

На правах рукописи



КОСТОМАРОВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФИЗИКО-
МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ ОТ
ВОЗДЕЙСТВИЙ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТИВОВ**

**Специальность 05.19.01 – Материаловедение производств
текстильной и легкой промышленности**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Москва – 2019

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В последние годы широкое распространение получила специальная одежда, основной целью которой является обеспечение безопасности и комфорта персонала. Особенно это актуально для одежды, используемой в условиях повышенной опасности, где риск нанесения вреда существенен. На химическом производстве существует много различных цехов, где используются большое количество разных агрессивных сред.

Для работы с высокими концентрациями химических реагентов существуют специальные изолирующие костюмы и комбинезоны. Сотрудники, которые работают с малыми концентрациями агрессивных сред, используют рабочую повседневную одежду. Поэтому важно знать, на сколько эффективно будет их защищать одежда на протяжении всего срока службы. Это так же важно для определения норм выдачи спецодежды. Данная работа направлена на исследование влияния вредных химических веществ на материалы с целью оценки и прогнозирования свойств этих материалов.

Целью работы является оценка качества и прогнозирование защитных свойств текстильных материалов при воздействии кислот и щелочей с учетом различных условий эксплуатации специальной одежды.

Для достижения данной цели в работе были поставлены следующие задачи:

- анализ научно-технической литературы, посвященной данной проблеме и выбор объектов исследования;
- разработка алгоритма и программы позволяющей осуществлять анализ свойств тканей от воздействия агрессивных сред и установление класса защиты в соответствии с нормативной документацией;
- разработка методики оценки качества тканей, предназначенных для защиты от кислот и щелочей;
- анализ качества тканей, предназначенных для защиты от кислот и щелочей, с учетом различных факторов воздействия;
- разработка методик прогнозирования механических свойств тканей с учетом эксплуатационных воздействий и структурных характеристик текстильных материалов.

Методы исследования.

Экспериментальные исследования осуществлялись с использованием стандартных методов в лабораторных условиях. Для обработки результатов эксперимента в исследованиях использовались численные методы прикладной математики и математической статистики. В качестве теоретической основы применялся метод подобия и анализа размерности, Построение функциональных зависимостей осуществлялось методами корреляционно-регрессионного анализа на ЭВМ с использованием программ MicrosoftExcel, MathCAD.

Научная новизна.

При проведении теоретических и экспериментальных исследований автором впервые:

- разработаны алгоритм, программа и методика поэтапной оценки материалов для защиты от кислот и щелочей по 3-м классам опасности на основе нормативной документации;
- установлена взаимосвязь между параметрами строения, длительностью действия различных концентраций кислот и щелочей на физико-механические свойства материалов с учетом действия температуры;
- методика прогнозирования и математические зависимости физико-механических свойств тканей для спецодежды, устанавливающих взаимосвязь между параметрами строения, волокнистым составом и действием агрессивных сред.

Практическая значимость работы заключается в:

- разработке алгоритма и программы, позволяющей оценивать рассматриваемый материал для защиты от кислот и щелочей и определять класс защиты;
- определении стойкости текстильных материалов к действию кислот и щелочей в зависимости от концентрации, времени действия и температуры;
- получении аналитических зависимостей физико-механических свойств тканей к различным агрессивным средам.

Основные положения, выносимые на защиту:

- алгоритм и программа, позволяющие анализировать материал для защиты от кислот и щелочей по показателям качества исходя из класса опасности;
- методика определения взаимодействия кислот и щелочей с материалом от длительности воздействия, концентрации и температуры на разрывные характеристики тканей;
- результаты экспериментальных исследований механизма взаимодействия кислот и щелочей с материалом от длительности воздействия, концентрации и температуры на разрывные характеристики тканей;
- методика прогнозирования и математические зависимости физико-механических свойств тканей для спецодежды, устанавливающих взаимосвязь между параметрами строения, волокнистым составом и действием агрессивных сред.

Апробация и реализация результатов работы.

Всероссийская научная студенческая конференция «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2013)»;

Всероссийская выставка «Инновационный потенциал молодых ученых российских регионов» в рамках празднования 150-летия со дня рождения В.И. Вернадского (г. Королев), 2013.

Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы науки в развитии инновационных технологий «Лен-2014»;

Международная научно-техническая конференция «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности. (Инновации – 2014);

III ежегодная национальная выставка – форум «Вузпромэкспо-2015»

Выставка «Научно-техническое творчество молодежи (НТТМ-2015)»;

Всероссийская инновационная молодежная научно-инженерная выставка «Политехника» 2015;

Всероссийский инженерный конкурс (ВИК-2015);

Всероссийская научная студенческая конференция «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2015)»;

67-ая внутривузовская научная студенческая конференция «Молодые ученые – инновационному развитию общества (МИР-2015)»;

Международная научно-практическая конференция «Моделирование в технике и экономике», Витебск, 2016.

Публикации. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 10 печатных работах, 3 из которых – в реферируемых изданиях, рекомендованных ВАК.

Структура и объем работы. По своей структуре диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов по каждой главе, общих выводов по работе, списка литературы и приложения. Работа изложена на 173 страницах машинописного текста, содержит 60 рисунков и 49 таблиц. Список литературы включает 101 библиографический и электронных источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, обозначены цели и задачи исследований, отражены научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе рассмотрена и проанализирована классификация одежды, используемая работниками имеющими контакт с различными агрессивными средами, проанализированы требования и методы испытаний материалов для данного вида одежды, изучены свойства материалов к воздействию агрессивных сред и проанализированы разработки в этой области.

Во второй главе выбраны объекты исследования, предназначенные для изготовления одежды различных производств. Основными объектами исследования были взяты 7 образцов тканей различающихся по составу, по поверхностной плотности и производителю. В таблице 1 приведены, структурны характеристики тканей.

Таблица 1 – Структурные характеристики исследуемых тканей

Наименование показателей	Наименование ткани						
	TRITON– Т	BARRIER UNIVERSAL А	Премьер Standard 210	Лидер 210	Пре- мьер– комфорт 250	Стимул– 240	Пре- мьер Standard 250
Состав % хлопок полиэстер	80 20	- 100	35 65	33 67	80 20	35 65	35 65
Поверхностная плотность тка- ни М1, г/м ²	249	170	214	211,4	251	241,5	249,6
Линейная плотность ни- тей Т, текс основы/утка	60/45	35/40	35/50	38/42	45/50	40/45	40/48
Количество нитей П, на 100 мм.Ткани основы/утка	280/180	200/250	240/260	280/250	280/250	300/270	300/270
Толщина тка- ни b, мм	0,48	0,25	0,67	0,64	0,67	0,58	0,64
Страна произ- водитель	Словения	Корея	Россия	Россия	Россия	Россия	Россия

В результате экспертного опроса выделены 4 группы показателей: показатели безопасности, гигиенические, физико-механические и структурные, с целью их дальнейшего исследования. Данные показатели качества представлены на рисунке 1 в виде диаграммы Исикава.



Рисунок 1 – Определяющие показатели качества тканей для защиты от воздействия агрессивных сред.

В зависимости от устойчивости к действию растворов кислот разной концентрации, спецодежду изготавливают 4 классов для защиты от концентрации: 1 класс – до 20% (К20); 2 класс – до 50% (К50); 3 класс – до 80% (К80); 4 класс – свыше 80% (КК).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	Сухое трение	Пот	Дист. Вода	Стирка	скин раст	Пот	Дист. Вода	Стирка	Свет	Стойкость к истиранию	Усадка	Кислотопроницаемость	Кислотостойкость	Разрывная нагрузка	Воздухопроницаемость	Раздирающая нагрузка	Гигроскопичность	Применение
2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3689	3	6	5,6	899	30	55	4	Подходит для использования 3-го класса опасности
3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	5800	3	6	14,3	350	30	30	4	Подходит для использования 2-го класса опасности
4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4058	3	6	10,0	200	30	15	4	Подходит для использования 1-го класса опасности и одноразового использования
5	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3000	3	6	12,5	80	30	30	4	НЕ ДОПУСКАЕТСЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
6	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3000	3	6	2,9	590	30	50	4	Подходит для использования 3-го класса опасности
7	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3000	3	6	28,6	350	30	30	3,9	НЕ ДОПУСКАЕТСЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
8	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3000	3	6	11,1	90	30	15	3,9	НЕ ДОПУСКАЕТСЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		

Рисунок 2 – Принцип действия разработанного алгоритма в программе Microsoft Excel.

Для предоставления информации заявителю по классу защиты был разработан алгоритм, в соответствии с которым анализируется протокол испытаний, проведенных по номенклатуре показателей качества. На основе алгоритма составлена программа для ЭВМ.

