

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ДИЗАЙНА И ТЕХНОЛОГИИ»

*На правах рукописи*

**Лаврентьева Екатерина Петровна**

**РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА  
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НОВЫХ СТРУКТУР ДЛЯ  
СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ И СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ**

Специальность 05.19.02

«Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья»

Диссертация на соискание  
учёной степени доктора технических наук

Научный консультант –  
доктор технических наук, профессор  
К.Э. Разумеев

Москва 2016 г.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ВВЕДЕНИЕ	.....	7
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ И АББРЕВИАТУР.....	15
	СПРАВКА о переименовании ЦНИХБИ.....	17
Глава 1	ОБОСНОВАНИЕ ВЫБРАННОГО НАПРАВЛЕНИЯ. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР.....	18
1.1	Потенциальный рынок огнезащитных тканей в России.....	18
1.2	Анализ тенденций в создании отечественных и импортных огне- и термозащитных текстильных материалов и средств индивидуальной защиты.....	21
1.2.1	Огне-, термозащитные ткани зарубежных фирм-производителей специальной одежды.....	21
1.2.2	Огне-, термозащитные ткани отечественных фирм-производителей специальной одежды.....	31
1.3	Анализ научных достижений в области создания огне- и термозащитных текстильных материалов и средств индивидуальной защиты. Выбор направления исследований.....	45
1.4	Разработка требований к огне- и термозащитным текстильным материалам и средствам индивидуальной защиты.....	48
1.4.1	Основные характеристики огне-, термозащитных тканей для специальной одежды.....	48
1.4.2	Разработка требований к огне- и термозащитным тканям.....	51
1.4.3	Разработка требований к средствам индивидуальной защиты.....	54
1.4.4	Разработка требований к текстильным материалам для спецподразделений силовых структур.....	59
1.5	Выводы по главе 1.....	61
Глава 2	ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	62
2.1	Аналитический обзор модели процессов горения.....	62
2.1.1	Основные понятия, классификация и модели процессов горения.....	62
2.1.2	Особенности горения в различных средах.....	67
2.1.3	Особенности горения текстильных материалов.....	72
2.1.4	Комбинирование модели нагрева и горения защитных тканей с учётом теплового поражения кожного покрова.....	77
2.2	Моделирование процессов зажигания и горения текстильного материала.....	85
2.2.1	Физическая модель зажигания и горения плоского участка ткани.....	86

	2.2.2	Модель нулевого порядка остаточного горения волокнистого материала.....	89
	2.2.3	Модель остаточного горения образца двумерного плоского материала.....	105
	2.3	Выводы по главе 2.....	114
Глава 3		<b>АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ИМПОРТНЫХ ВОЛОКОН, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОГНЕ- И ТЕРМОЗАЩИТНОЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ И СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ.....</b>	<b>116</b>
	3.1	Основные определения термо- и огнестойкости волокон.....	117
	3.2	Виды органических отечественных и импортных волокон с функциональными свойствами, применяемые для производства огне- и термозащитной спецодежды и средств индивидуальной защиты.....	124
	3.2.1	Параарамидные волокна.....	130
	3.2.2	Метаарамидные волокна.....	136
	3.2.3	Сополимерные волокна.....	139
	3.2.4	Полиоксидиазольное волокно.....	145
	3.2.5	Модакриловые волокна.....	147
	3.2.6	Термостабилизированные полиакронитрильные волокна.....	149
	3.3	Неорганические термостойкие волокна.....	155
	3.4	Выводы по главе 3.....	159
Глава 4		<b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СЫРЬЕВЫХ СОСТАВОВ СМЕСЕЙ ПРИ ВЫРАБОТКЕ ПРЯЖИ ДЛЯ ОГНЕСТОЙКИХ ТКАНЕЙ.....</b>	<b>160</b>
	4.1	Теоретические исследования по оптимизации составов сырьевых смесей.....	161
	4.1.1	Расчёт прочности пряжи из многокомпонентной смеси.....	162
	4.1.2	Проведение оптимизации состава смеси.....	166
	4.2	Экспериментальные исследования по определению оптимальных составов сырьевых смесей.....	174
	4.2.1	Выработка экспериментальных образцов пряжи и тканей.....	174
	4.2.2	Исследование свойств экспериментальных образцов пряжи и тканей и выбор оптимальных вариантов для производственной выработки опытных партий пряжи и тканей.....	184
	4.3	Выводы по главе 4.....	194
Глава 5		<b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫРАБОТКИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПРЯЖИ И ТКАНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТНОЙ СИСТЕМЫ ПРЯДЕНИЯ ШЕРСТИ.....</b>	<b>196</b>
	5.1	Сырьё и выбор составов смесей.....	196

5.1.1	Выбор и обоснование сырья, определение оптимальных составов смесей.....	196
5.1.2	Исследование и анализ свойств выбранных огнестойких и натуральных волокон.....	198
5.2	Разработка технологии прядения и выработка опытно-промышленных партий пряжи в производственных условиях. Оценка протекания технологического процесса.....	201
5.2.1	Составление плана технологических переходов и цепочки оборудования для выработки пряжи, содержащей огнестойкие химические волокна.....	201
5.2.2	Оценка протекания технологического процесса выработки пряжи.....	203
5.2.3	Исследование свойств и анализ качества пряжи.....	210
5.3	Разработка технологии производства суровых тканей.....	214
5.3.1	Разработка структуры тканей.....	214
5.3.2	Выработка в производственных условиях опытно-промышленной партии ткани.....	218
5.3.3	Анализ технологического процесса ткачества.....	219
5.4	Разработка технологии отделки ткани с огнезащитными свойствами.....	222
5.4.1	Выбор и обоснование технологической цепочки для подготовки и отделки тканей с использованием огнестойких волокон.....	222
5.4.2	Исследование технологии огнезащитной отделки тканей в лабораторных условиях.....	224
5.4.3	Отделка выработанной опытно-промышленной партии ткани в производственных условиях.....	234
5.5	Экспериментальные исследования по сохранению свойств огне-, термозащитных тканей после химчистки.....	245
5.6	Выводы по главе 5.....	250
Глава 6	<b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫРАБОТКИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПРЯЖИ И ТКАНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРДНОЙ СИСТЕМЫ ПРЯДЕНИЯ ХЛОПКА.....</b>	<b>253</b>
6.1	Выбор сырьевых компонентов.....	253
6.2	Выработка опытно-промышленных партий пряжи из оптимальных сырьевых составов в производственных условиях.....	256
6.3	Разработка ассортимента и технологии производства огне- и термозащитных тканей.....	262
6.3.1	Разработка структур и ассортимента огне- и термозащитных тканей.....	262
6.3.2	Выработка опытно-промышленных партий суровых огне- и термозащитных тканей.....	271

6.3.2.1	Состав технологической цепочки. Параметры заправки оборудования.....	271
6.3.2.2	Анализ технологического процесса и качества выработанных тканей.....	272
6.3.3	Исследование физико-механических и специальных свойств суровых тканей и разработка технологических режимов их производства.....	275
6.4	Разработка оптимальных технологических параметров, рецептуры и режимов отделки огне- и термозащитных тканей.....	282
6.4.1	Разработка оптимальных технологических параметров, рецептуры и режимов отделки тканей, выработанных из 100% огнестойких волокон.....	282
6.4.1.1	Разработка оптимального режима мягкой отделки тканей.....	283
6.4.1.2	Разработка оптимального режима отделки тканей, обеспечивающей комплекс огне-, термозащитных и масло-, водоотталкивающих свойств.....	285
6.4.2	Разработка оптимальных технологических параметров, рецептуры и режимов отделки смешанной ткани, состоящей из хлопка (75%) и огнестойкого волокна Русар®(25%).....	289
6.4.2.1	Подготовка смешанной ткани.....	290
6.4.2.2	Заключительная огнезащитная отделка смешанной ткани.....	291
6.4.3	Выработка готовых опытно-промышленных партий огне- и термозащитных тканей.....	295
6.5	Выводы по главе 6.....	298
Глава 7	<b>КОМПЛЕКСНЫЕ МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ, ГИГИЕНИЧЕСКИХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ОГНЕ- И ТЕРМОЗАЩИТНЫХ ТКАНЕЙ.....</b>	<b>301</b>
7.1	Анализ физико-механических и гигиенических свойств огне- и термозащитных тканей, содержащих 100% огнестойкие волокна.....	302
7.1.1	Анализ физико-механических и гигиенических свойств огне- и термозащитной ткани, содержащей огнестойкие волокна Русар® (65%) и Кермель® (35%).....	302
7.1.2	Анализ физико-механических и гигиенических свойств огне- и термозащитной ткани, содержащей огнестойкие волокна НИТОКС® (40%), Русар® (40%), Кермель® (20%).....	310
7.2	Анализ физико-механических и гигиенических свойств смешанной огне- и термозащитной ткани, содержащей хлопок (75%) и огнестойкое волокно Русар® (25%).....	317
7.2.1	Анализ физико-механических и гигиенических свойств смешанной ткани с огнестойкой отделкой препаратом Фогинол.....	317

7.2.2	Анализ физико-механических и гигиенических свойств смешанной ткани с огнестойкой отделкой по технологии «Пробан» (ТА).....	311
7.2.3	Анализ физико-механических и гигиенических свойств смешанной ткани с огнестойкой отделкой по технологии «Пироватекс» (ТО «ПРВ»).....	324
7.2.4	Сравнительный анализ физико-механических и гигиенических свойств ткани различных способов отделки, содержащей 75% хлопкового волокна и 25% волокна Русар®.....	325
7.3	Исследование специальных свойств огне- и термозащитных тканей.....	330
7.4	Анализ масло-, водоотталкивающих свойств огне-, термозащитных тканей и прочности их окраски.....	347
7.5	Сравнительный анализ свойств огнезащитных тканей различных способов производства.....	352
7.6	Выводы по главе 7.....	360
Глава 8	<b>ВЫБОР СОСТАВОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПАКЕТОВ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ СПЕЦОДЕЖДЫ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....</b>	<b>364</b>
8.1	Выбор составов и исследование пакетов для моделей спецодежды сварщиков и металлургов.....	365
8.1.1	Выбор составов пакетов для зимних моделей спецодежды сварщиков и металлургов и проведение их испытаний.....	366
8.1.2	Выбор составов пакетов для летних моделей спецодежды сварщиков и металлургов и проведение их испытаний.....	373
8.2	Исследование составов пакетов для водителей бронетанковой военной техники.....	379
8.3	Проведение испытаний огнезащитных тканей и пакетов на соответствие требованиям к материалам, используемым для изготовления специальной одежды пожарного.....	383
8.4	Выводы по главе 8.....	389
	<b>ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ.....</b>	<b>392</b>
	<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....</b>	<b>398</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** Технический текстиль сегодня в мире наиболее динамично развивающаяся отрасль среди других направлений развития текстиля.

В текстильной индустрии Германии технический текстиль занимает более 50% оборота, в США – 40%, в Китае – 30% и ему обеспечен дальнейший рост, т.к. технический прогресс предлагает новые области применения.

Российский рынок технического текстиля в сравнении с другими товарными группами отрасли также наиболее динамичен и прогрессивен. Рост его производства и потребления в ближайшие 10 лет прогнозируется с опережением в 1,5-2 раза среднего роста экономики в целом. Активно потребление будет расти по фильтрационным, изолирующим и, особенно, по защитным материалам.

Защита человека от различных негативных факторов является первостепенной задачей и в этой области технический текстиль занимает особое место.

В России всё более актуальным становятся вопросы создания одежды и других текстильных материалов с высокими защитными свойствами. Специальная одежда и средства индивидуальной защиты играют важную роль в снижении травматизма на производстве и сохранении здоровья и трудоспособности работающих.

С учётом того фактора, что специальная и защитная одежда фактически решает национальные задачи, повышение её качества и развитие её производства на современном уровне должно входить в сферу государственных интересов.

Выбор методов и средств обеспечения безопасности определяется набором вредных и опасных производственных факторов, присущих производственному оборудованию или технологическому процессу. При этом в зависимости от функционального назначения они должны соответствовать требованиям каждого производства и максимально защищать от вредных и опасных факторов.

Для анализа в представленной работе были выбраны те отрасли промышленности и ведомства, которым требуется специальная одежда, защищающая от следующих поражающих факторов: лазер-ионизирующее

излучение (сварка); повышенные температуры в течение длительного времени; высокие температуры рабочих сред; световое излучение; неожиданное воспламенение и возгорание.

Данные исследования выполнены в рамках Федеральной целевой программы (ФЦП) «Национальная технологическая база» на 2007-2011 гг и в рамках программы Совета делового сотрудничества Республики Беларусь и г. Москвы в 2009-2010 гг, что определяет актуальность работы.

На основании проведенного аналитического обзора сформулированы цель и задачи, а также выбраны направления исследований.

**Цель исследований** – создание текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты (СИЗ) на основе отечественных высокомолекулярных, высокопрочных и термостойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс, обеспечивающих требуемые защитные и функциональные эксплуатационные свойства.

#### **Задачи работы:**

- проведение патентных исследований в целях выявления российских и зарубежных аналогов в области текстильных материалов и средств индивидуальной защиты;
- разработка требований к текстильным материалам: тканям и средствам индивидуальной защиты;
- исследование свойств отечественных и импортных высокомолекулярных, высокопрочных и термостойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс, применяемых для производства огне- и термозащитной специальной одежды и средств индивидуальной защиты;
- определение оптимальных составов сырьевых смесей на базе использования отечественных термостойких и натуральных волокон с целью обеспечения требований к защитным свойствам материалов;
- исследование процессов горения текстильных материалов и разработка модели горения;
- выбор структуры огнезащитных тканей;



- разработка ассортимента и технологии производства пряжи, суровых и готовых тканей с использованием отечественных огнестойких, высокомодульных, высокопрочных волокон, имеющих высокий кислородный индекс;
- проведение материаловедческих исследований по оценке физико-механических, гигиенических и специальных свойств готовых термо-, огнезащитных тканей;
- оценка влияния стирок и химчисток на специальные свойства тканей;
- исследование оптимальных составов пакетов для спецодежды сварщиков и металлургов, водителей техники на базе бронетанковых вооружений, специальной одежды пожарного;
- разработка нормативной документации на огне-, термозащитные пряжу, ткани;
- получение сертификатов соответствия и экспертных заключений;
- проведение технико - экономического анализа производства огне-, термозащитных текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты.

Направления исследований: огне- и термозащитные текстильные материалы для одежды металлургов и сварщиков, специальной одежды пожарного, специальной одежды работников силовых структур (водителей техники на базе бронетанковых вооружений).

Разработка ассортимента и технологии производства отечественных огнезащитных тканей нового поколения и средств индивидуальной защиты с использованием высокомодульных, высокопрочных и термостойких волокон позволит получить текстильные материалы для повышения безопасности работающих в особо опасных производствах, что обеспечит развитие отечественной сырьевой базы текстильных материалов и импортозамещение тканей и средств индивидуальной защиты.

**Научная новизна** диссертационной работы заключается в развитии теоретического, экспериментального и методического обеспечения процессов оптимизации проектирования огнезащитных текстильных материалов.

**Впервые** применён комплексный научный подход к решению проблемы создания огнезащитных материалов, включая процессы оптимизации сырьевых

смесей, выбор структуры ткани, обеспечение её огнезащитных, специальных, гигиенических свойств и испытания в пакете.

В диссертационной работе **впервые**:

- Методами механики деформируемого твердого тела развита теория аналитического проектирования пряжи и нитей с учетом реальных геометрических и механических свойств волокон и нитей.
- Средствами системы MathCAD проведена оптимизация сырьевых составов смесей волокон для выработки огнезащитной пряжи с максимальным кислородным индексом в условиях аппроксимации зависимости прочности пряжи от состава смеси полиномами второго порядка.
- Развита теория горения текстильных материалов на основе моделей, учитывающих изменение скорости горения из-за уменьшения горючей составляющей вследствие конвекции, уменьшения доступа кислорода и нарастания негорючих продуктов сгорания.
- Построены математические модели горения волокнистых материалов, описывающие горение этих материалов с учётом температуры, энергии активации процесса горения и их влияния на динамику горения, а также имитирующие эксперимент по проверке огнестойкости материала.
- Получены кривые распространения температурного фронта, объясняющие эффект самоподдерживания горения за счёт энергии новых участков материала при значениях коэффициента теплопроводности, превышающих критический уровень; найдены условия, способствующие распространению горения по поверхности материала, когда интенсивность горения не ослабевает по мере распространения фронта горения.
- Разработаны направления и требования к созданию отечественных огне-, термозащитных текстильных материалов на базе применения пряжи из отечественных химических волокон и их смесей с огнестойкими натуральными волокнами в сочетании с поверхностными пропитками для металлургов и сварщиков, спецподразделений силовых структур.

