядении является значительный процент разрыва волокон при их отделении и протаскивании через верхний гребень и гребень питания [1]. Движение отделительных цилиндров на гребнечесальной машине «Текстима-1603» обеспечивается за счёт сложения двух скоростей – реверсивной скорости цепного дифференциала и скорости зубчатых шестерён [4]. В работе [3] для прогнозирования системного ответа и моделирования ЭМС в приложении Simulink пакета MATLAB, реверсивная скорость отделительных цилиндров была приближена к гармонической функции вида:

$$\omega_c = \omega_2 \cdot \sin(\omega_1 t), \quad (1)$$

где ω_1 - угловая скорость главного вала; ω_2 - амплитуда угловой скорости отделительных цилиндров.

В работе [2] обучение эмулятора объекта (нейро-нечеткая система заключений ANFIS) производилось по выборке данных уравнения (1). При выборе данных необходимо учитывать два аспекта - количество переменных (определяет размерность данных) и содержательность данных (содержание информации, которую необходимо получить с помощью модели). В связи этим получается что, чем объёмнее и содержательнее будет представлена выборка данных угловой скорости отделительных цилиндров, тем точнее будут отработаны отклики системы при внешних возмущениях.

Для уточнения движения отделительных цилиндров функции (1) было принято решение использовать нелинейные модели полигармонического вида, обеспечивающие приближение к выборке данных угловой скорости за счёт суммы определённой постоянной составляющей ($f_0=0$) и произвольного числа гармонических составляющих с произвольными значениями амплитуд a_n и фаз c_n .

Приближение данных угловой скорости к полигармоническим моделям сделано в приложении Curve Fitting Toolbox пакета MATLAB. В ходе последовательного перебора выбраны два вида периодических моделей:

$$\text{а) Ряд Фурье, } y = a_0 + \sum_{i=1}^n (a_i \cos(icx) + b_i \sin(icx)), \quad (2)$$

где a_0 – константа, a_i , b_i – амплитуда, c_i – фаза процесса.

$$\text{б) Сумма синусов, } y = \sum_{i=1}^n (a_i \sin(f_i x + c_i)) \quad (3)$$

где a_i – амплитуда, f_i – частота.

В общем случае эти модели относятся к нелинейным регрессионным моделям. В работе, в ходе полигармонической регрессии, были найдены значения коэффициентов моделей вместе с доверительными интервалами для уровня вероятности 95%. Значения критериев пригодности моделей (при количестве компонентов более 6) обеспечивают среднеквадратичную ошибку - $RMSE < 2,038$ и коэффициент детерминации - $R^2 < 0,9973$. Функция ошибки для двух видов моделей представлена на рис. 1.

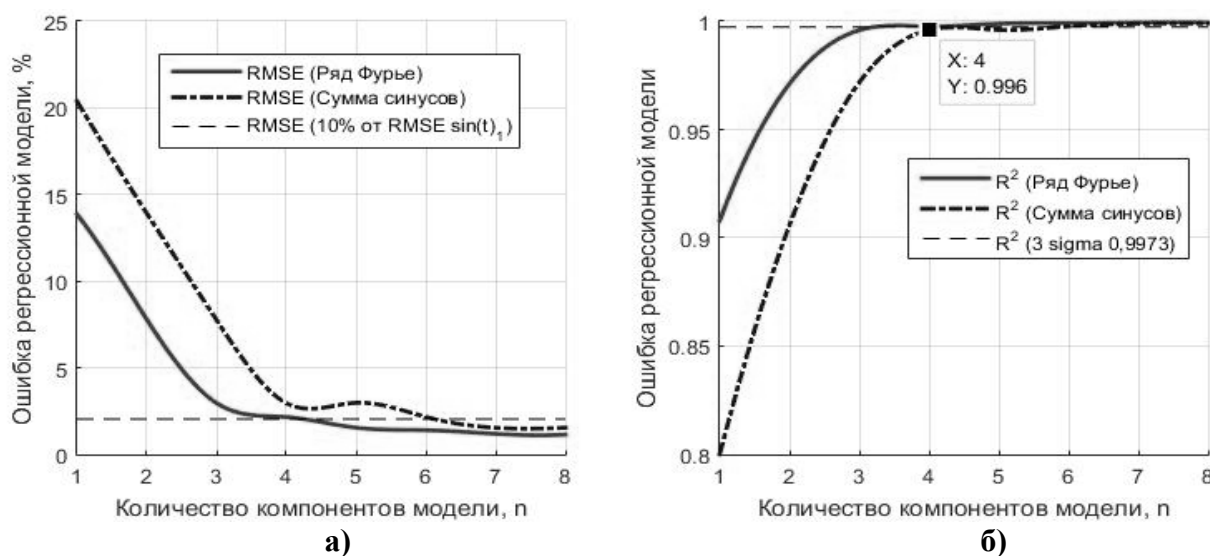


Рис. 1. Функция ошибки RMSE (а) и R^2 (б) регрессионной модели

Условием выбора модели (по существу выбор вида и количества компонент модели) является гарантирование среднеквадратичной ошибки на уровне не более 10% от RMSE однокомпонентной модели суммы синусов и коэффициента детерминации на уровне не менее 3σ.

Полигармонические модели функции вида $\omega_c = f(\omega_1 t)$, удовлетворяющие допускам условия выбора (на рис.1. уровни отмечены пунктирными линиями), представлены далее соответствующими уравнениями.

а) Сумма синусов (шестикомпонентная модель)

$$\omega_c^{\sin 6} = 56,52 \cdot \sin(5,445\omega_1 - 0,442) + 1231 \cdot \sin(0,71\omega_1 + 1,606) + 15,3 \cdot \sin(10,89\omega_1 - 2,178) + 9,957 \cdot \sin(16,33\omega_1 + 2,554) + 1217 \cdot \sin(0,714\omega_1 - 1,535) + 2,903 \cdot \sin(21,93\omega_1 - 2,316)$$

б) Ряд Фурье (четырёхкомпонентная модель)

$$\omega_c^{\text{four}4} = 13,74 - 24,09 \cdot \cos(5,445\omega_1) + 51,12 \cdot \sin(5,445\omega_1) + 12,53 \cdot \cos(2 \cdot 5,445\omega_1) - 8,771 \cdot \sin(2 \cdot 5,445\omega_1) + 5,596 \cdot \cos(3 \cdot 5,445\omega_1) - 8,253 \cdot \sin(3 \cdot 5,445\omega_1) - 2,127 \cdot \cos(4 \cdot 5,445\omega_1) + 1,571 \cdot \sin(4 \cdot 5,445\omega_1)$$

Далее, выполнив прямое преобразование Лапласа, были найдены передаточные функции (4) от шестикомпонентной модели суммы синусов, (5) от модели ряда Фурье и (6) от однокомпонентной модели суммы синусов.

$$W_c^{sine}(p) = \left[-19,3p^{11} + 4,9p^{10} - 15582,6p^9 + 64312,8p^8 - 3,4 \cdot 10^7 p^7 + 3,4 \cdot 10^7 p^6 - 1,08 \cdot 10^8 p^5 + 3,6 \cdot 10^8 p^4 + 6,2 \cdot 10^8 p^3 + 3,8 \cdot 10^8 p^2 + 6,2 \cdot 10^8 p + 9,2 \cdot 10^8 \right] \quad (4)$$

$$W_c^{four}(p) = \frac{5,6p^8 - 5,7p^7 + 3768,5p^6 + 64228,7p^5 + 313340p^4 + 3,3 \cdot 10^7 p^3 - 1,4 \cdot 10^7 p^2 + 3,5 \cdot 10^8 p + 6,1 \cdot 10^9}{p^9 + 889,4p^7 + 239968p^5 + 2,1 \cdot 10^7 p^3 + 4,4 \cdot 10^8 p} \quad (5)$$

$$W_c^{sin1}(p) = \frac{289,9 - 22,2p}{p^2 + 29,7} \quad (6)$$

Моделирование скорости отделительных цилиндров по полученным передаточным функциям (4) - (6) осуществлялось в приложении Simulink пакета MATLAB. Полученные зависимости приведены на рис.2. При прочих равных значениях ошибок, наиболее предпочтительной моделью для прогнозирования скорости будет 4-х компонентная модель ряда Фурье. Величина корреляции между этой моделью и выборкой данных составила 0,9897, при этом корреляция шестикомпонентной модели суммы синусов – 0,8892. Корреляция гармонической модели функции (1) равна -0,3379.

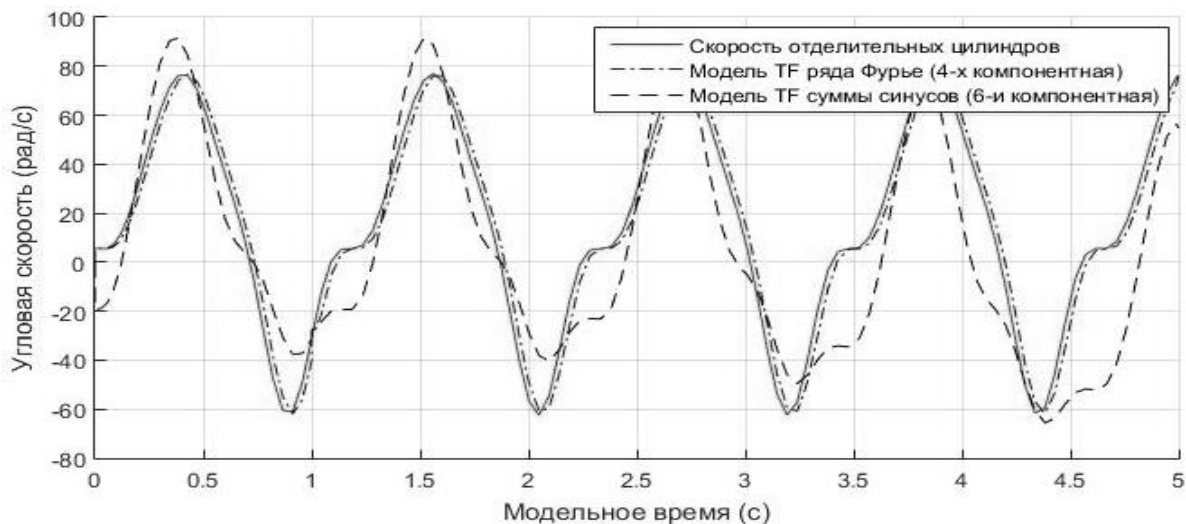


Рис. 2. Результаты моделирования скорости отделительных цилиндров

Было обнаружено, что для каждого типа моделей доступно несколько вариантов для точной настройки качества результатов. При выборе нелинейных моделей учитывались порядок модели, оценки функции ошибки и величина корреляции TF. Ввиду отсутствия определенного предпочтения в отношении структуры модели ряда Фурье, рекомендуется попробовать различные варианты, и проанализировать их влияние при обучении выборкой данных нейро-нечеткой системы заключений ANFIS (эмулятор объекта).

ЛИТЕРАТУРА

1. Битус Е.И. Компьютерное моделирование и оптимизация процессов формирования гребенной ленты в шерстопрядении. – М.: Информ – Знание, 2007.

2. Ганявин В.А., Макаров А.А., Битус Е.И. Нейро-нечеткий подход к идентификации и прогнозированию технологического процесса отделения волокон при гребнечесании шерсти // Измерение, автоматизация и моделирование в промышленности и научных исследованиях (ИАМП-2010). – Изд-во АГТУ им. И.И. Ползунова, 2010.
3. Ганявин В.А., Макаров А.А., Битус Е.И. Разработка Simulink-модели системы управления процессом отделения волокон при гребнечесании шерсти // Химические волокна. 2009. №3.
4. Паспорт на гребнечесальную машину для шерсти Текстима – 1603. 1976.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО МАНЕКЕНА ЖЕНСКОЙ ФИГУРЫ

Голикова М.С., Теплова Н.М.

Ивановский государственный политехнический университет, Россия

На современном этапе развития швейной промышленности целесообразно использовать САПР одежды для осуществления полного цикла проектно-конструкторских работ, одним из этапов которого является проведение виртуальных примерок проектируемых изделий, позволяющих не отшивать образцы изделий для оценки качества посадки. В рамках реализации сквозного проектирования одежды в системе «Фигура – Манекен – Изделие - Развертка» остается нерешенным вопрос о методологии формирования объемно-пространственной формы изделия в соответствии с антропоморфными характеристиками фигуры потребителя. Для решения этой задачи необходимо введение дополнительных показателей, достаточных для достоверного отображения фигуры в виртуальной среде в виде электронного манекена [1].

Формирование базы данных для параметрического построения моделей женских фигур типового телосложения на кафедре конструирования швейных изделий выполнено ранее в среде САПР «Грация». Виртуальная трехмерная параметрическая модель фигуры разработана на базе материала, накопленного по результатам антропометрических исследований, и действующих антропометрических стандартов в виде теоретических чертежей поверхности, представляющих собой совокупность фронтальных, профильных абрисов и горизонтальных сечений [2]. Взаимное пространственное расположение структурных элементов электронного манекена задается параметрически множеством точек поверхности и проекционными параметрами внешней формы, которые наилучшим образом характеризуют особенности типового телосложения фигуры.

В работе преобразование модели фигуры нетипового телосложения, имеющую морфологические особенности верхних конечностей, осуществляют от базовых величин фигуры типового телосложения.

Для реализации процесса преобразования проведены дополнительные антропоморфные исследования верхних конечностей 112 женских фигур младшей возрастной группы. На профильной и фронтальной проекциях были измерены параметры: углы отведения оси плеча относительно горизонтальной плоскости, проходящей через плечевую точку, отведения оси плеча относительно бокового контура фигуры; углы между осями плеча и предплечья. В результате статистической обработки определена взаимосвязь отдельных антропометрических параметров торса и руки, определены зависимые и независимые параметры, которые можно использовать при модификации теоретической модели фигуры нетипового телосложения.

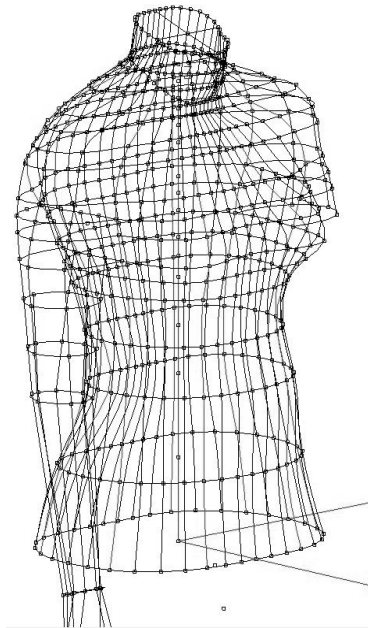


Рис. 1. Внешний вид электронного манекена фигуры типового телосложения

Графическую и параметрическую модели фигуры рекомендуется использовать для визуализации внешнего облика потребителя и формирования информационной базы для улучшения качества посадки втачных рукавов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сурикова Г.И., Сурикова О.В., Гниденко А.В. Проектирование изделий легкой промышленности в САПР (САПР одежды): учебное пособие. – Иваново: ИГТА, 2011. – 236 с.
2. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2002612027 Российская Федерация. Программа построения абрисов женских фигур типового и нетипового телосложения / Е.В. Коробкова, Н.И. Ахмедулова; заявитель ИГТА. – № 2002611770; заявл. 3.10.02; опубл. 2.12.02. – 43 с.

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ SOLIDWORKS ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЖИДКОЙ СРЕДЫ НАПОЛНИТЕЛЯ НА ТКАНУЮ МАТРИЦУ КОМПОЗИТА

Ершов С.В., Блинов О.В., Кузнецов В.Б., Калинин Е.Н.

Ивановский государственный политехнический университет, Россия

Современные отрасли промышленности, такие как автомобилестроение, кораблестроение, авиационная и космическая отрасли, мостостроение и многие другие в настоящее время невозможно представить без использования композитных материалов. Они обладают важными качествами – легкостью и прочностью, устойчивостью к высоким и низким температурам, к воздействию агрессивных сред, высокими триботехническими свойствами, что дает им неоспоримое преимущество перед традиционно используемыми металлическими конструкциями или различными сплавами.

Армирующей основой в таких материалах, как правило, является тканая матрица из природных, синтетических волокон или их смесей, а также стекло- и углеродных нитей или минеральных волокон, а одним из условий обеспечения качества таких композитных материалов является равномерное распределение наполнителя в структуре матрицы [1].

Именно поэтому большое число современных научных исследований направлено на развитие программных систем проектирования, которые позволили бы осуществлять компьютерное моделирование гидродинамических процессов распределения наполнителя в структуре матрицы композита и прогнозирование его физико-механических свойств [2]. При этом, принимая во внимание сложную структуру ткани, важно учитывать различные пространственные характеристики материала, такие как форма поперечного сечения нитей, расстояния между ними и расстояния между слоями в случае их многослойности [3,4].

В настоящей работе нами изучаются возможности использования программного продукта SolidWorks, а именно его пакета Flow Simulation, для решения задач, связанных с 3D-моделированием процессов распределения наполнителя (жидкой среды) в тканой структуре матрицы композита в зависимости от ее архитектуры, от скорости движения жидкости и оказываемого при этом давления на тканую структуру матрицы.

В качестве объекта исследования была выбрана условная тканая матрица площадью 12×12 мм², имеющая по 5 нитей основы и утка. Расстояние между нитями принималось равным 3 мм, а сечение нитей на данном этапе работы моделировалось в форме круга с диаметром 1 мм (рис.1).

3D-модель исследуемого образца тканой матрицы композита и параметры модельного эксперимента представлены на рис. 1. На входном сечении расчетной области задавалась начальная скорость потока жидкой среды, равная 5 м/с, а на выходном сечении задавалось нормальное давление окружающей среды, равное 760 мм. рт. ст или 101325 Па.

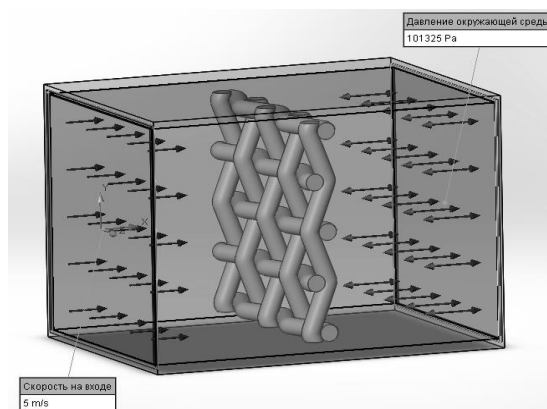


Рис. 1. 3D-модель исследуемого образца тканой матрицы композита и параметры модельного эксперимента

На рис.2 приведены расчет и результаты модельного эксперимента. Полученные цветные диаграммы позволяют охарактеризовать динамику изменения скорости потока жидкости через тканую структуру матрицы композита и определить давление на ее поверхности.

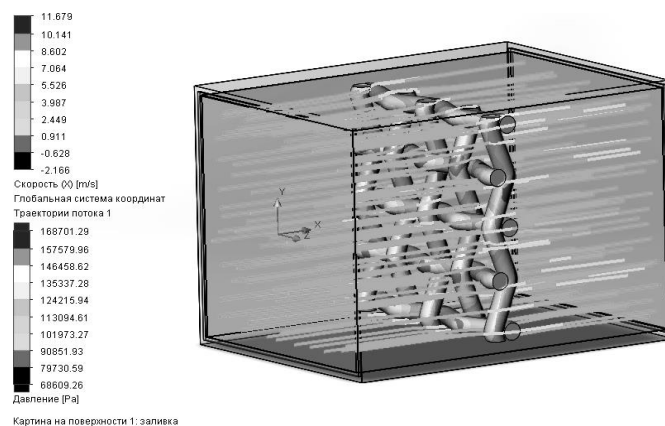


Рис. 2. Результаты модельного эксперимента

Представленные результаты и использованная технология моделирования потоков жидкости в программном комплексе SolidWorks позволяют исследовать процесс движения жидкой среды (наполнителя) через тканую структуру матрицы композита и могут быть использованы для анализа тканых матриц с различными структурными параметрами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Endruweit A., Zeng X., Matveev M., Long A.C. Effect of yarn cross-sectional shape on resin flow through inter-yarn gaps in textile reinforcements // Composites: Part A. – 2018, №104, P. 139 – 150.
2. Nazarboland M.A., Chen X., Hearle J.W.S., Lydon R., Moss M. Modelling and simulation of filtration through woven media // International Journal of Clothing Science and Technology. – 2008, Vol. 20, Iss. 3, pp. 150 – 160.
3. Ершов С.В., Кузнецов В.Б., Калинин Е.Н. К вопросу о пропитке тканой матрицы наполнителем при создании композитных материалов // Молодые

ученые — развитию текстильно-промышленного кластера (Поиск — 2018). Сборник материалов. — Иваново, 2018.

4. Суворов И.А., Ершов С.В., Кузнецов В.Б. Компьютерное моделирование как инструмент в создании композитных материалов // Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС - 2018). Сборник материалов. — М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018, Часть 1, С. 17 – 19.

СРЕДСТВА И ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ SQL-ЗАПРОСОВ В СУБД ORACLE

Забродин Д.А., Зензинова Ю.Б.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Структура баз данных, содержащих большие объемы информации, определяет скорость доступа к данным. Однако не менее важным является необходимость корректно строить запросы к таким базам данных [1]. При построении SQL-запросов следует обращать внимание на следующие важные факторы:

1. Сравнение времени процессора (CPU Time) и времени ожидания (Wait Time) позволяет оценить, сколько времени будет потрачено на «полезную» работу, а сколько – на ожидание ресурсов, заблокированных другими процессами.

2. Представления позволяют ускорять и упрощать работу приложений. Однако не стоит создавать представления на основе других представлений: чем больше такая «вложенность» (представление на основе представления, а то, в свою очередь на основе еще одного представления и т.д.), тем больше ресурсов требуется на выполнение такой конструкции.

3. Анализ (parsing)– это процесс интерпретации SQL-кода и создания для него плана исполнения. Включает в себя два этапа:

- «Жесткий» парсинг (hard parsing). Соответствие (похожий запрос) не находится в разделяемой памяти. Это очень ресурсоемкая операция.

- «Мягкий» парсинг (soft parsing). Соответствие находится в разделяемой памяти. Это соответствие может быть результатом выполнения такого же запроса другим пользователем. Однако при «мягком» парсинге все равно требуется синтаксическая проверка и проверка безопасности, что потребляет ресурсы системы.

Приложения стараются разрабатывать так, чтобы парсинг SQL-кода оптимизатором проводился один раз, а выполнялся этот SQL-код много раз. В SQL-запросах рекомендуется использовать binding-переменные, а не константы. Стоимостной оптимизатор включает в себя оценщик и генератор планов.

Оценка запросов стоимостным оптимизатором основана на трех показателях:

1. избирательность (selectivity);
2. мощность (cardinality);
3. стоимость (cost).

Все три показателя связаны друг с другом. Мощность зависит от избирательности и часто стоимость зависит от мощности. Конечная цель оценки плана выполнения – определить его общую стоимость. Если доступны статистики, то оценщик использует их в своей работе для увеличения точности оценки. Основная функция генератора планов – опробовать различные возможные планы и выбрать из них наименее затратный по стоимости. Лучший план выбирается с учетом условий в секции WHERE, собранных статистик, параметров запросов, хинтов и информации о пользователе базы данных.

Избирательность (или селективность) – это отношение количества записей, удовлетворяющих условию, к общему числу записей. Таким образом, ее значение лежит в пределах от 0 до 1. Записи могут относиться к одной таблице, к представлению, к результату соединения таблиц или к результату группировки данных, выполненной оператором GROUP BY. Если статистики собраны, то оптимизатор использует их для оценки селективности, если нет, то используются динамически отбираемые «образцы» данных. Селективность считается хорошей, если малое количество строк из набора данных имеют одинаковые ключевые значения.