В соответствии с данным алгоритмом в первую очередь проверяются такие показатели: воздухопроницаемость; гигроскопичность; кислотостойкость; кислотонепроницаемость; усадка материала; стойкость к истиранию; устойчивость окраски к: свету, стирке, дистиллированной воде, поту и органическим растворителям; устойчивость окраски закрашивание материала к: стирке, дистиллированной воде, поту и сухому трению. Если выявляется не соответствие нормам, то на мониторе отображается информация, по какому показателю спецодежда не допускается к использованию.

Далее на соответствие норме проверяют разрывную нагрузку. Так как данный показатель представлен нормами для 3-х классов опасности, то если показатель больше или равен норме 3 класса опасности, то программа переходит к следующему пункту, если меньше, то снова проверяется разрывная нагрузка, если она больше или равна норме 2-го класса опасности, то программа переходит к следующему пункту, если нет, то – проверяется разрывная нагрузка 1-го класса опасности, если соответствует, то переходит к следующему пункту, если нет, то программа пишет, что не допускается к использованию по разрывной нагрузке.

Завершающим пунктом является раздирающая нагрузка. Если материал больше или равен норме 3-го класса опасности, то программа пишет, что спецодежда допускается к использованию 3-го класса опасности. Если меньше нормы, то программа пишет, что спецодежда не допускается к использованию по раздирающей нагрузке.

Данная программа позволяет работать с большим объемом информации и экспериментальных данных, как видно из рисунка 2.

Поля с А по Q заполняют результатами, полученными после проведения испытаний. В поле R занесена разработанная формула на основе функции ЕСЛИ с несколькими условиями, по которой программа анализирует данные и сравнивает их с нормами. В представленном фрагменте программы (рис. 2) видно, что во второй и шестой строке ткань специального назначения соответствует требованиям ГОСТ 12.4.251, и относится к 3 классу опасности.

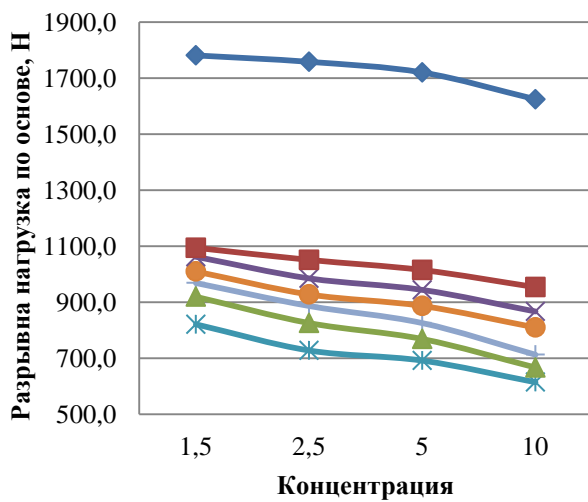
Данная разработка позволяет сократить время и трудоемкость при проведении сравнительной оценки качества исследуемых материалов и спецодежды с нормативной документацией при проведении экспертизы и процедуры подтверждения соответствия. Также данная разработка исключает влияние человеческого фактора при сравнении результатов испытаний с нормами для установления класса защиты, что приводит к снижению риска возникновения случайных ошибок.

В третьей главе были проведены исследования влияния длительности воздействия и концентрации кислот и щелочи на механические свойства тканей для защиты от химических реактивов.

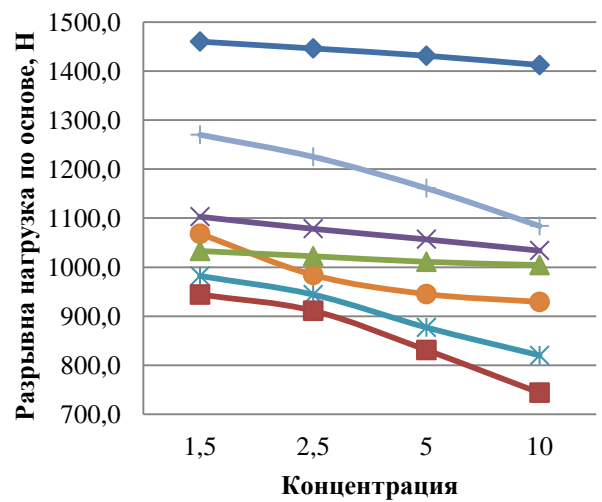
Для исследования были взяты наиболее часто используемые химические вещества: соляная (HCl), серная (H₂SO₄) кислоты и гидроксид натрия (NaOH) разной концентрации.