- Применительно к проблематике диссертации эффективно использован комплекс существующих базовых методов и средств экспериментальных исследований свойств отечественных и зарубежных высокомодульных, высокопрочных и огнестойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс, раскрыты общие специфические свойства отечественных и импортных волокон.

- В результате проведённого анализа основных характеристик волокон, характеризующих их свойства для обеспечения требований к огнезащитным материалам, установлено:

- наибольшим значением кислородного индекса и температурой эксплуатации обладают термостабилизированные полиакрилонитрильные волокна;
- наилучшие разрывные свойства имеют параарамидные волокна;
- наилучшие термостойкие свойства (сохранение прочности при 3000С) наблюдаются у метаарамидных волокон.

- Разработаны и внедрены параметры технологического режима переработки огнестойкого полиакрилонитрильного волокна в пряжу по аппаратной системе прядения шерсти и по хлопчатобумажной системе.

- Разработаны оптимальные режимы заключительной отделки тканей из огнестойких и натуральных волокон.

**Практическая значимость** проведённой работы состоит в разработке основ комплексного подхода по созданию тканей для спецодежды, а также получению опыта по исследованию влияния различных факторов на параметры, обеспечивающие выполнение основных требований к огнезащитным тканям и средствам индивидуальной защиты и определению способов достижения огнезащитных свойств за счёт выбора сырья, характеристик и структуры тканей, способов и видов отделки.

В результате проведённых исследований:

- Разработана технология производства огнезащитной пряжи, суровых и готовых тканей на основе переработки огнестойких отечественных волокон по аппаратной системе прядения шерсти.

- Разработана технология производства огнезащитных пряжи, суровых и готовых тканей на основе переработки натуральных и огнестойких отечественных волокон по кардной системе прядения хлопка.
- Созданы огнезащитные ткани поверхностной плотностью 250-350 г/м<sup>2</sup> и 450-550 г/м<sup>2</sup>, обеспечивающие комплекс высоких прочностных, огнестойких и гигиенических показателей, значительно превышающих нормы ГОСТ, а также обеспечивающих скатывание с поверхности брызг расплавленного металла.
- Показано функциональное преимущество огнезащитных тканей с использованием огнестойких волокон перед тканями из натуральных волокон с использованием огнезащитной пропитки.
- Разработаны и утверждены ТУ на новые огнезащитные материалы: пряжу, суровые и готовые ткани.
- Показана целесообразность применения комплексного системного подхода к разработке специальной одежды.
- Результаты работы:
  - внедрены на предприятиях ООО «Чайковская текстильная компания», ОАО «Сукно» г. Минск, Республика Беларусь;
  - использованы при разработке ГОСТ Р 12.4.297-2013 ССБТ. Одежда специальная для защиты от повышенных температур, теплового излучения, конвективной теплоты, выплесков расплавленного металла, контакта с нагретыми поверхностями, кратковременного воздействия пламени. Технические требования и методы испытаний;
  - использованы при разработке межгосударственного стандарта ГОСТ 11209-2014. Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний.

**Апробация результатов диссертации.** Основные положения и результаты исследований по теме диссертации докладывались и обсуждались на:

- IV-ом и VI-ом Международных симпозиумах по техническому текстилю, печатным материалам и защитной одежде «Инновационные разработки,

современные технологии и применение технического текстиля», 2009, 2011 Москва.

- XII-ой Международной научно-промышленной конференции «Новейшие тенденции в области конструирования и применения баллистических материалов и средств защиты– 2012» НИИ СТАЛИ, Москва.

- Семинаре Рособоронзаказа по форменной одежде, поступающей на снабжение по государственному оборонному заказу – 2013, Москва.

- Семинаре «Инновации в текстильной и лёгкой промышленности в области сырьевого обеспечения и технического регулирования», расширенное заседание РСПО – 2013, Москва.

- Совместном заседании Комиссии РСПП по текстильной и лёгкой промышленности и Правления Союзлегпрома «Инновации в техническом текстиле» - 2014, Москва.

- Доклад на XVII Международном форуме «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоёмкие технологии и материалы» SMARTEX – 2014, г. Иваново.

- Пленарный доклад на XVIII Международном научно-практическом форуме «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоёмкие технологии и материалы» SMARTEX – 2015, г. Иваново.

- Доклад на Международной научно-технической конференции «Новое в технике и технологии в текстильной и лёгкой промышленности», г. Витебск, 2015.

- Доклады на Учёных советах ФГУП «ЦНИХБИ», ОАО «ЦНИТИ», ОАО «ИНПЦ ТЛП», г. Москва, 2009, 2010, 2011, 2015 гг.

Диссертация обобщает результаты исследований, которые были проведены под руководством и при непосредственном участии автора в Открытом акционерном обществе «Инновационный научно-производственный центр текстильной и лёгкой промышленности» (ОАО «ИНПЦ ТЛП»), кафедре текстильных технологий Текстильного института имени А.Н. Косыгина Федерального Государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего профессионального образования «Московский государственный университет дизайна и технологии».

**Личный вклад автора** состоит в постановке цели и задач исследования, составлении аналитического обзора, разработке теоретических положений, участии в получении исходных данных и научных экспериментальных исследованиях выработки пряжи и тканей, в обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке основных результатов, составлении общих выводов по работе. Автор лично участвовал в апробации результатов исследований, выступал с докладами и готовил основные публикации по выполненной работе.

Автор считает своим долгом выразить благодарность за ценные советы докторам технических наук профессорам К.Э. Разумееву, В.П. Щербакову, П.А. Севостьянову и проведение совместных исследований кандидатам технических наук М.П. Михайловой, Л.А. Малькову, Л.С. Ковальчук, Н.Н. Школе, старшему научному сотруднику В.В. Дьяченко, практической помощи патентному поверенному Н.И. Колобанову, научному сотруднику Е.Г. Зайцевой, а также специалистам фирм ООО «Чайковская текстильная компания», ООО НПП «Армоком».

**Публикации.** По результатам исследований опубликовано 12 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ. Получено 9 патентов РФ на изобретения и полезные модели, представлено 9 докладов на конференциях.

**Структура и объём диссертации.** Работа состоит из введения, 8 глав с выводами, основных результатов, выводов и рекомендаций по работе, списка используемой литературы и приложений.

Работа изложена на 413 страницах машинописного текста, содержит 48 рисунков, 118 таблиц, список используемых литературных источников включает 148 наименований. Приложения представлены отдельным томом на 476 стр.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ И АББРЕВИАТУР

ФЦП	– Федеральная целевая программа
СИЗ	– средства индивидуальной защиты
ТУ	– технические условия
ГОСТ	– государственный стандарт
КИ (LOI)	– кислородный индекс (Limiting Oxygen Index)
Вискоза FR	– вискоза огнестойкая
БОП	– боевая одежда пожарного
МО	– Министерство обороны
МЧС	– Министерство чрезвычайных ситуаций
АЗС	– автозаправочная станция
Пробан (Proban) ТА	– огнезащитная отделка по технологии Пробан
Пироватекс (Pyrovatex) ТО «ПРВ»	– огнезащитная отделка по технологии Пироватекс
ССБТ	– система стандартов безопасности труда
ИК	– инфракрасный
ТНС	– тепловая нагрузка среды
УФ	– ультрафиолет
СВМ	– сверхвысокомодульное волокно
ПБИ (PBI)	– полибензимидазол
ПОД	– полиоксиадиозольное волокно
ПАН	– полиакрилонитрильное волокно
ПАН-О	– полиакрилонитрильное окисленное волокно
БСТВ	– базальтовое супертонкое волокно
БТВ	– базальтовое тонкое волокно
БНВ	– базальтовое непрерывное волокно
НТД	– научно-техническая документация
Об/мин	– оборотов в минуту
Обр/м	– количество обрывов на 1 м

м/с	– метры в секунду
ТЗ	– техническое задание
Кив	– коэффициент использования прочности волокон смеси в пряже
п/5 ст.	– после 5 стирок
п/5 химчис.	– после 5 химчисток
исх.	– исходный
МО	– мягкая отделка
МВО	– масло-, водоотталкивающая отделка
ТО «ФОГ»	– огнестойкая отделка фторсодержащим соединением или фтор- и азотсодержащим соединением
Обр.	– образец
БТВТ	– бронетанковая военная техника
Пов. плотность	– поверхностная плотность



## СПРАВКА

## о переименовании ЦНИХБИ

Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности «ЦНИХБИ» создан в 1935 году на базе реорганизации Центрального научно-исследовательского института текстильной промышленности (Приказ ВСНХ СССР от 22.09.1927 г. № 1157).

Переименован в федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности» (ФГУП ЦНИХБИ) Министерства промышленности, науки и технологий РФ в соответствии с утверждением нового устава 16 октября 2000 года (устав зарегистрирован Московской регистрационной палатой 16 октября 2000 года № 33.844).

Преобразован 15 июня 2010 года на основании Распоряжения Правительства Российской Федерации от 29 апреля 2007 года № 543-р, приказа Федерального агентства по управлению федеральным имуществом от 24 мая 2007 года, распоряжений Территориального управления Росимущества в городе Москве от 31 декабря 2008 года № 2054 и от 18 февраля 2010 года № 285 в открытое акционерное общество «Центральный научно-исследовательский текстильный институт» (ОАО «ЦНИТИ»).

Переименован в открытое акционерное общество «Инновационный научно-производственный центр текстильной и лёгкой промышленности (ОАО «ИНПЦ ТЛП») на основании распоряжения Федерального агентства по управлению государственным имуществом (Росимущество) № 370-р от 13 мая 2013 года.

## ГЛАВА 1. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБРАННОГО НАПРАВЛЕНИЯ. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

### 1.1 Потенциальный рынок огнезащитных тканей в России

Для выполнения цели работы был проведен анализ мировых тенденций создания современной специальной одежды и средств индивидуальной защиты (СИЗ), обеспечивающих сохранение здоровья и безопасность работников горячих цехов в различных отраслях промышленности, проанализированы условия труда рабочих горячих цехов и участков с опасными и вредными производственными факторами (повышенная температура, искры и брызги расплавленного металла, излучение сварочной дуги, тепловые потоки большой интенсивности и др.), определены отрасли промышленности, которые нуждаются в современной защитной одежде от указанных факторов (наиболее сложные условия труда), проанализирован объем требуемых специальных тканей и средств индивидуальной защиты в этих отраслях.

С целью выявления российских и зарубежных аналогов и определения технического уровня объектов техники, тенденций и прогноза их развития в области текстильных материалов для спецодежды и средств индивидуальной защиты проведены патентные исследования (Приложение А).

Огнезащитные ткани для изготовления защитной одежды необходимы, в основном, в следующих отраслях промышленности:

- нефтегазовая промышленность;
- электроэнергетика;
- металлургия;
- стекольная и керамическая промышленность.

Ткани для вышеперечисленных отраслей должны быть огнестойкими, ограждать тело человека от внезапного возгорания или возникновения электрической дуги, а также от попадания расплавленного металла на тело человека.

Существуют отрасли, в которых требуется специальная одежда для защиты от повышенных температур:

- кузнечнопрессовое и термическое производство;
- автомобилестроение.

#### Нефтегазовая промышленность

В нефтяном комплексе занято более 600 тыс. человек.

Среднегодовая численность персонала в газовой отрасли составляет около 400 тыс. человек.

Потребность в спецодежде из огнезащитной ткани существует у 30% работников газовой отрасли и 20-25% работников нефтяной отрасли. Всего 240-270 тыс. человек. Норма расхода на 1 костюм составляет 5 метров ткани, срок эксплуатации – 1 год.

Потребность отрасли составляет:

- огнезащитных тканей – 1,2-1,35 млн.м. в год;
- огнезащитных костюмов – 240-270тыс. шт. в год.

#### Электроэнергетика

Общая численность занятых в отрасли составляет около 900 тыс. человек. Потребность в спецодежде из огнезащитной ткани существует для 40% персонала, это около 360 тыс. человек. Норма расхода на костюм составляет 5 метров.

Потребность отрасли составляет:

- огнезащитных тканей – 1,8 млн.м./год в год;
- огнезащитных костюмов – 360 тысяч штук в год (из расчета 1 костюм в год).

#### Металлургия

Потребность в спецодежде из огнезащитной ткани в металлургическом комплексе существует для 25% персонала, это около 250 тыс. человек. Норма расхода на костюм составляет 5 метров.

Потребность отрасли составляет:

- огнезащитных тканей – 1,25 млн.м. в год;
- огнезащитных костюмов – 250 тысяч штук (из расчета 1 костюм в год).

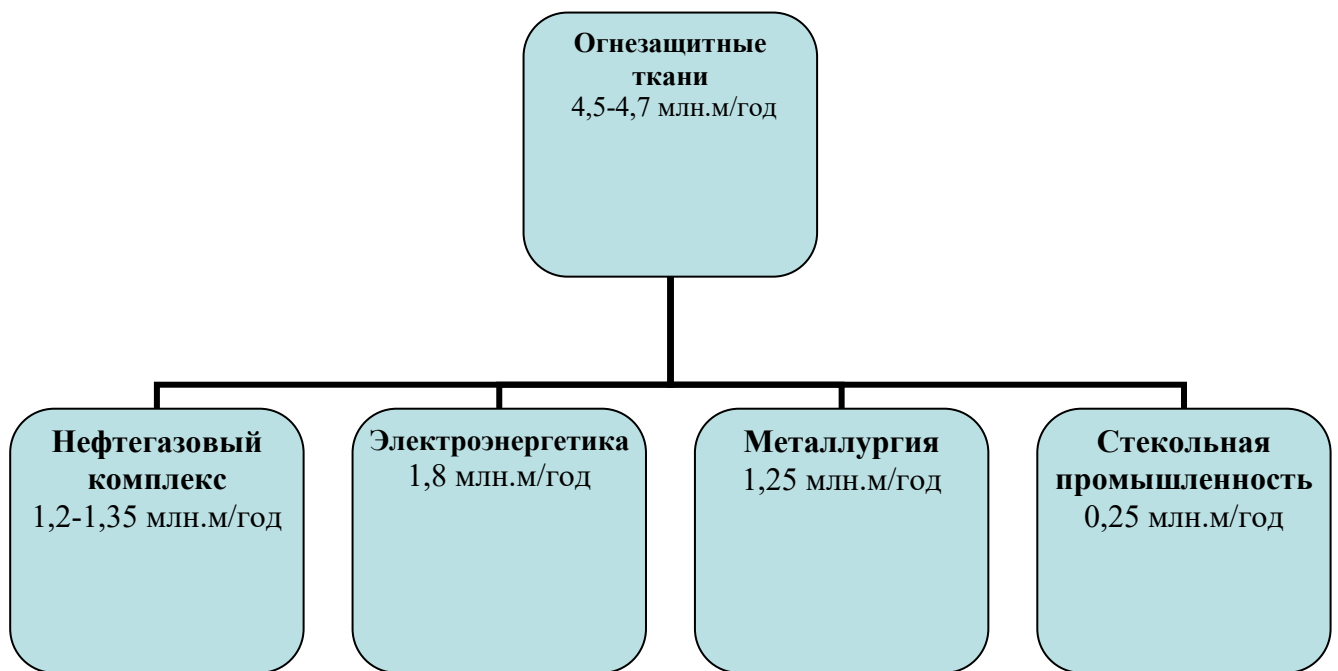
## Стекольная промышленность

Стекольная промышленность России включает около 3 000 компаний, в том числе 500 крупных и средних предприятий. Численность занятых в стекольной промышленности составляет около 500 тысяч человек.

Потребность отрасли составляет:

- огнезащитных тканей – 0,25 млн.м. в год;
- огнезащитных костюмов – 50 тысяч штук (из расчета 1 костюм в год).

Таким образом, рынок огнезащитных тканей в России может быть представлен следующими объемами:



В результате анализа потенциального рынка огнезащитных тканей выявлены отрасли с наиболее сложными условиями труда. Ежегодная потребность в защитной одежде для этих отраслей составляет достаточно значительный объем – около одного миллиона штук огнезащитных костюмов. К защитной одежде для рабочих этих отраслей предъявляются высокие требования [1-12].

Для выполнения этих требований необходимо провести разработку новых сырьевых составов для текстильных изделий, новых видов тканей, трикотажных полотен и изделий (СИЗ).