Еще один показатель – мощность. Это произведение избирательности на общее количество записей. Мощность важна при соединении типа NESTED LOOPS, при сортировке записей.

Стоимость (C) – оценка числа стандартных операций ввода/вывода, которые производятся при выполнении конкретного SQL-запроса. Стоимость считается по формуле

$$C = \frac{Q_1 t_1 + Q_m t_m + Q_{cpu} / v_{cpu}}{t_1}$$

где Q_1 – количество одноблочных чтений; t_1 – время одноблочного чтения; Q_m – количество многоблочных чтений; t_m – время многоблочного чтения; Q_{cpu} – количество циклов CPU; v_{cpu} – миллионы инструкций в секунду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дж. Льюис. Oracle. Основы стоимостной оптимизации СПб.: Питер, 2007. 528 с.
2. Кайт Т. Oracle для профессионалов. Архитектура, методики программирования и особенности версий 9i, 10g и 11g. М.: Вильямс, 2011. 848 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОДА ДЛЯ КОНТРОЛЛЕРА С ПОМОЩЬЮ MATLAB

Захаркина С.В.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

В современных системах автоматического управления в качестве управляющего устройства в большинстве случаев используется программируемый логический контроллер (ПЛК). Вопросам его программирования посвящен стандарт МЭК 61131-3 [1]. Языки программирования ПЛК разрабатывались таким образом, чтобы программу для ПЛК мог написать не специалист в области программирования. Синтаксис языков нагляден и прост. Однако, в некоторых случаях разработка алгоритма, по которому необходимо писать программу, может вызвать некоторые сложности.

Ниже рассмотрен пример генерации программного кода ПЛК от разработки алгоритма до готового кода.

В статье [2] предлагается способ регулирования температурных режимов электрической печи, обладающей большой инерционностью. Способ заключается в применении не одного, а трех нагревателей в одной печи сопротивления. Первый нагреватель – самый мощный из трех - необходим для «разгона» температуры до заданного значения. После того, как температура выйдет на заданный уровень, первый нагреватель отключается, и далее поддержание выходной величины на заданном уровне осуществляется с помощью двух других нагревателей меньшей мощности [1].

Передаточная функция объекта управления

$$W_{oy}(p) = \frac{1}{209p^2 + 31p + 1}$$

На рис. 1 приведена схема моделирования в программе Matlab (приложение Simulink).

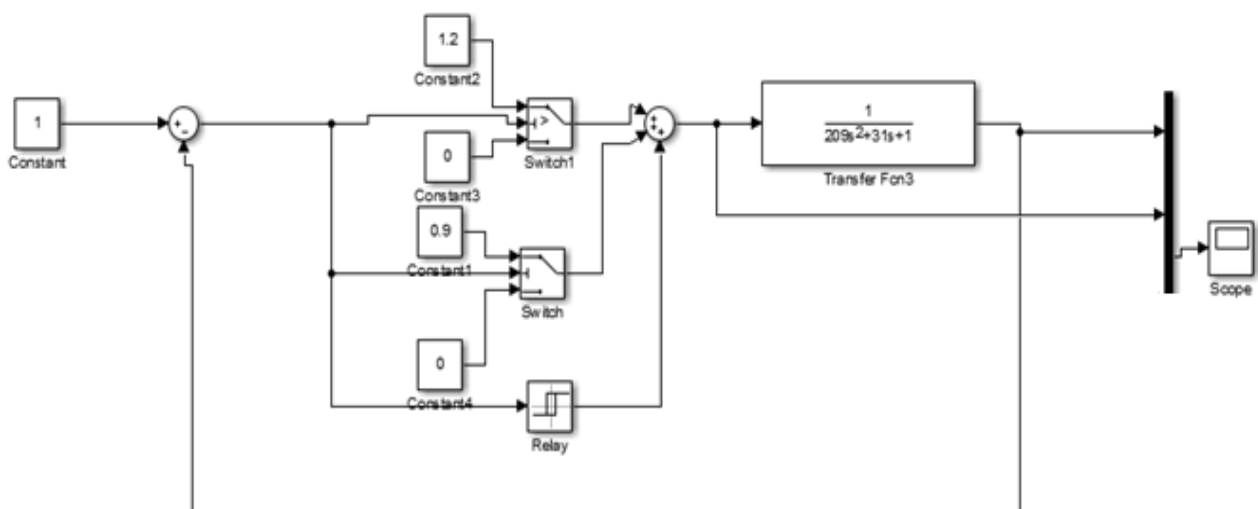


Рис. 1. Схема моделирования системы регулирования температуры в программе Matlab

Теперь необходимо разработать программу для ПЛК, реализующую данный алгоритм.

Компания MathWorks разработала приложение Simulink PLC Coder [3]. Оно позволяет автоматически генерировать код ПЛК согласно стандарту МЭК 61131-3. Это позволяет использовать модельно-ориентированное проектирование для промышленного и силового оборудования, управляемого ПЛК. С помощью Simulink PLC Coder инженеры могут автоматически генерировать код для промышленных систем управления, включая замкнутые системы и системы контроля с обратной связью. Simulink PLC Coder генерирует исходный код в структурированном текстовом формате из моделей Simulink, диаграмм Stateflow, и кода Embedded MATLAB, а затем использует интегрированную среду разработки (IDE) от поставщика средств промышленной автоматизации, для компиляции кода и запуска его на контроллерах ПЛК. Для генерации ПЛК кода необходим пакет Matlab начиная с версии 2010a. Ниже, показан порядок разработки программы для ПЛК и перевод PLC кода в m- функцию для ее работы в составе Simulink модели.

Создадим рабочий каталог, загрузим Matlab и настроим каталог Matlab на рабочий каталог.

В модели Simulink нужно выделить блоки регулятора, функцию которых будет выполнять ПЛК, и построить из них блок подсистемы (Subsystem). Запустим библиотеку plclib, или Simulink из командной строки Matlab. Создадим файл модели, в нем – модель системы (рис. 2).

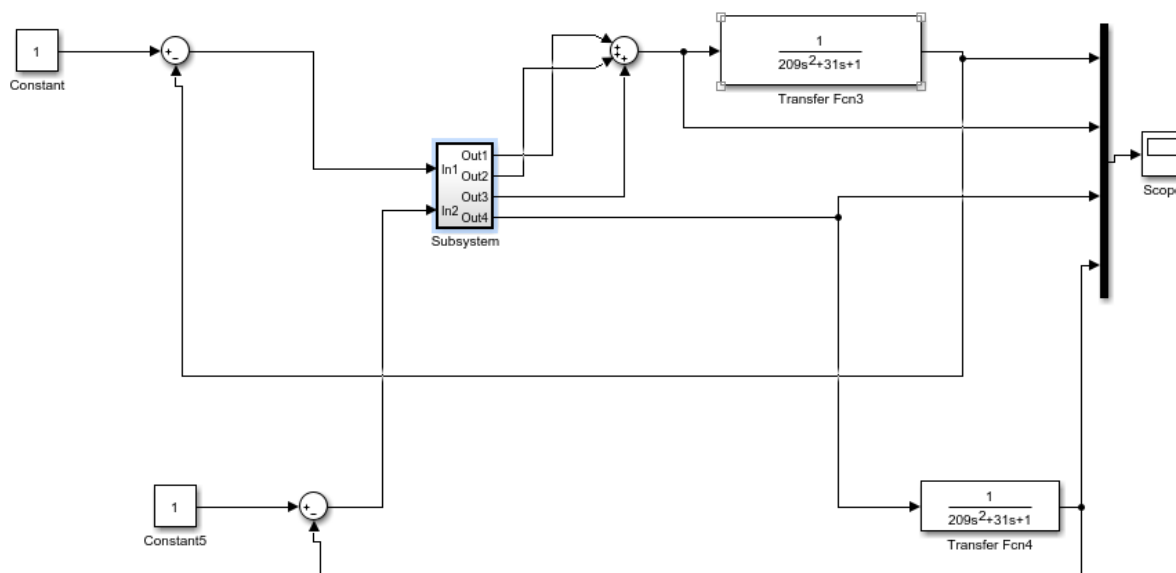


Рис. 2. Модель системы регулирования для генерации кода ПЛК

Выберем блок Subsystem, после нажатия на него правой клавишей мыши (ПКМ) и выберем Subsystem Params. В появившемся окне выделим Treat as atomic unit и нажмем ОК.

Нажав ПКМ на блок Subsystem, выберем PLC Code Generation > Options. В разделе PLC Code Generation > Target IDE необходимо указать тип PLC, для которого необходимо создать код (IDE), например, 3S CoDeSyS 2.3 и нажать клавишу Generate code.

После успешной генерации кода необходимо проверить в рабочем каталоге наличие созданного кода для 3S CoDeSyS 2.3.

В результате получим код регулятора 3S CoDeSyS 2.3 модели системы управления тепловым объектом.

```
(*
*
* File: regtemp.exp
*
* IEC 61131-3 Structured Text (ST) code generated for subsystem "regtemp
/Subsystem"
*
* Model name           : regtemp
* Model version        : 1.8
* Model creator        : Admin
* Model last modified by : Admin
* Model last modified on  : Thu Dec 21 21:57:10 2017
* Model sample time    : 0s
* Subsystem name       : regtemp /Subsystem
* Subsystem sample time : 4s
* Simulink PLC Coder version  : 2.2 (R2016b) 25-Aug-2016
* ST code generated on    : Wed Dec 27 18:39:10 2017
*
* Target IDE selection   : 3S CoDeSys 2.3
* Test Bench included    : No
*)
FUNCTION_BLOCK Subsystem1
VAR_INPUT
    In1: LREAL;
    In2: LREAL;
END_VAR
VAR_OUTPUT
    Out1: LREAL;
    Out2: LREAL;
    Out3: LREAL;
    Out4: LREAL;
END_VAR
VAR
    Relay1_Mode: BOOL;
    Relay_Mode: BOOL;
END_VAR
(* Outputs for Atomic SubSystem: '<S1>/Subsystem' *)
(* Relay: '<S2>/Relay' incorporates:
* Inport: '<Root>/In1' *)
IF In1 >= 0.01 THEN
```

```

    Relay_Mode := TRUE;
ELSIF In1 <= -0.01 THEN
    Relay_Mode := FALSE;
END_IF;
IF Relay_Mode THEN
    (* Output: '<Root>/Out3' *)
    Out3 := 0.2;
ELSE
    (* Output: '<Root>/Out3' *)
    Out3 := 0.0;
END_IF;
(* End of Relay: '<S2>/Relay' *)
(* Switch: '<S2>/Switch' incorporates:
* Inport: '<Root>/In1' *)
IF In1 >= -0.05 THEN
    (* Output: '<Root>/Out2' incorporates:
    * Constant: '<S2>/Constant1' *)
    Out2 := 0.9;
ELSE
    (* Output: '<Root>/Out2' incorporates:
    * Constant: '<S2>/Constant4' *)
    Out2 := 0.0;
END_IF;
(* End of Switch: '<S2>/Switch' *)
(* Switch: '<S2>/Switch1' incorporates:
* Inport: '<Root>/In1' *)
IF In1 > 0.05 THEN
    (* Output: '<Root>/Out1' incorporates:
    * Constant: '<S2>/Constant2' *)
    Out1 := 1.2;
ELSE
    (* Output: '<Root>/Out1' incorporates:
    * Constant: '<S2>/Constant3' *)
    Out1 := 0.0;
END_IF;
(* End of Switch: '<S2>/Switch1' *)
(* End of Outputs for SubSystem: '<S1>/Subsystem' *)
(* Relay: '<S1>/Relay1' incorporates:
* Inport: '<Root>/In2' *)
IF In2 >= 0.001 THEN
    Relay1_Mode := TRUE;
ELSIF In2 <= -0.001 THEN
    Relay1_Mode := FALSE;
END_IF;
IF Relay1_Mode THEN
    (* Output: '<Root>/Out4' *)
    Out4 := 1.2;
ELSE
    Out4 := 0.0;
END_IF;

```


Код сопровождаются комментариями. Есть описания каждой функции и переменной. Имена функций и переменных четко совпадают с их предназначением. Что дает неоценимую пользу для программиста, он может легко разобраться в коде и в случае чего изменить его или подогнать под себя.

Далее необходимо загрузить разработанный код в контроллер и проверить его работу.

Таким образом, использование возможностей автоматической генерации кода с помощью пакета MATLAB позволяет не только отладить алгоритм работы системы управления, но и значительно ускорить процесс написания и тестирования программного обеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р МЭК 61131-3 – 2016. Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования. – Введ. 2016-05-13. – М.: Стандартинформ, 2016.
2. Захаркина С.В., Тимохин А.Н. Способ регулирования температурного режима электрической печи.// Сборник научных трудов кафедры автоматизации и промышленной электроники с участием зарубежных партнеров.– М.: МГУДТ, 2017. – С. 71-77.
3. Simulink PLC Coder Генерация структурированного текста (IEC 61131) для ПЛК и ПКА [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://matlab.ru/products/simulink-plc-coder/simulink-plc-coder_rus_web.pdf. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 11.04.2018).

АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Канатов А.В., Кулаков А.А.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Необходимость размотки рулонных материалов возникает при измерении и разбраковывании, формировании настилов для раскроя и других случаях, требующих трансформации материалов рулонной формы в плоскую. При формировании настила материал должен иметь определенное натяжение, чтобы не образовывались складки. При этом чрезмерное или неравномерное натяжение приводит к большей, или нестабильной деформации, что искажает результаты измерения размеров и снижает качество настиления материалов. Разматывать рулоны можно, как с использованием скалки, так и без нее (рис. 1,а). Для уменьшения и стабилизации натяжения материала применяются устройства для размотки с раздвижными ленточ-

ными консолями (рис. 1,б), с опорной лентой (рис. 1,в), с рольгангами (рис.1,г). При этом ленты могут иметь самостоятельный привод.

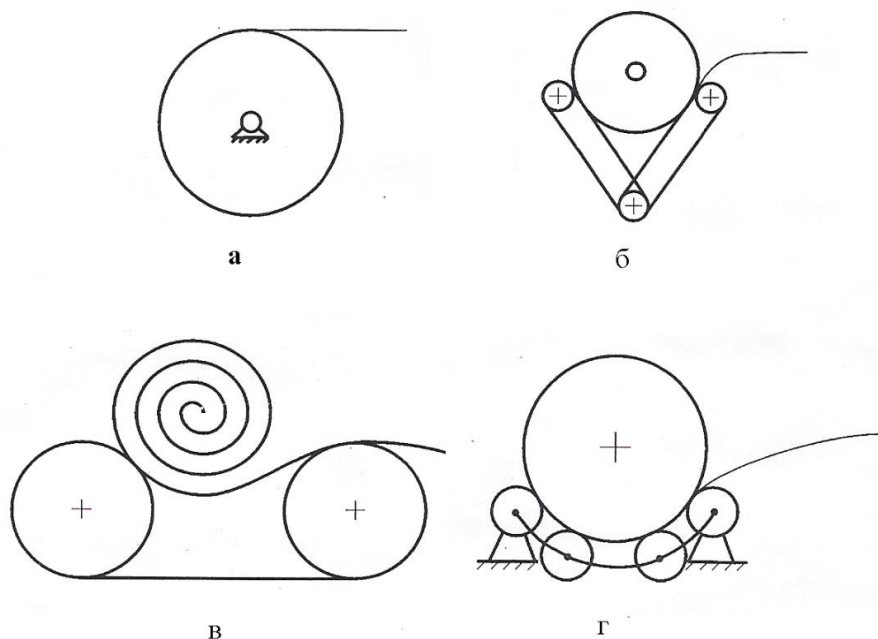


Рис. 1. Устройство для размотки рулонных материалов

Натяжение материала T рассчитываем по уравнению:

$$T = 0.5 \cdot (J_s \xi + F_{mp} r_0),$$

для этого предварительно определяем, $M, m, r, \omega, \xi, F_{mp}$ входящие в уравнение при φ_1, φ_2 . После подстановки в уравнение полученных значений натяжение T будет:

$$\varphi_1 = 10 \cdot 2\pi, T_1 = 4,5H, \varphi_2 = 35 \cdot 2\pi, T_2 = 2,9H.$$

Размотка рулона выполняется на скалке. Условие равновесия рулона, намотанного на скалку, лежащую на опорах (рис. 2) будет иметь вид:

$$J_s \xi = T \times r - F_{mp} \cdot r_0$$

где $J_s = J_1 + J_0$ - момент инерции рулона относительно центра масс J_1 и J_0 ;

ξ - угловое ускорение рулона; r, r_0 - текущий радиус рулона и скалки; F_{mp} - сила трения скалки об опору; J_1, J_0 - момент инерции относительно центров их масс. Тогда:

$$J_s = 0.5[m(r^2 + r_0^2) + m_0 r_0^2],$$

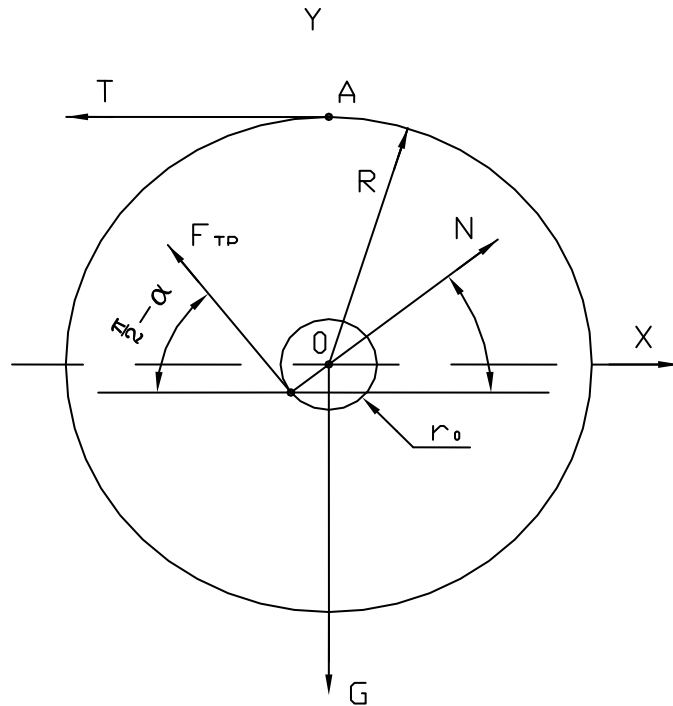


Рис. 2. Расчетная схема процесса размотки со скалки

где $m = M - m_L$ - текущая масса рулона; M - максимальная масса рулона, m_L - масса сматываемой части рулона.

$$r = R - \frac{\delta}{2\pi} \times \varphi,$$

r - текущий радиус рулона; где R - радиус рулона, δ - толщина материала, φ - угол поворота рулона при размотке.

Элементарная масса dm_L имеет вид:

$$dm_L = \rho \delta \times \int_0^\varphi r d\varphi$$

или

$$m_L = \rho \delta \left(R\varphi - \frac{\delta\varphi^2}{4\pi} \right)$$

Тогда

$$m = M - \rho \delta \left(R\varphi - \frac{\delta\varphi^2}{4\pi} \right)$$

Зная скорость перемещения материала v , которая задается технологическими требованиями, можно найти угловые ускорения ε рулона:

$$\varepsilon = \frac{d\left(\frac{v}{r}\right)}{dt}.$$

Окончательно

$$\varepsilon = \frac{v^2}{r^3} \times \frac{\delta}{2\pi}.$$

Сила трения

$$F_{mp} = Gf,$$

где G - сила тяжести рулона.

Разводные консоли обеспечивают равномерность натяжения T полотна при различных значениях угла поворота F_i рулона.

Рассмотрим равенство натяжений в двух положениях рулона: начальное T_0 (рис. 3,а) и промежуточное T_i (рис. 3,б), т.е. возьмем $T_0 = T_i$.

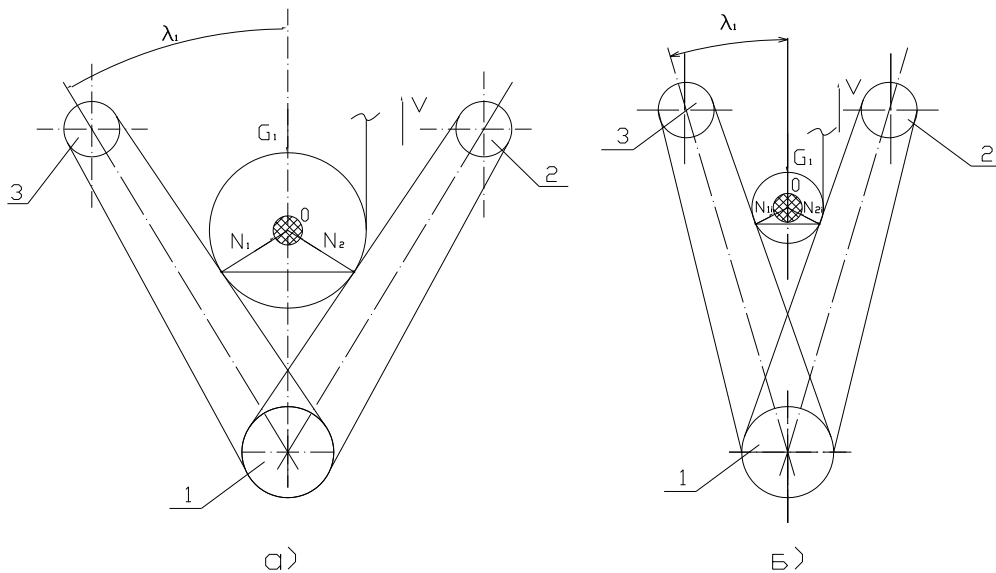


Рис. 3. Расчетная схема процесса размотки с разводными консолями

Так как $T_0 = 2F_0 = 2N_0f$ и $T_i = 2F_i = 2N_if$, то $F_0 = F_i$, а также $N_0 = N_i = N = const$,

где F_0 и F_i – силы трения рулона о консоли соответственно в начальном и i -м положениях при размотке, f – коэффициент трения рулона о поверхность консоли, N_0 и N_i - силы нормального давления рулона на консоль в начальном и i -м положениях.

Из условия равновесия сил в двух положениях рулона вытекает

$$2N_0 \sin \alpha_0 = G_0 \text{ и } 2N_i \sin \alpha_i = G_i$$

где α_0 и α_i – углы разведения консолей в начальном и i -м положениях.

Найдем:

$$\alpha_i = \arcsin\left(\frac{G_i}{G} \sin \alpha_0\right)$$

или окончательно закон сведения консолей будет:

$$\alpha(\varphi) = \arcsin\left(\frac{m(\varphi)g}{G_0} \sin \alpha_0\right)$$

Угол сведения консолей находится по уравнению:

$$\alpha_i = \arcsin\left(\frac{G_i}{G_0} \sin \alpha_0\right)$$

для чего предварительно определяем значения M и m . После подстановки в уравнение заданных и найденных значений определим углы сведения при $\varphi_1 = 10 \cdot 2\pi$ $\alpha_1 = 22^\circ$: при $\varphi_2 = 35 \cdot 2\pi$ $\alpha_1 = 7,5^\circ$.

Проведенные исследования позволяют дать рекомендации по совершенствованию процесса промера и браковки, различных материалов в том числе подкладочных тканей, кожзаменителей, различного ассортимента рулонных материалов, расширить диапазон измеряемых тканей, облегчить подбор промерочно-браковочного оборудования с учетом конкретного вида материала и его физико-механических свойств, повысить степень автоматизации в подготовительном производстве. Проведен анализ взаимодействия промеряемого материала с рабочими органами мерильно-браковочной машины. В качестве размоточных устройств применяются устройства приводного (ленточного типа), не приводного (скалка, рольганг).