Образцы помещались в 1,5%, 2,5%, 5% и 10% раствор кислоты H₂SO₄, HCl и щелочи NaOH на 1, 2 и 3 недели в нормальных климатических условиях. В качестве критерия оценки воздействия кислоты и щелочи использовались разрывная и раздирающая нагрузки.

На рисунках 3 и 4 приведены графики зависимости разрывной нагрузки материала от концентрации на примере воздействия серной кислоты и гидроксида натрия от количества недель на примере воздействия 3-х агрессивных сред по основе при концентрации от 5% до 10%.

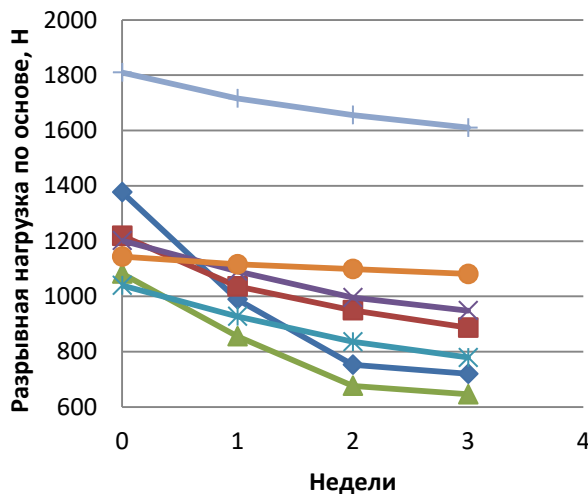


а

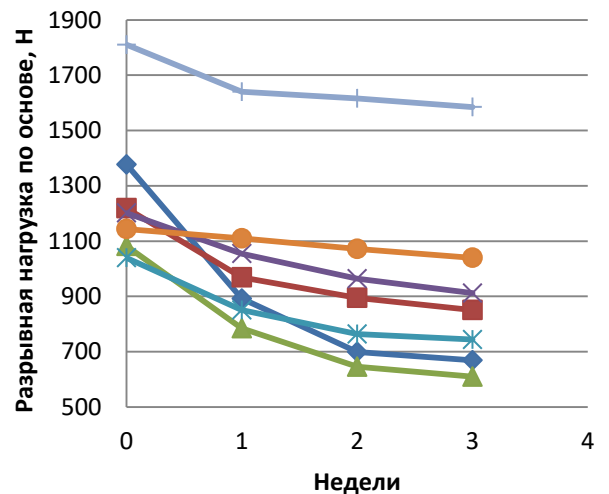


б

Рисунок 3 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе от концентрации: а – серной кислоты, б – гидроксида натрия: — Triton-t; — Барьер; — Премьер Standard 210; — Лидер 210; — Премьер-комфорт 250; — Стимул-240; — Премьер Standard 250