## 1.2 Анализ тенденций в создании отечественных и импортных огне- и термозащитных текстильных материалов и средств индивидуальной защиты

В последние годы наблюдается эволюция спецодежды: переход от универсальной рабочей одежды к профессиональной, корпоративной одежде для работников конкретных производств, отраслей.

Учитывая, что в России опыт промышленного производства огнезащитных тканей гораздо меньше зарубежного, проведен расширенный анализ ассортимента современных материалов для специальной защитной одежды известных зарубежных фирм и отечественных производителей. Анализ проведён на основании рекламных, экспертных, опросных материалов, а также из открытых источников.

### 1.2.1 Огне-, термозащитные ткани зарубежных фирм-производителей специальной одежды

Анализ специальной защитной одежды импортного производства, проведённый на основе рекламных данных и проспектов фирм, показал, что в последнее время за рубежом для защитной одежды чаще всего используются огнестойкие волокна торговых марок Номекс® (Nomex), Кевлар® (Kevlar), Кермель® (Kermel): одежда из них обладает постоянной огнезащитой в процессе эксплуатации, имеет хорошую стойкость к различным химическим реагентам, у нее умеренное выделение токсичных газов в пламени, она является легкой и комфортной и имеет большой срок службы.

Известная международная фирма Klorman International применяет в новых разработках специальной огнезащитной одежды хлопковые ткани FlameSafe с добавкой негорючего волокна Kermel в количестве 30% в сочетании с огнезащитной пропиткой Proban (Пробан). Ткани торговой марки Multi Pro обладают огнезащитными свойствами в сочетании с антистатическими, масло-, водоотталкивающими, кислото-щелочезащитными свойствами и защитой от

электрической дуги. Ткани вырабатываются с поверхностной плотностью от 236г/м<sup>2</sup> до 460г/м<sup>2</sup>.

Известная европейская компания Carrington Career & Workweer Ltd (Англия) создает огнезащитные группы тканей также по технологии Proban. Одна из разработок фирмы – это ткань, в состав которой входят хлопковое и новейшие волокна Protex (Kanecaron, Япония), обладающие огнестойкостью. Эти волокна под воздействием огня обугливаются, а не плавятся и не образуют капелек, что происходит с обычным синтетическим волокном.

Новейшей разработкой компании Carrington Career & Workweer Ltd в области огне- и термостойких материалов являются ткани марки Thermoshield для защиты от больших потоков теплового излучения, от искр металлов.

Thermoshield изготовлена из смешанной пряжи (70% Panoх, 30% Kevlar), имеет поверхностную плотность 260-300 г/м<sup>2</sup>, применяется для специальных накладок. При этом основа костюма состоит из 100% хлопка с пропиткой Proban.

Фирма представляет огне- и термостойкий костюм из огнезащитной ткани 3111 Proban с плащом или фартуком из огне- и термостойкой ткани Thermoshield - AL с алюминизированным покрытием (шерсть – 50%, вискоза огнестойкая – 40%, хлопок – 10%). Этот костюм предназначен для высокого уровня защиты от тепловых потоков, а также от искр расплавленного металла. Является заменой суконного костюма с накладками из асбеста.

Алюминизированное под вакуумом покрытие экранирует тепловое излучение.

При изготовлении костюмов применяются световозвращающие огнестойкие материалы Retrolux.

Ткань Flameshield изготовлена из 100%-ного хлопка сатиновым переплетением с огнезащитными свойствами по технологии Proban. По данным фирмы огнезащитная отделка сохраняется на первоначальном уровне даже после 50 стирок и химчисток, а также при длительном хранении в течение 10 лет. Ткань используется для пошива костюма сварщика.

Усиленный костюм сварщика изготовлен из огнезащитной ткани Flameshield с накладками из термостойкой ткани Thermoshield-P, которая имеет по данным фирмы КИ = 55% и соответствует требованиям специальной одежды для сварщика-резчика металла, для рабочих цветной и черной металлургии.

При изготовлении полного комплекта материалов для костюма сварщика используются:

- огнезащитная ткань Flameshield;
- огне-, термостойкая ткань Thermoshield-P;
- огнестойкие световозвращающие материалы Retrolux,
- огнестойкие нитки;
- огнезащитный флис.

Фирма Ten Cate Protect (Голландия) предлагает на рынке огнезащитные ткани на основе арамидного волокна Nomex.

Ассортимент огнезащитных тканей разработан с тремя степенями защиты (I, II, III), которая достигается благодаря применению специальных волокон и пропитке.

В последних разработках компания представляет огнезащитные ткани только из арамидных волокон с пониженной материалоемкостью (180-205 г/м<sup>2</sup>), для обеспечения комфортности при эксплуатации в сырьевой состав вводят антистатические компоненты (таблица 1).

Таблица 1 – Ткани фирмы Ten Cate Protect последних разработок

Артикул	Состав	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Комментарии
1	2	3	4
Nomex III BV 130	Номекс <sup>®</sup> -95% Кевлар <sup>®</sup> - 5%	180	Защита от огня и высоких температур
Nomex III BV 107	Номекс <sup>®</sup> -95% Кевлар <sup>®</sup> - 5%	205	Ткань для нефтегазовой промышленности, энергетиков, пожарных, МЧС
Nomex III BV 138	Номекс <sup>®</sup> -95% Кевлар <sup>®</sup> - 5%	250	Защита от огня и высоких температур

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Nomex III BV 111	Номекс® -94% Кевлар® - 5% металл-1%	265	Защита от огня, электрической дуги с антистатическими свойствами
Nomex III BV 120	Номекс® -95% Кевлар® - 5%	265	Ткань высокой плотности, аналог BV9120 без антистатических свойств, более низкой цены
Nomex III Static Control BV 9120	Номекс® -94% Кевлар® - 5% Статик-контроль- 1%	265	Защита от электрической дуги и высоких температур
Nomex III Comfort Delta C BV 80	Номекс® -93% Кевлар® - 5% P 140-2%	215	Повышенная комфортность и антистатические свойства за счет введения волокна P 140 Защита от огня и электрической дуги
XA 1	модакрил -55%, хлопок-45%	325	Нефтегазовая промышленность, энергетика, МЧС
XA 9003	модакрил-49%, хлопок-42%, арамид-5%, полиамид-3% антистатик-1%	230	Нефтегазовая промышленность, энергетика, МЧС
XA 9004	модакрил-49%, хлопок-42%, арамид-5%, полиамид-3% антистатик-1%	170	Гальваника, нефтяники
XB 100Tescaweld	хлопок-75%, Кевлар® -25%	310, сатин 4/1	Для костюмов сварщиков, прожигаемость более 180 с, защита от высоких температур, пламени, брызг расплавленного металла
KS 52 Proban	хлопок-100%	310	Нефтегазовая промышленность, энергетика, МЧС
BG 9500 Proban	хлопок-64%, ПЭ-35%, антистатик-1%	310	Нефтегазовая промышленность, энергетика, МЧС



## Окончание таблицы 1

1	2	3	4
AU 0001 Tecalum	шерсть-45%, хлопок-24%, модакрил-18%, ПЭ-13%	450	Металлургия
XB 9340	хлопок-74%, пара-арамид- 25%, антистатик-1%	340	Защита от сварочных брызг, антистатичность, мягкое туше, низкая усадка, хорошая устойчивость к истиранию, хорошая цветоустойчивость, высокопрочная ткань

Компания Ten Cate разработала новое термостойкое волокно типа Номекс® марки PPRAN, которое обеспечивает прожигаемость – 260 с при 960°C.

При изготовлении огнезащитных тканей используют смешанную пряжу PPRAN+ Кевлар+ хлопок.

Фирма Ten Cate Protect (Голландия) выпускает ткани для изготовления термозащитной одежды.

Ткани Tecaweld XB 100, Tecaweld Static-Control XB 9340 выполнены из смеси волокон – 74% хлопок, 25% пара-арамид, 1% металлическая нить с поверхностной плотностью 340 г/м<sup>2</sup> саржевым и сатиновым переплетением.

Ткани имеют огнезащитную пропитку Пробан и обеспечивают следующие свойства:

- прожигаемость – более 180 с;
- защиту от высоких температур и пламени;
- защиту от факторов при сварочных процессах;
- длительный период эксплуатации;
- высокую прочность на разрыв;
- высокую износоустойчивость;
- высокую цветостойкость;
- устойчивость к промышленным стиркам и усадке.

Область применения указных тканей – это защитные костюмы для сварщиков, для защиты от высоких температур и пламени, брызг расплавленного металла.

Для защиты от брызг металла и криолита фирма предлагает ткани торговой марки OASIS со следующим составом сырья – 50% вискоза FR, шерсть – 40%, полиамид – 10% и поверхностной плотностью 270 г/м<sup>2</sup>.

Сырьевой состав авторы объясняют тем, что вискозные огнестойкие волокна обеспечивают защиту ткани от возгорания, шерсть обеспечивает максимальную защиту от прилипания расплавленного алюминия и брызг криолита, полиамид обеспечивает защиту ткани от пиллинга и высокую прочность на разрыв ( $P_o=45$  даН,  $P_y=35$  даН).

Ткань OASIS OS 1000 из той же серии имеет поверхностную плотность 340 г/м<sup>2</sup> и вырабатывается саржевым переплетением. Предлагается для изготовления брюк, курток, комбинезонов, защищающих от брызг расплавленных металлов, алюминия, криолита.

Плотная огнестойкая, антистатическая ткань для защиты от электродуги, для пошива спецодежды рабочих нефтегазового комплекса, сварщиков МЧС, военных, милиции, марки Tecafort-fr-Static-Control BG 9500 имеет смесовой состав – хлопок – 64%, ПЭ – 35%, металлическая нить – 1%. Ткань выпускается с поверхностной плотностью 340 г/м<sup>2</sup>, отделкой Пробан и имеет прочность при разрыве по основе 120 даН и по утку 60 даН.

Ткань OASIS OS 1200 имеет следующий сырьевой состав – 50% вискоза FR, шерсть – 40%, полиамид – 10% - 405 г/м<sup>2</sup>. Ткань для верхней одежды вырабатывается саржевым переплетением.

Фирма также разработала защитные костюмы для нефтяников, газовиков, энергетиков, пожарных, МЧС, военных марок Tecasafe Penta Static-Control XA 9003 для защиты от огня, высоких температур, электрической дуги, масляных и водных загрязнений.

Ткани имеют следующий сырьевой состав: 49% - огнезащитные модакрильные волокна, 42% - хлопок, 5% - параарамидные, 3% - полиамид, 1% -

металлическая нить. Ткани вырабатываются саржевым переплетением с поверхностной плотностью 230 г/м<sup>2</sup>, имеют отделки – МВО и комфорт.

Для обеспечения свойств огнестойкости, защиты от электричества, нефтепродуктов, химических продуктов фирма представляет ряд тканей:

- ткань Millenia light, которая имеет следующий сырьевой состав: параарамид – 60% и нить P130 – 40%;
- ткань со следующим сырьевым составом Номекс III А – 65% и вискоза FR – 35%. Поверхностная плотность ткани – 185 г/м<sup>2</sup>;
- ткань Freestyle из 100% волокна Номекс III А. Ткань рекомендуется для пошива спецодежды военных, спасателей, пожарных, электриков, для рабочих нефтяной промышленности.

Для защитной одежды шахтёров, пожарных, спасателей фирма предлагает ткань ARAsield из 100% арамидных волокон с пропиткой типа Matte.

Китайская фирма TAIZHOU HUATONG FIRE-FIGHTING EQUIPMENT PLAN производит спецодежду следующих назначений из сырья китайского производства:

- Огнезащитная одежда из пламезащитного текстильного материала, соединенного с алюминиевой фольгой, применяется в ситуациях с излучением температуры 1000°С, когда температурная зона приближается к зоне огня.
- Электрозащитная одежда из нейлоновой ткани, покрытой компаундом. Она обладает огнезащитными свойствами и защищает в случае высоких вольт до 7000в.
- Нижнее белье с антистатическим эффектом обладает мягкостью и антистатическими свойствами. Эти изделия применяют при операциях тушения огня в легко воспламеняемых и взрывоопасных зонах. Они сделаны из 100%-ного хлопка, который имеет антистатическую обработку.

В составе защитного комплекта пожарных представлен пламезащитный шерстяной свитер, который используется в качестве верхней одежды при операциях тушения огня и обладает такими характеристиками, как огнезащита, термозащита.

Защитная одежда для пожарных этой компании выполняется из нескольких слоев - первого огнезащитного слоя (водостойкий Номекс), второго воздухопроникающего слоя, третьего термозащитного слоя и комфортного слоя.

Она характеризуется:

- пламезащитным исполнением;
- длиной повреждений  $\leq 10$  см;
- продолжительностью воздействия пламени  $\leq 2$  с;
- устойчивостью к гидростатическому давлению  $\geq 17$  кПа;
- воздухообменом  $\geq 500$  г/м<sup>2</sup> 24ч;
- весом  $\leq 3,5$  кг.

Компания Uranus Garments (Китай) представляет огнезащитную ткань сатинового переплетения из хлопка с пропиткой.

Компания Westex (США) разработала ткани торговых марок Indura, Indura Ultra Soft, Vinex, которые являются огнезащитными и предназначаются для пошива специальной одежды.

Ткани серии Indura, Indura Ultra Soft защищают от воздействия электрической дуги, открытого пламени, брызг расплавленного металла рабочих следующих отраслей: нефтегазовой, энергетической, сварщиков, металлургической, сотрудников МЧС и военных.

По сведениям фирмы ткани сатинового переплетения поверхностной плотности 305 г/м<sup>2</sup> содержат хлопок, обработанный вулканизацией в аммиачно-воздушной среде. В процессе этой обработки формируется огнестойкий полимер, который внедряется в сердцевину каждого хлопкового волокна.

Ткани марок Indura (100% хлопок) прошли успешные испытания в компании Норильский никель.

Ткани марок Indura Ultra Soft (88% хлопок, 12 % ПА) представляют собой огнезащитные материалы для специальной одежды, отличаются наличием нейлона на лицевой стороне ткани для увеличения стойкости материала к истиранию и продления срока службы защитной одежды на 50%.

Для защиты от воздействия электрической дуги фирма рекомендует ткани марок Indura 85, Indura 30, Indura 45, Indura 315, Indura 160 флис, Indura 170 флис (240-475 г/м<sup>2</sup>) Indura Ultra Soft 331, 341, 301, 451, 801, 851, 961, 361 (190-440г/м<sup>2</sup>), Nomex Delta C (220-270 г/м<sup>2</sup>).

Ткани применяют в один или два слоя. Ткани в 4 слоя обеспечивают защиту персонала от энергии, выделяемой дугой более 100 кал/см<sup>2</sup>.

Антиэлектростатические свойства достигаются за счёт добавления углеродной нити в структуру ткани.

Фирма Kaneka Corporation (Япония) рекламирует огнезащитную спецодежду торговых марок ТМ 2012, ТМ-2022, ТМ-21041, ТМ 2024-, ткань для которой изготовлена из смеси волокон (таблица 2):

- огнезащитного модакрила (Протекс М) -30%,
- метаарамидного волокна-47%,
- параарамидного волокна -2%,
- полиэфира -20%,
- антистатического волокна Беллтон-1%.

Таблица 2 – Ткани для рабочей одежды из Protex

Сырьевой состав	Наименование показателя	Пример №1	Пример №2	
		Protex –М- 55% хлопок-45%	Protex –М- 50% хлопок-45% п-арамид-5%	
1	2	3	4	
Ткачество	Рисунок	С 2/1	С 2/1	
Спецификация	основа	25 текс х 2, плотность на 10см - 315	23 текс х 2, плотность на 10 см - 307	
	уток	25 текс х 2, плотность на 10см - 232	33текс х 2, плотность на 10см - 181	
Свойства	Прочность при разрыве, основа	735	1010	
	Н по полоске уток	605	820	
	Прочность при раздире, основа	32	27	
	Н, маятником уток	22	39	
	Усадка, %, 60°С	основа	0,5	0,5
		уток	0,3	0,3
Пилинг, 10 час		5	5	
Теплостойкость, усадка, %, О/У	180°С	1,8/1,2	-	
	260°С	3,7/5,9	-	
пожелтение		проходит	-	

## Окончание таблицы 2

1	2		3	4
Устойчивость окраски	к свету к трению стирка (50°C)	сухое обычная удаление пятен	4 5 4-5 3-4	4 5 4-5 3-4
Тест на устойчивость к пламени	EN 531-532 EN 533	EU EU Iарап	проходит индекс 3 проходит	проходит индекс 3 проходит

При наличии пламени и высоких температур ткани из смесей Protex не создают потенциальную угрозу для кожи, вызванную плавлением термопластичных волокон.