ЛИТЕРАТУРА

1. Сторожев В.В. Машины и аппараты легкой промышленности [Текст]. – М.: Академия, 2010.
2. Сторожев В. В., Канатов А.В., Козлов А.С., Кулаков А.А. Технологическое оборудование подготовительного производства на базе мехатронных систем [Текст]. – М.: МГУДТ, 2014.
3. Машиностроение. Энциклопедия. Т. 4. Машины и агрегаты текстильной и легкой промышленности / отв. Ред. К.В.Фролов. – М.: Машиностроение, 1998.

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ КУБИЧЕСКИМИ И В-СПЛАЙНАМИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Козлов А.Ю.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Кривые и поверхности, встречающиеся в практических задачах моделирования изделий легкой промышленности часто имеют сложную форму, не допускающую универсального аналитического задания при помощи элементарных функций. Для этого используется аппарат интерполяции (интерполирования), который представляет собой способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений. Наиболее часто реализуются задачи интерполяции, когда требуется построить сплайн-функцию по заданному массиву точек на плоскости.

Сплайн – функцией называется функция, удовлетворяющая условиям: значения функции совпадают с узловыми значениями интерполяционной функции, на всём промежутке интерполирования имеется непрерывная производная, на концах интервала, т.е. в местах стыка интервалов значения производных для сплайн-функций совпадают. Как правило, на концах всего промежутка задаются дополнительные условия исходя из смыслового значения функции.

Билинейной интерполяцией называют расширение линейной интерполяции для функций двух переменных. Для начала реализуется линейная интерполяция по каждой прямой. Затем при каждом значении реализуется линейная интерполяция с учетом значений функции, полученных на первом шаге. Результат билинейной интерполяции не зависит от порядка шагов, т.е. можно сначала интерполировать вдоль оси абсцисс а затем вдоль оси ординат, так и наоборот, результат будет одним и тем же. Для гладкого изменения касательной вдоль всей составной кривой достаточно описывать стыкуемые кривые при помощи многочленов. Коэффициенты многочленов всегда можно подобрать так, чтобы кривизна соответствующей составной кривой была непрерывной.

Интерполирование функции с помощью многочленов имеет свои недостатки. С увеличением числа узловых точек происходит увеличение степени интерполяционного многочлена, что усложняет практическое применение данных формул. Кроме того, если интерполяционная функция недостаточно гладкая, то интерполяционные многочлены могут вообще не сходиться к функции или приводить к накоплению ошибок.

Полиномиальная интерполяция - не единственно возможный способ интерполяции. Другой метод - интерполяция кубическими сплайнами. Принципиальное отличие интерполяции кубическими сплайнами от ин-

терполяцией полиномом состоит в том, что полином один, а сплайн состоит из нескольких полиномов, и именно их количество равно количеству интервалов, внутри которых производится интерполяция. Все точки экспериментальной зависимости будут соединены кривыми третьей степени. Таким образом кубическим сплайном называется функция, которая на каждом отрезке является многочленом степени не выше третьей, имеет непрерывные первую и вторую производные на всём отрезке, в точках выполняется равенство, т. е. сплайн интерполирует функцию в узловых точках. Естественным кубическим сплайном называется кубический сплайн, удовлетворяющий также граничным условиям. Если в выборке не очень много точек и шаг между ними велик или при наличии заметной погрешности, пытаться проводить интерполяцию бессмысленно.

Для практической реализации задач интерполяции используются прикладные математические пакеты типа MathCad и MatLab. Программа MathCad включает в себя сплайн-функции: `cspline`, `pspline` и `lspline`. Они возвращают вектор коэффициентов вторых производных. Эти функции отличаются только граничными условиями: `lspline` генерирует кривую сплайна, которая приближается к прямой линии в граничных точках; `pspline` генерирует кривую сплайна, которая приближается к параболе в граничных точках; `cspline` генерирует кривую сплайна, которая приближается к кубическому полиному в граничных точках. Функция `interp` возвращает интерполируемое значение. Вектор вычисляется на основе векторов данных одной из функций `pspline`, `lspline` или `cspline`. Интерполируемое значение для конкретного значения есть ордината соответствующей точки сплайна. Для значений, расположенных перед первой точкой вектора, MathCad продолжает сплайн первой из составляющих его кубических парабол.

Для значений, расположенных за последней точкой, MathCad продолжает сплайн первой из составляющих кубических парабол. MathCad выполняет интерполяцию кубическими сплайнами функции двух переменных тем же образом, как и в одномерном случае. MathCad проводит через сетку узлов поверхность, составленную из кубических полиномов, таким образом, что первые и вторые производные являются непрерывными в каждом узле сетки.

Если обычный кубический плохо интерполирует данные, то следует использовать возможности приближения В-сплайнами. Для построения кривой В-сплайна в программе MathCad имеется специальная функция `bspline`. Она предназначена для вычисления матрицы коэффициентов создаваемого сплайна. Основным принципиальным отличием этого типа приближения от простой кубической сплайн-интерполяции является то, что можно самостоятельно определить, из фрагментов графиков полиномов какого порядка будет составлена интерполирующая кривая. Вторым отличием, существенно расширяющим возможности В-сплайнов по срав-

нению с обычными кубическими, является то, что самостоятельно определяются точки, в которых будет произведена сшивка различных фрагментов кривой. Чтобы провести сплайн со сшивками в точках, отличных от опытных, необходимо задать вектор, содержащий их координаты. Однако интерполирование с помощью В-сплайнов является технически более сложной задачей, чем построение кривой приближения с использованием обычных функций кубического сплайна.

На рис. 1 представлена интерполяция функции $F(x)$ линейным $FXPL(x)$, кубическим $FXPL2(x)$ и В-сплайна $FXPL3(x)$, характеризующая увеличение точности визуализации в указанном порядке.

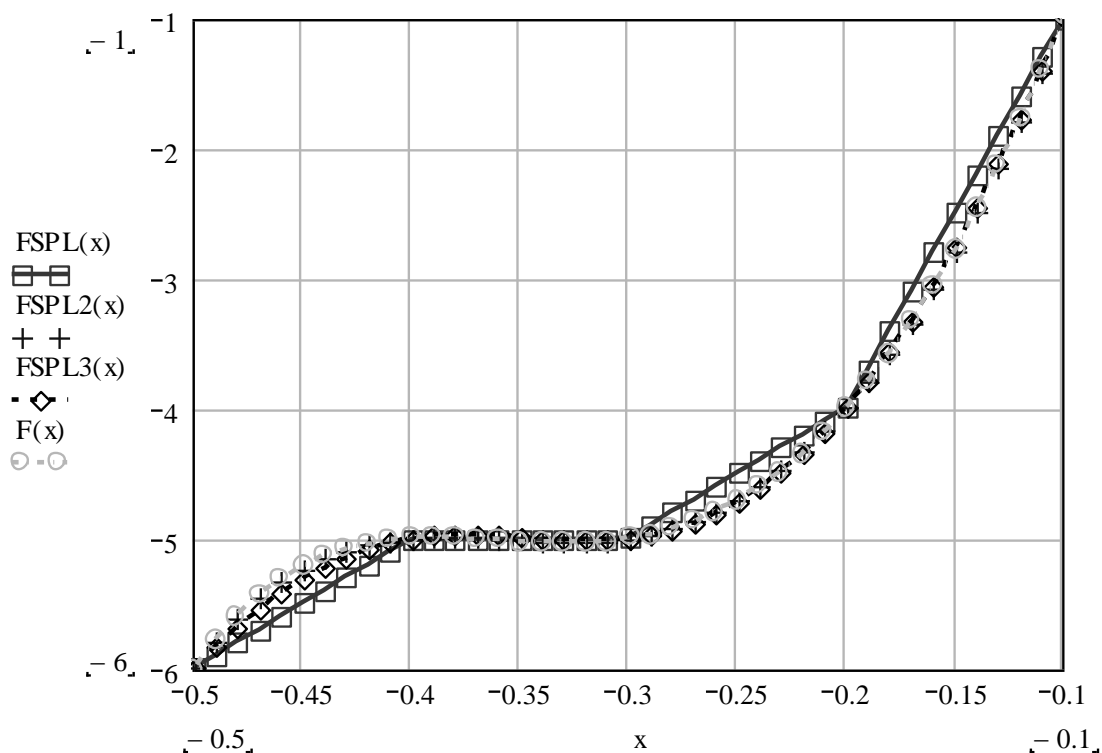


Рис. 1. Интерполяция сплайнами

ЛИТЕРАТУРА

1. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики. - М.: Мир, 2001.
2. Половко А., Бутусов П. Интерполяция. Методы и компьютерные технологии их реализации. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2004.

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ШВЕЙНОЙ ФАБРИКИ

Колобашкин В.С.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

В современном промышленном производстве особое значение приобретает развитие автоматизированных систем управления производством. В их состав входит информационное обеспечение, предназначенное для сбора, обработки и вывода информации, циркулирующей в технологическом процессе. Например, при составлении производственного плана швейного предприятия необходимо знать сведения о состоянии производственного оборудования, запасах сырья, численности рабочих, нормы выработки и т.д.

Таким образом, работу швейной фабрики характеризуют следующие задачи:

- 1). Расчет плана выпуска и реализации изделий;
- 2). Расчет плана поставок сырья;
- 3). Расчет производственного плана бригады;
- 4). Информация о менеджерах поставки сырья и продажи изделий.

Для решения данных задач надо создать базу данных, которая будет содержать таблицы, связанные с данными задачами. Были созданы следующие таблицы:

1). Выпускаемые товары. Данная таблица содержит следующие поля: Артикул изделий, Наименование изделий, План выпуска изделий, Код менеджера продаж.

2). План выпуска и реализации изделий. Таблица содержит следующие поля: Артикул изделий, Себестоимость изделий, Оптовая цена, Код менеджера продаж.

3). Менеджеры продаж. Таблица содержит следующие поля: Код менеджера продаж, Фамилия, Имя, Отчество, Телефон, Фото. Менеджеры продаж занимаются реализацией продукции, выпускаемой на фабрике.

4). План поставок сырья. Таблица содержит поля: Артикул изделий, Виды сырья для его изготовления, Удельное количество сырья, Код менеджера поставки.

5). Менеджеры поставки сырья. Таблица содержит поля: Код менеджера поставки, Фамилия, Имя, Отчество, Телефон, Фото. Данные менеджеры занимаются обеспечением производства нужным сырьем.

6). Расчет производственного плана бригады. Таблица содержит поля: Артикул изделий, Типы оборудования для изготовления данных изделий, Удельная производительность соответствующего оборудования.

Создается база данных, состоящая из этих шести таблиц в программе Access. Для данных таблиц создается схема данных, которая связывает их по ключевым полям.

Затем создаются следующие запросы:

- 1). Количество хлопка.
- 2). Количество шерсти.
- 3). Количество шелка.
- 4). Количество штапеля.

В данных запросах подсчитывается необходимое количество сырья для выпуска заданного количества изделий.

5). НДС.(20%) Данный налог подсчитывается для каждого изделия по формуле:

$(\text{Опт. Цена} - \text{Себестоимость}) * \text{План вып. изделий} * 0.2$.

6). Прибыль предприятия. Вначале подсчитывается прибыль от выпуска каждого изделия по формуле:

$(\text{Опт. Цена} - \text{Себестоимость}) * \text{План вып. изделий} - \text{НДС}$.

Затем эта прибыль суммируется по всем изделиям.

7). Производственный план бригады. Он рассчитывается по формуле:

$\text{Уд. Производительность} * 260$. (260 – число рабочих дней в году).

После этого создаются формы:

- 1). Количество хлопка.
- 2). Количество шерсти.
- 3). Количество шелка.
- 4). Количество штапеля.
- 5). Прибыль предприятия.
- 6). Производственный план бригады.

Данные формы создаются на основе соответствующих запросов. Используется Автоформа в столбец.

7). План выпуска и реализации изделий.

8). Менеджеры продаж.

9). Менеджеры поставки.

Эти формы создаются на основе соответствующих таблиц. Используется Автоформа в столбец.

10). Продажа изделий. Данная форма создается в режиме Конструктор на основе запроса Прибыль. На нее выведены следующие поля: Наименование изделия, Себестоимость, Оптовая цена, План выпуска изделия, НДС и Прибыль. Кроме того, добавляется подчиненная форма Менеджер продаж. Это делается для того, чтобы знать какой менеджер отвечает за реализацию соответствующего изделия. Данная форма показана на рис.1.

11). Поставка сырья. Эта форма также создается в режиме Конструктор на основе таблицы План поставок сырья. На нее выведены следующие поля: Наименование изделия, Виды сырья для изготовления данного изделия и Удельные количества. Кроме того, добавлена подчиненная форма

Менеджер поставки, чтобы знать, какой менеджер отвечает за поставку соответствующего сырья.

После этого создается кнопочная форма. Она создается в режиме Конструктор. На нее помещаются кнопки. С кнопками связываются созданные формы. При щелчке мышкой по данным кнопкам эти формы открываются и можно посмотреть их содержимое. Вид этой формы показан на рис. 2.

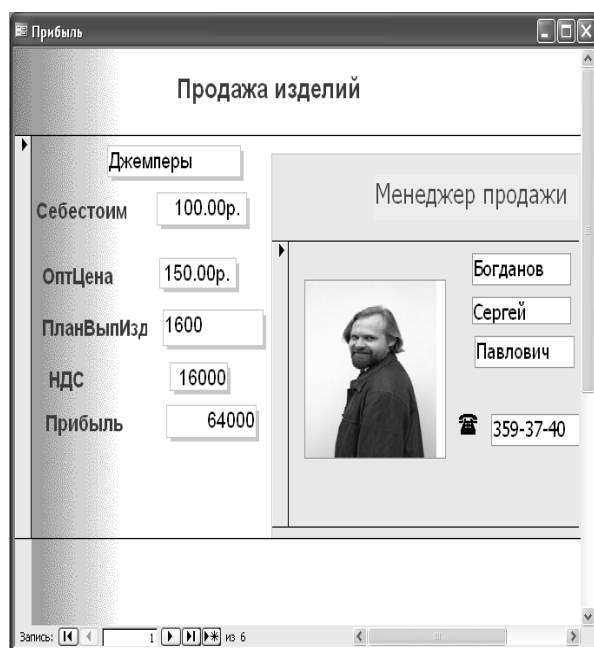


Рис. 1

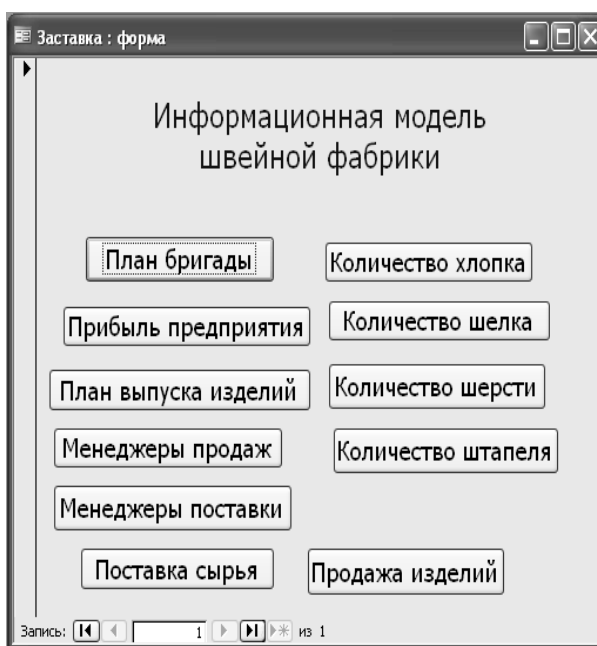


Рис. 2

Данная форма содержит наименование и количество выпускаемых фабрикой изделий, информацию о необходимом количестве сырья, НДС и прибыль по каждому изделию, вид сырья и его количество, необходимое для каждого изделия, производственный план бригады, информацию о менеджерах поставки сырья и продажи изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шевченко Н.А. Access 2003. Искусство создания базы данных. М.: - NT Press, 2005.
2. Золотова С.И. Практикум по Access. – М.: Финансы и статистика, 2004.
3. Орловский Б.В. Основы автоматизации швейного производства. – М.: Легпромбытиздат, 1988.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПЛАНШЕТНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Куприяшин М.А., Борзунов Г.И.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Планшетные компьютеры приобрели широкое распространение как вспомогательные вычислительные устройства, ориентированные, в основном, на нетребовательные сетевые приложения. Но в последнее время наблюдается рост производительности таких компьютеров, в частности, за счёт эффективной реализации параллельных вычислений. Как следствие, современные планшетные компьютеры могут успешно применяться для решения более сложных вычислительных задач, чем изначально предполагалось. Целью настоящего исследования является оценка применимости планшетных компьютеров для последовательного и параллельного решения более сложных вычислительных задач.

В рамках исследования проведена оценка производительности планшетного компьютера «Аквариус» на базе процессора Celeron 847 (1.1ГГц) с объёмом оперативной памяти 2ГБ. Анализ проведён с использованием программного комплекса Knapsack SC, предназначенного, в частности, для оценки и сопоставления производительности вычислительных платформ с поддержкой параллельных вычислений. В качестве эталонной платформы для сравнения выбран используемый в текущий момент на кафедре «Информационных технологий и компьютерного дизайна» портативный компьютер Dell на базе процессора Intel Core i3 4005U (1.7ГГц) с 4 ГБ оперативной памяти.

Ранее были предложены алгоритмы задачи о рюкзаке в качестве алгоритмов нагрузочного тестирования [1]. Далее на основе указанных алгоритмов была предложена методика определения производительности вычислительных платформ путём генерирования и решения экземпляров задачи о рюкзаке с фиксированными свойствами [2]. В рамках данного эксперимента согласно этой методике использовались случайные рюкзаки со следующими ограничениями. Размерность задачи (количество элементов рюкзачного вектора): 24. Значение плотности фиксировано в районе 1.0 — это соответствует элементам рюкзачного вектора величиной до 2^{24} . Относительный целевой вес установлен в районе 0.5. Это соответствует поднаборам, вес которых близок к половине суммарного веса всех имеющихся предметов.

Для определения производительности задача решалась при помощи нескольких точных алгоритмов решения задачи о рюкзаке: алгоритма полного перебора, алгоритма обхода дерева с линеаризацией, алгоритма слия-

ния списков Хоровица-Сани. Также проводилась операция упаковки (определения веса поднабора предметов без сравнения с целевым значением). Так как обе исследуемые платформы поддерживают многопоточные вычисления и обладают несколькими вычислительными ядрами, эксперимент проводился как с использованием одного, так и с использованием четырёх вычислительных потоков.

На основании времени работы реализаций указанных алгоритмов определяются абсолютные и относительные показатели производительности. Производительность работы с задачей о рюкзаке определяется в тысячах укладок, проверяемых в секунду (kilo Packings Per Second; kPPS). Так как сложность проверки одной укладки зависит от выбранных параметров задачи, результаты сравнимы только в случае, если данные параметры фиксированы на протяжении всего эксперимента. Для получения этой величины учитывается количество проверенных укладок и засекается реальное время, затраченное на работу программы. Затем, вычисляется отношение этих показателей.

Каждый сгенерированный экземпляр задачи решался каждым из доступных алгоритмов, затем генерировался новый тестовый экземпляр. Обеспечивалось время работы теста не менее 10 минут или решение не менее 100 экземпляров задач (в зависимости от того, что раньше).

Результаты тестирования представлены в табл. 1 и на диаграммах на рис. 1–2.

Таблица 1. Сравнение производительности «Аквариуса» и Dell

Платформа		Производительность алгоритма, kPPS			
		Полный перебор	Обход дерева	Слияние списков	Упаковка
1 поток	Аквариус	671± 3	533± 38	855	1042± 4
	Dell	1147± 62	981± 71	1498± 78	1711± 99
4 потока	Аквариус	2447± 53	1345± 69	—	—
	Dell	2763± 43	1589± 73	—	—

Ускорение компьютера Dell при параллельных вычислениях составило 2,41 для алгоритма полного перебора и 1,62 для алгоритма обхода дерева (это может быть связано с более интенсивным использованием оперативной памяти). Для планшетного компьютера «Аквариус» эти показатели составили 3,65 и 2,52 соответственно.

Проведённый анализ позволяет заключить, что по производительности вычислительного ядра тестируемый планшетный компьютер «Аквариус» уступает эталонному портативному компьютеру Dell в значительной степени: оценки производительности ниже на 45–50%. Но при переходе на параллельные вычисления «Аквариус» показал существенный рост эффек-

тивности вычислений, и при одновременной работе 4 потоков уступил Dell всего 10–15% проверенных укладок.

Таким образом, можно сделать вывод, что рассмотренный планшетный компьютер «Аквариус» может служить эффективной заменой для применяемых в данный момент портативных компьютеров Dell, но лишь в том случае, если используемое прикладное программное обеспечение реализовано с поддержкой многопроцессорных вычислений.

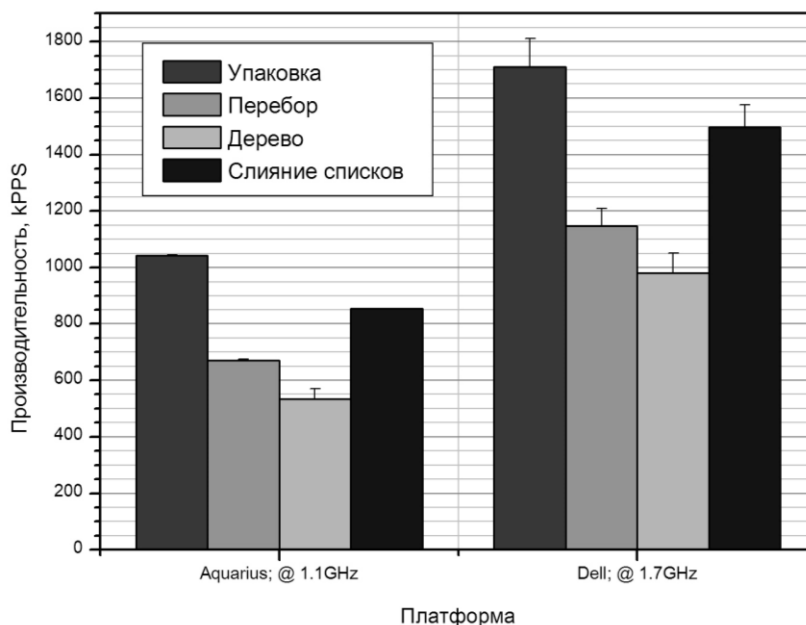


Рис. 1. Сравнение производительности вычислительных ядер «Аквариуса» и портативного компьютера Dell

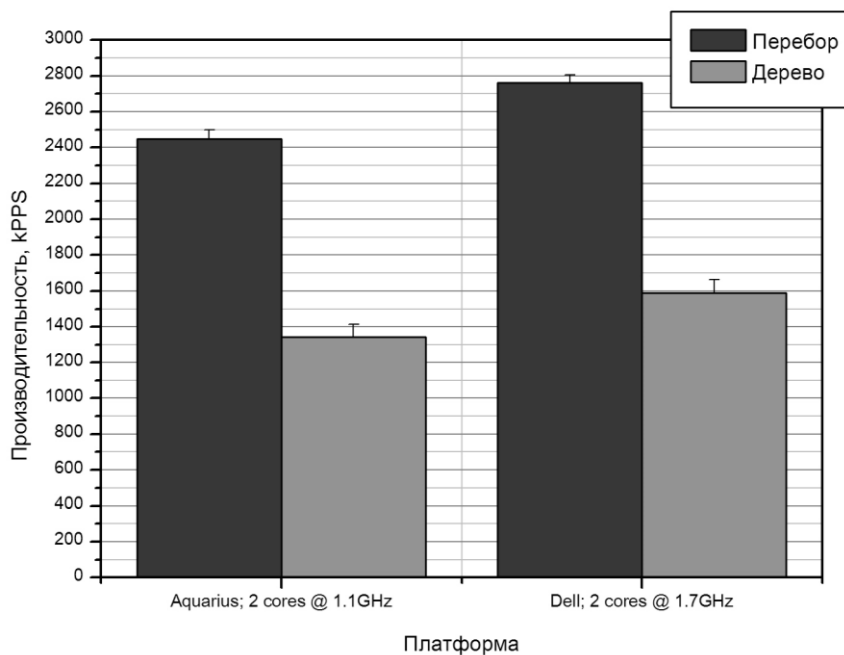


Рис. 2. Сравнение производительности «Аквариуса» и портативного компьютера Dell в многопоточном режиме

Важно отметить, что применённая методика предназначена для определения вычислительных возможностей платформ только при работе с большими целыми числами. Такие операции часто применяются при цифровой обработке сигналов и работе с векторными и растровыми изображениями, а также в работе компиляторов, систем шифрования и архивирования.