а



б

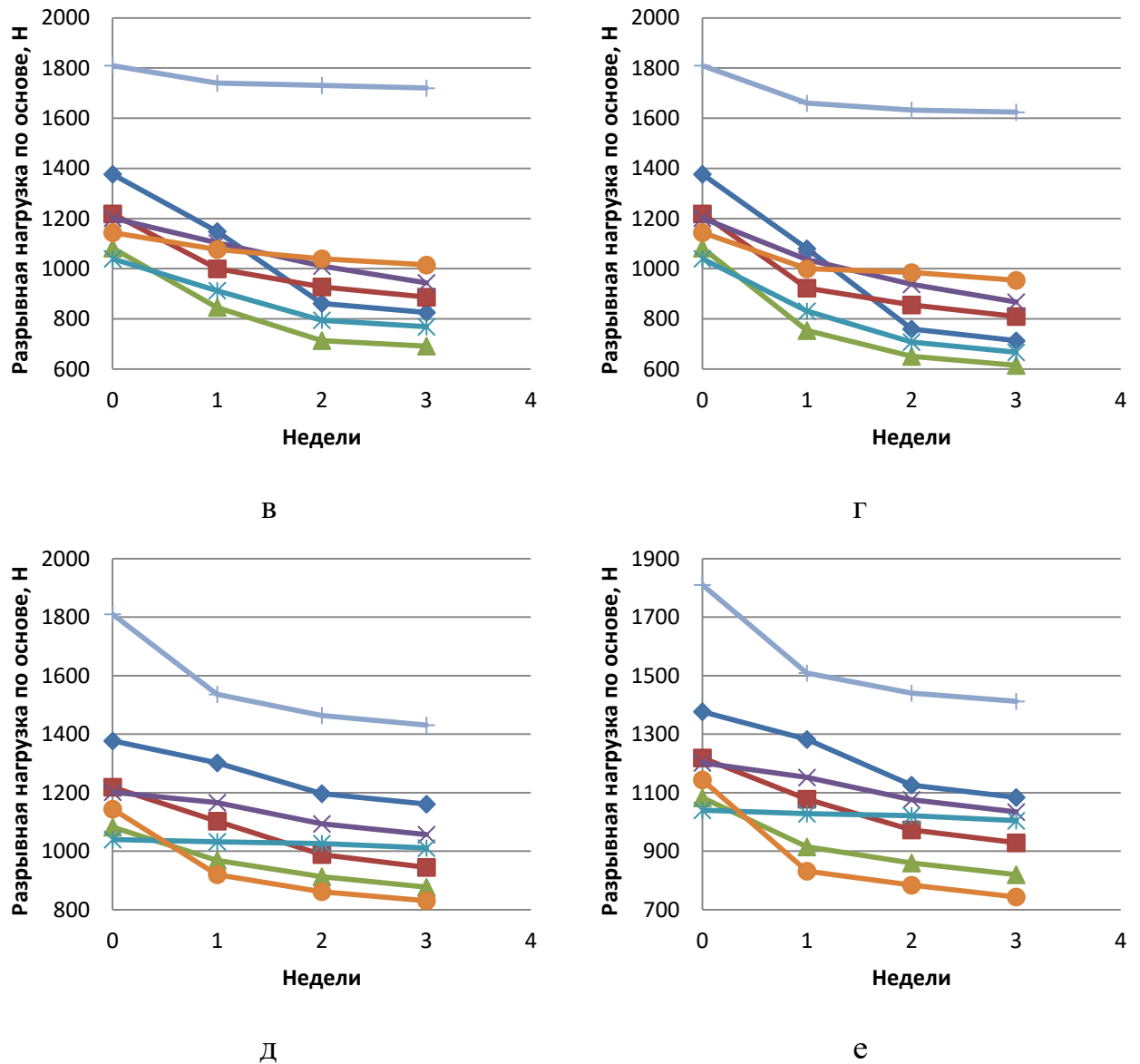


Рисунок 4 – Зависимость разрывной нагрузки тканей по основе от длительности воздействия: а – 5% соляной кислоты, б – 10% соляной кислоты, в – 5% серной кислоты, г – 10% серной кислоты, д – 5% гидроксида натрия, е – 10% гидроксида натрия: —♦— Triton-t; —■— Barrier; —▲— Премьер Standard 210; —×— Лидер 210; —*— Премьер-комфорт 250; —○— Стимул-240; —+— Премьер Standard 250

С увеличением концентрации кислоты и щелочи, и времени их воздействия, прочность тканей снижается по полиномиальному закону второй степени следующего вида:

$$Y = a_1 x^2 + a_2 x + a_3, \quad (1)$$

где a_1 , a_2 , a_3 – расчетные коэффициенты;

Y – разрывная нагрузка, Н или разрывное удлинение, мм;

x – длительность воздействия, недели;

Можно отметить, что при увеличении концентрации кислоты и щелочи разрывная нагрузка снижается. Наибольшее изменение после воздействия 10% соля-

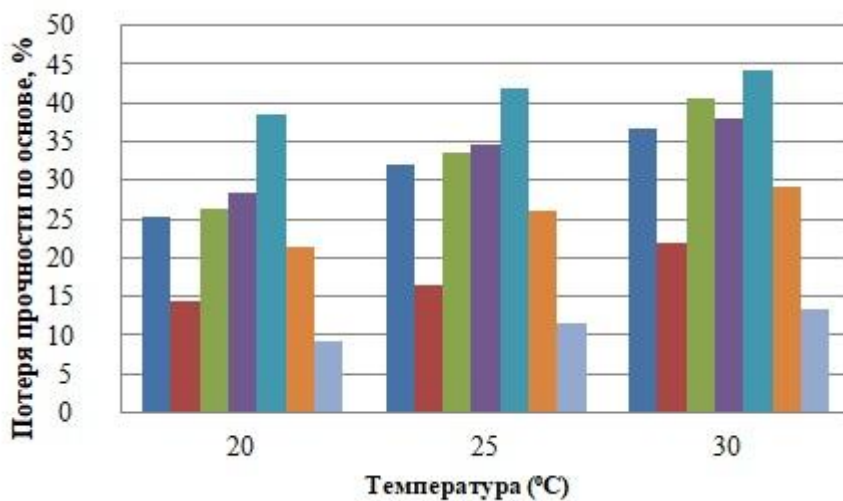
ной и серной кислоты наблюдается у ткани Triton-t и Премьер-комфорт 250, тогда как в щелочной среде наибольшее изменение у ткани Barrier.