При крашении катионовыми красителями Протекс может обеспечить хорошее и устойчивое крашение. Протекс – волокна имеют высокое значение кислородного индекса (КИ).

Когда при смешивании используют рекомендованные пропорции с другими типами волокон, такими как целлюлозные, КИ может быть увеличен до 35, что в результате придает очень высокую огнезащиту.

Фирма Theodor Fritsche GmbH ( Германия) представила на рынок новые огне- и термозащитные ткани из смесовой пряжи, содержащей натуральные, искусственные и синтетические волокна, следующего состава:

- Номекс - 28,75%;
- Шерсть - 40%;
- Вискоза FR - 28%;
- Антистатик - 2%;
- Кевлар - 1,25%

Физико-механические и специальные показатели этих тканей приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели ткани фирмы Theodor Fritsche GmbH

Показатель	№ образца		
	1	2	3
Линейная плотность нитей, текс			
- основа	27,5текс x 2	28,2текс x 2	34,5текс x 2
- уток	26,1текс x 2	25,5текс x 2	29,0текс x 2
Плотность ткани (на 10 см)			
- основа	285	346	295
- уток	183	274	203
Поверхностная плотность, г/см <sup>2</sup>	250	334	318
Разрывная нагрузка, Н			
- основа	1063	1299	1074
- уток	690	1125	615
Удлинение при разрыве, %			
- основа	25	31,9	22,3
- уток	15,1	19,8	13,2
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> с)	105/241 (л/м <sup>3</sup> с)	19,4	0
Объемное электрическое сопротивление, ом · м	30 x 10 <sup>10</sup>	30 x 10 <sup>10</sup>	Лицо- 11 x 10 <sup>10</sup> Изнанка- 10 x 10 <sup>8</sup>
Поверхностное электрическое сопротивление, ом	1 x 10 <sup>10</sup>	1 x 10 <sup>10</sup>	Лицо- 2,6 x 10 <sup>10</sup> Изнанка- 3x 10 <sup>8</sup>
Кислородный индекс, %	29,1	29,3	-
Огнестойкость, с	Возгорание образца через 10с	-	-

Представленные ткани фирмы Theodor Fritsche GmbH отличаются невысокой материалоемкостью (поверхностная плотность 250-340 г/м<sup>2</sup>) в сочетании с высокими прочностными показателями, повышенным значением кислородного индекса.

Компания EcoWool производит термо-, огнезащитные ткани и другие изделия из нового экологически чистого кремнеземного материала EcoWool™, призванного заменить канцерогенный асбест, опасные для дыхания стекловолокно и базальт (таблица 4), диапазон рабочих температур – до 1200<sup>0</sup>С. Примеры изделий: противопожарные полотнища, мягкие несгораемые сейфы.

Сфера применения: в качестве высокотемпературной изоляции, теплозащиты для различных отраслей техники, а именно, для огнеупорных подложек, прокладок и покрывал, защищающих от пламени, брызг расплавленного металла, избыточного тепла, в качестве наполнителя для композиционных материалов, для изготовления противопожарных покрывал и штор. EcoWool™ соответствует всем существующим санитарно-гигиеническим экологическим и противопожарным требованиям.

Таблица 4 – Характеристики тканей EcoWool

Марка ткани	Ширина, мм	Толщина, мм	Поверхн. плотность, г/м <sup>2</sup>	Переплетение	Линейная усадка при 1000 <sup>0</sup> С, %
КТ-11	880	0,35	300	полотняное	7
КТ-11-ТО	820	0,41	290	полотняное	1
КТ-11-С8/3	920	0,53	610	сатиновое	7
КТ-11-С8/3-ТО	860	0,67	600	сатиновое	1
КТ-11-С8/3-ТО	1200	0,67	600	сатиновое	1
ТКТ-11-С8/3-ТО	1200	0,67	600	сатиновое	1

Разработанные ткани из кремнеземных нитей представлены в широком диапазоне поверхностных плотностей (от 300 до 600 г/м<sup>2</sup>), они отличаются очень высокой термостойкостью (до 1000<sup>0</sup>С) и соответствуют санитарно-гигиеническим, экологическим нормам.

#### 1.2.2 Огне-, термозащитные ткани отечественных фирм-производителей специальной одежды

В настоящее время в России ряд научно-исследовательских, торговых фирм и организаций занимаются проблемами разработки и продажи специальной защитной одежды для рабочих различных отраслей промышленности.

При создании огне-, термозащитной одежды, в основном, закупается по импорту нити и смесовая пряжа или ткани со специальными свойствами.

ЗАО «КИРАСА» (Россия) производит защитную одежду для рабочих нефтегазового комплекса.

Костюмы из ткани на основе Номекса (фирма DU PONT, США) с маслоотталкивающей пропиткой защищают от повышенных температур при



контакте с открытым пламенем и нагретыми поверхностями, а также от искр и горящих частиц, обладают антистатическими свойствами.

Отечественное предприятие ОАО «ПТС» - Пожтехсервис имеет достаточно широкий ассортимент тканей и специальной защитной одежды, предназначенной для защиты от огня и значительных тепловых потоков.

Ткань из Номекса с водоупорной пропиткой (прорезиненная), устойчивостью к открытому пламени не менее 15с имеет прочность при разрыве не менее 1000Н и предназначена для боевой одежды пожарных (БОП-1).

Защитный костюм ТК-800-40-Т (ТСК-2004) выполнен из огне-, термостойких теплоотражательных металлизированных материалов с высоким коэффициентом отражения.

Комплект «Сталевар» (теплоотражательная одежда) надевается поверх штатной спецодежды, для работников горячих цехов в кузнечнопрессовом, литейном, медиплавильном для защиты от воздействия повышенных температур и тепловых потоков большой интенсивности. Фартук, рукавицы и бахилы изготовлены из металлизированного и огнестойкого материала.

Комплект «Муфельщик» выполнен из огнестойкой ткани на подкладке из бязи с огнезащитной отделкой. В комплект входят куртка, капюшон, брюки, бахилы. Он предназначен для работы в неостывших крупногабаритных муфельных печах.

Ткань имеет прочностные характеристики:

- сопротивление раздиранию- не менее 470Н,
- разрывная нагрузка – не менее 1900Н.

Теплозащитные плащи и накидки изготовлены из металлизированной термостойкой ткани с поверхностной плотностью  $330 \pm 50 \text{ г/м}^2$ .

Фирма «Родники-текстиль» приобрела у зарубежной компании Rhodia лицензию на производство хлопчатобумажных огнестойких тканей с пропиткой Proban и в настоящее время производит огнестойкие ткани для пошива спецодежды.

ЗАО «Передовая текстильщица» в настоящее время специализируется в области производства тканей для средств индивидуальной защиты.

При производстве огнезащитных тканей ЗАО «Передовая текстильщица» использует различные комбинации термостойких нитей и волокон, производства ОАО «Каменскволокно», ПО «Светлогорское «Химволокно». Ткани, выполненные из термостойких волокон, имеют рабочую температуру 250°С.

В ассортименте компании есть ткань, которая может быть использована для пошива защитного огнестойкого костюма для работников нефтегазовой промышленности и металлургии. Физико-механические показатели данной ткани отражены в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики огнестойкой ткани

Наименование показателя	Значение показателя
Артикул	5356-97АГФО
Ширина ткани, см	96+/-3
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup> , не более	240
Разрывная нагрузка полоски ткани (50X200) мм, Н, не менее	основа-2550 уток-1670
Удлинение при разрыве, %, не менее	основа-7 уток-4
Состав	50%Русар/50%Арселон

ООО «СолТэк» занимается разработкой и производством термостойких тканей из оксалонового волокна «Арселон-С» под торговым названием STOP-FIRE, а также специальной одежды из данной ткани, в том числе костюмов для защиты от:

- искр и брызг расплавленного металла;
- открытого пламени;
- высоких температур;
- теплового и высокоинтенсивного оптического излучения в условиях возникновения электрической дуги.

Физико-механические показатели на данную ткань отражены в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели огнезащитной ткани

Наименование показателя	Значение показателя
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	280
Ширина ткани, см	150+/-5
Состав сырья, %	полиоксодиазол-100
Разрывная нагрузка полоски ткани (50-200) мм, Н	основа-1755 уток-1020
Раздирающая нагрузка, Н	основа-82 уток-64
Изменение размеров после мокрой обработки, %	основа-2,0 уток-1,0
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> с)	86
Огнестойкость, с	не горит, не тлеет после удаления из пламени
Стойкость к прожиганию, с	240
Кислородный индекс, %	31
Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом	3,3x10 <sup>7</sup>
Нефтеотталкивание, балл	5
Маслоотталкивание, у.е.	90
Кислотопроницаемость (раствор H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 80%), час	6
Кислотостойкость (потеря прочности), %	33
Стойкость к истиранию, цикл	8695
Водоупорность, мм вод. ст.	170

В настоящее время разработано и освоено в серийном производстве несколько моделей костюмов, а также средств защиты рук и головы для персонала энергетической, нефтегазоперерабатывающей, химической и металлургической отраслей промышленности.

Компания ООО «Альфаэнерго» является официальным производителем термостойких и огне-, термостойких тканей под товарным знаком TERMOLIN®.

Помимо высокой температуры, огня и теплового излучения, данные ткани устойчивы к действию органических растворителей, кислот, нефтепродуктов, масел, не плавятся, не текут и обладают высокой гигроскопичностью.

Ткани идеально подходят для изготовления спецодежды для представителей профессий, контактирующих с источниками высокой температуры и открытого огня, а также работающих на взрывоопасных объектах (пожарные, сварщики, металлурги, энергетики, нефтяники, газовики и др.).

Среди большого ассортимента огнестойких тканей, производитель предлагает две ткани из огнестойкого синтетического волокна торговой марки TERMOLIN (таблица 7).

Таблица 7 – Характеристики огнестойких тканей

Артикул	Ширина, см	Поверхн. плотность, г/м <sup>2</sup>	Состав	Отделка
5С-277А	149+-2	270+-14	100% Арселон-С	Антистатика
5С-277МВО	149+-2	270+-14	100% Арселон-С	МВО

Области применения данных тканей приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Назначение защитных тканей

5С-277А	5С-277МВО
Спецодежда для защиты от: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ повышенных температур (искр, брызг расплавленного металла, окалины, контакта с нагретыми поверхностями до 400°С);</li> <li>▪ воздействия электрической дуги</li> </ul>	Спецодежда для защиты от: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ масел, нефти и нефтепродуктов;</li> <li>▪ общих производственных загрязнений;</li> <li>▪ механических воздействий</li> </ul>

ФПП «Энергоконтракт» разработана серия комплектов, обеспечивающих комплексную защиту электротехнического персонала.

Ткань для защиты энергетиков от возникновения ожогов 2-ой степени при высоких температурах выполнена из волокон Номекс + Кевлар (DU PONT, США). В состав тканей вводят антистатические волокна.

Созданная ткань Номекс - комфорт для защиты от теплового воздействия электродуги кожи человека имеет поверхностную плотность 220г/м<sup>2</sup>. Ткань прошла испытания по методике ГОСТ Р 12.4.234-2007 [7].

Большая серия костюмов и комплектов Термолюкс- энергетик из ткани на основе Номекса для защиты от воздействия электродуги марок Н/л-2К, Н/л-3К имеет следующие характеристики:

- гигроскопичность – от 7%;
- воздухопроницаемость- 100-260 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>с);
- поверхностная плотность - 180 г/м<sup>2</sup>;
- уровень защиты от теплового излучения - 7-27 кал/см<sup>2</sup>.

Куртка-рубашка Н/р-1К, Т/р-1К из ткани Номекс или Термол с поверхностной плотностью 180г/м<sup>2</sup> в соответствии с проспектными данными обеспечивает уровень защиты 7- 9,6 кал/см<sup>2</sup> и рекомендована для работы в южных районах.

Разработаны термостойкие защитные комплекты для нефтяников и газовиков – термолюкс- нефтяник, удельное электрическое сопротивление ткани не превышает 10<sup>7</sup> ом. Костюмы выполнены из ткани на основе Номекс, которая является термостойкой с антистатическим эффектом.

Комплекты для защиты от воздействия электрической дуги Термолюкс - Профи выполнены из тканей с поверхностной плотностью 180 и 220 г/м<sup>2</sup> из термостойких арамидных и антистатических волокон.

Разработана боевая одежда пожарных I уровня защиты «Термолюкс пожарный», где в качестве верха используется ткань Номекс, водоизолирующий слой изготовлен из дышащих термостойких мембранных материалов.

Экранирующие комплекты от электромагнитного воздействия - ЭП-1, содержат гальванически соединенные друг с другом элементы. Принцип действия основан на шунтировании костюмом тока.

Термостойкое белье трикотажное (кальсоны и футболка с длинным рукавом) из 100% Номекс<sup>®</sup> или 100% Термол<sup>™</sup> усиливает защитные свойства спецкостюмов.

В условиях термического риска – дополнительная воздушная прослойка, которая «гасит» тепловой поток.

Представленный фирмой термостойкий подшлемник трикотажный однослойный (летний и зимний) из 100% Номекс<sup>®</sup> надевается под каску для защиты головы и шеи от ожогов.

Для защиты рук при термических рисках фирма производит термостойкие вязаные перчатки из 100% Номекса<sup>®</sup> или 100% Термола.

ООО «Восток сервис» для изготовления костюмов для сварщиков Зевс применяет ткани Арсенал для защиты от повышенных температур из 100% хлопка с поверхностной плотностью 500 г/м<sup>2</sup> и огнезащитной отделкой. По

перспективным данным ткань обеспечивает устойчивость к прожиганию – до 300с, защиту от искр и брызг расплавленного металла и выдерживает 200 стирок. Костюм имеет двойные накладки.

Костюмы Базальт, Булат, Бастион, Геркулес предназначены в качестве спецодежды для сварщиков и изготовлены из парусины (хлопок, лен) с поверхностной плотностью  $520\text{г/м}^2$ , имеют огнестойкую пропитку Пробан.

Фирма выпускает костюмы для металлургов из ткани Магнум, выполненной из смеси волокон Кевлара и углеродного волокна с алюминиевым покрытием. Ткань вырабатывают с поверхностной плотностью  $320\text{ г/м}^2$ . Шлем входит в состав комплекта, ткань для него изготовлена из параарамидных волокон с поверхностной плотностью  $500\text{ г/м}^2$ .

Боевую одежду пожарных I уровня изготавливают из ткани Силотекс -97 с люминесцентной отделкой.

Для защиты от термического воздействия электродуги применяется ткань Электра из 100%-ного хлопка с отделкой Пробан и Электра Н на основе волокна Номекс.

Известны ткани для защиты от повышенных температур и тепловых излучений, выпускаемых ООО «Чайковская текстильная компания».

Ткань «FRall 440» из 100% хлопка весом  $440\text{ г/м}^2$  с огнезащитной пропиткой предназначена для огнезащитных костюмов, зимних и летних костюмов сварщика.

Преимущества:

- защита от огня (остаточное горение и тление отсутствуют);
- защита от прожигающего действия искр, брызг и выплесков расплавленного металла (стойкость к прожиганию 2-го слоя – более 50 сек);
- защита от конвективного тепла и теплового излучения;
- защита от контактного тепла до  $250^{\circ}\text{C}$ ;
- высокая прочность и износостойкость:
  - разрывные нагрузки (основа/уток) – 1100 Н/1100 Н,
  - стойкость к истиранию > 5000 циклов;

- комфорт и гигиеничность натурального хлопка;
- минимальная усадка (до -3%) при промышленных стирках;
- прочное крашение.

Ткань Flame Fort из огнестойких волокон с поверхностной плотностью 280-450 г/м<sup>2</sup>, разрывная нагрузка 1200 Н, стойкость к прожиганию более 50 сек. Ткань также предназначена для спецодежды сварщика.

ООО «ПФ Кадотекс-2000» создает ткани для верха одежды и для подкладок, рубашек, обладающих термо-, огнезащитными, антистатическими, водо-, масло- и грязеотталкивающими свойствами.