Результаты тестирования показывают, что современные планшетные компьютеры способны успешно решать задачи, связанных с большим объёмом вычислений, что делает их перспективной альтернативой более дорогостоящим переносным и стационарным компьютерам. Несмотря на более низкую производительность, большее число потоков исполнения и применение современной архитектуры для поддержки параллельных вычислений делает производительность планшетных компьютеров сравнимой с производительностью ноутбуков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mikhail Kupriyashin and Georgii Borzunov. Algorithmic Foundation for Benchmarking of Computational Platforms Running Asymmetric Cryptosystems // BICA 2017 PROCEEDINGS, #20 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 28.09.2017).
2. Куприяшин М.А., Борзунов Г.И. Нагрузочное тестирование вычислительных платформ на основе задачи о рюкзаке // сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума «Современные инженерные проблемы промышленности товаров народного потребления» Международного научно-технического форума «Первые международные Косыгинские чтения» (11–12 октября 2017 года). Том 2. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2017. – С.83–86

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛОГИСТИКИ ЗАКУПОК НА ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Монахов В.И., Гречухина М.Н.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Основными функциональными подсистемами информационной логистики на производственном предприятии являются: закупочная, производственная, складская, сбытовая (распределительная), транспортная.

В ходе исследования был проведен анализ материальных и информационных логистических потоков на предприятии на примере текстильного комбината [1]. С использованием системного подхода исследованы процессы закупки сырья и материалов, производства ткани,

складирования сырья, материалов и готовой продукции, реализация готовой продукции, транспортировки сырья, материалов и готовой продукции. Первым звеном логистической цепи на предприятии выступает закупочная логистика, которая рассматривается в данной работе.

Для обеспечения наиболее фундаментального подхода рассмотрение любого логистического процесса в рамках системы используют методологию функционального моделирования SADT (IDEF0). В графической нотации описываются производственные процессы с указанием выполняемых функций, используемых информационных и материальных ресурсов на каждом его этапе.

Логистика закупок – это подсистема логистики, отвечающая за ритмичное обеспечение предприятия сырьем и материалами, которые необходимы для производства готовой продукции.

В текстильной промышленности затраты на сырьё являются самыми большими в себестоимости продукции (более 50 %), поэтому экономия сырья - это путь снижения себестоимости ткани.

Процесс закупок включает этап планирования и этап оперативного управления. На первом этапе выполняется планирование потребностей в сырье и материалах для обеспечения запланированного производства готовой продукции, намеченной к реализации [2]. Для расчета потребности сырья и материалов используются данные планов продаж готовой продукции и производственной программы предприятия. Т.е. для определения закупок сырья нужно знать, что планируется продавать и соответственно производить.

По объемам производственной программы можно рассчитать потребности в сырье и материалах, и на основе этого сформировать планы закупок сырья.

В цепочке планирования «План продаж – План производства – План закупок» качество процесса планирования закупок зависит в большой степени от качества планирования продаж, которое можно количественно оценить с помощью показателя FP (Forecast precision) [3]:

$$FP = \frac{\sum_{i=1}^N \left(1 - \frac{|P_i - F_i|}{P_i}\right)}{N},$$

где P_i – плановый показатель продаж товарной позиции i ;

F_i – фактические продажи товарной позиции i ;

N – число товарных позиций.

Результатом прохода по цепочке планирования от продажи готовой продукции к закупкам сырья является план закупок, на основе которого формируются и заключаются договора с поставщиками сырья и материалов. Бизнес-процесс этапа планирования закупок приведен на рис.1. Информационные потоки показаны сплошной линией. Пунктирными

линиями показаны связи между отдельными процессами.

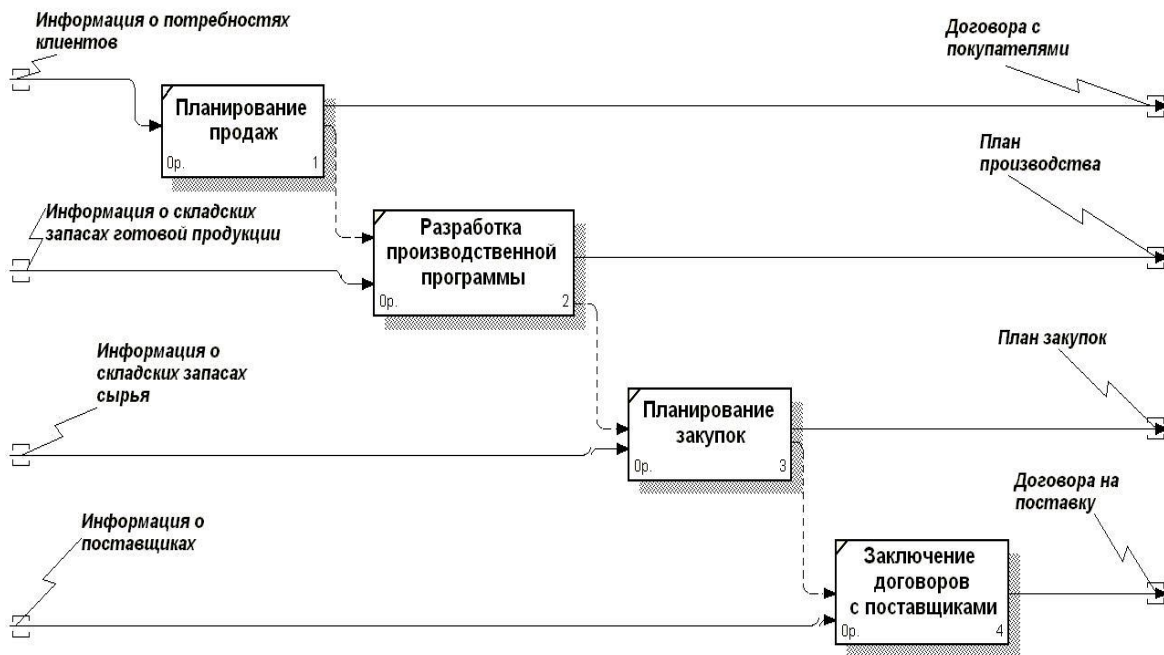


Рис. 1. Планирование закупок

После завершения этапа планирования необходимо осуществлять оперативное управление процессами закупок, которое имеет целью как обеспечение ритмичного производства, так и оптимизацию затрат на закупочную логистику. Бизнес-процесс закупочной логистики на предприятии показан на рис.2.

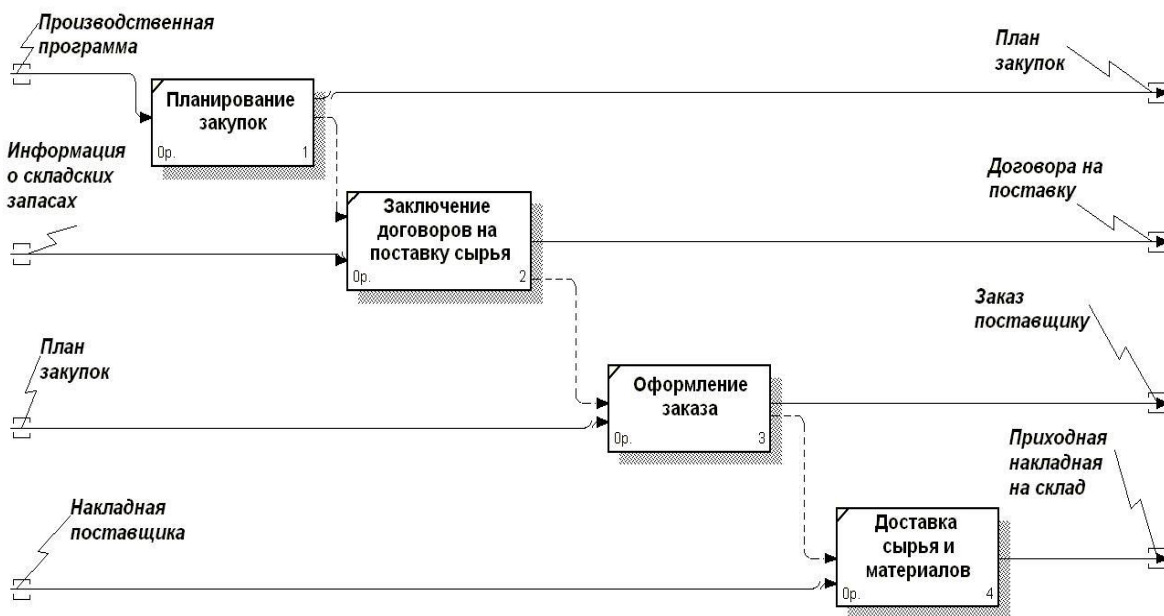


Рис. 2. Оперативное управление процессом закупок

Оперативное управление процессом закупок начинается с

размещения заказов поставщикам на поставку сырья и материалов в соответствии с заключенными договорами. Данный процесс включает в себя анализ текущих складских остатков, среднесрочный расчет потребностей, непосредственное формирование заказа поставщику.

Анализ складских остатков должен выполняться непрерывно для выявления тех сырьевых номенклатурных позиций, которые нужно оперативно пополнить.

Эффективность как планирования так и управления логистическими процессами закупок определяется эффективностью информационной системы логистики.

Рассмотрим алгоритм анализа складских остатков. Менеджер по закупкам ежедневно анализирует информацию о складских остатках по каждой номенклатурной позиции сырья и материалов, сравнивает текущие остатки с нормами страховых запасов и контрольными точками восполнения запасов (формирования заказа поставщику).

В ходе непрерывного мониторинга менеджер может столкнуться с ситуацией, которую можно отнести к одному из четырех вариантов. Каждый вариант предполагает определенный порядок действий в отношении анализируемой номенклатурной позиции.

Для описания этих действий введем следующие обозначения:

m - текущий остаток контролируемой номенклатурной позиции;

$m_{рз}$ - величина остатка номенклатурной позиции, соответствующая точке восполнения запаса;

$m_{сз}$ - норма минимального (страхового) запаса.

Так как количество материальных позиций на текстильном предприятии достаточно велико, то необходимо для анализа ситуации привлечение информационных технологий. Анализ должен проводиться в рамках информационной системы логистики и система должна представлять результаты анализа в виде рекомендаций, сгруппировав номенклатурные позиции по необходимым действиям в соответствии с вариантом сложившейся ситуации.

Действия менеджера по закупкам в ходе мониторинга приведены в табл. 1.

Таблица 1. Варианты действия менеджера по закупкам

№ варианта	Условие	Действие
1	$m > m_{рз}$	Не требует вмешательства
2	$m = m_{рз}$	Формирование заказа на закупку
3	$m_{сз} < m < m_{рз}$	Контроль выполнения заказа
4	$m \leq m_{сз}$	Принятие срочных мер по поиску альтернативных вариантов

Материальные позиции, отнесенные к первой группе, не требуют

какого-либо вмешательства.

Для позиций второй группы необходимо указать список договоров, по которым надо сформировать заказы поставщику.

Для позиций третьей группы необходимо вывести состояние оформленных заказов на закупку: получен поставщиком, отгружен, поступил на оформление прихода.

Для четвертой группы необходимо предложить список альтернативных вариантов: замена позиции на другую, вариант срочной закупки, изменение производственной программы.

На основе анализа функциональных моделей процессов и концептуальных моделей данных были разработаны логическая и физическая модели данных логистики закупок в виде диаграмм «сущность-связь». Была спроектирована база данных в СУБД PostgreSQL для хранения информации, сопровождающей логистические процессы предприятия, реализованы алгоритмы бизнес-процессов логистики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Монахов В.И., Винтер Ю.М. Автоматизация управления бизнес-процессами логистики на предприятиях текстильной отрасли // Сборник материалов XI международной научно-практической конференции «Академическая наука – проблемы и достижения», 6 – 7 февраля 2017. North Charleston, USA. Том 1. С.126-128.
2. Монахов В.И., Винтер Ю.М. Автоматизация планирования логистики закупок на текстильных предприятиях // Альманах мировой науки, №4-1(19). – М.: «АР-Консалт со2b.ru», 2017. С. 38-40.
3. Международная логистика // Материалы бизнес-семинара.- Астана: 2015. URL: www.kazninvest.kz/upload/123/compressed.pdf.

РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ДЛЯ АНАЛИЗА ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА

Никонов М.В., Виниченко С.Н., Рыжкова Е.А.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

В настоящее время не решен вопрос неразрушающего контроля состава и показателей качества смешивания текстильных волокон в ленте [1]. Поэтому разрабатывается оптический датчик, который позволит производить оценку качества смешивания текстильных волокон в режиме реального времени. На данный момент был реализован макет, представляющий собой простейший измерительный канал, который включает в себя источник излучения, приемник сигнала и измерительную камеру.

В качестве источника был выбран лазерный модуль длинной волны 650нм. Данный модуль работает в постоянном режиме, в красном цветовом диапазоне и на выходе имеет маркер – «точку». Напряжение питания 3-5В. Также модуль имеет встроенный в него драйвер, обеспечивающий удобство при снятии информации.

Для обеспечения дополнительной надежности конструкции модуля и удобства монтажа на макетных беспаячных платах, была проведена термоусадка выводов питания модуля и припаяны к ним технологические штыри.

Для оценки характеристик рабочего режима используемого лазерного модуля был проведен эксперимент, определяющий величину напряжения питания модуля, которая позволит снять изменения оптических характеристик различных материалов. В результате анализа было получено допустимое для эксперимента напряжения питания в 4.2 В при токе потребления 31мА.

В качестве приемника был выбран фотодиод ФД-10К, имеющий один р-п переход и работающий в диапазоне длин волн от 0,5 до 1,12 мкм.

Максимальное обратное напряжение фотодиода составляет 20В, а обратный темновой ток - 1000 нА.

Основные технические параметры фотодиода ФД-10К гр.А:

- Размер фоточувствительного элемента: 1,9 x 1,9 мм;
- Область спектральной фоточувствительности: 0,5...1,12 мкм;
- Длина волны максимума спектрального распределения фоточувствительности: 0,85...0,92мкм;

Данный кремниевый фотодиод кроме видимого диапазона также предназначен для применения в качестве приемников и датчиков инфракрасного излучения в составе оптико-электронной аппаратуры, систем фотоэлектрической автоматики и бесконтактного измерения параметров, вычислительной и измерительной техники, программно-управляемого оборудования и приборов, работающих в диапазоне длин волн от 0,5 до 1,12мкм.

Хотя фотодиоды обладают высоким быстродействием, но они не достаточно чувствительны в отличие от фоторезисторов, которые будут использоваться в дальнейшем.

На данный же момент в качестве корпуса измерительного канала использовалась трубка черного цвета из ABS пластмассы диаметром 5мм (рис. 1), источник в виде лазерного модуля и приемник – фотодиод.

При проведении испытаний применялся следующий алгоритм работы:

- 1) Был подан сигнал с лазерного модуля на фоточувствительный элемент без каких-либо образцов и получены показания вольтметр в 400мВ метра;
- 2) При исключении источников света было получено 13-15 мВ;

- 3) Затем в измерительный канал был установлен образец хлопковой ленты и получено 35 мВ;
4) После установки образца с загрязнениями получено 22 мВ.



Рис. 1. Измерительный канал

Схематичное изображение измерительного канала представлено на рис. 2.



Рис. 2. Упрощенная схема эксперимента

Применение оптических методов позволяет получить информацию о волокнах даже с использованием видимого спектра излучения.

Как видно из эксперимента, применение видимого спектра позволяет получить информацию о состоянии продукта, однако полученные результаты не дают полного ответа о качестве смешивания волокон. Поэтому в дальнейшем стоит задача разработки системы с применением инфракрасного спектра, использование которого позволит найти решение поставленной задачи [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Виниченко С.Н. Румянцев Ю.Д., Рыжкова Е.А. Анализ основных методов контроля смешивания натуральных и химических волокон. // Химические волокна, 2015. №5.
2. Казарова А.Д., Виниченко С.Н. Особенности взаимодействия инфракрасного излучения со смешанными волокнами. / Моделирование в технике и экономике: материалы Международной научно-практической конференции УО «ВГТУ». – Витебск, 2016. С. 46-49.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Розова Л.И.

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

Стремительно изменяются технологии выполнения базовых объектов как на производстве, так и при изучении графических дисциплин. Карандаш и бумагу заменяют компьютерные технологии, которые позволяют моделировать виртуальные объекты для дальнейшего их изготовления.

Решение производственных задач и задач по курсу начертательной геометрии и инженерной графики легко и корректно выполняется при использовании компьютерных технологий.

Цель данной работы: выполнить анализ алгоритмов сценариев оценки результатов выполнения электронных объектов для компьютерного выполнения студентами учебных заданий по начертательной геометрии и инженерной графике.

Проведенный анализ выявил несколько основных отличий при оценке выполненных студентами работ.

Так сценарием оценки учебных действий при ручном выполнении заданий являются:

1. Оценка графики.
2. Грамотность (правильность) чтения формы геометрического тела или детали.
3. Грамотное расположение видов (проекций).
4. Корректное применение нормативных документов (ГОСТов).

При автоматизированном выполнении заданий п.1 и , в какой-то степени, п. 2 теряют актуальность

Но тогда вступает в силу:

1. Анализ грамотности применения технологических (технических) возможностей автоматизированных систем.
2. Количество выполненных заданий.
3. Уровень самостоятельности при выполнении заданий.

С целью определения уровня оценивания работ был проведен анализ количества выполненных работ по некоторым темам разделов «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика».

Например, при выполнении задания «Конструирование трехмерных моделей по наглядному изображению» учитывалось количество выполненных моделей. Затем определялось количество студентов, построивших одну, две, и т.д. моделей. После анализа диаграммы (рис. 1) становится очевидным, какая оценка должна быть выставлена студенту за выполненное задание. Так по указанному заданию за четыре модели допустимо по-

ставить шесть баллов. За шесть, восемь и выше моделей – соответственно поставить семь, восемь и девять баллов.

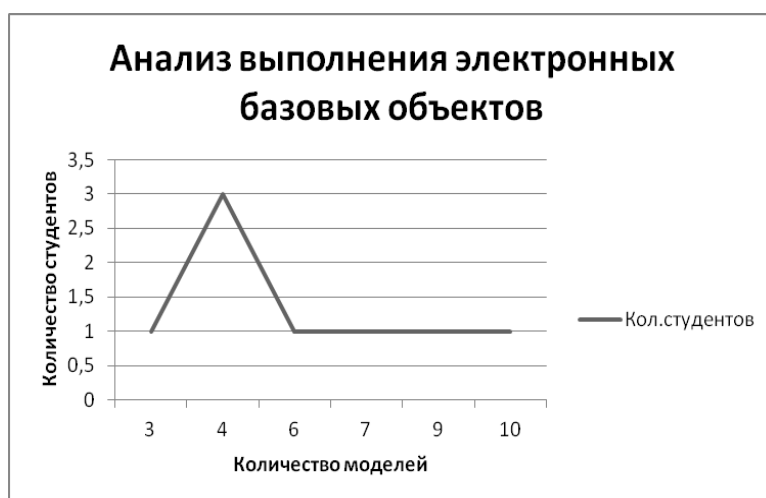


Рис. 1. Анализ выполнения трехмерных моделей

При выполнении задания «Построение трех видов гранного тела» учитывалось количество самостоятельно выполненных чертежей. Анализ представлен на рис. 2, из которого следует, что за два построенных самостоятельно чертежа допустимо поставить оценку шесть баллов.

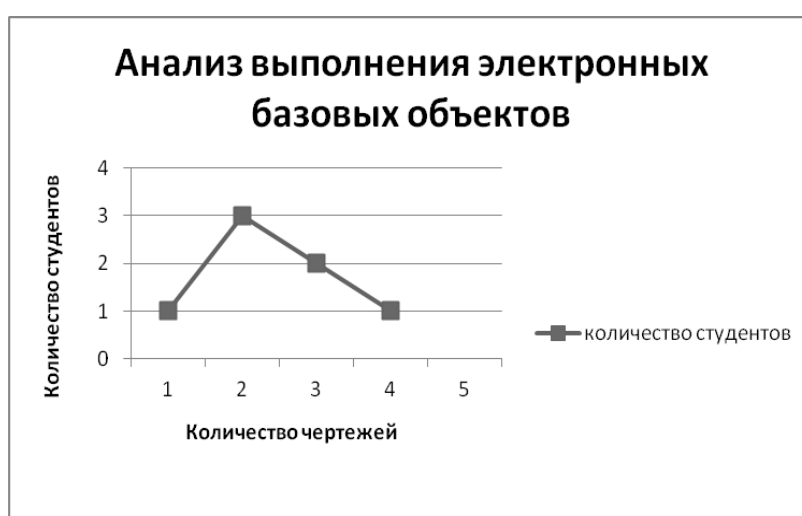


Рис. 2. Анализ выполнения трехмерных моделей

При выполнении задания «Конструирование трехмерных моделей симметричной детали» учитывалось количество самостоятельно выполненных моделей. После анализа результатов выявлено, что наибольшее количество студентов самостоятельно выполнило по три модели. Поэтому такие студенты заслуживают выставления им средней оценки (шесть баллов). Те из студентов, кто выполнил большее количество моделей правильно, самостоятельно и с использованием широких возможностей компьютерных программ, получают более высокие оценки.

Проведенный анализ позволил более объективно оценить выполненную студентом работу.

Таким образом, при изучении графических дисциплин будущие специалисты развивают пространственное видение объектов, приобретают навыки и умения в работе, используя компьютерные технологии.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРТНОГО ОПРОСА

Росляков Г.В.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Довольно часто на практике возникает задача определения в наблюдаемом множестве объектов, событий или процессов наиболее значимых и расстановки их в порядке приоритета. При этом критерий оценки не имеет объективного показателя. Например - определить в некоторой сфере лучший продукт года, публикацию, важнейшие технологические операции, влияющие на качество продукции и т.п.

Для автоматизации решения подобных задач разработан на языке VBA для Excel программный продукт (проект). Кроме собственно автоматизации обработки результатов опроса данный проект нашел хорошее применение в учебном процессе как наглядный пример и методологический материал демонстрации возможностей языка VBA в постановке и решении конкретных прикладных задач.