В четвертой главе было экспериментально изучено влияние кислот и щелочей на ткани при изменении температуры окружающей среды и разработаны методы прогнозирования механических свойств тканей после воздействия агрессивных сред.

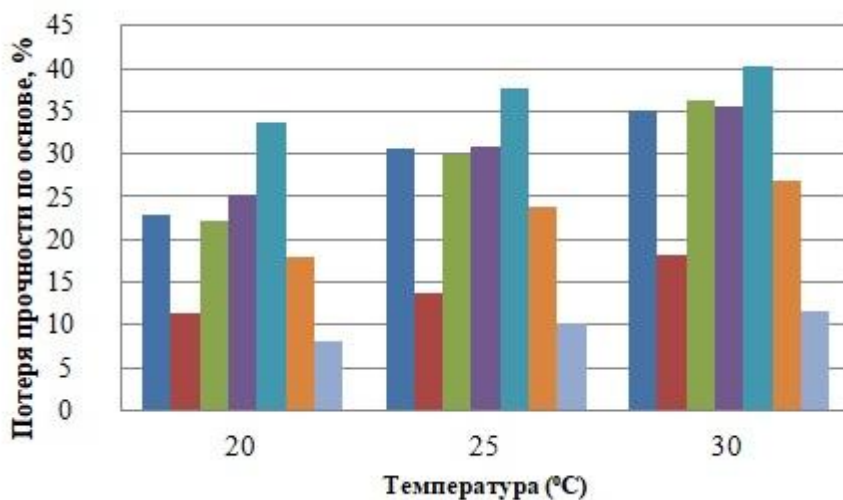
Образцы помещались в 1,5%, 2,5%, 5% и 10% растворы кислот и щелочи при температуре 20, 25 и 30 градусов. В качестве примера приведены раздирающая нагрузка по основе после воздействия 3-х агрессивных сред при 10% концентрации.

Аналогичные исследования влияния агрессивных сред проводились и по разрывной нагрузке.

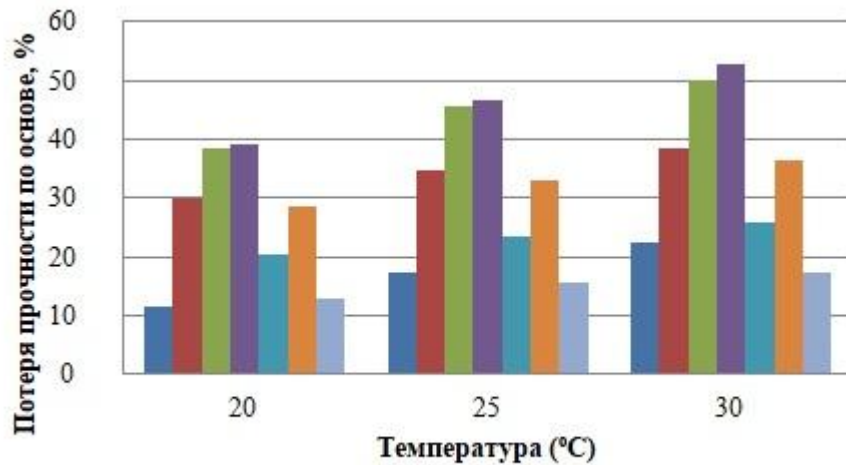
Графики зависимости потери прочности тканей при раздирании от изменения температуры окружающей среды представлены на рисунке 5.



а



б



В

Рисунок 5 – Зависимость потери прочности при раздирании тканей от изменения температуры окружающей среды по основе при воздействии: а – 10% соляной кислоты, б – 10% серной кислоты, в – 10% гидроксида натрия: ■ Triton-t; ■ Barrier; ■ Премьер Standard 210; ■ Лидер 210; ■ Премьер-комфорт 250; ■ Стимул-240; ■ Премьер Standard 250

Можно отметить, что в зависимости от состава из которого изготовлена одежда и при какой температуре эксплуатируется ткань, потеря прочности по раздирающей нагрузке в одном реактиве больше в другом меньше. Так на примере ткани Triton-t при температуре вещества 30°C и концентрации 10% в соляной кислоте данный материал потерял прочность 55%, в серной – 50%, а в гидроксида натрия – 23%, и чем ниже температура вещества, тем потеря прочности меньше.