Ткани для верхней защитной одежды с поверхностной плотностью 210г/м<sup>2</sup> отвечают требованиям БОП и рекомендованы для боевой одежды пожарного I уровня; с поверхностной плотностью 220 г/м<sup>2</sup> устойчивы к воздействию открытого пламени и предлагаются для одежды энергетиков, нефтяников, газовиков, служб авиации и МЧС; с поверхностной плотностью 220 - 230 г/м<sup>2</sup> устойчивы к воздействию открытого пламени и к воздействию теплового потока от электрической дуги и рекомендуются для верха одежды нефтяников, энергетиков, газовиков, служб авиации и МЧС, гонщиков, работников АЗС; ткани с поверхностной плотностью 310 г/м<sup>2</sup> отличаются устойчивостью к брызгам расплавленного металла (железа, алюминия), действию высоких температур, лучистого и конвективного тепла и рекомендуется для одежды металлургов и сварщиков; с поверхностной плотностью 200-420 г/м<sup>2</sup> и свето-термо-огнезащитным покрытием отражают инфракрасное излучение, устойчивы к воздействию теплового потока, к воздействию температуры не менее 800°С, имеют высокую водоупорность.

Ткани с поверхностной плотностью 130-160 г/м<sup>2</sup> характеризуются устойчивостью к воздействию открытого пламени предлагаются для подкладки одежды авиаторов, энергетиков, пожарных, нефтяников, для пошива рубашек.

Перечисленные ткани изготовлены на основе синтетических огнезащитных волокон импортного производства.

Спецодежда для энергетиков - костюм комплектуется с огнестойким или неогнестойким нижним бельем в зависимости от необходимого уровня защиты и условий труда (таблица 9).

Таблица 9 – Свойства спецодежды фирмы Кадотекс

Расчетная падающая энергия теплового потока, кал/см <sup>2</sup>	Номер класса одежды	Описание одежды	Общая масса, г/м <sup>2</sup>	Измеренный уровень защиты от ожогов второй степени, кал/см <sup>2</sup>
2 – 5	1	ОС рубашки и брюки	150-270	5 – 7
5 – 8	2А	Не ОС нижнее белье + костюм летний (куртка и брюки или полукомбинезон)	300-400	8 – 18
5 – 16	2В	ОС нижнее белье + ОС рубашка и брюки или полукомбинезон	340-480	16 – 22
8 - 25	3	Не ОС нижнее белье + костюм летний (куртка + ОС рубашка +брюки или полукомбинезон)	540-680	25 – 50
25 - 40	4	Не ОС нижнее белье + ОС рубашка + костюм зимний	800-1000	40 – 60

Следует отметить, что в России достаточно часто в металлургии, у сварщиков используется специальная защитная одежда из шерстяного сукна (поверхностная плотность 650-700г/м<sup>2</sup>), льняного брезента (450-500г/м<sup>2</sup>) и спилка.

Проведённый анализ огне-, термозащитных текстильных материалов зарубежных и отечественных производителей показал, что:



- в основном ассортимент тканей имеет поверхностную плотность в пределах 130-520 г/м<sup>2</sup>;
- плотность нитей по основе больше плотности по утку, т.е. это ткани основоплотные;
- базовым переплетением в этих тканях является саржевое (2/2, 2/1,3/1);
- используется равная линейная плотность основных и уточных нитей, иногда допускается применение утка повышенной линейной плотности относительно основы;
- наличие специальных нитей для придания особых свойств (например, электропроводности);
- ткани являются многофункциональными;
- наличие металлизации для отражения тепловых потоков и повышение огнезащиты.

При этом комплекты верхней специальной одежды могут дополняться внутренними (бельевыми) комплектами с повышенными термозащитными свойствами.

Кроме того, проведённый анализ огне-, термозащитных текстильных материалов зарубежных и отечественных производителей показывает, что в практике создания специальных тканей и изделий достижение термо-, огнезащитных свойств осуществляется двумя путями: пропиткой специальными составами (антипиренами) и использованием огнестойких химических волокон.

Рассмотрим эти процессы подробнее.

При пропитке специальными составами защита может обеспечиваться, как образованием негорючей защитной пленки, так и выделяющимися при горении негорючими газами, блокирующими процесс горения типа PROBAN (ПРОБАН), PYROVATEX (ПИРОВАТЕКС) [13,14].

Базовым сырьём в данном случае являются натуральные волокна (хлопок, шерсть) с дополнительными сырьевыми компонентами для упрочения (Кевлар) и со специальными свойствами антистатичности, предотвращения пилинга, защиты от брызг металла, устойчивости к истиранию и т.д.

Чаще всего огнезащитные свойства тканям придают на заключительной стадии отделки – аппретировании. Антипирены используют в виде растворов, дисперсий, суспензий. Композицию наносят на текстильный материал, высушивают. Для закрепления антипирена проводят операцию термофиксации (150-180°C) в течение 30-60 сек. Для этой цели используют сушильно-ширильное оборудование.

Наиболее простой и распространенный способ придания текстильным материалам огнезащитных свойств включает обработку их различными растворимыми в воде неорганическими соединениями. К таким препаратам относятся, например, Рукофламм NAF (ф. Рудольф, Германия) и его отечественные аналоги: препараты Тезеграны различных марок (ИвХимПром, г. Иваново) и Фогинол (ООО НПФ «Траверс», г. Москва).

Перечисленные отделки на основе фосфорсодержащего соединения рекламируются для тканей из хлопка или его смесей для достижения эффекта защиты от огня.

Однако показатели термостойкости этих материалов в процессе эксплуатации и стирок снижаются.

Среди антипиренов, обеспечивающих перманентные свойства к стиркам и химчисткам целлюлозосодержащих тканей, практическое применение нашли антипирены на основе амидов фосфорной кислоты, и прежде всего огнезащитный препарат PIROVATEX (Пироватекс ЦП) (ф. Huntsman, Швейцария).

Препарат Пироватекс ЦП представляет собой монометилолдиметилфосфонопропионамид и применяется совместно с продуктами конденсации меламина и формальдегида в присутствии катализатора [13].

При температуре 150-160 °C в течение 4-5 минут происходит реакция эфирирования с одновременной сшивкой макромолекул и смолообразования (поликонденсация).

При отделке ткани с использованием антипирена Пироватекс ЦП в пропиточную ванну кроме препарата вводятся продукты конденсации меламина и

формальдегида концентрацией 60-80 г/л, смягчители – 20-30 г/л, смачиватель – 1 г/л и катализатор – 3-5 г/л.

При температуре 150 °С в присутствии катализатора хлорида аммония и мочевины происходят реакция этерификации, сшивки и поликонденсации, что обеспечивает высокий и устойчивый к стиркам эффект огнезащиты [14].

Аналогом Пироватекса ЦП является Афламмит® КWB фирмы Тор (Германия).

Ко второй группе перманентных антипиренов для целлюлозосодержащих тканей относятся препараты на основе тетрагидроксиметилфосфония, в частности Пробаны - препараты, особенностью которых является фиксация их в среде газообразного аммиака (PROBAN – технология фирмы Rhodia, Великобритания).

Фиксация огнезащитных препаратов Пробан проводится в специальной установке газообразным аммиаком. Аммиак подается в установку со скоростью, пропорциональной объему проходящей ткани, при этом на волокнах в ткани образуется полимер сетчатой структуры. Реакция имеет экзотермический характер и температура повышается до 50-60°С в течение всего процесса. При реакции выделяется также вода. Поэтому через установку пропускают холодную воду, которая смывает образующуюся воду, излишки аммиака, а также служат своеобразным затвором, препятствующим утечке газообразного аммиака [13].

После отделки ткань сначала промывается холодной водой, окисляется раствором, содержащим 7% пероксида водорода (35%-й) и соду до pH=8-10, далее ткань промывается раствором кальцинированной соды концентрацией 2 г/л с добавлением смачивателя 1 г/л при температуре 80°С, а затем горячей и холодной водой. Окончательная сушка при температуре 80-140°С.

Аналогом препарата Пробан является Афламмит® SAP-G (ф. Тор, Германия).

Огнезащитные свойства тканей при применении препаратов Пироватекса, Пробана и их аналогов характеризуются отсутствием остаточного горения и тления. Отделка устойчива к действию многократных стирок и химчисток.

Физико-механические свойства тканей, подвергнутых огнезащитной отделке, изменяются в зависимости от применяемого препарата. Отделка препаратом Пироватекс снижает разрывную нагрузку ткани на 25-33%, а раздирающую – на 33-50%, стойкость к истиранию также снижается. Отделка на основе препарата Пробан незначительно изменяет разрывную нагрузку, но раздирающая нагрузка снижается на 10-30% в зависимости от ассортимента ткани.

Проведённый анализ зарубежных и отечественных текстильных материалов показал, что в настоящее время находит распространение использование огнестойких волокон и нитей для придания одежде огнестойких свойств.

Применение огне- и термостойких волокон обеспечивает перманентное сохранение устойчивости тканей к температурным воздействиям. За рубежом в последнее время отдаётся предпочтение волокнам Кевлар, Номекс, Кермель, модакрилов, огнезащитной вискозе. Как правило, добавками в этом варианте являются электропроводящие волокна.

Ткани с пропитками и с использованием огнестойких волокон обладают следующими преимуществами и недостатками (таблица 10).

Таблица 10 – Преимущества и недостатки тканей различных способов обеспечения огнезащитных свойств

Ткани с огнестойкими пропитками	Ткани с огнестойкими волокнами
1	2
<p>Преимущества:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ гигиеничность тканей (присутствие натуральных волокон);</li> <li>▪ относительно низкая стоимость</li> </ul>	<p>Преимущества:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ обладает высокой хемо- и термостойкостью;</li> <li>▪ при высоких температурах (выше 350°C) материал обугливается (карбонизируется), но не плавится;</li> <li>▪ отличаются высокой стойкостью к истиранию, прочностью и долговечностью.</li> </ul>

## Окончание таблицы 10

1	2
<p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ пропитка выделяет газ, который может стать источником отравления и ожога дыхательных путей;</li> <li>▪ пропитка утяжеляет ткань;</li> <li>▪ после прекращения воздействия пламени, в течение 15 секунд температура вблизи ткани продолжает повышаться, что может привести к росту вероятности получения ожогов II и III степени;</li> <li>▪ пропитка Pyrovatex® снижает (до 25%) прочностные характеристики хлопковых нитей;</li> <li>▪ пропитка Proban® с течением времени исчезает (под воздействием стирок, химчисток, солнца, близости объектов, излучающих тепло и т.д.).</li> </ul>	<p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ при воздействии высоких температур ткани такого типа имеют значительную усадку (до 30%);</li> <li>▪ т.к. ткани синтетические, то теряется комфортность (гигиенические показатели);</li> <li>▪ высокая стоимость тканей</li> </ul>

Огнезащитные ткани отечественных производителей содержат огнестойкие волокна в основном зарубежного производства, что приводит к импортной зависимости.

### 1.3 Анализ научных достижений в области создания огне- и термозащитных текстильных материалов и средств индивидуальной защиты.

#### Выбор направления исследований

Обобщая результаты аналитического обзора по обеспечению устойчивости текстильных материалов к горению, т.е. снижению их горючести и приданию им огнезащитных свойств (раздел 1.2), ещё раз отмечаем два пути решения этой проблемы:

1. Проектирование тканей из 100% отечественных огнестойких волокнообразующих полимеров.

2. Использование огнезащитных пропиток – антипиренов, снижающих горючесть текстильных материалов, как для тканей из натуральных волокон, так и смесей с огнестойкими и натуральными волокнами.

Изучены научные исследования отечественных учёных.

Так, по первому направлению известны исследования к.т.н. Алексея Ивановича Слугина, к.т.н. Андрея Ивановича Слугина и к.т.н. Мороз О.Н. [15,16,17]. В данных работах для достижения целей использованы отходы арамидных волокон, что, во-первых, не в полной мере обеспечивает стабильность в достижении свойств тканей по физико-механическим показателям, а во-вторых, может не обеспечить 100% спроса рынка, т.к. данных отходов недостаточно для полного удовлетворения потребностей в огнезащитных текстильных материалах.

Что касается второго направления, то известны работы следующих отечественных исследователей.

Большой вклад в изучении огнезащитных свойств текстильных материалов был внесён д.т.н. Константиновой Н.И. [18], научные исследования которой были посвящены разработке критериев и принципов подхода к испытаниям огнезащитных текстильных материалов различного назначения: постельные принадлежности, обивочные мебельные материалы, ковровые покрытия, содержащие полиэфирную составляющую. Создание специальной одежды не исследовалось.

Научные исследования к.х.н. Карелиной И.М. посвящены получению текстильных материалов с комплексом антимикробных и огнезащитных свойств за счёт новых огнезамедлительных систем, позволяющих при совместном использовании их с антимикробным веществом получать ткани из смеси хлопка и термостойких волокон (оксалона и терлона) с высокими огнезащитными характеристиками [19]. Работа в основном посвящена факторам, определяющим кинетику образования полиэлектролитного комплекса привитого сополимера целлюлозы и полиакриловой кислоты с полигексаметиленгуанидином.

Ряд отечественных учёных занимался приданием огнестойких свойств различным химическим волокнам. Так, научные исследования к.т.н. Беляевой О.А. посвящены модификации вискозных волокон с целью снижения горючести [20]. Научные исследования к.т.н. Щербиной Н.А. посвящены модификации полиакрилонитрильного волокна с целью снижения горючести [21]. Однако

придание волокнам огнестойких свойств не является предметом исследований в данной работе.

Научные исследования, проведённые к.т.н. Куликовой Т.В. посвящены технологии модификации полиэфирных волокнистых материалов с целью снижения их горючести под воздействием энергии лазерного излучения [22].

Работа к.т.н. Гришиной О.А. [23] посвящена приданию огнезащитных свойств материалам для одежды, имеющей в своём составе натуральные и искусственные волокна: шерсть, хлопок и вискозу также методом лазерного излучения. Результаты исследований достаточно интересны, однако следует отметить, что в промышленном масштабе оборудование, обеспечивающее придание огнезащитных свойств путём лазерного излучения отсутствует.

Известны научные работы к.х.н. Стрекаловой Ю.В., к.т.н. Болодьян Г.И., Загоруйко М.В. [24,25,26], которые в основном посвящены исследованиям придания огнезащитных свойств путём пропитки текстильных материалов, имеющих в своём составе синтетические (полиэфирные) и минеральные (базальтовые) волокна.

Таким образом, соискателем изучено большое количество научных работ, посвященных приданию огнезащитных свойств текстильным материалам путём пропитки. Обеспечение огнезащитных свойств вложением термостойких, высокомодульных и высокопрочных волокон рассмотрены мало.

Спецодежда сварщиков и металлургов, а также спецподразделений силовых структур должна обладать высокой степенью огнезащиты и устойчивостью к действию высоких температур, тепловых потоков и излучений, брызгам расплавленного металла и при этом свойства в процессе эксплуатации не должны ухудшаться.

Как альтернатива огнезащитным пропиткам тканей в данной работе ставится цель достижения высоких и стабильных огнезащитных свойств тканей за счёт использования огне-, термостойких химических волокон, имеющих высокий кислородный индекс (КИ).

Появление в России новых термостойких волокон, обладающих высокими огнестойкими свойствами, позволяет разработать ассортимент и технологию производства отечественных огнезащитных тканей нового поколения для спецодежды.

В отношении исследований и разработки трикотажных полотен и СИЗ из них, то такие научные работы практически отсутствуют. В то же время, создание специальной одежды и СИЗ для защиты от тепла и огня целесообразно рассматривать в комплексе, а именно, от подбора волокон, создания и проектирования тканей и трикотажных полотен, до разработки и исследований в области подбора пакетов для создания специальной одежды.

На основании проведённого анализа в соответствии с поставленной целью и задачами, исследования по разработке технологии производства текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты проведены при использовании огне- и термостойких, высокопрочных, высокомодульных отечественных волокон, имеющих высокий кислородный индекс, в сочетании с огнезащитной пропиткой в следующих ассортиментных направлениях:

- Создание огне- и термозащитных тканей специального назначения поверхностной плотностью 450-550 г/м<sup>2</sup>.
- Создание огне- и термозащитных тканей специального назначения поверхностной плотностью 250-350 г/м<sup>2</sup>.