Для решения таких задач используется метод экспертного опроса. Группе экспертов, состоящей из «**m**» человек, предлагается список из «**n**» объектов, каждому из которых необходимо дать оценку в баллах. Наиболее значимому объекту присваивается балл (ранг) единица. Менее значимые объекты занимают последующие более низкие места. Таким образом после проведенной ранжировки наименее важный из них будет иметь ранг равный «**n**». По результатам опроса формируется матрица исходных рангов размера «**m x n**». Матрицу целесообразно записать в приложение Excel и в нем же провести ее обработку.

Однако в некоторых случаях эксперт затрудняется определить предпочтение между несколькими объектами и одинаковый ранг присваивается нескольким факторам.

$X_{i,j}$ - ранг, присвоенный "i-ым" экспертом "j-ому" объекту

										Σ ран-
		1	2	3	4	5	6	7	8	гов
j-й Объект										
i-й Эксперт										
	1	2	3	3	3	4	1	2	3	21
	2	5	4	6	7	8	2	1	3	36

Рис. 1. Фрагмент матрицы исходных рангов

В приведенном фрагменте в первой строке имеются две группы одинаковых рангов: дважды повторяется ранг "2" и трижды - "3". Повторяющиеся ранги (баллы) называются связанными.

Связанные ранги делают строки матрицы разномасштабными. Это можно видеть по значению суммы рангов в строке. Поэтому, прежде чем приступить к обработке результатов опроса, необходимо преобразовать связанные ранги и построить нормализованную матрицу.

Обработка результатов анкетирования предполагает решение двух задач. Первая - на основе нормализованной матрицы определяется главный объект и степень значимости остальных. Вторая необходимая задача - определение степени согласованности полученных результатов.

Построение нормализованной матрицы заключается в замене связанных рангов их средним арифметическим. Рассмотрим эти преобразования на примере первой строки матрицы. Начинаем преобразования всегда с группы с более высокими рангами, т.е. с оценок «2», присвоенных первому и седьмому объектам. Два значения «2» говорят о том, что какой-то из этих факторов может иметь ранг «2», а другой тогда получит оценку «3», и, если бы мы так смогли оценить факторы, то сумма их рангов определялась бы $2+3=5$. Поскольку этого сделать не удалось, то вместо двух оценок «2» мы записываем средние значения рангов, как если бы они занимали второе и третье место. Таким образом, вместо двух значений связанных рангов «2» мы запишем два новых значения, вычисленных по формуле $(2+3)/2=2,5$. Такая замена значений называется нормализацией рангов.

Аналогичным образом поступаем со второй группой связанных рангов. После завершения нормализации суммы рангов всех строк нормализованной матрицы будут одинаковы.

j-й Объект		1	2	3	4	5	6	7	8	Σ рангов
i-й Эксперт	1	2,5	5,5	5,5	5,5	8	1	2,5	5,5	36
	2	5	4	6	7	8	2	1	3	36

Рис. 2. Фрагмент матрицы нормализованных рангов

Коэффициент согласованности мнений экспертов вычисляется по формуле [1]:

$$W := \frac{12 \cdot S}{m \cdot \left[(m) \cdot (n^3 - 1) - \sum_{i=1}^m T_i \right]}$$

где n – число объектов,
 m – число экспертов,

$$S := \sum_{j=1}^n \left[\sum_{i=1}^m \left[X_{i,j} - \frac{m \cdot (n+1)}{2} \right] \right]^2$$

$X_{i,j}$ - нормальный ранг,

$$T_i := \sum_{k=1}^L p_k$$

L – количество групп связанных рангов,

$$p_k := \left[(t_k)^3 - t_k \right]$$

P_k – оценка «к»-ой группы связанных факторов,

t_k - число связных факторов в «к»-ой группе.

Построение матрицы нормальных рангов и определение коэффициента согласованности требует построения промежуточных расчетных таблиц и выполнения рутинных вычислений. Разработанный на языке VBA для Excel проект, автоматизирующий решение двух выше рассмотренных задач, устраняет эти недостатки.

Проект включает ряд разработанных процедур, на примере которых можно рассмотреть все основные конструкции языка программирования высокого уровня и реализации типовых алгоритмических структур. Это особенно ценно при изучении современных информационных технологий студентами, направление подготовки которых не предусматривает их углубленное изучение, в частности - для направления "Социология".

ЛИТЕРАТУРА

1. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука, 1977. 832 с.

ФРАКТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ СТАРЕНИЯ ОДНОМЕРНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В., Воробьев И.Н.
 Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

При нормальных условиях эксплуатации эффекты старения полимерных материалов связаны с изменениями в молекулярной и надмолекулярной структуре полимера, например, изменениями или разрушением связей между элементами полимерных цепей. Факторы, вызывающие эти изменения, весьма многочисленны и, в большинстве, случайны. Это могут быть контактные механические воздействия на изделие из полимерного

материала или бесконтактные радиационные воздействия в широком диапазоне частот электромагнитного излучения: от СВЧ и инфракрасного диапазона до солнечного ультрафиолета и жесткого рентгеновского излучения.

Характерными для всех этих видов воздействия являются три особенности: 1) изменения происходят в случайные, заранее не предсказуемые моменты времени; 2) нарушения и разрушения (назовем их дефектами) возникают в отдельных, изолированных друг от друга точках полимера, расположенных случайным образом по объему материала; 3) интенсивность этих дефектов, т.е. величина изменений и разрушений, различна в разных точках и также случайна по величине; 4) дефекты имеют свойство влиять на соседние с ними участки полимера, распространяясь на них с некоторой скоростью и ослабевающей интенсивностью; 5) при пересечении областей от нескольких дефектов изменения в структуре и разрушения в полимере не просто складываются, но могут и усиливаться. Данные предположения основаны на общепризнанных результатах физической механики и химии полимерных материалов [1, 2]. На основе этих предположений о механизме развития процесса старения полимера авторами были построены компьютерные модели старения полимерного материала [3 - 7].

При моделировании динамики старения удобно рассматривать одномерные полимерные материалы, такие как текстильные волокна, элементарные или комплексные нити. В этом случае все параметры и характеристики зависят только от двух переменных: времени t и координаты вдоль нити x , что упрощает разработку алгоритмов моделирования. На рис.1 представлен модельный пример распределения интенсивности дефектов по длине полимерной нити для двух моментов времени. Модель была построена авторами на основе перечисленных выше базовых представлений о механизме возникновения и распространения дефектов.

Как известно [8 - 10], в соответствии с теориями подобия и размерностей любые математические модели могут быть преобразованы к безразмерному виду, в котором модель оперирует с безразмерными параметрами и переменными. Для компьютерных моделей, такое представление модели является наиболее естественным, поскольку компьютер, в конечном счете, работает с безразмерными двоичными кодами, даже если эти коды отображают размерные величины. По этой причине результаты, получаемые от компьютерных моделей, всегда инвариантны относительно некоторых масштабных преобразований. Эти соображения приводят к вопросу о возможной фрактальности результатов. В данном случае фрактальность трактуется как самоподобие результатов моделирования относительно преобразования масштаба используемых в модели параметров и переменных, а также получаемых зависимостей. Представляет интерес установить, в каких случаях и для каких характеристик свойство фрактальности выполняется, а для каких случаев – нет.

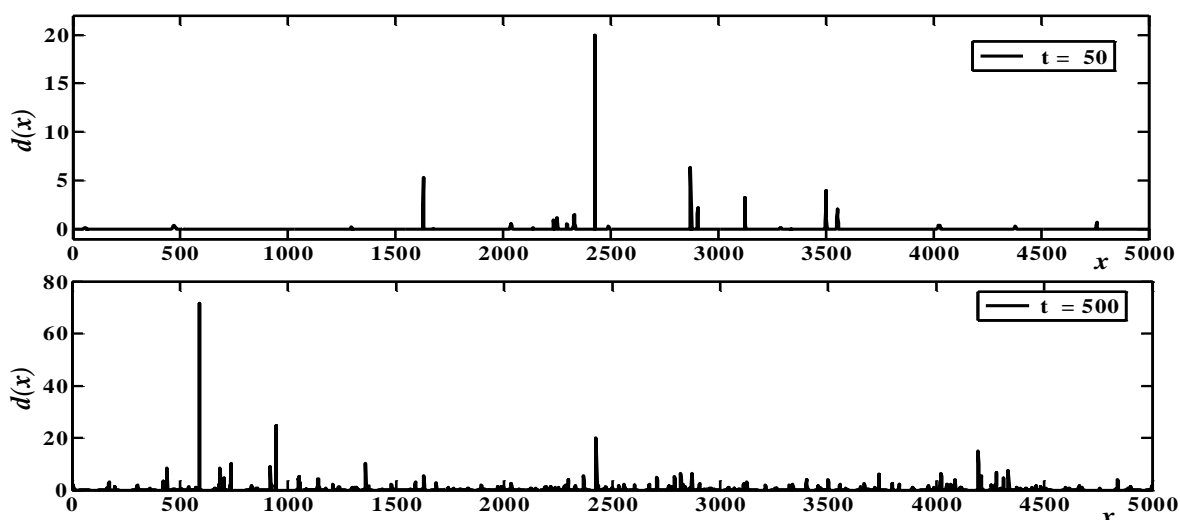


Рис. 1. Динамика нарастания числа, интенсивности $d(x)$ и размеров области дефектов по длине моделируемого образца нити со временем при $t = 50$ ед. времени (верхний график) и при $t = 500$ ед. времени (нижний график)

Результаты компьютерного моделирования динамики всегда имеют вид потоков данных, зависящих от координаты x по длине нити и упорядоченных во времени. При этом в зависимости от алгоритма моделирования шаг дискретизации переменной времени dt либо постоянный $dt = \text{const}$, либо является случайной величиной. Координата точек по оси X является случайной величиной. В качестве меры при проверке фрактальности потока данных используют оценку размерности фрактального пространства D или связанного с ней показателя Хёрста H . Оценку последнего находят, например, по формуле

$$H = [\text{Ln} (R / S)] / \text{Ln}(n / 2); \quad D = 2 - H . \quad (1)$$

В этой формуле $\text{Ln}()$ – функция натурального логарифма, R – оценка размаха, S – оценка среднеквадратического отклонения для выборочных данных объема n . Если различия в размерности фрактального пространства D или показателе Хёрста для сравниваемых вариантов модели и характеристик моделируемой нити оказываются статистически незначимыми при разных объемах выборок, то можно считать, что модель обладает свойством фрактальности по данной характеристике. Для процессов старения это будет означать, что они развиваются подобным образом, как на малых, так и на больших отрезках нитей.

Очевидно, что наличие или отсутствие этого свойства у модели зависит от алгоритма моделирования, учитываемых параметров и особенностей протекания процесса старения, накопления и распространения дефектов. Однако с помощью модели можно оценить подмножество характеристик, для которых имеет смысл решать задачу о существовании (или отсутствии) фрактальности, а также отработать методику оценки показателей по формуле (1). Аналогичная методика может быть использована и при

обработке данных натурального эксперимента, что позволит получить дополнительное средство проверки правильности компьютерной модели.

Процессы старения, как правило, отличаются большой длительностью. Это создает большие проблемы с проведением натуральных экспериментов и заставляет проводить так называемые ускоренные испытания, перенося их результаты на реальные сроки эксплуатации изделий из полимерных нитей. При этом возможность такого переноса, как правило, слабо обоснована. Анализ свойств фрактальности процесса старения может кардинальным образом решить вопрос о связи между результатами ускоренных испытаний и реальных сроков эксплуатации, что имеет большое практическое значение как для прогнозирования сроков эксплуатации изделий, так и сроков их хранения без существенных потерь в эксплуатационных свойствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бартенев Г.М. Физика и механика полимеров. Учеб.пособие для вузов / Г.М. Бартенев, Ю.В. Зеленев – М.: Высшая Школа, 1983. – 392 с.
2. Перепелкин К.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты. – М.: Изд-во Научные основы и технологии, 2009. – 658 с.
3. Sevostyanov P.A., Monakhov V.V., Samoiloa T.A. One-dimensional Polymeric Material Aging and Wear Model. // *FibreChemistry*, V.49 (1), 2017. – pp.76 – 78.
4. Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В. Исследование робастности старения полимерных нитей и волокон методами компьютерной имитации. // *Известия вузов. Технология текстильной промышленности* – 2017. - № 2 (368). – С. 305-308.
5. Севостьянов П.А., Монахов, В.В., Самойлова, Т.А., Ордов, К.В. Имитационная модель износа и старения одномерного материала в нестационарных условиях внешних воздействий. // *Известия вузов. Технология текстильной промышленности* – 2017. - № 1 (367). – С. 223-226.
6. Севостьянов П.А., Монахов, В.В., Самойлова, Т.А. Анализ старения синтетических нитей методами компьютерного моделирования. // *Химические волокна* – 2017. - № 4. – С. 52-54.
7. Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В. Имитационная модель возникновения дефектов в материале. // *Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК – 2017): сб. материалов межвуз. Науч.-техн. конф. аспирантов и студентов (с международ. участием). Ч. 2. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – 302 с. – С. 368–369.*
8. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. – 8-е изд., перераб. – М.: Наука, 1977. – 440 с.
9. Веников В.А. Теория подобия и моделирования. Учеб.пособие для вузов, 2-изд., доп. и перераб., - М.: Высшая Школа, 1976. – 479 с.
10. Севостьянов П.А. Основы компьютерного моделирования систем. Монография / П.А. Севостьянов, В.И. Монахов, - М.: ТисоПринт. - 2016. - 368 с.

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СТАРЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В., Воробьев И.Н.
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Классическая теория планирования эксперимента [1] сформировалась как средство создания математических моделей сложных технических и производственных систем с целью анализа технологических процессов, свойств продуктов производства и управления этими системами и процессами. При этом ввиду большой трудоемкости и дороговизны натуральных экспериментов с реальными системами и процессами критериями оптимальности плана эксперимента являлись:

- 1) стоимость и длительность, число опытов и повторных измерений в каждом из них, которые следовало минимизировать;
- 2) адекватность модели, точность ее прогностических возможностей, число учитываемых и одновременно варьируемых факторов, которые следовало максимизировать;
- 3) удобство и качество обработки результатов, позволяющие максимально использовать информацию, полученную в эксперименте.

Важным достижением теории явилось понимание, что план эксперимента, управление его проведением и обработка результатов необходимо рассматривать как одну общую задачу получения информации о системе, процессе или материале. Теория планирования эксперимента подтвердила также, что для получения многофакторных зависимостей необходимы многофакторные эксперименты, которые нельзя свести к последовательности или объединению однофакторных экспериментов. Основным предметом внимания теории и областью ее применения явились регрессионные многофакторные модели, которые были особенно полезны в приложениях, и для которых теория планирования была детально разработана.

Другой раздел теории планирования связан с получением динамических моделей и характеристик систем и процессов, в основном в линейной аппроксимации этих моделей. Использование результатов статистической динамики технических систем позволило планировать эксперимент с выбором рабочих частот, шага квантования, длительности наблюдения и других параметров эксперимента. При этом критериями планирования были те же вышеперечисленные критерии.

Вместе с тем, для многих практически важных задач, решаемых экспериментальными методами, методы планирования либо не были разработаны, либо имели специфическую форму. Как правило, это было связано со спецификой решаемых задач. К их числу относятся исследования переходных режимов, процессов исследования отдельных этапов жизненного

цикла изделий, сильно коррелированных многомерных процессов и др. Исследования процессов накопления структурных нарушений и дефектов вызванного ими старения материала также не укладывается в разработанные методики планирования. Основной принципиальной трудностью является необратимость и большая продолжительность процесса.

Создание компьютерных моделей динамики развития деформаций, структурных изменений, дефектов, старения и разрушения систем (если речь идет о материале) изменили ситуацию с планированием экспериментов. Критерии оптимальности для компьютерных экспериментов и обработка результатов существенно отличаются от задач планирования натуральных экспериментов. Стоимость компьютерного эксперимента, в основном, связана с трудом программиста, разрабатывающего интерфейс, управляющий ходом компьютерного эксперимента, включая базу данных для накопления его результатов и подключение программных средств обработки этих данных по выбранной методике. При этом число опытов, количество повторных прогонов модели в случае статистического моделирования, порядок варьирования факторов, объем сохраняемой информации ограничены только временными возможностями и производительностью применяемого компьютера.

Возможности экспериментатора в компьютерном эксперименте практически не ограничены [2-5]. Поэтому, в противоположность к натурным экспериментам, задачей планирования является выделение наиболее существенной информации из того обилия, которое предоставляет компьютерная модель. Решение этой задачи правильного выбора варьируемых факторов из общего, как правило, весьма обширного списка, позволяет сократить затраты компьютерного времени на эксперимент [6-7]. При этом, на базе информации, получаемой от компьютерной модели, строят «частные» математические модели, описывающие отдельные зависимости и связи, присутствующие в системе, нашедшие отражение в компьютерной модели, но не проявляющие себя в явном виде. Это могут быть как регрессионные математические модели, например, полиномиального типа, имеющие корни в степенных аппроксимациях функциональных связей, так и линеаризованные динамические модели, например, передаточные функции по отдельным каналам преобразования материальных или информационных потоков в моделируемой системе или процессе.

Обилие информации, получаемой от компьютерной модели, принципиально меняет подход к ее обработке. Во-первых, вся информация по условиям проведения и результатам эксперимента накапливается в компьютерной базе данных и постоянно доступна для обработки. В этих условиях наиболее предпочтительным является метод графического отображения результатов, который одновременно совмещает в себе возможности представления больших объемов данных и наглядность этого представления. Оценка результатов в этом случае выполняется самим исследователем —

«модельером» и носит субъективный характер. Роль статистических критериев снижается, а субъективного фактора повышается [8-10].

Процесс старения полимерных материалов в нормальных условиях хранения или эксплуатации состоит из многочисленных локальных нарушений надмолекулярной структуры, возникновения и распространения дефектов по объему материала. Эти эффекты, вызванные контактными механическими воздействиями и бесконтактным воздействием разного рода теплового и электромагнитного излучения, носят статистический характер и имеют вид неустойчивого и необратимого переходного процесса. При этом динамика переходного процесса отличается существенной временной корреляцией и широким спектром значений параметров на разных этапах перехода материала из исходного рабочего состояния в конечное состояние потери функциональных свойств.

Практика компьютерных экспериментов с такими моделями показала, что на этапе отладки модели, ее верификации, проверки адекватности приходится использовать максимально большое количество информации о моделируемом материале. При отображении свойств материала и особенностей его старения с применением уже проверенной компьютерной модели, наоборот, предпочтительней использовать интегральные показатели. Они позволяют более наглядно и выпукло отобразить особенности процесса старения полимерного материала, хотя и скрывают его детали. Другая сторона планирования компьютерного эксперимента, управления его ходом и обработки результатов – это статистическое усреднение результатов. Методы математической статистики, основанные на нормальном законе распределения и предоставляющие множество критериев для проверки различных гипотез и получения интервальных оценок, при исследовании процесса старения оказываются не пригодными, поскольку большинство статистических характеристик распределено по законам, существенно отличающимся от нормального, а результаты моделирования образуют множество коррелированных данных. Используются гораздо менее разработанные статистические робастные и асимптотические методы. Еще одна специфическая черта исследования процессов старения на компьютерных моделях – это применение методов масштабирования и подобия, поскольку модель предполагает разномасштабные по длительности процессы, совмещаемые в одной модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Налимов В.В. Теория эксперимента / В.В. Налимов. Физико-математическая библиотека инженера, - М.:, Изд. «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1971, 208 с.
2. Севостьянов П.А. Статистическая имитация растяжения и разрыва пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, №3, 1981.

3. Севостьянов П.А. Оценка влияния свойств волокнистого материала и конструктивных параметров на выравнивающую и смешивающую способности дозатора-смесителя // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, №1, 1983.
4. Севостьянов П.А. Прогнозирование характеристик и повышение эффективности исследования технологических систем прядильного производства. Дисс. ... докт. техн.наук, МТИ, - М., 1985. 437 с.
5. Севостьянов П.А., Логинов А.В. Влияние законов распределения времени наработки на отказ и восстановления технологического оборудования на стабильность работы автоматизированного хлопкопрядильного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, №4, 1988.
6. Митихин В.Г., Никитиных Е.И., Севостьянов П.А. Анализ результатов машинных экспериментов с прогнозирующей моделью в задачах старения текстильных материалов // Изв вузов. Технология текстильной промышленности, №1, 1992.
7. Севостьянов П.А. Computer modeling of strand elongation // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, №3с, 2009, С. 95 – 99.
8. Севостьянов П.А., Монахов В.И., Самойлова, Т.А., Дасюк П.Е. Моделирование динамики удлинения и разрыва образца ткани с учетом случайных вариаций и изменений в структуре ткани и взаимодействии нитей // Химические волокна. – 2015. - №6. – С. 79-82.
9. Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Монахов В.В. Исследование робастности старения полимерных нитей и волокон методами компьютерной имитации // Известия вузов. Технология текстильной промышленности – 2017. - № 2 (368). – С. 305-308.
10. Sevostyanov P.A., Monakhov V.V., Samoiloва T.A. One-dimensional Polymeric Material Aging and Wear Model // FibreChemistry, V.49 (1), 2017. – pp.76 – 78.

РЕВЕРСИВНЫЙ БЕСКОНТАКТНЫЙ ДАТЧИК ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ЕГО ДАТЧИКА ПОЛОЖЕНИЯ РОТОРА

Соловьев В.А., Соловьева В.В., Соболев В.А., Волченков В.И.
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Россия

В современном промышленном оборудовании различных отраслей промышленности, включая текстильную и легкую промышленность, наблюдается устойчивая тенденция применения регулируемого электропривода. Его технические характеристики во многом зависят от типа используемого в нем электродвигателя. Среди них лидером по надежности, удельным показателям и энергоэффективности являются вентильные двигатели (ВД) [1,2].

ВД состоит из синхронной электрической машины (СМ) с магнито-электрическим возбуждением, полупроводникового коммутатора (ПК) и встроенного в СМ датчика положения ротора (ДПР), по выходным электрическим сигналам которого ПК переключает фазные обмотки СМ и формирует в них заданные токи [1-3]. ДПР может использоваться не только для создания позиционной обратной связи в ВД, но и для контроля его частоты вращения. Техническая реализация этой второй функции ДПР позволяет при создании на основе ВД регулируемого электропривода отказаться от установки в нем отдельного датчика частоты вращения двигателя. Особенно это важно для исполнительных электроприводов автоматических устройств, к которым предъявляются повышенные требования по массогабаритным показателям электромеханической части.

Выходные напряжения ДПР напрямую не дают информацию о направлении и частоте вращения ВД. Поэтому они должны быть преобразованы в соответствующий электрический сигнал. Способы такого преобразования зависят от типа ДПР и могут быть реализованы по разным алгоритмам.

В ВД наибольшее распространение получили синусно-косинусные и дискретные (импульсные) ДПР [1-4]. Из них наиболее простыми при технической реализации являются дискретные ДПР. Их выходные напряжения представляют собой m -фазные последовательности прямоугольных импульсов напряжения, где m – число фаз СМ.

Частота вращения ВД с дискретным ДПР, как и при использовании для этой цели инкрементального частотно-импульсного датчика, может быть определена двумя способами [2, 4]. Недостатки первого способа состоят в невысокой точности в области низких частот вращения ВД и большой по сравнению с периодом импульсов напряжения ДПР интервалом дискретизации измерений. Негативом второго способа является гиперболическая зависимость получаемых результатов измерения от частоты вращения, для линеаризации которой необходимо применение микроконтроллера и специального программного обеспечения.