Это объясняется тем, что реакция протекает быстрее в более нагретом веществе, так как идёт активное поглощение тепла и потеря прочности будет больше.

С помощью теории подобия и анализа размерностей можно осуществлять прогнозирование механических свойств рассматриваемой ткани. Основными факторами, оказывающими влияние на разрывную нагрузку $P_{\text{кис(щел)}}$ (Н) ткани, подвергавшейся действию агрессивных сред, являются:

$$P_{\text{кис(щел)}} = f(P_{\text{исх}}, s(t), n, T_o, T_y, P_o, P_y, G) \quad (2)$$

где $P_{\text{кис}}$ – разрывная нагрузка ткани, после воздействия серной кислоты, Н;

$P_{\text{щел}}$ – разрывная нагрузка, после воздействия водного раствора гидроксида натрия, Н;

$P_{\text{исх}}$ – разрывная нагрузка ткани, без воздействий агрессивных сред, Н;

n – длительность воздействия агрессивной среды, недели;

s – концентрация серной кислоты, %;

t – концентрация водного раствора гидроксида натрия, %;

T_o – линейная плотность нитей основы, текс;

T_y – линейная плотность нитей утка, текс;

P_o – плотность ткани по основе, число нитей/10 см;

P_y – плотность ткани по утку, число нитей/10 см.

G – содержание полиэфирного волокна, %

С помощью теории подобия и анализа размерностей зависимость (2) можно представить в виде комплекса безразмерных показателей:

$$\frac{P_{кис(цел)}}{P_{исх}} = \eta = \left(s(t); n; \frac{T_y P_y}{T_o P_o} G \right) \quad (3)$$

где η – безразмерный показатель, характеризующий изменение разрывной нагрузки после воздействия агрессивной среды.

Представим формулу (3) в виде трех безразмерных комплексов

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \quad (4)$$

где η_1 – безразмерный показатель, характеризующий влияние концентрации агрессивной среды на ткань;

η_2 – безразмерный показатель, характеризующий длительность воздействия агрессивной среды;

η_3 – безразмерный показатель, характеризующий структурные характеристики тканей.

В результате проведенных исследований получены формулы для расчета разрывной нагрузки тканей, выработанных с различным процентным содержанием натуральных и химических волокон после действия кислот и щелочей:

После действия серной кислоты:

$$P_{кис} = 158,2 \cdot P_{исх} \cdot \left[0,0006 \cdot s^2 - 0,0133 \cdot s + 0,9228 \right] \times \quad (5)$$

$$\times \left(\frac{n}{149,94 \cdot n - 20,016} \right) \cdot \left(\frac{\frac{T_y P_y}{T_o P_o} G}{1,1483 \frac{T_y P_y}{T_o P_o} G - 0,3676} \right)$$

Формула (5) справедлива для $1,5 \leq s \leq 10$, $1 \leq n \leq 3$ и $9,25 \leq \frac{T_y P_y}{T_o P_o} G \leq 145,16$. Отклонение расчетных значений от экспериментальных не превышает 1,65%.

После действия водного раствора гидроксида натрия:

$$P_{щел} = 169.1 \cdot P_{исх} \cdot \left[0,0005 \cdot t^2 - 0,014 \cdot t + 0,8769 \right] \times \left(\frac{n}{131,98 \cdot n^{1,0672}} \right) \times \left(\frac{\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G}{1,0185 \left(\frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G \right)^{1,0438}} \right) \quad (6)$$

Формула (6) справедлива для $1,5 \leq t \leq 10$, $1 \leq n \leq 3$ и $9,37 \leq \frac{T_y \Pi_y}{T_o \Pi_o} G \leq 145,83$. Отклонение расчетных значений от экспериментальных не превышает 4,69%.

При помощи данных уравнений возможно прогнозировать разрывную нагрузку текстильных материалов после воздействия агрессивных сред, а также установить сроки выдачи специальной одежды, после которой она придет в негодность.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Рабочая одежда для повседневной носки работников химических предприятий является необходимым условием обеспечения защиты человека от воздействий различных агрессивных сред.

2. Проведен экспертный опрос и определены 4 группы показателей, которые характеризуют качество рабочей одежды химических предприятий: показатели безопасности, гигиенические, физико-механические и структурные. В каждой группе установлены определяющие показатели и рассчитана их значимость.

3. Разработан метод анализа тканей к действию различных агрессивных сред, который позволяет распределить данный вид одежды по 3 группам в зависимости от условий эксплуатации.