#### 1.4 Разработка требований к огне- и термозащитным текстильным материалам и средствам индивидуальной защиты

##### 1.4.1 Основные характеристики огне-, термозащитных тканей для специальной одежды

Для создания безопасных условий труда рабочих в наиболее сложных производствах, которые характеризуются наличием высоких температур и теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, требуется



спецодежда из тканей, способных защитить человека от их воздействий. В России требования к тканям при изготовлении защитной одежды для сварщиков, металлургов изложены в ряде стандартов: ГОСТ 12.4.105-81 «ССТБ. Ткани и материалы для спецодежды сварщиков. Общие технические условия», ГОСТ Р 12.4.234-2007 «ССБТ. Одежда специальная для защиты от термических рисков электрической дуги», ГОСТ ЕН 531: 1995 IDT «Одежда защитная для работающих в условиях повышенных температур», НПБ157-97 «Боевая одежда пожарных», ГОСТ 12.4.073-79 «Ткани для спецодежды и средств защиты рук. Номенклатура показателей качества», ГОСТ 11209-85 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Технические условия. Методы определения огнестойкости», ГОСТ Р 9185-2007 ИСО 9150 ССБТ «Одежда специальная. Методы испытания материала при воздействии брызг расплавленного металла», ГОСТ 12.4.221-2002 ССБТ «Одежда специальная для защиты от повышенных температур, теплового излучения, конвективной теплоты. Общие технические требования», ГОСТ Р 12.4.247-2008 «ССБТ. Одежда специальная для защиты от искр и брызг расплавленного металла. Технические требования» [6-12,27,28].

Анализ перечисленных стандартов выявил следующее.

Материал верха спецодежды для защиты от искр и брызг расплавленного металла и излучений не должен удерживать на своей поверхности искры и брызги расплавленного металла, гореть и тлеть при удалении из пламени после пребывания в нем в течение 30 секунд.

При работе во взрывопожарной среде материал должен обладать антистатическими свойствами (удельное поверхностное электростатическое сопротивление не более  $10^7$  ом).

Основными условиями эксплуатации одежды в горячих цехах являются высокая температура окружающей среды и локальное воздействие теплового излучения в совокупности с контактом с нагретыми поверхностями и брызгами раскаленного металла. Температура окружающего воздуха в горячих цехах может превышать  $35^{\circ}\text{C}$ . Интенсивность облучения рабочих горячих цехов меняется в

пределах от 0,02 до 5,0-7,0 кВт/м<sup>2</sup>. При интенсивности облучения более 5,0 кВт/м<sup>2</sup> в течение 2-5 минут человек ощущает очень сильное тепловое воздействие. Интенсивность теплового облучения на расстоянии 1 м от источника на горновых площадках доменных печей и у мартеновских печей при открытых заслонках достигает 11,6 кВт/м<sup>2</sup>, в то время как предельно – допустимая концентрация не должна превышать 0,45 кВт/м<sup>2</sup>.

Повышение температуры человеческого тела вызывают красные лучи видимого спектра и ИК - лучи. В горячих цехах в основном присутствует ИК-радиация с длиной волны до 10 мкм.

Существует градация условий труда по интегральному показателю ТНС-индекса, характеризующего тепловую нагрузку на человека. Проблема «защиты временем» организма человека от перегревания должна быть решена с помощью правильного подбора пакета материалов костюма рабочего, значительно снижающего температуру в пододежном слое.

Изменение размеров после мокрой обработки или химчистки должно быть не более 3,5% по основе и 2% по утку, для тканей с содержанием льняного волокна этот показатель – не более 5%.

Для материалов, предназначенных для защиты от теплового излучения, после облучения плотностью (5,6±0,35) кВт/м<sup>2</sup> в течение 80 мин. снижение разрывной нагрузки должно быть не более 10%. Температура обратной стороны материала при заданном облучении в течение 10 мин не должна превышать 45°С.

У тканей для защиты от УФ-излучения снижение разрывной нагрузки после облучения должно быть не более 10%.

Изучение условий труда рабочих в отраслях промышленности, определяющих потенциальный рынок огне-, термозащитных тканей, позволило выделить основной комплекс характеристик тканей:

- Специальные свойства:
  - кислородный индекс КИ, %;
  - огнестойкость: остаточное горение и остаточное тление, с;
  - устойчивость к прожиганию, с;

- ткани не должны удерживать на своей поверхности искры и брызги раскалённого металла;
- уровень защиты от конвективной теплоты и теплового излучения;
- интенсивность теплового излучения, кВт/м<sup>2</sup>;
- суммарное тепловое сопротивление, м<sup>2</sup>кВт;
- удельное электростатическое сопротивление, ом.
  - Физико-механические свойства:
    - разрывная нагрузка, Н (кгс);
    - раздирающая нагрузка, Н (кгс);
    - стойкость к истиранию, цикл;
    - изменение размеров после мокрой обработки и химчистки, %;
    - износоустойчивость, циклы.
  - Гигиенические свойства:
    - воздухопроницаемость, дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>с);
    - гигроскопичность, %.

#### 1.4.2 Разработка требований к огне- и термозащитным тканям

Для составления требований, предъявляемых к тканям при изготовлении защитной одежды для рабочих наиболее сложных условий труда, автором были проанализированы нормативы, изложенные в перечисленной документации в разделе 1.4.1.

На основе анализа условий труда в выбранных отраслях и обобщения требований потребителей, предъявляемых к тканям для изготовления защитной одежды в этих отраслях, определены значения стандартных показателей к новым разрабатываемым огне- и термозащитным тканям, представленные в таблице 11.

Таблица 11 – Требования к стандартным и гигиеническим показателям разрабатываемых готовых огнезащитных тканей

Наименование показателей	Требования			Установленные требования (ТЗ)
	ГОСТ 12.4.105-81 (для сварщиков)	ГОСТ 12.4.221-2002 (от повышенных температур)	ГОСТ 12.4.247-2008 (для защиты от искр и брызг)	
1. Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup> , не более	450-550	250	600	250-550
2. Разрывная нагрузка, Н (кгс), не менее				
- основа	1000-1200 (102-122)	800 (81,6)	1200 (122)	1000-1200 (102-122)
- уток	800-900 (82-92)	800 (81,6)	900 (92)	900-1200 (92-122)
3. Раздирающая нагрузка, Н (кгс), не менее				
- основа	70-100 (7,14-10,2)	70 (7,14)	100 (10,2)	100-120 (10,2-12,2)
- уток	60 (6,12)	70 (7,14)	60(6,12)	100-130 (10,2-13,2)
4. Стойкость к истиранию, не менее, циклы	500-1500	-	1500	1500-2000
5. Изменении размеров ткани в горячем воздухе, %, не более				
- основа	-	±2,0	-	± 2,0
- уток				±2,0
6. Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> с), не менее	30-50 (t ↑) 20-40 (норма) 8-40 (t ↓)	30	-	40
7. Гигроскопичность, %, не менее	8-20		10	10
8. Изменение размеров после мокрой обработки, %, не более				
- основа	3,5	± 3,5	-3,5	-3,5
- уток	2,0	± 3,5	± 2,0	± 2,0

Специальные (функциональные) свойства сформулированы и представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Специальные требования к разрабатываемым тканям (ТЗ)

Наименование показателей	Требования			Установленные требования (ТЗ)
	ГОСТ 12.4.105-81 (для сварщиков)	ГОСТ Р 12.4.221-2002 (от повышенных температур)	ГОСТ Р 12.4.247-2008 (для защиты от искр и брызг)	
Огнестойкость  - остаточное горение, с - остаточное тление, с	Контакт с пламенем в течение 30 с  Ткани не должны гореть и тлеть при удалении из пламени	Контакт с пламенем в течение 30с  0 0	  0 0	  0 0
Кислородный индекс, % не менее	-	-	-	36
Стойкость к прожиганию, с, не менее	45-60		-	50-100
Интенсивность теплового излучения, кВт/м <sup>2</sup> (в пакете)	-	Уровень 1 – не более 2,0 включит. Уровень 2 – 22,0 до 8,0 Уровень 3 - >8,0 до 15,0 Уровень 4 - > 15 до 20,0	-	Уровень защиты 1,2
Суммарное тепловое сопротивление, м <sup>2</sup> К/Вт (в пакете)		Уровень 1 – 0,15 до 2,0. Уровень 2 – > 0,25 до 0,35 Уровень 3 - >0,35-0,45 Уровень 4 - не менее 0,45		Уровень защиты 1,2

Ткани должны сохранять прочностные свойства после теплового излучения плотностью  $5,6 \pm 0,35 \text{ кВт/м}^2$  в течение 80 минут, не менее 95%.

Ткани не должны удерживать на своей поверхности искры и брызги расплавленного металла.

Устойчивость к воздействию пламени должна сохраняться после 5 и более химических чисток спецодежды.

Ткани должны иметь высокую износоустойчивость.

#### 1.4.3 Разработка требований к средствам индивидуальной защиты

Создание специальной одежды необходимо осуществлять в комплексе с первым слоем, а именно нательным бельём, а также средствами индивидуальной защиты.

Так как для работников металлургических, нефтехимических, термохимических производств, а также для пожарных, сварщиков предъявляются повышенные требования к термостойкости, огнестойкости и теплоизолирующей способности одежды, требования к средствам индивидуальной защиты (СИЗ) разработаны по показателям огнестойкости, стойкости к прожиганию, защите от теплового излучения и устанавливаются к следующим изделиям:

- комплект огнестойкого трикотажного белья (фуфайка с длинным рукавом и кальсоны), надеваемый непосредственно под огнезащитную одежду и служащий дополнительным термоизолирующим слоем;
- огнестойкие подшлемники летнего и зимнего исполнения из трикотажного полотна, обеспечивающие защиту головы и шеи;
- огнестойкие перчатки, обеспечивающие защиту рук;
- огнестойкие носки.

Требования к СИЗ разработаны с учетом изучения условий труда человека связанных с действием повышенных температур, а также ГОСТ 12.4.221-2002 «ССБТ. Одежда специальная для защиты от повышенных температур, теплового излучения, конвективной теплоты» [27], ГОСТ 11209-85 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Технические условия» [11], ГОСТ 12.4.105-81 «ССБТ. Ткани и материалы для спецодежды сварщиков. Общие технические условия» [6], ГОСТ 12.4.183-91 «ССБТ. Материалы для средств защиты рук. Технические требования» [29].

Специальные огнезащитные свойства средств индивидуальной защиты приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Специальные огнезащитные свойства средств индивидуальной защиты

Наименование показателя	Требования разработки
Комплект огнестойкого белья (фуфайка с длинным рукавом и кальсоны)	
- защита от теплового излучения	уровень защиты: 1 балл, с интенсивностью теплового излучения не более 2 кВт/м <sup>2</sup> , время облучения 1200с
- огнестойкость	выдержка в пламени 30с, полотно не должно гореть или тлеть
Огнестойкие подшлемники зимнего и летнего исполнения	
- защита от теплового излучения	уровень защиты: 1 балл, с интенсивностью теплового излучения не более 2 кВт/м <sup>2</sup> , время облучения 1200с.
- огнестойкость	выдержка в пламени 30с, полотно не должно гореть или тлеть
- стойкость к прожиганию	не менее, 30с, до образования дыры в полотне
Огнестойкие трикотажные перчатки	
- защита от теплового излучения	уровень защиты: 1 балл, с интенсивностью теплового излучения не более 2 кВт/м <sup>2</sup> , время облучения 1200с
- огнестойкость	выдержка в пламени 30с, полотно не должно гореть или тлеть
- стойкость к прожиганию	не менее, 30с, до образования дыры в полотне
Огнестойкие носки	
- защита от теплового излучения	уровень защиты: 1 балл, с интенсивностью теплового излучения не более 2 кВт/м <sup>2</sup> , время облучения 1200с
- огнестойкость	выдержка в пламени 30с, полотно не должно гореть или тлеть

Средства индивидуальной защиты изготавливают из пряжи с постоянными термостойкими свойствами, обладающей мягкостью и эластичностью.

Структура и параметры, выбор показателя поверхностной плотности трикотажного полотна и изделий должны обеспечивать максимальное использование специальных огнезащитных свойств сырья, а также гигиенические и потребительские свойства в соответствии с действующей нормативно-технической документацией на трикотажную продукцию.

Изделия должны быть надежными средствами индивидуальной защиты в условиях высокого теплового излучения, обладать огнестойкостью и высокими теплоизолирующими свойствами.

Изделия не должны оказывать токсического воздействия на человека и вызывать аллергические реакции.

Первым слоем одежды, находящимся непосредственно в контакте с телом, является белье, основными показателями качества которого являются гигиенические свойства (гигроскопичность, воздухопроницаемость) и потребительские свойства (растяжимость, усадка, устойчивость окраски).

При разработке требований к огнестойкому белью определяющими свойствами приняты защита от теплового излучения и огнестойкость.

Требования по вышеуказанным показателям к разрабатываемому огнестойкому белью ниже, чем для наружного слоя одежды.

Защита от теплового излучения определяется уровнем защиты от 1 до 4 баллов, при этом, чем больше его числовое значение, тем выше защитные свойства одежды.

Огнестойкое белье, имеющее уровень защиты от теплового излучения в один балл, создаст дополнительную защиту человека от воздействия этого фактора.

При попадании работника в открытое пламя на время более длительное, чем стойкость к прожиганию спецодежды, может произойти образование дыр, и пламя будет воздействовать на белье. Если белье будет иметь хорошую огнестойкость и не поддерживать распространение пламени, то предотвратит возгорание белья и обеспечит защиту человека.

При разработке требований к огнестойким подшлемникам зимнего и летнего исполнения определяющими защитными свойствами приняты защита от теплового излучения, огнестойкость и стойкость к прожиганию.

Уровень защиты от теплового излучения принят в один балл, с интенсивностью теплового излучения не более  $2 \text{ кВт/м}^2$  и времени облучения в  $1200 \text{ с}$ , стойкость к прожиганию – не менее  $30 \text{ с}$  до образования дыры в полотне.



Подшлемник не должен поддерживать горение и тление после воздействия открытого пламени в течение 30с.

Для создания огнестойких трикотажных перчаток определяющими защитными свойствами приняты защита от теплового излучения, огнестойкость и стойкость к прожиганию.

К материалам для средств защиты рук предъявляют требования по ГОСТ 12.4.183-91 «ССБТ. Материалы для средств защиты рук. Технические требования» [29].

С учетом данного ГОСТ разработаны требования к огнестойким трикотажным перчаткам по следующим характеристикам: защита от теплового излучения, огнестойкость и стойкость к прожиганию.

При разработке требований к огнестойким носкам определяющими свойствами приняты защита от теплового излучения и огнестойкость.

Показатели качественных характеристик трикотажных полотен и изделий приведены в таблице 14.

Данные показатели разработаны с учетом требований: ГОСТ 28554-90 «Полотно трикотажное. Общие технические условия» [30], ГОСТ 31228-2004 «Изделия трикотажные бельевые для взрослых. Нормы физико-гигиенических показателей» [31], ГОСТ 2351-88 «Изделия и полотна трикотажные. Нормы устойчивости окраски и методы ее определения» [32], ГОСТ 26289-84 «Полотна трикотажные бельевого назначения. Нормы изменения линейных размеров после мокрой обработки» [33], ГОСТ 5007-87 «Изделия трикотажные перчаточные. Общие технические условия» [34], ГОСТ 8541-94 «Изделия чулочно-носочные, вырабатываемые на круглочулочных автоматах. Общие технические условия»

Таблица 14 – Показатели качественных характеристик трикотажных полотен и изделий

Наименование показателей	Трикотажное полотно		Изделия		
	белье (фуфайка с длинным рукавом, кальсоны)	подшлемники в летнем и зимнем исполнении	перчатки	носки	
Переплетение	Двухластичное, двухслойное комбинированное	Кулирная гладь	Двухластичное	Кулирная гладь	Двухлицевое
Линейная плотность пряжи, текс	16,7 текс x 1÷20 текс x 1 25 текс x 1	29 x 2		29 x 2	29 x 2
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	220-230	280÷300	180÷230	-	-
Растяжимость по ширине при нагрузке 6Н-трикотажное полотно, %, не менее группа растяжимости напульсники перчаток, мм носок, мм	40	40		200-300 (в зависимости от размера)	290-380 (в зависимости от размера)
Устойчивость к истиранию, группа устойчивости перчатки носки	-	-		I (прочная)	II (обыкновенная)
Необратимая деформация, не более, мм	-	-		6	-
Изменение размеров после мокрых обработок, %, не более	8	-		-	-
Устойчивость окраски к воздействию: пота, стирки сухого трения, балл,	3-4	3-4		3-4	3-4
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> с), не менее	150	150		150	150
Гигроскопичность, %, не менее	6	6		6	6

[35], ГОСТ 11595-83 «Изделия чулочно-носочные, вырабатываемые на круглчулочных автоматах. Общие технические условия» [36].

Предметом данной работы создание термо-, огнестойкого трикотажного белья не являлось. В то же время разработанные требования к белью были учтены при разработке огне- и термозащитных тканей.