Отмеченные недостатки во многом могут быть устранены при использовании для измерения частоты вращения ВД предложенного преобразователя частота-напряжение (ПЧН) с импульсным источником тока [4]. Его принцип действия основан на интегрировании прямоугольных импульсов тока с фиксированными амплитудой I и длительностью $T_{и}$. Среднее значение выходного напряжения такого ПЧН $U_{ПЧН}$ прямо пропорционально частоте $f_{и}$ входных импульсов напряжения

$$U_{ПЧН} = IRT_{и}f_{и}, \quad (1)$$

где R – сопротивление нагрузочного резистора интегрирующего конденсатора ПЧН.

Схемотехническое моделирование ПЧН с импульсным источником тока в среде NI Multisim показало, что при уменьшении $f_{и}$ возрастают пульсации его выходного напряжения, но зависимость (1) соблюдается вплоть до появления в нем пауз [5]. Это свойство ПЧН обосновывает использование его в качестве базового функционального блока разработанного на основе ДПР реверсивного бесконтактного датчика частоты вращения (ДЧВ) ВД. Структурная схема этого ДЧВ представлена на рис.1.

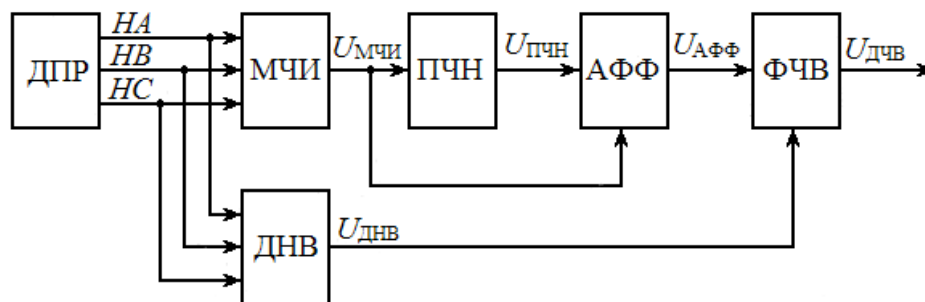


Рис. 1. Структурная схема реверсивного бесконтактного датчика частоты вращения вентильного двигателя

Реверсивный бесконтактный ДЧВ ВД состоит из датчика положения ротора ДПР, множителя частоты импульсов МЧИ, преобразователя частота-напряжение ПЧН, активного фиксирующего фильтра АФФ, дешифратора направления вращения ДНВ и фазочувствительного выпрямителя ФЧВ. Входы блоков МЧИ и ДНВ присоединены к выходам ДПР. Основной вход блока ФЧВ подключен к выходу ДНВ, его управляющий вход присоединен к выходу ДНВ, а выход является выходом всего устройства.

В этом ДЧВ реализован принцип поэтапного преобразования выходных напряжений ДПР в постоянное напряжение, прямо пропорциональное частоте вращения ВД с полярностью, зависящей от направления его вращения. Он осуществляется в следующей последовательности.

При работе трехфазного ВД выходные напряжения его ДПР HA , HB , HC , представляющие собой три сдвинутые на 120° относительно друга последовательности прямоугольных импульсов напряжения, поступают одновременно на входы блоков МЧИ и ДНВ. Блок МЧИ состоит из логического устройства, реализующего логическую функцию

$$F(HA, HB, HC) = \overline{HA} \cdot HB \cdot HC + HA \cdot \overline{HB} \cdot HC + HA \cdot HB \cdot \overline{HC}, \quad (2)$$

и подключенного к его выходу одновибратора с запуском по фронту и срезу входных импульсов напряжения. Поэтому поступающие на вход ПЧН импульсы выходного напряжения МЧИ $U_{MЧИ}$ будут иметь длительность $T_{и}$ и повышенную в $2m$ раз частоту

$$f_{и} = \frac{2mp_{э}}{60} n, \quad (3)$$

где p_3 – число пар полюсов ВД; n – частота вращения ВД.

Эффективное сглаживание пульсаций выходного напряжения ПЧН $U_{\text{ПЧН}}$ достигается применением АФФ. Этот блок состоит из двух устройств выборки-хранения, двух формирователей коротких импульсов напряжения, управляющих выборкой ими напряжения $U_{\text{ПЧН}}$, и сумматора. Устройства выборки-хранения запоминают максимальное $U_{\text{ПЧН max}}$ и минимальное $U_{\text{ПЧН min}}$ значения выходного напряжения ПЧН на периоде его пульсаций, по которым сумматор в соответствии с выражением

$$U_{\text{ПЧН}} = \frac{U_{\text{ПЧН max}} + U_{\text{ПЧН min}}}{2}, \quad (4)$$

определяет среднее значение выходного напряжения этого блока.

Выходное напряжение блока ДНВ $U_{\text{ДНВ}}$ в зависимости от направления вращения ВД принимает значение, соответствующее логической единице или нулю. Оно поступает на управляющий вход ФЧВ и изменяет полярность его выходного напряжения $U_{\text{ДЧВ}}$ в соответствии с направлением вращения ВД.

В итоге можно сделать вывод, что применение МЧИ позволяет контролировать частоту вращения ВД $2mp_3$ раз за один оборот ротора, а использование АФФ понизит более чем на порядок нижний предел измерения частоты вращения ВД. Статическая характеристика разработанного на основе ДПР реверсивного бесконтактного ДЧВ ВД будет подобна статической характеристике коллекторного тахогенератора постоянного тока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овчинников И.Е. Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность). СПб.: КОРОНА-Век, 2007. 336 с.
2. Анучин С.А. Системы управления электроприводов. М.: Издательский дом МЭИ, 2015. 373 с.
3. Yedamale P. Brushless DC (BLDC) Motor Fundamentals (AN885) // Microchip Technology Inc. 2003. 20 p. Режим доступа: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00885a.pdf>.
4. Соловьев В.А. Непрерывное токовое управление вентильными двигателями. М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004. 264 с.
5. Соловьева В.В., Соловьев В.А. Моделирование преобразователя частота-напряжение с импульсным источником тока // Новые информационные технологии в автоматизированных системах: материалы двадцать первого научно-практического семинара. М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2018. № 21. С. 270-274.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОНИЖАЮЩЕГО ИМПУЛЬСНОГО РЕГУЛЯТОРА ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ПУЛЬСАЦИИ ЕГО ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Соловьев В.А., Соловьева В.В., Соболев В.А., Волченков В.И.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Россия

В настоящее время в источниках электропитания автоматизированного электропривода постоянного тока вместо управляемых тиристорных выпрямителей широкое применение получают транзисторные понижающие импульсные регуляторы постоянного напряжения (ИРПН). Практически все известные методы расчета статических характеристик ИРПН основываются на идеализации его силовых элементов [1-5]. Поэтому в результате расчета получают значительно лучшие статические характеристики и показатели ИРПН, чем при его изготовлении с использованием реальных силовых элементов [6].

Это относится и к пульсациям выходного напряжения ИРПН. Методы расчета амплитуды пульсаций его выходного напряжения, изложенные в [1, 3, 5], не учитывают неидеальность силовых элементов, что приводит к занижению ее прогнозируемого значения, в то время как при реализации ИРПН она может недопустимой по техническим требованиям.

Основной причиной, приводящей к возрастанию амплитуды пульсаций выходного напряжения ИРПН, как отмечено в источниках [1-4], является эквивалентное сопротивление потерь мощности в конденсаторе его фильтра R_c . Зависит она, как указано в [2], также и от амплитуды пульсаций тока его дросселя.

Анализ влияния указанных факторов на амплитуду пульсаций выходного напряжения понижающего ИРПН был проведен основе его электрической схемы, представленной на рис.1. Неидеальность силовых элементов на ней отражена активным сопротивлением дросселя фильтра R_ϕ и сопротивлением потерь конденсатора R_c .

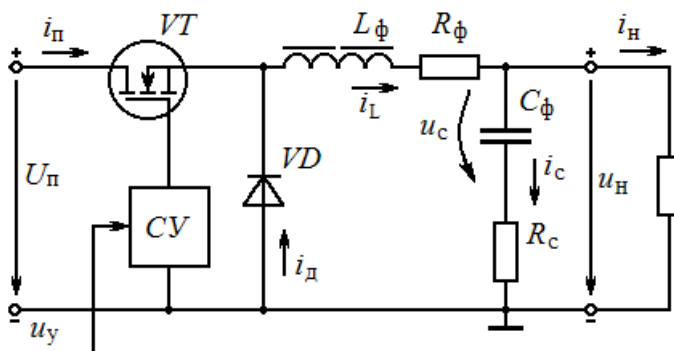


Рис. 1. Электрическая схема понижающего ИРПН с неидеальными силовыми элементами

Был рассмотрен режим работы ИРПН с непрерывным током дросселя фильтра. Учтено, что через конденсатор фильтра проходит только переменная составляющая тока дросселя, а среднее значение тока конденсатора $I_{C\text{ ср}} = 0$. Из этого следует, что среднее напряжение U_C на емкостной составляющей конденсатора C_ϕ будет равно среднему напряжению U_H на нагрузке R_H . Тогда амплитуда пульсаций тока дросселя ИРПН

$$\Delta i_L \approx \frac{R_H + R_{\text{вн.э}}}{R_H} \cdot \frac{1-D}{\tau_{L*}} \cdot I_H, \quad (1)$$

где $R_{\text{вн.э}} = R_{\text{тр}} + R_\phi$ – эквивалентное внутреннее сопротивление ИРПН; $R_{\text{тр}}$ – сопротивление открытого силового транзистора VT ; D – коэффициент заполнения управляющих импульсов напряжения ИРПН; $\tau_{L*} = L_\phi / R_H T$ – нормированная постоянная времени дросселя; L_ϕ – индуктивность дросселя; T – период коммутации ИРПН; $I_H = U_H / R_H$ – средний ток тока нагрузки ИРПН.

Из выражения (1) следует, что влияние сопротивлений $R_{\text{тр}}$ и R_ϕ выражается в увеличении амплитуды пульсаций тока дросселя. Переменная составляющая тока дросселя распределяется между соединенными параллельно ветвями конденсатора $R_C C_\phi$ и нагрузки R_H (рис.1). Емкость конденсатора ИРПН выбирается из условия

$$X_C = \frac{1}{2\pi f_k C_\phi} \ll R_C, \quad (2)$$

где $f_k = 1/T$ – частота коммутации ИРПН.

При выполнении условия (2) ток i_C конденсатора C_ϕ будет ограничиваться только сопротивлением R_C . Поэтому на основании метода наложения амплитуда пульсаций выходного напряжения ИРПН составит

$$\Delta u_H = \Delta i_L \frac{R_C R_H}{R_C + R_H}, \quad (3)$$

а при $R_C \ll R_H$ будет

$$\Delta u_H \approx \Delta i_L R_C.$$

Проверка достоверности рассчитанных по выражениям (1), (3) амплитуд пульсаций тока дросселя и выходного напряжения ИРПН проводилась на его схемотехнической модели, рассмотренной в [6.] Сравнение результатов расчетов и виртуальных экспериментов показало их полную адекватность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Моин В.С. Стабилизированные транзисторные преобразователи. М.: Энергоатомиздат, 1986. 376 с.
2. Севернс С., Блум Г. Импульсные преобразователи постоянного напряжения для систем вторичного электропитания / Пер. с англ. под ред. Л.Е. Смольникова. М.: Энергоатомиздат, 1988. 294 с.

3. Dearborn S. Power Management in Portable Applications: Understanding the Buck Switchmode Power Converter (AN793). Microchip Technology Inc., 2001. 16 p. Режим доступа: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00793a.pdf>.
4. Браун М. Источники питания. Расчет и конструирование: пер. с англ. К.: МК-Пресс, 2007. 288 с.
5. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. М.: Техносфера, 2006. 632 с.
6. Соловьев В.А. Моделирование в среде NI MULTISIM понижающего импульсного регулятора постоянного напряжения с нагрузкой в виде двигателя постоянного тока // Альманах современной науки и образования, 2015. № 7 (97). С. 120 – 126.

ОПТИМАЛЬНАЯ ЛИНЕЙНАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОРОКОВ ТКАНЕЙ

Солодов А.А.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Вопросы разработки возможно более точной математической модели процесса появления пороков тканей имеет большое теоретическое и практическое значение. Традиционной моделью считается пуассоновский процесс с неслучайным и известным параметром [1-4].

Такая модель отличается простотой и в ряде случаев может успешно применяться на практике. Однако, в задачах, например, обоснования норм допустимых количеств пороков необходимым является уточнение простейшей модели.

В работе [5] предложена модель, в соответствии с которой вероятность появления определенного числа пороков определяется отрицательно-биномиальным распределением. При этом достигается снижение значения критерия согласия хи квадрат наблюдаемых и прогнозируемых данных по сравнению с простой пуассоновской моделью. Тем не менее, открытым остается вопрос о теоретически наилучшем приближении модели к наблюдаемым результатам. В связи с этим в данной работе предлагается метод оптимального определения статистических характеристик пороков тканей в рамках линейных алгоритмов.

Предполагается, что кусок контролируемой ткани просматривается вдоль координаты Z от начала куска ($Z=0$) и до текущей координаты Z , причем случайные пороки ткани фиксируются на оси Z . Типичная реализация такого процесса представлена на рисунке. Точками указаны случайные координаты Z_i появления пороков ткани в процессе контроля, через z_i обозначена длина ткани между соседними пороками. Наблюдаемыми ха-

раактеристиками являются координаты появления пороков и их число, которое подсчитывается процессом счета числа пороков ткани N , который называется счетным процессом. Очевидно, что счетный процесс $N[Z, \lambda(Z)]$ зависит как от текущей координаты ткани, так и от случайной интенсивности появления пороков. Предполагается, что число пороков распределено по закону Пуассона

$$P[N(Z)=n] = \int_0^Z \lambda(u) du \exp(-\int_0^Z \lambda(u) du), \quad (1)$$

причем функция интенсивности $\lambda(Z)$ сама является случайной и в общем случае зависит от текущей длины (координаты) ткани.

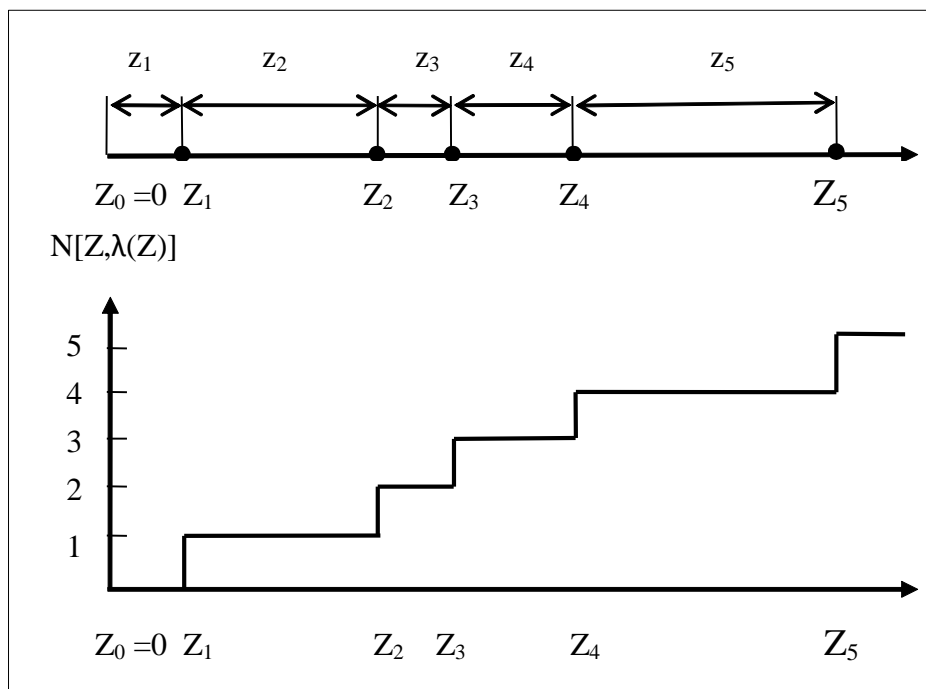


Рис. 1. Процесс появления пороков ткани и счетный процесс

Данное предположение является существенным обобщением простой пуассоновской модели и может описать весьма широкий спектр возможных причин появления пороков тканей [6].

Рассмотрим соответствующую постановку задачи оптимального определения статистических характеристик пороков ткани. Будем полагать, что наблюдаемые в процессе контроля пороки ткани являются реализацией пуассоновского процесса с двойной случайностью, т.е. будем полагать, что функция интенсивности появления точек $\lambda(Z)$ пуассоновского процесса, зависящий от текущей длины (координаты) Z контролируемой ткани, является для фиксированного аргумента Z случайной величиной.

Будем далее полагать, что текущая интенсивность $\lambda(Z)$ определяется в результате линейного преобразования

$$\lambda(Z) = \lambda_0 [1+X(Z)], \quad (2)$$

в котором $X(Z)$ является безразмерным случайным процессом, формируемым линейной динамической системой, λ_0 - математическое ожидание функции интенсивности. В простейшей ситуации процесс $X(Z)$ формируется системой, отвечающей линейному дифференциальному стохастическому уравнению вида

$$dX(Z) = - (1/\tau)X(Z)dZ + (1/\tau)dW(Z), X(0) = 0 \quad (3)$$

где τ - постоянная динамической системы, $W(Z)$ – стандартный винеровский процесс с ковариационной функцией

$$K_w(t_1, t_2) = R \min(t_1, t_2), \quad (4)$$

R -спектральная плотность мощности винеровского процесса. Совокупность соотношений (1)-(4) определяют модель процесса возникновения пороков ткани. В сформулированной постановке задачи этот процесс является наблюдаемым и равен числу пороков (точек), появившихся на ткани текущей длины Z . Ясно, что процесс, определенный формулами (1)-(4) не является пуассоновским.

Задача состоит в формировании оптимальной текущей оценки $X^*(Z)$ процесса $X(Z)$ по критерию минимума среднеквадратической ошибки при наблюдении процесса счета пороков $N(Z)$. Наличие такой оценки позволяет в соответствии с формулой (2) определить и оптимальную оценку λ^* функции интенсивности. Эта оценка является важнейшей статистической характеристикой процесса контроля ткани и может использоваться, например, для текущего контроля работоспособности ткацкого оборудования.

Решение сформулированной задачи дается алгоритмом Калмана-Бьюси, модифицированным для оценки интенсивности пуассоновского процесса с двойной случайностью [7,8]. Алгоритм определяется связанными стохастическими уравнениями

$$dX^*(Z) = -(1/\tau)X^*dZ + \sigma(Z)[dN(Z) - \lambda_0(1+X^*(Z))dZ] \quad (5)$$

$$d\sigma(Z) = -(2\sigma/\tau)dZ + (R/\tau^2)dZ - \lambda_0\sigma dZ \quad (6)$$

Функция $\sigma(Z)$ в этих уравнениях определяет качество оценки, т.е. текущую ошибку оценки процесса $X(Z)$. Аргументом, зависящим от наблюдаемых данных в уравнениях (5) и (6) является дифференциал счетного процесса $dN(Z)$, который, очевидно, равен или единице, если порок ткани появился, или нулю в противоположном случае.

В соответствии с общей теорией текущих оценок функции $X^*(Z)$ и $\sigma(Z)$ являются параметрами (математическим ожиданием и дисперсией соответственно) некоторого одномерного гауссовского распределения. В со-

ответствии с формулой (2) оптимальная оценка интенсивности появления пороков ткани определяется как

$$\lambda^*(Z) = \lambda_0 [1 + X^*(Z)]$$

Таким образом, совокупность представленных соотношений позволяет решить задачу оптимального определения текущей интенсивности пуассоновского процесса появления пороков ткани. С практической точки зрения важно, что для любой текущей длины Z единственной случайной величиной, определяемой в темпе контроля является оценка X^* . Все остальные величины могут быть рассчитаны до начала процедуры контроля.

Указанный алгоритм является оптимальным в классе линейных алгоритмов оценки [7,8] и, следовательно, не может быть улучшен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирюхин С.М. // Текстильная промышленность. -1974. №1. С.16-17.
2. Дробинина Н.Б., Кирюхин С.М., Луцкая Т.С. //Текстильная промышленность. -1983. № 9. С. 58-59.
3. Гецонок Б.И., Мустафаева М.Я. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 1973. №4. С.21-24.
4. Поздняков Б.П. Методы статистического контроля и исследования текстильных материалов. - М.: Легкая индустрия,1978.
5. Соболев С.В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1991. № 5. С.8-11.
- 6.Солодов А.А. Непрерывная оценка статистических характеристик пороков тканей.// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности-1997. №6. С. 11-15.
7. Donald L. Snyder, Michael I. Miller. Random Point Processes in Time and Space. Second Edition Springer-Verlag New York Inc; 1991, 488 с.
8. Солодов А.В., Солодов А.А. Статистическая динамика систем с точечными процессами. - М.: Наука, 1988.

ЭКСТРУДЕРЫ – ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Сторожев В.В., Канатов А.В., Кулаков А.А., Роцин В.С.
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Рассмотрена классификация экструдеров по принципу действия экструдеров и последующее использование материалов после экструзии. Определено, что применение специальных экструзионных установок и линий по заданным параметрам технологического процесса является эффек-

тивным направлением в производстве химической и других отраслях промышленности и обладает множеством плюсов по своему назначению. Однако, в связи с тем, что в наше время все технологии и процессы стремительно совершенствуются, вопрос остаётся актуальным для более детального изучения.



Рис. 1. Экструдер для пластика

Экструзия – это одна из значительных технологий переработки пластмасс, а также производство из пластмасс всевозможных деталей и профильных изделий. Экструзия представляет собой приготовление расплава полимеров с предстоящим продавливанием его через формующие сопла – специально предназначенные насадки, придающие материалу предназначенный вид. Основопологающим устройством отраслевой линии, употребляющим аналогичную технику, оказывается экструдер для пластика (см. рис. 1).

Представление: Экструдер представляет собой электромеханический агрегат, который сконструирован для процедуры формовки пластмассовых профильных изделий и их полуфабрикатов.

Конструкция экструдера для пластика: Корпус с режимом нагрева до нужной температуры плавления полимеров. В виде источника тепловой энергии используются обыкновенные резистивные системы или индукционные, производящие высокие температуры с помощью направленных на их корпус высокочастотных индукционных токов Фуко.

Прибор загрузки, через который разнообразными способами сырьё попадает в пазуху корпуса.

Рабочее средство, производящее надлежащее давление для траверса сырья от устройства загрузки до формующих насадок. Применяются разные физические особенности, к примеру, такое приспособление может быть поршневым, дисковым или шнековым. Широко распространены как раз шнековые экструдеры.

Экструзионная головка (фильера) - определяет форму производимых изделий.

Механический приводной механизм (двигатель и редукторная система) - основывает и передаёт на рабочий орган надобное усилие.

Системы управления и регулирования - обслуживают надлежащий технологический порядок.

Действие: Загружается сырьё наподобие гранул, порошкообразного продукта или утиля. Материал под воздействием рабочего средства двигается в рабочую область корпуса, где под влиянием давления, трения и предоставляемой снаружи температуры нагревается и плавится до конъюнктуры, необходимой по требованиям технологического процесса. Во время перемещения в полости корпуса сырьё усердно перемешивается до равномерной гомогенизированной массы. Под влиянием высокого давления выплавка продавливается сквозь ретикулярные фильтры и формующие головки, где совершаются его финальная гомогенизация и приобретение определённой структуры. Далее, остывая естественным или произвольным образом, он полимеризуется, и в результате выходят фабрикаты надобной формы с предусмотренными физическими и механическими качествами.

В настоящее время экструдеры различаются как по структуре рабочего органа, так и по своим объективным функциям. Они бывают одношнековые и двухшнековые.