4. Проведены исследования поведения различных образцов тканей используемых для изготовления рабочей одежды работников химических предприятий отличающихся волокнистым составом и структурными характеристиками.

5. Рассмотрено поведение образцов тканей к действию таких агрессивных сред как соляная и серная кислоты, щелочь различной концентрации.

Исследования проводились при концентрации в 1,5%, 2,5%, 5% и 10% растворов серной и соляной кислот и щелочи в течении 1, 2, 3 недель, при изменении температуры окружающей среды от 20° до 30°С.

6. Установлено, что:

– наилучшими показателями для защиты от воздействия кислот обладает ткань Премьер Standard 250;

– наилучшими показателями для защиты от воздействия щелочей обладает ткань Премьер–комфорт 250.

7. С использованием теории подобия и анализа размерностей получены уравнения, позволяющие прогнозировать разрывную нагрузку тканей в зависимости от длительности воздействия разных концентраций агрессивных сред.

8. На основе полученных экспериментальных результатов даны рекомендации по применению различных текстильных материалов в зависимости от направленности химических предприятий, а также осуществлена апробация результатов исследования на предприятиях.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, входящих в «Перечень» ВАК при Минобрнауки России:

1. Шустов Ю.С., Костомаров С.А., Валуев В.С., Бызова Е.В., Разработка алгоритма оценки качества тканей специального назначения для защиты от кислот и щелочей. [Текст] // Дизайн и технологии – Москва. – 2017.– №61 – с. 53-57.

2. Костомаров С.А., Шустов Ю.С., Кирюхин С.М., Курденкова А.В., Исследование влияния действия кислот и щелочей на одежду работников химических предприятий и прогнозирование разрывной нагрузки после их воздействия [Текст] // Дизайн и технологии – Москва. – 2018.– №64 – с. 71-74.

3. Костомаров С.А., Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Оценка качества одежды работников химических предприятий после воздействия кислот с учетом изменения температуры окружающей среды [Текст] // Дизайн и технологии – Москва. – 2018. – № 65. – с. 92 – 94.

Статьи в прочих изданиях:

1. Костомаров С.А., Курденкова А.В., Шустов Ю.С., Определение стойкости к действию кислот и щелочей тканей специального назначения // Сборник научных трудов, посвященных 70-летию кафедры текстильного материаловедения и товарной экспертизы. МГУДТ. – 2014. – С.70-75

2. Костомаров С.А., Курденкова А.В., Шустов Ю.С., Оценка качества тканей специального назначения для защиты от кислот и щелочей // «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности». (Инновации – 2014). Сборник материалов. Часть 1. – 2014. – С.235-238

3. Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Костомаров С.А., Прогнозирование трехмерного сплайн-метода для прогнозирования прочности тканей // «Инно-

вационные технологии в текстильной и легкой промышленности». Витебск ВГТУ, 2014. – С. 468-470.

4. Костомаров С.А., Курденкова А.В., Шустов Ю.С., Выбор номенклатуры определяющих показателей качества тканей специального назначения от воздействия кислот и щелочей // «Актуальные проблемы науки в развитии инновационных технологий «Лен-2014». КГТУ. Кострома. 2014. – С. 100-102.

5. Шустов Ю.С., Костомаров С.А., Валуев В.С., Исследование разрывных характеристик тканей специального назначения после воздействия кислоты и щелочи // Сборник материалов «Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности «Инновации – 2015», часть 2. – Москва. - 2015. – С. 137-140.

6. Костомаров С.А., Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Определение стойкости к действию кислот и щелочей тканей для спецодежды работников химической промышленности //50 Международная научно-техническая конференция преподавателей и студентов, посвящённая году науки. Витебск. – 2017 – С. 462-465.

7. Костомаров С.А., Валуев В.С., Курденкова А.В., Шустов Ю.С. Исследование влияния длительности воздействия и концентрации кислоты и щелочи на раздирающую нагрузку тканей для защиты от химических реактивов // Сборник материалов докладов международной научно-практической конференции. Моделирование в технике и экономике. Витебск. – 2016.– С.240-242.

КОСТОМАРОВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦОДЕЖДЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЙ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКТИВОВ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Специальность 05.19.01 – «Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности»

Бумага офсетная. Печать цифровая
Усл.-печ. 1,0 п.л. Тираж 80 экз. Заказ № 1342 Н
Редакционно-издательский отдел РГУ им. А.Н. Косыгина
117997, г. Москва, ул. Садовническая, 33, стр. 1
отпечатано в РИО РГУ им. А.Н. Косыгина