#### 1.4.4 Разработка требований к текстильным материалам для спецподразделений силовых структур

На основании проводимых работ с МО, МЧС и другими спецподразделениями и анализа требований к СИЗ, выдвигаемых данными структурами, ООО «Армоком-Центр» представил основные общие требования к текстильным материалам для экипировки бойцов спецподразделений.

Текстильные материалы по физико-механическим и защитным показателям должны соответствовать нормам, указанным в таблице 15.

Таблица 15 – Физико-механические и специальные характеристики текстильных материалов

Наименование показателей	Норма для ткани
1	2
1. Поверхностная плотность ткани, г/м <sup>2</sup>	не более 250
2. Разрывная нагрузка ткани, Н не менее	
по основе	1000
по утку	800
3. Раздирающая нагрузка ткани, Н не менее	
по основе	80
по утку	70
4. Стойкость к истиранию по плоскости, циклы, не менее	7000
5. Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> с), не менее	60
6. Изменение размеров после мокрой обработки при температуре 60°C, %, не более	
по основе	-2,0
по утку	±1
7. Водоупорность, мм вод.ст., не менее	
до стирки	180
после 10 стирок	160
8. Водоотталкивание, усл. ед., не менее	
до стирки	80
после 10 стирок	60

## Окончание таблицы 15

1	2
9. Маслоотгаливание, баллы, не менее	
до стирки	5
после 10 стирок	4
10. Огнестойкость (при контакте с пламенем), с, не менее:	
остаточное горение/остаточное тление	15
до стирки	отсутствует
после стирки	отсутствует

Текстильные материалы по эксплуатационным показателям (устойчивость к свету, стирке, мокрому и сухому трению, глажению и химчистке) должны соответствовать нормам, указанным в ГОСТ 9733.0-83 «Материалы текстильные. Общие требования к методам испытаний устойчивости окрасок к физико-химическим воздействиям» [37].

По гигиеническим требованиям ткани должны соответствовать требованиям второго слоя одежды СанПиН 2.4.7/1.1.1286-03 «Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых» [38].

По предельно-допустимым концентрациям (ПДК) в воздухе рабочей зоны и классу опасности ткани должны соответствовать ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» [39].

Ткани могут выделять в окружающую среду формальдегид, предельно-допустимая концентрация которого не должна превышать 0,5 мг/м<sup>3</sup>. Ткани не должны оказывать раздражающего общетоксичного и сенсибилизирующего эффектов и других вредных воздействий на организм человека при непосредственном контакте.

Сырье, красители, химические препараты, используемые при производстве ткани, должны иметь разрешение к применению органами государственного санитарного надзора.

## 1.5 Выводы по главе 1

1. В результате проведённого анализа выявлен потенциальный рынок огнезащитных тканей в России и определён объём ежегодной потребности в защитной одежде в отраслях промышленности с наиболее сложными условиями труда, что определяет актуальность данной работы.
2. В результате анализа огне-, термозащитных тканей отечественных и зарубежных производителей установлено, что основными путями достижения огне-, термозащитных свойств текстильных материалов являются:
  - применение огнезащитных пропиток для поверхностной обработки;
  - использование в качестве сырья огнестойких и негорючих волокон и нитей в основном импортного производства.
3. Основной диапазон поверхностных плотностей огне-, термозащитных тканей находится в пределах 130-520 г/м<sup>2</sup>.
4. Основной приоритет научных исследований отмечен в направлении обеспечения огнезащитных свойств текстильных материалов на стадии их отделки. Кроме того, практически отсутствуют комплексные исследования по созданию огне-, термозащитных материалов от оптимизации сырьевых смесей производства пряжи до проектирования суровой и получения готовой ткани и испытания её в пакете.
5. Определены направления создания отечественных огне-, термозащитных текстильных материалов на базе применения пряжи из 100% огнестойких отечественных волокон, а также смесовой пряжи из отечественных огнестойких и натуральных волокон в сочетании с поверхностными пропитками.
6. Разработаны требования к огне- и термозащитным текстильным материалам и СИЗ для металлургов и сварщиков.
7. Разработаны требования к текстильным материалам и СИЗ для спецподразделений силовых структур.

## ГЛАВА 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 2.1 Аналитический обзор модели процессов горения

#### 2.1.1 Основные понятия, классификация и модели процессов горения

Основами теории процессов горения занимались видные отечественные (Гришин А.М., Пашков Л.Т., Зельдович Я.Б., Франк-Каменецкий А.А. и др.) и зарубежные (Kissa E., Torvi D.A., Eng P., Threlfall T.G.) и др. учёные.

Горение – сложный физико-химический процесс превращения компонентов горючей смеси в продукты сгорания с выделением теплового излучения, света и лучистой энергии. Приближенно можно описать природу горения как бурно идущее окисление.

Горение подразделяется на тепловое и цепное. В основе теплового горения лежит химическая реакция, способная протекать с прогрессирующим самоускорением вследствие накопления выделяющегося тепла. Цепное горение встречается в случаях некоторых газофазных реакций при низких давлениях. Условия термического самоускорения могут быть обеспечены для всех реакций с достаточно большими тепловыми эффектами и энергиями активации.

Горение может начаться самопроизвольно в результате самовоспламенения либо быть инициированным зажиганием. При фиксированных внешних условиях непрерывное горение может протекать в стационарном режиме, когда основные характеристики процесса — скорость реакции, мощность тепловыделения, температура и состав продуктов — не изменяются во времени, либо в нестационарном режиме, когда эти характеристики колеблются около своих средних значений.

Вследствие сильной нелинейной зависимости скорости реакции от температуры, горение отличается высокой чувствительностью к внешним условиям. Это же свойство горения обуславливает существование нескольких стационарных режимов при одних и тех же условиях (эффект гистерезиса).

Важность процесса горения в технических устройствах способствовала созданию различных моделей, позволяющих с необходимой точностью его описывать. Так называемое нулевое приближение включает описание химических реакций, изменение температуры, давления и состава реагентов во времени без изменения их массы. Оно соответствует процессам, происходящим в закрытом объёме, в который была помещена горючая смесь и нагрета выше температуры воспламенения. Одно-, двух- и трёхмерные модели уже включают в себя перемещение реагентов в пространстве. Количество измерений соответствует количеству пространственных координат в модели.

Режим горения бывает, как и газодинамическое течение: ламинарным или турбулентным. Одномерное описание ламинарного горения позволяет получить аналитически важные выводы о фронте горения, которые затем используются в более сложных турбулентных моделях.

Объемное горение происходит, когда исходный материал с относительным содержанием горючего  $a_0$  поступает в область горения при температуре  $T_0$ , а покидает область горения с иным относительным содержанием горючего  $a$  при другой температуре горения [40,41].

При горении процесс может протекать волнообразно. Волновой фронт горящего материала приводит к распространению процесса в пространстве, занятом горючей составляющей материала. Начавшись в одной области материала ограниченного объема, окислительная реакция при определенных термодинамических условиях инициируется в соседних граничных областях. Причинами могут быть повышение температуры в этих областях или перенос вследствие конвекции в эти области реакционно-способных компонентов из области, в которой уже реакция происходит. В результате возникает распространяющийся фронт горения, перемещающийся в пространстве, перед которым находится горючая составляющая материала при начальной температуре  $T_0$ , за ним - продукты сгорания и негорючая составляющая материала при температуре  $T$ .

Диффузионное горение характеризуется раздельным поступлением в область горения горючего и окислителя. Перемешивание компонентов происходит в области горения. Примерами диффузионного горения являются: горение водорода и кислорода в ракетном двигателе, горение газа в бытовой газовой плите.

Горение предварительно смешанной среды происходит в материале, в котором одновременно присутствуют и горючее и окислитель. Примерами такого вида горения являются: горение в цилиндре двигателя внутреннего сгорания бензиново-воздушной смеси после инициализации процесса свечой зажигания.

Возможно создание условий для беспламенного горения, при котором, в отличие от обычного горения, наблюдаются области окислительного пламени и восстановительного пламени. Примером беспламенного горения может служить каталитическое окисление органических веществ на поверхности подходящего катализатора, например, окисление этанола на платиновой черни.

Твердофазное горение представляет собой автоволновые экзотермические процессы в смесях неорганических и органических порошков, не сопровождающиеся заметным газовыделением, и приводящие к получению исключительно конденсированных продуктов. В качестве промежуточных веществ, обеспечивающих массоперенос, образуются газовые и жидкие фазы, не покидающие, однако, горящую систему. Как синонимы используются термины «безгазовое горение» и «твердопламенное горение». Примером таких процессов служит самораспространяющийся высокотемпературный синтез в неорганических и органических смесях.

Тление является медленным, с низкой температурой, формой сгорания, поддержанного высокой температурой, развитой, когда кислород непосредственно попадает на поверхность топлива в состоянии сжатой фазы. Тление есть вид горения, при котором пламя не образуется, а зона горения медленно распространяется по материалу. Тление обычно наблюдается у пористых или волокнистых материалов с высоким содержанием воздуха или пропитанных окислителями.



Многие твердые материалы могут поддерживать тлеющую реакцию горения: уголь, целлюлоза, древесина, хлопок, табак, торф, перегной, некоторые типы пыли, полимерные пены и пленки, используемые как покрытия или наполнители.

Полимеры при тлении обугливаются, включая и пенистые полимеры (например, пена полиуретана). Тлеющие материалы обычно пористые, содержат летучие вещества и сформированы в агрегатные структуры (из частиц, зерен, волокон). Эти агрегаты по своей поверхности вступают в реакцию с кислородом, позволяя ему проникать внутрь, и предоставляют ему большую площадь реакции на единицу объема. Одновременно они же действуют как тепловые изоляторы, рассеивая тепловые выделения.

Общие примеры тлеющих явлений – инициирование поджига материи, которой обита мебель, слабыми источниками тепла (например, сигаретой, сорванным электропроводом) и постепенное сгорание биомассы позади пылающего фронта пожаров.

Автогенное горение является одним из видов самоподдерживающегося горения. Термин используется в технологиях сжигания отходов. Возможность автогенного (самоподдерживающегося) горения отходов определяется предельным содержанием балластирующих компонентов: влаги и золы.

При сложных реакциях горения, протекающих по многостадийному механизму, структура фронта горения может оказаться более сложной, чем в случае простой (одностадийной) реакции. В зависимости от соотношения между кинетическими константами разложения стадий сложной реакции эти стадии могут либо протекать в одной зоне (режим слияния), либо могут быть пространственно разделенными и взаимодействовать между собой посредством тепловых и диффузионных потоков (режим управления), либо не будут испытывать никакого взаимного влияния (режим отрыва). Скорость распространения фронта горения с несколькими зонами реакции, как правило, определяется какой-либо одной из них (так называемая ведущая зона).

Количество горючего материала, сгорающего на единице поверхности фронта горения в единицу времени, называют массовой скоростью горения. Она определяется выражением:

$$m = \rho_0 u a_0 = \int_{-\infty}^{\infty} w[(T, x) a(x)] dx, \quad (1)$$

где  $\rho_0$  - плотность исходной смеси.

Расчет скоростей горения – массовой скорости  $m$  и линейной  $u$  - связан с отысканием распределения температур и концентраций всех компонентов смеси во фронте горения и требует совместного решения дифференциальных уравнений тепло- и массопереноса в реагирующей среде.

Согласно Зельдовичу - Франк-Каменецкому [40,41,42], для простой (одностадийной) реакции

$$m \approx \sqrt{\left(\frac{\lambda}{C}\right)} w \gamma, \quad (2)$$

где  $\lambda$  – теплопроводность смеси,  $\gamma = RT_G^2 / E(T_G - T_0)$ ;

значения  $\lambda$  и  $w$  соответствуют температуре  $T_G$ , плотности смеси  $\rho(T_G)$  и эффективной концентрации горючего материала в зоне реакции  $a_p = \gamma a_0 / (2\gamma + D\rho C / \lambda)$ .

Из этой формулы следует [40,41], что из всех физико-химических свойств горючего материала и характеристик тепло- и массопереноса наибольшее влияние на  $m$  оказывает температура  $T_G$ , поскольку зависимость  $m$  от  $T_G$  соответствует экспоненциальному закону, т.е.

$$m \sim e^{-E/2RT_G} \quad (3)$$

В реальных условиях распространение фронта горения всегда сопровождается потерями тепла во внешнюю среду (излучением, теплопроводностью), что приводит к уменьшению температуры и скорости горения по сравнению с их адиабатическими значениями. Если отношение интенсивности теплопотерь к мощности тепловыделения превышает некоторое

критическое значение, самораспространение реакции по горючему материалу становится невозможным.

Срыв горения с ростом теплотерь осуществляется скачком: непосредственно перед потуханием скорость горения отлична от нуля и даже может быть близка к скорости адиабатического горения.

Со срывом горения вследствие теплотерь связаны понятия различных пределов горения. Так, если содержание воздуха в горючей смеси становится меньше стехиометрического, сильно уменьшаются скорости реакции и тепловыделения.

При неизменной теплоотдаче это приводит к росту отношения интенсивности теплотерь к мощности тепловыделения. При некоторой концентрации горючего это отношение достигает критического значения, ниже которого смесь становится негорючей в данных условиях; соответствующая концентрация горючего называется концентрационным пределом горения. Аналогично определяются пределы горения по начальной температуре, давлению, и т.п.

### 2.1.2 Особенности горения в различных средах

В рамках данного аналитического обзора был выполнен детальный анализ существующих классификаций, определений, особенностей и природы различных видов горения материалов. Эта информация нашла отражение во многих учебниках и сетевых информационных материалах. Ниже приведен обобщающий обзор этих источников [43-47].

При горении газовых смесей на скорость распространения фронта горения (пламени) и форму его поверхности существенно влияет гидродинамическое течение среды. Скорость распространения пламени по неподвижной среде зависит от состава материала, температуры и давления и является физико-химической характеристикой материала. Она называется нормальной, или фундаментальной, скоростью горения. Для реакции  $n$ -го порядка  $u \sim \exp(-E/2RT_T) p^{n/2-1}$ , где  $p$  - давление.

Для различных горючих материалов скорость  $u$  составляет от нескольких см/с до десятков м/с. Наблюдаемая скорость распространения пламени отличается от  $u$  из-за движения газа перед фронтом горения, например, вследствие термического расширения продуктов при распространении пламени. При горении в больших объемах расширение продуктов приводит к гидродинамической неустойчивости пламени – самопроизвольному искривлению его поверхности, образованию на ней ячеистых структур и др.

В ламинарно движущейся горючей смеси пламя распространяется со скоростью  $u$  в направлении, нормальном к его поверхности. Пламя имеет стабилизированную в пространстве форму при условии, что скорость  $u$  равна нормальной составляющей скорости потока  $V_H$ .

В случае вытекания из горелки радиуса  $r$  заранее перемешанной смеси со скоростью потока  $v = const$  стабилизированная поверхность пламени (так называемый факел) имеет форму конуса с высотой  $h = \sqrt{v^2/u^2 - 1}$ . С увеличением расхода горючего поверхность пламени увеличивается, обеспечивая сгорание всей смеси. В случае диффузионного горения, например, при ламинарном истечении горючего в атмосферу окислителя, форма пламени определяется условием равенства нулю на его поверхности концентраций горючего и окислителя.

При турбулентном течении горючей смеси пульсации потока интенсифицируют тепло- и массоперенос в пламени, искривляют и дробят его поверхность, расширяют зону реакции, что приводит к резкому ускорению горения. Скорость распространения турбулентного пламени может превосходить  $u$  в десятки и сотни раз. Турбулизация потока и ускорение пламени могут даже привести к переходу горения в детонацию.

В конденсированных (безгазовых) системах ведущая горение экзотермическая реакция протекает в твердой или жидкой фазе с образованием конденсированных продуктов; газофазные вещества либо не участвуют в реакции, либо не влияют на распространение фронта горения. Примеры подобных процессов – горение некоторых термитных составов (смесей порошков оксидов и

металлов – восстановителей), самораспространяющийся высокотемпературный синтез, фронтальная полимеризация.

Для горения безгазовых смесей характерна высокая плотность выделения энергии, скорость горения для различных систем принимает значения от  $10^{-1}$  до 10 см/с и постоянна в широком интервале изменения давления. При этом отсутствует диффузия продуктов в исходную смесь, изменение концентрации реагентов происходит только в пределах зоны реакции.

Такая структура фронта горения обуславливает максимальное количество избыточной энтальпии в прогретом слое вещества перед зоной реакции. В сочетании с высокой температурной чувствительностью скорости реакции (сверхкритические значения энергии активации реакции  $E$ ) это может привести к возникновению автоколебаний фронта горения с резкими пульсациями температуры и скорости горения.