Шнековые (червячные) экструдеры (см. рис. 2) – самые распространенные, потому что почти в полном объёме соответствуют всем спецификациям технологического процесса.

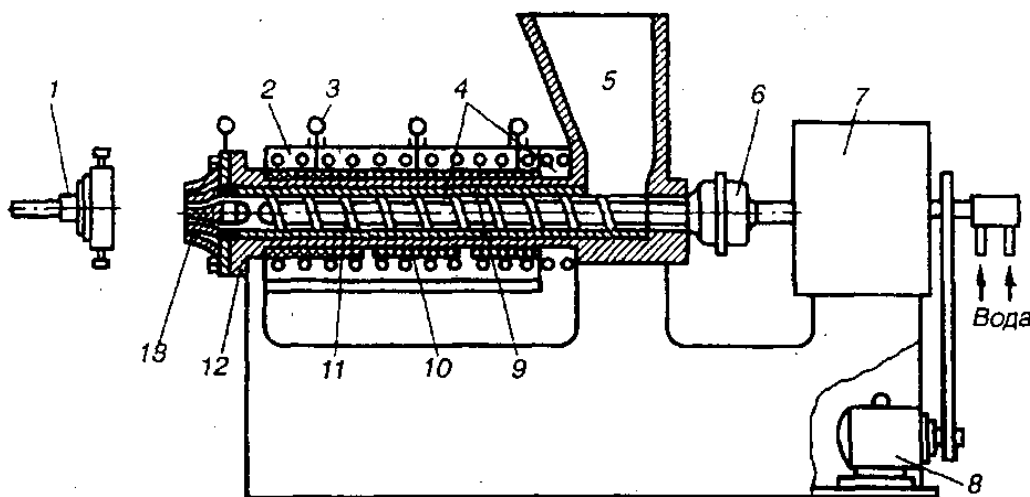


Рис. 2. Схема одночервячного экструдера

1 - сменный мундштук; 2 - электронагреватели; 3 - термодатчики; 4 - каналы охлаждения; 5 - загрузочный бункер; 6 - эластичная муфта; 7 - редуктор; 8 - электродвигатель; 9 - втулка цилиндра; 10 - корпус экструдера; 11 - червяк; 12 - решётчатый дорн; 13 - экструзионная головка.

В зависимости от функциональной схемы и профиля исходного материала шнеки могут быть нормальными или быстроходными, цилиндрической или конической разновидности, заостряющиеся к выходу. Его самая основная характеристика - это пропорция функционирующего диаметра шнека к его длине. Различаются также шнеки шагом витков и их глубиной.

Такие одношнековые экструдеры не всегда практичны. Предположим, что в виде сырья применяется порошковый сырец, то 1 винт не осилит доскональное его перемешивание в процессе расплавления и гомогенизации. В таких ситуациях используют двухшнековые экструдеры, винты которых могут располагаться в обоюдном зацеплении, производить одновременное или надвигающееся вращательное движение, обладать прямой или коническую формой.

В некоторых технологических процессах используются экструдеры и с большим числом шнеков – до 4-х, а вместе с тем, имеются и планетарные автоматы, когда вокруг основного винта двигаются до 12 сателлитных. Это бывает удобным при работе с некоторыми разновидностями пластиков, которые под влиянием высоких температур обладают свойствами к деструкции – утрате физических качеств. Таким путём, их нагрев в таких экструдерах выполняется посредством силы трения и формируемого высокого давления.

Более того, бывают и такие экструдеры:

- для ПВХ профиля - изготовление пластиковых или композитных профилей от нитей или полос до листов, больших панелей. К примеру, пластиковые окна и двери. А при добавлении соответствующих примесей в полимер производятся сложные изделия – деревянно-пластиковые конструкции.

- для изготовления труб - двухшнековые агрегаты, в которых, среди других, используются барьерные шнеки, которые основательно разделяют ещё прочный полупродукт от абсолютно расплавленного. Это предоставляет гомогенность состава, что существенно для эксплуатационных свойств изготавливаемой трубы.

- для полиэтилена - применяется выдувной экструдер, выпускаемая продукция - однослойная плёнка требуемой толщины и ширины. Когда применяются круглые щелевые фильеры крупного диаметра – плёнка выходит в виде рукава. Мини экструдеры для плёнки выпускают полиэтилен шириной рукава до 300 мм и толщиной до 600 мкм.

- Экструзионные линии включают в себя оборудование и приспособления: систему подготовки и загрузки для предварительной просушки и калибровки перед загрузкой в специальный бункер; систему охлаждения – устанавливается на выходе экструдера для форсирования процесса полимеризации изделий. Существуют – воздушные или в виде охлаждающих ванн. А также приспособления протяжки готовых профилей, маркирующие

и ламинирующие системы разного принципа действия, намоточные и отрезные механизмы для приведения изделий в должный вид для складского хранения и транспортировки.

Выводы.

1. Изучение принципа действия экструдеров и последующего использования материалов после экструзии предопределило, что эффективно используются специальные экструзионные установки и линии по заданным параметрам технологического процесса в производстве химической и других отраслях.

2. По результатам изысканий определены основные теоретические закономерности принципа действия экструдеров и процесса расплавления пластмасс.

3. Дано определение температуры расплава с приведением формул литья с применением реологических характеристик полимера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клинков А.С., Соколов М.В., Кочетов В.И., Однолько В.Г. Инженерная оптимизация экструзионного оборудования: Учебное пособие. – Тамбов: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 80 с.
2. Литвинец Ю.И., Буриндин В.Г., Пономарёв А.П. Технологическое оборудование для переработки пластмасс методом экструзии: Учебное пособие. – Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2015. – 85 с.
3. Тихонов Н.Н., Шерышев М.А. Технология изделий из пластмасс. Периферийное оборудование. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2015. – 260 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАЛЫХ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ГРУПП ПРОСТОГО ПОРЯДКА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ

Стрельников Б.А., Монахов В.И., Кузьмич И.В.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Использование эллиптической криптографии в алгоритмах защиты корпоративной сети позволяет существенно сократить ресурсоемкость процессов и способов обеспечивающих информационную безопасность сети. Разработан протокол и программное обеспечение для защиты всех информационных потоков в корпоративной сети. Разработана программа расчета эллиптической группы небольшого порядка (до 10^{12}) и поиска такой группы (будем обозначать ее EG), порядок которой является простым числом. Верхний предел порядка группы определяется разумным объемом внешней памяти для расчета и хранения рассчитанной группы.

Информационная безопасность корпоративной сети обеспечивается тотальным шифрованием всех информационных потоков с помощью одноразовых секретных ключей, которые представляют собой 24-разрядные десятичные числа. Ключ является результатом сцепления координат $(X:Y)$ некоторого элемента эллиптической подгруппы. Расчетные координаты слева дополняются нулями до 12 разрядов. Шифруются все потоки данных между любой парой хостов корпоративной сети и между хостом сети и абонентом. Алгоритм доставки секретных одноразовых ключей обеспечивается сервером безопасности.

Для реализации алгоритма доставки секретных ключей Диффи-Хеллмана используется EG , элементами которого являются пары целых чисел (X, Y) , удовлетворяющие уравнению эллиптической кривой формы Вейерштрасса [1]:

$$Y^2 = X^3 + A \cdot X + B \pmod{P} \quad (1)$$

При этом коэффициенты A и B должны удовлетворять условию:

$$4 \cdot A^3 + 27 \cdot B^2 \neq 0 \pmod{P} \quad (2)$$

Число элементов конечного множества называется порядком множества. По теореме Хассе порядок EG должен удовлетворять:

$$|\text{Ord } EG - P - 1| < 2 \sqrt{P} \quad (3)$$

Взаимно-противоположными элементами EG являются элементы $(X:Y)$ и $(X:-Y)$. Все отрицательные значения координат по модулю проецируются в диапазон $[0, P]$, поэтому все координаты неотрицательны и элемент $(X:-Y)$ по модулю P вычисляется как $(X:P-Y)$. Алгоритм расчета EG описан в работе авторов [1].

Сам алгоритм Диффи-Хеллмана на эллиптических кривых отличается от классического только природой участвующих в доставке секретных ключей элементов. Секретные значения пары абонентов на концах защищенного канала (J -локальный, S -удаленный). Это случайные целые числа, меньшие простого модуля P : nJ и nS . Смысл каждого из них – это число сложений генерирующего элемента $G(X:Y)$. Открытые пересылаемые значения – это полученные в результате заданного этими секретами числа сложений элементы EG : $nJ \cdot G(X:Y)$ и $nS \cdot G(X:Y)$.

После обмена открытыми значениями каждый абонент применяет к полученному от напарника элементу EG свое секретное число сложений с генерирующей точкой. В результате оба абонента на концах канала получают один и тот же элемент EG :

$$Ks(X:Y) = nS \cdot nJ \cdot G(X:Y) \quad \text{и} \quad Kj(X:Y) = nJ \cdot nS \cdot G(X:Y) .$$

В качестве секретного ключа пары абонентов (J,S) используется цифровая строка длиной 24 десятичных цифры, получаемая сцеплением координат элемента K . Это и есть одноразовый секретный ключ.

Полный протокол информационной безопасности заключается в трехкратном применении протокола защищенных соединений, предло-

женный авторами в [2]. Основой этого протокола является создание и динамическое ведение таблицы секретных ключей в операционной системе каждого абонента, который хотя бы один раз участвовал в обмене данных через защищенный канал [3]. В этой таблице для каждого другого абонента, с которым хотя бы однажды производился обмен, заводится отдельная строка, содержащая последний секретный ключ. В данном протоколе, в отличие от протокола, описанного в [2], только одноразовые ключи, для долговременных ключей их длина недостаточна. Однако, устаревшие значения секретных ключей никогда не стираются, они только заменяются на новые, когда любой абонент пары (J, S) инициирует обмен. Метка времени имеет только информативное значение и содержит только время создания. Остальные поля те же: IP_S - адрес удаленного конца канала; идентификатор алгоритма шифрования и инициализационный вектор; метка времени; оказия последнего отправленного пакета; личный секрет (например, nS); секретный ключ, например Ks(X:Y). Дополнительным к описанному в [2] является поле глобального ключа, с помощью которого получен секретный ключ. Глобальный ключ содержит 5 значений (P,A,B,X,Y) - это параметры уравнения (1) и генерирующий элемент G(X:Y). Поле глобального ключа перезаписывается синхронно с полем секретного ключа. Для идентификации отправляемого пакета (его исходящего номера) используется случайное число. Получатель возвращает эту оказию для подтверждения получения пакета. Возврат зашифрованной оказии используется для аутентификации получателя. Действия с оказией подробно описано в [2].

Первый шаг этого алгоритма - это создание новой EG простого порядка - выполняется однократно. В результате получается порядка 10^{12} глобальных ключей, образуемых каждым элементом EG, при его использовании в качестве генерирующей точки. В отличие от классического алгоритма доставки ключей, это множество не выкладывается в открытый доступ, может даже сохраняться в зашифрованном виде. Только процесс на сервере имеет доступ к нему и доставляет случайно выбранный глобальный ключ только одной паре абонентов и используется имя только для одного обмена данными.

Доставка реализуется трехкратным использованием шагов 2-5, описанных в [2]. На шаге 2 хост-инициатор обмена посылает процессу серверу пакет-заявку на защищенный канал, указывая в нем свой IP_J-адрес и IP_S-адрес идентификатор другого конца создаваемого защищенного канала. Заявка шифруется устаревшим ключом из строки таблицы этого хоста для строки обмена с хостом-сервером. Если это самый первый обмен хоста-инициатора с сервером, строка для обмена с сервером в таблице создается, а заявка посылается в открытом виде.

Шаг 3 выполняется сервером S, который случайной выборкой достает значение X, вычисляет пару взаимно-противоположных Y, -Y, случайно выбирает одно из этих двух значений, формирует генерирующий элемент

$G(X,Y)$. В заголовочном файле диска содержатся параметры (P,A,B) . Таким образом сервер формирует новый глобальный ключ с хостом-инициатором J , находит в своей таблице (или создает, если это впервые) строку абонента J , генерирует свой секрет nJ . В поля строки с перекрытием старых значений заносятся nJ и новый глобальный ключ с хостом J (P,A,B,X,Y) , который используется для вычисления открытого элемента для J : $nJ \cdot G(X:Y)$. Новый глобальный ключ и открытый элемент включаются в пакет для отправки хосту J . Пакет шифруется старым секретным ключом, которое еще не перекрыто новым значением.

Шаг 4 выполняется хостом J , который дешифрует полученный пакет старым секретным ключом из строки для S своей таблицы. Новое значение глобального ключа перекрывает старое в соответствующей строке таблицы. Генерируется секрет J для S - случайное число $nS < P$ и с новым глобальным ключом, вычисляется открытый элемент для S : $nS \cdot G(X:Y)$. Это значение включается в пакет для отправки к S , пакет зашифровывается пока еще не перекрытым старым секретным ключом K_s из строки таблицы. Это последнее использование старого ключа. Вычисляется новый ключ для пары хостов – элемент $nS \cdot (nJ \cdot G(X:Y))$, сцепление координат элемента образует 24-разрядную строку цифр и этот новый секретный ключ перекрывает старое значение K_s в строке таблицы для обмена с S .

На шаге 5 сервер S получает пакет, дешифрует его старым значением секретного ключа из строки таблицы для обмена с J . Полученный в пакете открытый элемент позволяет вычислить новое значение секретного ключа $nJ \cdot (nS \cdot G(X:Y))$. Сцепление координат этого элемента перекрывает в строке таблицы для обмена с J старое значение K_j . Защищенный канал обмена $S \neq J$ на этом завершает обновление одноразового секретного ключа и готов к обмену. Первичная инициализация отличается только тем, что все пакеты, которые шифровалось старым ключом пересылаются без шифрования. Сигналом для получателя, что пакет не нужно шифровать служит пустое значение поля секретного ключа в соответствующей строке его таблицы.

Сервер получает новое случайное значение X , рассчитывает по (1) пару взаимно-противоположных элементов $(X:Y)$ и $(X:-Y)$, выбирает случайным образом один из них и, дополнив значениями из заголовочного файла диска, образует новый глобальный ключ для обмена хоста J с другим хостом (например L), который был указан в пакете-заявке от хоста J на шаге 2. Новый глобальный ключ $J \neq L$ сервер направляет хосту J для обмена с L , зашифровав пакет новым одноразовым секретным ключом для обмена $S \neq J$. На хосте J пакет будет дешифрован и новый глобальный ключ заменит старый в поле строки для обмена с L .

Далее сервер инициирует такую же процедуру обновления однора-

зового секретного ключа $S \neq L$ (шаги 2-5). После обновления секретного ключа новый ключ будет использован для пересылки того же глобального ключа $J \neq L$ на хост L .

Затем любой из сайтов J или L инициирует процедуру обновления своего одноразового секретного ключа $J \neq L$. Использование одноразового глобального ключа увеличивает криптостойкость алгоритма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Монахов В.И., Стрельников Б.А., Кузьмич И.В., Степанова О.П. Служба распределения секретных ключей в компьютерной сети предприятия на эллиптических группах // Современные задачи инженерных наук: сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума «Современные инженерные проблемы промышленности товаров народного потребления» Международного научно-технического Форума «Первые международные Косыгинские чтения». Том 2. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2017.- С.106-110.
2. Монахов В.И., Кузьмич И.В., Степанова О.П., Стрельников Б.А. Протокол защищенных соединений для сети предприятия // Альманах мировой науки (7. Технические науки) 2017 №1-1(16) С. 58-62.
3. Монахов В.И., Стрельников Б.А., Кузьмич И.В., Степанова О.П. Служба аутентификации сообщений в компьютерной сети предприятия // Современные задачи инженерных наук: сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума «Современные инженерные проблемы промышленности товаров народного потребления» Международного научно-технического Форума «Первые международные Косыгинские чтения». Том 2. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2017.- С.111-115.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ И СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Сухарев В.В.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Производство текстильных товаров является одним из основных направлений деятельности легкой промышленности. Учитывая территориальную и климатическую специфику различных регионов Российской Федерации, требуется обеспечивать производство текстильной продукции самой разнообразной номенклатуры, перекрывающей потребности населения в товарах для любой погоды.

Производство товаров регулируется потреблением продукции с учетом как сезонного фактора, для той продукции, для которой это актуально, так и сложившимися среднестатистическими нормативами потребления.

Специфика текстильного производства такова, что необходимое количество продукции нельзя произвести одномоментно, требуется какой-то промежуток времени для формирования необходимого объема. При формировании такого объема уже произведенную продукцию необходимо складировать, соблюдая общие требования складирования текстильных изделий, а именно – должен быть обеспечен проход для доступа к определенным видам продукции, должна проводиться обработка от моли и прочих вредителей, должны соблюдаться правила противопожарной безопасности, необходимо обеспечить отдельное складирование штучной и рулонной продукции.

Для реализации оптимального заполнения склада, обеспечения быстрого доступа к необходимым позициям номенклатуры используется адресное хранение - система организации складского учета, при которой каждому месту на складе присваивается свой уникальный адрес, обычно по определенной системе – ряд, сторона, ярус и т.д.

Кроме того, каждое место характеризуется площадью и высотой места. Также могут быть дополнительные характеристики места складирования, если этого требует технологический процесс.

При построении автоматизированной системы складского учета в системе хранятся все параметры мест хранения. Поступающий на склад товар автоматически распределяется по ячейкам, кладовщику формируется маршрутный лист с размещением товара.

В зависимости от вида товара оператору выдается напоминание о необходимости обработки продукции от вредителей, о сроках переборки товаров. При продаже также автоматически формируется маршрутный лист на подбор продукции к отгрузке, причем можно указать желаемые параметры подбора товаров – в зависимости от сроков хранения, по количеству полностью освобождаемых ячеек, по близости к месту погрузки и т.д.

Возможности автоматизация логистической деятельности практически безграничны. В зависимости от настроек система может автоматически подбирать автотранспорт для отгрузки заказа, компоновать заказы, в т.ч. по нескольким контрагентам, как непосредственно по адресам получения, так и к логистическим центрам.

В целях оптимизации транспортной логистики выстраивается график отгрузок, оптимизирующий очередь из машин, ожидающих погрузки. Для этого анализируются такие параметры, как количество используемых грузчиков и автопогрузчиков, время подбора заказа на складе в зависимости от удаленности места хранения от зоны погрузки, объем машины и т.д. Все это позволяет минимизировать время ожидания, позволяет управлять за-

грузкой складского персонала, планировать отгрузки с максимальной детализацией, планировать освобождение складских помещений для приема продукции из производства.

Кроме того, использование систем автоматизации позволяет контролировать и при необходимости управлять такими критически важными параметрами складских помещений, как влажность и температура хранения.

Применение всего комплекса автоматизации для оптимизации складской и транспортной логистики значительно сокращает издержки на осуществление данного вида деятельности, повышает лояльность клиентов компании, увеличивает привлекательность сотрудничества с организацией как среди контрагентов, так и среди сотрудников и как следствие в значительной степени увеличивает конкурентное преимущество компании на рынке.

АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Сухарев В.В.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Качество продукции является одним из основополагающих критериев выбора товаров потребителем. Производители товаров постоянно заявляют о повышении потребительских свойств своей продукции, в том числе за счет повышения качества изделий.

Какие критерии непосредственно влияют на качество конечного продукта? Прежде всего это качество исходного сырья, техническое состояние оборудования, соблюдение технологических процессов, состав готового изделия, качество используемых расходных материалов и материалов для обслуживания оборудования, условия хранения готовой продукции. Это те составляющие, которые являются базовыми основами качества при производстве текстильных изделий.

Такой параметр, как качество исходного сырья, контролируется на этапе подачи на производство путем применения различных автоматизированных систем контроля и при необходимости процесс блокируется для устранения критически важных засоров или иных несоответствий заявленным требованиям.

Контроль за технической исправностью оборудования желательно осуществлять в соответствии с рекомендациями производителя оборудования, учитывать показатели наработки на отказ. Также использовать оборудование нужно в том режиме, в котором это предусмотрено производителем. Тем не менее, даже в случае соблюдения всех правил эксплуатации оборудованию свойственно выходить из строя. В том случае, если сбой

очевиден и после поломки оборудование перестало работать – поиск неисправности происходит сразу после ее наступления. Сложнее выйти из ситуации, при которой оборудование работает, но при этом характеристики готовой продукции отличаются от требуемых показателей.

В данном случае для поиска неисправностей активно применяются методы компьютерного моделирования, например анализ неровноты продуктов прядения по линейной плотности. В данном случае анализ может показать, какие именно вытяжные валики влияют на имеющиеся в готовом изделии показатели. Без применения методов компьютерного моделирования поиск неисправности занимает значительное время.

Хранение готовой продукции в условиях производства является дополнительной затратной статьей для производителя. В оптимальной ситуации выпускаемая продукция должна сразу после производства отправляться потребителям, т.к. организация ее хранения влечет за собой

- риск хищения готовой продукции;
- затраты на складские площади;
- затраты на персонал и охрану складских помещений;
- риск порчи готовой продукции;
- затраты на учет и складирование продукции, а также иные виды затрат на хранение.

Кроме того, работа «на склад» означает недополученную прибыль.

Хранение заказа целесообразно в том случае, если идет формирование единого заказа с разными артикулами продукции, а также ожидание единой отгрузки в целях оптимизации транспортной логистики.

Отдельно нужно выделить такую составляющую качества готовой продукции, как качество управления предприятием в целом. Данная составляющая не рассматривается обычно применительно к качеству готовой продукции. Но тем не менее весьма и весьма на нее влияет.

Не секрет, что поддержание качества продукции на требуемом уровне требует значительных материальных затрат. Здесь и соблюдение графика обслуживания оборудования, и соблюдение норм производства, и замена фильтрующих элементов и многое другое.

Все эти затраты ложатся на себестоимость готовой продукции и ведут либо к удорожанию продукта, либо к снижению рентабельности производства. У недобросовестных производителей часто возникает желание сэкономить за счет качества изделия. Как результат – снижение носкости, качества окраса и т.д. Кроме того, большое значение имеет то, как позиционирует себя производитель на рынке. Не редки ситуации, когда, выйдя на рынок с качественной продукцией и привлекательной ценой, производитель привлекает покупателя, а затем снижает издержки за счет качества и пытается продавать товар за счет наработанной ранее репутации.

Качество продукции – сложный и многогранный аспект любого производства, в том числе и текстильного. Зачастую потребители не готовы

приобретать продукцию заведомо хорошего качества за счет ее высокой стоимости. Данный товар часто становится нишевым, а производители массовой продукции вынуждены искать компромиссные решения между удовлетворительным качеством и доступной ценой.

Управление качеством есть инструмент поиска своей ниши на рынке и возможность выживания для многих производителей. В этом вопросе невозможно найти решения, удовлетворяющего всех участников процесса.

Но при выборе компромиссных решений нужно помнить о том, что недопустимо как вводить потребителей в заблуждение, обозначая одни характеристики, а на практике предлагая другие, так и выпускать продукцию, несущую вред здоровью.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РОТОРНЫМ ТКАНЕФОРМИРУЮЩИМ МЕХАНИЗМАМ

Терентьев В.И., Индербиева Т.А.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

По производительности и ассортиментным возможностям в ткацком производстве ведущее место занимают пневматические (ПТМ) и рапирные (РТМ) ткацкие машины. Производительность ПТМ ведущих мировых производителей находится в диапазоне от 1615 до 2280 м.ут/мин, РТМ – 870 – 1476 м.ут/мин.

Скорость прокладки утка на ПТМ, например, у машины ZAX – 190 – 2 с фирмы Цудакома (Япония) 1500 об/мин главного вала. Дальнейшее повышение производительности и скоростных возможностей ПТМ зависит от совершенствования основных механизмов – зевобразовательного (ЗОМ) и тканеформирующего (ТФМ).

Конструкция ТФМ с приводом от кулачково-коромыслового механизма имеет существенные скоростные ограничения по следующим причинам: 1) значительные инерционные нагрузки на привод механизма при возвратно-качательном движении и большой массе батана; 2) необходимость выстоя батана в крайнем заднем положении для прокладки уточной нити уменьшает период времени для самой прокладки; 3) перемещение батана в крайнее заднее положение является холостым ходом, который также уменьшает период времени для прокладки уточной нити.

Указанные недостатки исключаются при использовании в качестве ТФМ ротора с набором приборных дисков, который совершает однонаправленное вращательное движение в процессе ткачества. Приборные диски одновременно выполняют функции: 1) направляющего канала воздушного потока, несущего уточную нить; 2) берда батана для проборки нитей

основы в соответствии с плотностью ткани по основе; 3) берда батана для введения уточных нитей в опушку ткани.

Исключение холостого хода и выстоя батана существенно увеличивает время для прокладки уточных нитей, что позволяет повысить ширину заправки ткацкой машины или снизить скорость прокладки утка при выработке тяжелых технических тканей.

В настоящее время увеличилось количество технологических предложений проектированию ТФМ роторного типа для скоростных ткацких машин.

Для обоснования схемы параметров и технологических возможностей ТФМ роторного типа необходимо разработать технологические и эксплуатационные требования, которые должны быть включены в техническое задание (ТЗ) на его проектирования. Технологическая и эксплуатационные требования разработаны на основе анализа научно-технической информации [1,2,3,4,5].

Технологические и эксплуатационные требования к роторным ТФМ.

T_1 – регулировка зазора между прибойными дисками, необходимого для проборки основных нитей с целью получения широкого диапазона плотности ткани по основе.

T_2 – регулировка угла поворота ротора с прибойными дисками с целью изменения момента прибоя уточных нитей в зависимости от величины требуемого заступа.

T_3 – геометрия канала в прибойных дисках для воздушного потока должна обеспечивать непрерывное движение при вращении ротора.

T_4 - геометрия канала в прибойных дисках для воздушного потока должна обеспечивать плавное перемещение уточной нити от оси прокладки до опушки ткани.

T_5 – регулировка осевого прижатия прибойных дисков, необходимого для получения их продольной и поперечной жесткости с целью исключения полосатости ткани.

T_6 – регулировка скорости вращения ротора при выработке тканей различной структуры посредством соответствующей балансировки.

T_7 – регулировка координат установки оси ротора с прибойными дисками при изменении параметров заправки ткацкой машины.

Составим матрицу попарных корреляций между технологическими и эксплуатационными требованиями к роторным ТФМ, табл.1.

Таблица 1. Попарные корреляции между технологическими и эксплуатационными требованиями к роторным тканеформирующим механизмам

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7
T_1	1,0	0,6	0,5	0,5	0,9	0,6	0,8
T_2	0,6	1,0	0,6	0,9	0,9	0,6	0,9
T_3	0,5	0,6	1,0	0,9	0,7	0,9	0,8
T_4	0,5	0,9	0,9	1,0	0,7	0,7	0,9

T ₅	0,9	0,9	0,7	0,7	1,0	0,5	0,8
T ₆	0,6	0,6	0,9	0,7	0,5	1,0	0,6
T ₇	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,6	1,0

Определим группы тесно взаимосвязанных требований.

А – ТФМ обеспечивает плотность ткани по основе и минимизирует полосатость ткани по утку (T₁, T₅);

Б – ТФМ обеспечивает необходимый по цикловой диаграмме момент введения утка в опушку ткани (T₂, T₇);

В – ТФМ обеспечивает надежное перемещение воздушного потока и уточной нити (T₃, T₄, T₆).

Представим в табл. 2 коэффициенты корреляции в факторной матрице.

Таблица 2. Факторная матрица

Переменная	Фактор А	Фактор Б	Фактор В
T ₁	0,6	0,46	0,5
T ₂	0,5	0,6	0,7
T ₃	0,4	0,5	0,9
T ₄	0,4	0,56	0,86
T ₅	0,6	0,56	0,6
T ₆	0,3	0,4	0,86
T ₇	0,5	0,5	0,76

Определим степень перекрытия (дисперсию D) факторов А, Б, В со всеми переменными

Дисперсия факторов составит:

$$A(D_A) = 0,6^2 + 0,5^2 + 0,4^2 + 0,4^2 + 0,6^2 + 0,3^2 + 0,5^2 = 1,6$$

$$B(D_B) = 0,46^2 + 0,6^2 + 0,5^2 + 0,56^2 + 0,56^2 + 0,4^2 + 0,5^2 = 1,8$$

$$B(D_B) = 0,5^2 + 0,7^2 + 0,9^2 + 0,86^2 + 0,6^2 + 0,86^2 + 0,76^2 = 3,9$$

Если собственное значение дисперсии фактора на число переменных, то полученная величина покажет, какую долю дисперсии γ в исходной корреляционной матрице составит этот фактор $A\gamma = 0,21(21\%)$,

$B\gamma = 0,23(23\%)$, $B\gamma = 0,5(5\%)$. Просуммировав результаты, получим 94%. Факторы А, Б, В заполняют 94% дисперсии показателей исходной матрицы. Таким образом, в результате факторизации получена полная информация о технологических и эксплуатационных требованиях к роторным ТФМ, которые целесообразно включить в техническое задание на проектирование механизма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Компания ИТЕМА Ткацкие станки itema – идеальный выбор для технического ткачества. // Легкая промышленность. Курьер, №2, 2018, С. 18-24.

2. Фирма Тайота. www.tayota-industries.com.
- 3 Фирма Дорнье. www.lindauerdornier.com.
4. Фирма Пиканоль. www.pikanol.be.
5. Ефимов В.В., Барт Т.В.. Статистические методы в управлении качеством продукции: учебное пособие. – М.: КНОРУС, 2006, - 240 с.

ЧЕШСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ИССЛЕДОВАНИЯ

Тулах Л.

Фирма ВУТС, а.о. Чешская республика

Чешская компания ВУТС, а.о. (VUTS a.s.), которая была основана в 1951 году под названием «Исследовательский институт текстильных машин», стала известна в мире текстильного машиностроения изобретением пневматического ткачества. Сейчас компания выпускает измерительные приборы и датчики, которые используются в ткацких цехах, в производстве текстильных машин, а также в научных исследованиях. Компания ВУТС выпускает приборы и датчики.

Например, прибор WAWEON (рис.1) предназначен для измерения и обработки сигнала датчика тягового усилия основы и утка. Прибор позволяет использовать одновременно два датчика, его можно легко соединить с обыкновенным компьютером с помощью USB интерфейса и применить специальное программное обеспечение.



Рис. 1. Прибор WAWEON

Прибор имеет выбор из пяти основных измерительных режимов:

- измерение непериодических характеристик тягового усилия в зависимости от времени;
- измерение периодических характеристик тягового усилия во время одного или двух периодов;
- изображение изменения тягового усилия в зависимости от наладки параметров машины;
- изображение временной зависимости непериодического тягового усилия, представленного средним значением, средним значением +/- стандартная ошибка, максимумом и минимумом;
- статистическим вычислением из выбираемого числа периодов машины.

Датчик тягового усилия утка предназначен для статических и динамических измерений тягового усилия отдельных нитей пряжи. Он характеризуется широким измерительным диапазоном, универсальным применением и высокими динамическими параметрами для самых сложных измерений.

Датчик тягового усилия пряжи поставляется с двумя диапазонами измерений 0–300 сN (сантиНьютонов) и 0–1000 сN, а также двумя масштабами перегрузки: масштаб перегрузки (неразрушающий) 150% от верхнего значения диапазона, масштаб перегрузки (разрушающий) более чем 200% от верхнего значения диапазона. Основные параметры датчика: чувствительность 3 мV/V/300 сN, 8 мV/V/1000 сN, собственная частота 7 кHz, входное и выходное сопротивления 870 Ω, комбинированная ошибка 0.3 %. Проводник пряжи изготовлен из тонкостенной сапфировой трубочки, деформации измерительных балок считаются качественными полупроводниковыми тензometрами. Датчик оснащен «компенсацией температурных воздействий» сапфирового проводника нити трением движущейся нити.

Другой датчик тягового усилия основы предназначен для измерения и анализа тягового усилия, но его тоже можно применить как датчик для управления регулятора основы или для измерения тягового усилия систем нитей у сновальных машин.

Датчик разработан как двухдиапазонный. Требуемый диапазон выбирается методом введения основных нитей в датчик. Датчик поставляется или в двухстороннем, или одностороннем исполнении. Основные диапазоны у двухстороннего датчика 150N и 300N и у одностороннего 100N и 200N. Измерительный диапазон у одностороннего датчика 200N/50 мм ширины основы и 100N/50 мм ширины основы (отрицательный сигнал). Измерительный диапазон у двухстороннего датчика 300N/2x50 мм ширины основы и 150N /2x50 мм ширины основы (отрицательный сигнал). Чувствительность 9.9 мV/V/300N, 93 мV/V/150N, масштаб перегрузки (неразрушающий) 130% от верхнего значения диапазона, масштаб перегрузки (разрушающий) более чем 150% от верхнего значения диапазона. Соб-

ственная частота 1200 Hz, входное и выходное сопротивления 870 Ω , комбинированная ошибка 0,3 %.

Для периодического контроля предназначен карманный прибор ATLAS F-11a, рис.2, с аккумулятором, также применяемый с тензометрическими датчиками тягового усилия пряжи и основы. Аналоговый сигнал из датчика прибора усиливается, преобразуется в цифровой и вычисляется на реальную величину силы в сантиНьютонах (или Ньютонах для датчика основы).



Рис. 2. ATLAS F-11a

Перед поставкой прибор калиброван с прилагаемым датчиком, но можно его легко снова калибровать потребителем. Постоянные калибровки сохраняются в памяти прибора. Для применения в плохих световых условиях LCD дисплей имеет возможность подсветки. Всё управление прибором осуществляется с применением трёх кнопок. С прибором используются те же самые датчики как у прибора WAWEON.

Фирма ВУТС, а.о. тоже выпускает для кардочесальных машин на основе лицензии фирмы Sliver Machine датчик линейного веса Trumpet meter и датчик количества волокон на входе Torgue meter (больше информации на сайте www.vuts.cz).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SCADA-СИСТЕМЫ TRACE MODE ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ СКЛАДА

Чачина А.А., Рыжкова Е.А.

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва

Бум потребления, жестокая конкуренция на рынке сбыта, а так же логистические требования, в том числе и к срокам поставки, ставят производственные предприятия в условия быстрого реагирования на обработку и сбор поступающих заказов. В свою очередь, обеспечение такого произ-

водства сложными автоматизированными системами, ставит перед разработчиками задачу мониторинга и управления.

Современные АСУТП (автоматизированные системы управления технологическими процессами) включают в себя несколько уровней:

- планирование ресурсов предприятия;
- исполнительные механизмы и системы;
- система сбора и передачи данных;
- программируемые контроллеры.

В производственных процессах, где есть необходимость контролировать многочисленные параметры, а так же управлять, широкое распространение получили SCADA-системы, позволяющие разрабатывать системы АСУТП как на клиент-серверной, так и на распределенной архитектуре.

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) – система сбора данных и оперативного диспетчерского управления. SCADA-системы реализуют все основные функции визуализации измеряемой и контролируемой информации, передачи данных и команд системе контроля и управления [1].

На складе современного текстильного предприятия перед SCADA-системой ставятся следующие основные требования по возможностям и функционалу:

- отображение текущей загрузки склада;
- перемещение погрузочно-разгрузочных устройств по складу;
- текущее состояние погрузочно-разгрузочных устройств (включен/выключен, уровень заряда батареи, скорость передвижения);
- качественные характеристики хранимой и перемещаемой продукции и др.

Следует отметить, что все функции должны быть реализованы исключительно в режиме реального времени.

Одна из популярных SCADA-систем представленных на современном рынке является Trace Mode, разработанная компанией AdAstraResearch Group, Ltd (Россия), предназначенная для управления промышленным производством.

На базе программного комплекса Trace Mode была разработана SCADA-система по контролю и управлению работой склада, мнемосхема которой представлена на рис. 1.

В верхнем левом секторе расположено поле, отображающее план складского помещения с расположением складских стеллажей и текущим местоположением электропогрузчиков (ЭП1, ЭП2).

Справа имеются панели состояния электропогрузчиков (ЭП1, ЭП2), в них отображаются такие параметры, как скорость перемещения, уровень заряда аккумуляторов и состояние включения.

Перемещая ползунки и нажимая кнопки на этой панели, диспетчер может включать и выключать электропогрузчик, регулировать скорость его перемещения и при необходимости останавливать.

В левом нижнем секторе расположены ряды складских стеллажей, красным цветом выделены уже загруженные ячейки, бесцветные - пусты. При нажатии на загруженную ячейку предусматривается открытие окна, содержащего информацию о хранящемся рулоне из базы данных, представлено в табл. 1.

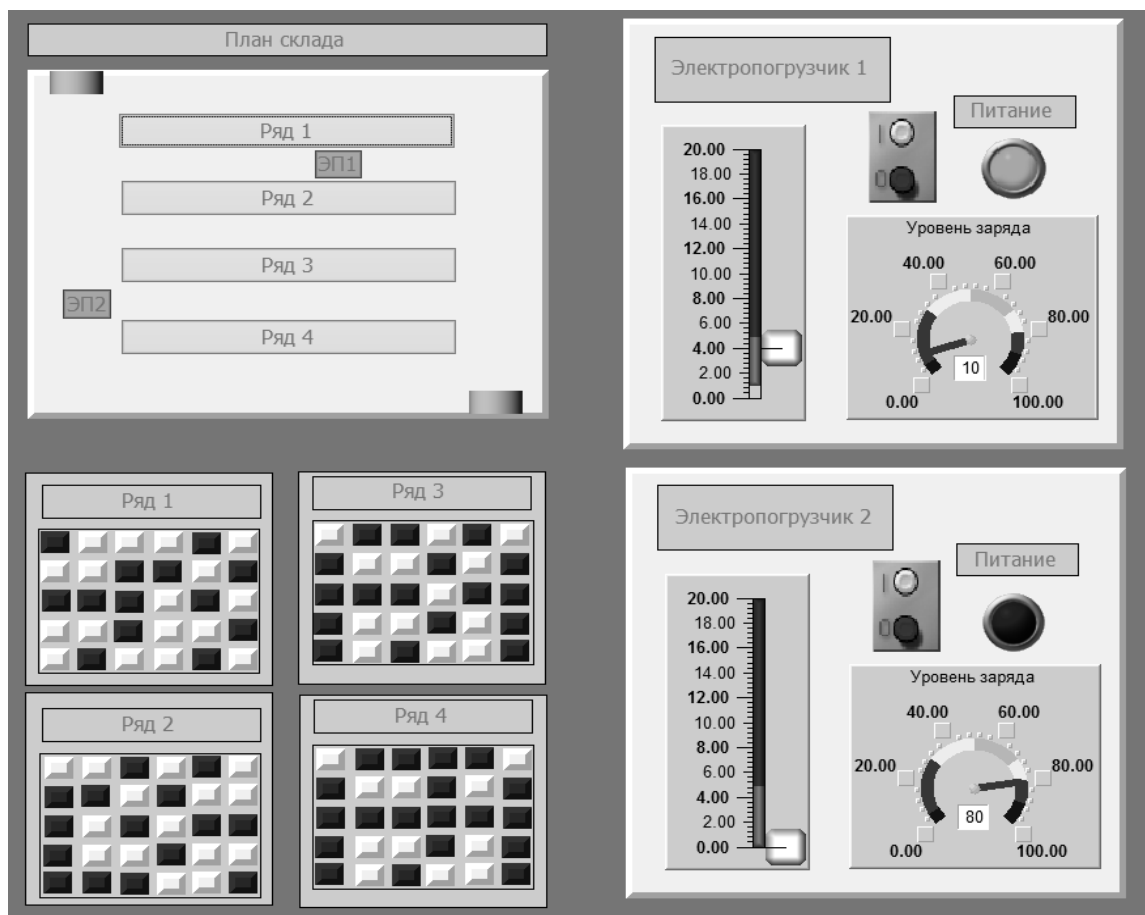


Рис. 1. Вариант мнемосхемы работы склада в SCADA-системе Trace Mode

Таблица 1. Вариант таблицы базы данных

№ записи	№ RFID-метка ячейки	№ RFID-метка рулона	Артикул	Сорт	Метраж	Пороки		
						X	Y	Вид
1	Z1X3Y5	A123R1	123	2	600	2	30	1
						10	50	3
2	Z3X4Y2	A313R1	313	1	300	6	15	1
3	Z3X2Y1	A313R2	313	1	200	2	40	2

Таким образом, реализованная SCADA-системы позволяет визуализировать технологический процесс, обеспечив удобство и наглядность отображения на автоматизированном рабочем месте диспетчера управления, что повысит уровень безопасности, а так же скорости реагирования при возникновении возможной аварийной ситуации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елизаров И.А., Третьяков А.А., Пчелинцев А.Н. и др. Интегрированные системы проектирования и управления: SCADA-системы: учебное пособие – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 160 с.
2. Рыжкова Е.А., Захаркина С.В. Использование SCADA-системы для сбора и обработки информации на заключительном этапе производства ткани // Международная научно-техническая конференция «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности». Текстиль 2009. – 2009. – С. 231.
3. SCADA-система TRACE MODE. [Электронный ресурс] – URL: <http://www.adastra.ru/products/dev/scada>
4. Ефимов И.П. SCADA-система TraceMode / И. П. Ефимов, Д. А. Солуянов. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 158 с.
5. Рыжкова Е.А., Ермолаев Ю.А. Использование информационно-измерительного комплекса для контроля и управления транспортированием материалов // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. №2. 1998. С.92-95.
6. Рыжкова Е.А. Моделирование работы формирователя партии // Химические волокна. №4. 2010. – С.65-67.

РАЗРАБОТКА ТКАЦКОГО СТАНКА DIFA ДЛЯ 3D ОБЪЕМНЫХ ТКАНЕЙ

Тулах Л.

Фирма ВУТС, а.о. Чешская республика

Проект ВУТС а.о. «Исследование и разработка технологии промышленного производства объемных тканей с переменной величиной объема на пневматическом ткацком станке» стал победителем на втором открытом конкурсе агентства TAČR «Программа поддержки прикладного исследования и экспериментальной разработки DELTA». Выделенный победителю грант был направлен на разработку в 2016 - 18 годах в сотрудничестве с тайваньским партнером «Taiwan Textile Research Institute» уникального прототипа бесчелночного станка объемных тканей DIFA для производства объемных тканей из высокопрочного полиэфирного шелка с переменным

расстоянием от 100 до 500 мм с шириной берда до 1800 мм. Затем эти станки будет выпускать фирма ВУТС а.о.

Фирма ВУТС, прежнее наименование Исследовательский институт текстильных машин а.о., была основана в 1951 г. разрабатывает разные пневматические ткацкие станки уже больше чем 65 лет. Первый пневматический ткацкий станок в мире «Р 45» начала выпускать в 1952 г. В настоящее время компания выпускает три типа пневматических ткацких станков: CAMEL, VERA и COMBINE, и один тип гидравлического ткацкого станка CAMEL W. Новинкой является разработка ткацкого станка DIFA для 3D объемных тканей (рис.1).



Рис. 1. Ткацкий станок DIFA для 3D объемных тканей

Ткацкий станок DIFA имеет собственные приводы механизмов с синхронными сервомоторами управляемые в режиме электронного кулачка, механизм прибора кулачковый с профильным батаном из С/Е композиционного материала и зевобразовательный механизм с электронной ротационной кареткой Stäubli S3060 (12 ремизок берда).

Используется пневматическая прокладка утка - накопители ROJ Super Elf G2 HD 3 мм. Применены автоматический тормоз утка ABS, тандемные и главные сопла.

Во время ткачества пользуются левая (входная) стрижка утка (алмазные лезвия) с электронно-управляемым шаговым мотором, профильное ткацкое бердо, эстафетные сопла, сопла растяжки, оптоэлектронный оста-

нов утка и правая (при останове) стрижка утка (алмазные лезвия) с электронно-управляемым шаговым двигателем.

Автоматическое управление давления воздуха главных и тандемных сопел и автоматический ход секций эстафетных сопел.

Станок оснащен двумя электронными регуляторами основы и одной системой быстрой, электронно-управляемой отмотки.

Подача волокна из верхнего навоя (система основных нитей основы): диаметр фланцев 700 мм и нижнего навоя (система связывающих нитей основы): диаметр фланцев 1000 мм.

Станок имеет систему прочного скала основы с тремя ротационными цилиндрами и тензометрическую съёмку натяжения по всей ширине, независимую для обеих систем основы. Используется двухрядный и четырёхрядный электронный останов основы.

Отвод ткани и накат товара реализован электронным регулятором товара, управляемый в режиме электронного кулачка, и электронно-управляемым накатом типа NVS C222S/2300:

Применено следующее оборудование кромки - вращающая вязка кромки Propeller Leno от фирмы Gebr.Klöcker и игольные вязки кромки K-Glass от фирмы Gebr.Klöcker с групповым пневматическим приводом.

3D ткани выпускаются электронно-управляемый механизмом ввода с электронно-управляемый дистанционным механизмом.

Станок имеет собственную систему управление машины с системой ACOPUSmulti и центральный процессор CPU 1585 от фирмы B&R Automation и цветным LCD контактным коммуникационным терминалом с размером 10,1". Это позволяет проводить непрерывный мониторинг технологии ткачества и диагностика работы машины, тоже здесь разработана внешняя коммуникация через VNC клиент и Ethernet.

Станок разработан для автоматического непрерывного процесса производства объемных тканей с рабочей скоростью 400 об./мин (макс. 500 об./мин), с бердом номинальной ширины 190 см (минимальная возможная ширина 160 см и максимальная возможная ширина 220 см), ширина объемной ткани в берде - номинальная 150 см (минимальная 120 см и максимальная 180 см).

Выпускаемые 3D ткани имеют толщину от минимальной 10 см по максимальную 50 см, эта толщина переменная от 10 по 50 см (максимальный «теоретический» угол наклона $\pm 45^\circ$).

В настоящее время разрабатывается станок для применения высокопрочного полиэфирного или полиамидного волокна (multifilament): от 250 по 1000 den.

Применение этих 3D объемных тканей показано на рис. 2 и 3.



Рис. 2. Надувные маты

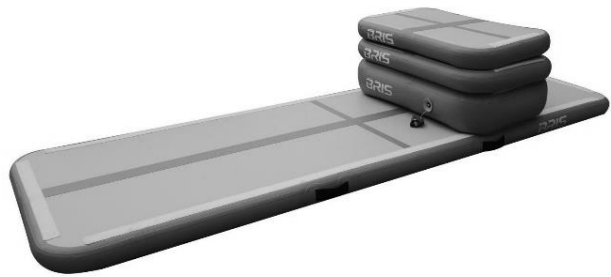


Рис. 3. Подъёмные мешки

Работа была выполнена при поддержке Европейского сообщества в рамках Европейских структурных и инвестиционных фондов в операционной программе «Исследования, разработки и обучения» и проекте Центр трансфера технологий № CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_014/0000642 (больше информации на сайте www.vuts.cz).

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ДИЗАЙН, ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ
В ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»
(ИННОВАЦИИ – 2018)

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

Часть 2

Научное издание

Печатается в авторской редакции

Компьютерная верстка и техническое редактирование
Николаева Н.А., Строганова Г.В.