Если поверхность фронта велика, колебания отдельных точек теряют синхронность и возникают пространственно неоднородные нестационарные эффекты, например, так называемое спиновое горение, при котором реакция локализуется в небольшом ярком пятне, движущемся по спирали с постоянной скоростью в сторону несгоревшего вещества.

При горении смесей порошков, например, металла с углеродом, часто возникают широкие (намного превышающие зону прогрева) зоны тепловыделения, обусловленные сильным торможением реакции продуктами. Интенсивная реакция, определяющая скорость распространения фронта горения, протекает при температурах, намного меньших  $T_G$ , дальнейшее догорание растягивается на большое пространство.

При горении газифицирующихся конденсированных систем происходит интенсивное газовыделение вследствие испарения горючего или его химического разложения, обусловленных потоком тепла из зоны горения. Ведущая горение экзотермическая реакция может протекать в образующейся газовой фазе (так называемые летучие системы) либо в конденсированной фазе (нелетучие системы). Стационарное горение летучих систем описывается той же теорией, что

и горение газовых смесей с заранее перемешанными компонентами. В нелетучих системах выделение большого количества газообразных продуктов может приводить к механическому разрушению и диспергированию вещества вблизи поверхности. В результате зона реакции сильно растягивается, и тепловыделение происходит в основном, в мелкодисперсной смеси частиц горючего и продуктов его первичного химического разложения.

Линейные скорости и горение таких материалов составляют от долей мм/с до десятков см/с; аномально высокие и (десятки м/с) наблюдаются при проникновении горячих газообразных продуктов в поры гранулированного твердого топлива (конвективное горение). Как и при горении газов, для  $u$  характерна степенная зависимость от  $p$  типа  $u \sim p^v$ , где  $v > 0$ .

Горение может сопровождаться нестационарными эффектами: погасанием при сбросе давления, колебаниями скорости и температуры, искривлением поверхности фронта и др., обусловленными избытком энтальпии в прогретом слое горючего материала и большим различием в плотности конденсированной и газовой фаз.

Горение гетерогенных систем - твердых или жидких топлив в газообразном окислителе - может происходить так же, как и горение гомогенных газовых смесей, если перемешивание компонентов происходит достаточно быстро и не лимитирует реакцию (например, при распылении топлива из форсунки). При низкой дисперсности частиц горючего осуществляется режим диффузионного горения. При горении капли жидкого топлива вокруг нее образуется диффузионное пламя, поддерживающее интенсивное испарение. Время диффузионного горения частиц топлива пропорционально квадрату их размера. Помимо минимального размера, отвечающего пределу интенсификации диффузионного горения, существует максимальный размер частицы, при котором топливо не может гореть вследствие радиационных теплопотерь.

Распространение пламени по взвеси частиц топлива в газе (аэровзвеси) протекает с большими скоростями ( $\sim 10$  м/с) вследствие того, что световое

излучение от горящих частиц топлива нагревает исходную смесь на больших расстояниях перед фронтом горения.

При горении пористых веществ распространение фронта горения сопровождается фильтрационным течением газа, содержащего окислитель. Оно может возникать самопроизвольно вследствие поглощения либо выделения газа при реакции или вынужденно, из-за задаваемого перепада давления. Температура и состав продуктов зависят от кинетических, теплофизических и фильтрационных характеристик системы. Температура горения при вынужденной фильтрации окислителя через продукты может в несколько раз превышать  $T_p$ , рассчитанную на полное сгорание горючего, содержащегося в пористой среде.

Например, при фильтрационном выжигании нефтяного песка температура в зоне реакции может составлять 600-800 °С при расчетной термодинамической температуре горения, равной 250-350 °С. Такое повышение температуры смеси в зоне реакции осуществляется за счет тепла, отбираемого газовым потоком у охлаждаемой части продуктов. При низком содержании окислителя в потоке газа все продукты могут оказаться охлажденными до температуры вдуваемого газа, а горючее вещество - разогретым до температуры горения на большом расстоянии перед зоной реакции.

Другие характерные эффекты – неполное сгорание, срывы горения при отсутствии внешних теплопотерь, аномально низкие значения  $u$  ( $10^{-1}$ -1 см/мин). Возможны и нестационарные явления – автоколебания фронта горения, спиновое горение, образование ячеистых структур во фронте горения.

В макронеоднородных системах (крупные куски угля, пластины полимеров в атмосфере окислителя) возможно распространение диффузионного пламени вдоль поверхности горючего материала. Скорость горения определяется тепло- и массопереносом в передней кромке пламени и зависит от величины и направления потока газа, концентрации в нем окислителя, свойств горючего материала.

### 2.1.3 Особенности горения текстильных материалов

Изучением процесса горения текстильных материалов занимались видные отечественные исследователи: д-р техн. наук, проф. Перепелкин К.Е., д-р техн. наук, проф. Кричевский Г.Е., канд. техн. наук Киркина Л.И., д-р техн. наук Константинова Н.И., д-р техн. наук, проф. Сафонов В.В., д-р техн. наук, проф. Бесшапошникова Н.И. и др.

Воспламенение и горение волокнистых полимерных материалов происходит аналогично другим горючим твёрдым телам. Однако текстильные материалы различных видов имеют и свою специфику [48-51] и чтобы защитить волокнообразующие полимеры и текстильные материалы от огня, необходимо знать механизм их горения.

Как утверждает профессор Перепелкин К.Е., особенностью волокнистых слоёв текстильных материалов является их сквозная пористость и, соответственно, малая теплопроводимость, что уменьшает величины теплотерьер при горении [52]. Одновременно обеспечивается поступление воздуха в зону горения.

Малый поперечный размер волокон и нитей, их высокая удельная поверхность приводит к очень быстрому их нагреву и сгоранию, а наличие межволоконной пористости способствует быстрой передаче тепловой энергии. Это способствует повышению скорости нагрева и вызывает быстрое развитие зоны горения.

Большое значение для начала процесса горения волокнистого материала имеет количество тепла, которое необходимо подвести локально в зоне зажигания к материалу для его нагрева до температуры интенсивного пиролиза. Это количество тепла зависит от диаметра волокон и пористости материала.

В случае плотного текстильного материала, особенно толстого слоя или нескольких слоёв, механизм горения его приближается к горению массивных твёрдых тел, хотя имеет свою специфику – возможность длительного тления [52].

Основные характеристики горючести:



- $t_b$  – температура воспламенения;
- $t_{cb}$  – температура самовоспламенения;
- КИ – кислородный индекс;
- $Q$  – тепловой эффект горения.

Все текстильные материалы горят, но легкость их возгорания и скорость горения разная и определяется тремя основными характеристиками: химическим строением волокнообразующих полимеров, физической структурой волокон и текстильных материалов, газовым составом окружающей атмосферы.

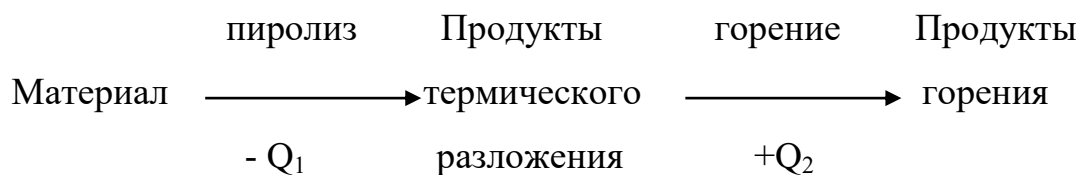
Как известно процесс горения – это термоокислительная деструкция, протекающая в присутствии кислорода воздуха по радикально-цепному механизму, доходящая до полного разложения полимерного материала вплоть до простейших низкомолекулярных соединений ( $H_2O$ ;  $CO$ ;  $CO_2$  и др.), которая не всегда закачивается и сопровождается воспламенением и горением материала [14].

Для возгорания материала необходимо сочетание определенных теплофизических условий. В частности, горение полимерных материалов состоит из нескольких последовательных и параллельных стадий:

- воспламенение;
- горение
- распространение горения.

Воспламенению материала обязательно предшествует его пиролиз, т.е. деструкция с выделением жидких и летучих, как правило, горючих продуктов. Пиролиз начинает процесс горения и сопровождает его на всем его протяжении.

При достаточном уровне подводимого к текстильному материалу тепла и наличии в системе кислорода пиролиз начинается с поверхности материала, а затем заглубляется в материал. На протекание пиролиза расходуется тепло, происходит теплоперенос из твердой фазы (текстильный материал) в газовую фазу. Поэтому процесс пиролиза носит гетерогенный характер. Выделяющиеся при пиролизе летучие продукты (топливо) сгорают в возникшем пламени с выделением тепла по следующей модели:



- $Q_1$  – затраты тепла на пиролиз

+ $Q_2$  – выделение тепла при горении.

При горении материалов происходят затраты тепла ( $-Q_1$ ) на деструкцию (пиролиз): летучие продукты пиролиза, сгорая выделяют тепло ( $+Q_2$ ) тепло, которое вновь частично затрачивается на поддержание и развитие пиролиза.

Скорость протекания пиролиза зависит от эффективности тепло- и массообмена, т.е. от площади контакта (общая пористость) текстильного материала, его воздухопроницаемости. Общие условия устойчивости материала к горению:

- высокие затраты тепла на пиролиз ( $-Q_1$ );
- тепло при сгорании продуктов пиролиза ( $+Q_2$ ) – низкое;
- низкая величина воздухопроницаемости.

Для каждого конкретного волокнообразующего полимера химизм горения имеет свою специфику, связанную с его химическим строением.

При пиролизе могут выделяться высокотоксичные газы, которые являются причиной гибели людей, находящихся в зоне горения. Особенно опасно выделение токсичных продуктов пиролиза при пожаре в замкнутом пространстве (автомобиль, самолет, железнодорожный транспорт и т.д.).

Как известно, хлопчатобумажные ткани принадлежат к легкогорючим материалам. При температуре 250-300 °С происходит пиролитическое разложение целлюлозы с образованием газообразных, жидких, твердых и смолистых продуктов. Газообразные продукты пиролиза целлюлозы легко воспламеняющиеся газы, которые способствуют более глубокому распаду жидких, твердых и смолистых продуктов, так, что практически после сгорания остается небольшой остаток золы. При этом одновременно протекают два основных процесса: деполимеризация вследствие разрыва 1,4-глюкозидных связей и дегидратация с

раскрытием пиранозного цикла, выделением ненасыщенных соединений, их ароматизацией с образованием карбонизированного остатка [13].

Термическое расщепление полиамидов начинается с разрыва [-CO-NH-] связи с образованием углеводов, оксидов углерода, аммиака, бензола, аминов, алифатических карбоновых кислот.

Полиакрилонитрильные волокна распадаются при нагревании с образованием аммиака, синильной кислоты, акрилонитрила, ацетонитрила.

При пиролизе полиэфирных волокон наряду с оксидами углерода образуются бензол, бензойная кислота, терефталевая кислота и ацетальдегид.

Горючесть текстильных материалов зависит от образующихся при пиролизе продуктов. Так продукты пиролиза целлюлозы (простые спирты) имеют низкую температуру воспламенения, чем продукты пиролиза других волокон. Температура самовоспламенения этих простейших органических соединений лежит между 315 и 410°C.

Для придания огнезащищенности тканям из натуральных и химических не огнестойких волокон их необходимо обработать антипиренами, которые должны при нагревании выделять негорючие газы или образовывать защитную пленку, не пропускающую к материалу кислород.

Антипирены могут вводиться в прядильный раствор или расплав на стадии производства химических волокон. Однако более экономически целесообразным и практически распространенным вариантом является введение антипиренов в готовые текстильные материалы на стадии отделочного производства.

Антипирены должны снижать горючесть текстильного материала и обеспечивать перманентность этого эффекта, не выделять токсических веществ при горении, не ухудшать потребительские свойства текстильных материалов.

В качестве антипиренов используют фосфаты, бораты, сульфаты, соли титана, сурьмы, неорганические и органические азотсодержащие и галоидсодержащие соединения.

Как утверждает доктор Кричевский Г.Е., эффективность антипиренов проявляется через влияние их на различные фазы горения [14].

Из всех стадий горения наиболее важной является пиролиз, в процессе которого образуются горючие продукты. Антипирены выступают в роли своеобразных «катализаторов», направляющих течение пиролиза в нужном направлении, они меняют соотношение между двумя составляющими (газ, твердое тело) в пользу твердого остатка. Углеродный твердый остаток способен при благоприятных условиях продолжать тлеть, при этом происходит окисление углерода до его оксидов. Горение и тление имеют различную сущность. Горение – это термоокисление легколетучих горючих низкомолекулярных продуктов пиролиза. Тление – окисление до  $\text{CO}_2$  первичного остатка обугливания (углерод). В процессе окисления углерода при температуре  $200\text{ }^\circ\text{C}$  образуется углекислый газ, который подавляет тление.

Фосфоросодержащие соединения образуют нелетучие оксиды фосфора, которые покрывают горящее вещество стеклообразным расплавом, преграждают доступ воздуху и затормаживают тем самым горение сухого остатка.

Фосфорорганические антипирены оказывают влияние на процесс пиролиза. Галоидсодержащие антипирены действуют преимущественно в газовой сфере, но могут проявлять себя и в твердой фазе. Они снижают температуру термического разложения некоторых полимеров, снижают теплоту горения, могут образовывать вокруг волокон пленку, препятствующую диффузии кислорода в структуру волокна. Кроме того, они образуют радикалы галогенов, выступающих в роли ловушек активных гидроксильных радикалов, способствующих разложению волокон с образованием горючих продуктов.

При использовании смесей антипиренов наблюдается проявление действия синергизма. Обнаружено проявление синергизма при следующих сочетаниях антипиренов: P/N (фосфор- и азотосодержащие) для материалов из целлюлозы, P/Галл (фосфор-, галогенсодержащие), Галл/Sb (галоген-, сурьмосодержащие) для материалов из полиэфирных, полиакрилонитрильных, полиамидных, полипропиленовых волокон, Галл/Радикалообразователь - галогенсодержащий антипирен и вещества, способные в процессе нагревания разлагаться на радикалы. В качестве радикалообразователей используют перекиси. Применяют

галогенсодержащие антипирены для подавления процессов горения текстильных материалов из синтетических и ацетатных волокон.

Особый интерес вызывают органические антипирены, которые вступают в химическое взаимодействие (реакция этерификации) с целлюлозой хлопка и таким образом обеспечивают перманентность свойств.

Представителями таких соединений являются:

- хлорорганические, фосфорорганические антипирены (наносятся на материал из органического растворителя),

- не содержащие азот фосфорорганические соединения. Большинство из них относятся к четвертичным фосфониевым соединениям. Широко известен препарат ТНРС (хлорид тетрагидроксометилата фосфора), который хорошо сочетается со сшивающими N-метилольными препаратами производными мочевины и меламина.

- азотсодержащие фосфорорганические соединения. Эти препараты дают эффект на материалах из целлюлозных волокон, но не дают эффекта огнезащиты на материалах из синтетических полиэфирных и полиамидных волокнах. Широко используется препарат АРО (трисазиридинил фосфинооксид), который образует эфирную связь с целлюлозой.

Выбор антипиренов и их концентрации ведется в зависимости от типа текстильного материала, так как они не обладают универсальностью по отношению к волокнам различной природы.

#### 2.1.4 Комбинирование модели нагрева и горения защитных тканей с учётом теплового поражения кожного покрова

Ряд исследователей не ограничивается изучением только огне-теплозащитных свойств тканей и одежды [53-55]. Они включают в рассмотрение также и защитные свойства кожного покрова человека. При этом основной целью исследования по-прежнему является время от начала воздействия огня до получения кожей ожогов первой или второй степени тяжести.

Экспериментально такие исследования проводились либо на манекене человека, специально приспособленном для измерения теплофизических показателей, либо на физических моделях отдельных участков тела, например, конечностей.

Чтобы получить возможность прогнозирования указанного времени, параллельно с экспериментальными исследованиями разрабатывались математические модели, описывающие процесс проникновения теплового потока от источника пламени до кожи и подкожного тела. Эти модели основаны на уравнении теплопроводности. В течение примерно 50 лет модели, основанные на этом уравнении, постепенно уточнялись и дополнялись в различных аспектах.

В работах [54,55] рассмотрены теплозащитные свойства защитных тканей при различных тепловых воздействиях высокой интенсивности. Экспериментально исследован 21 образец теплостойких тканей, изготовленных из полибензоимидазола (polybenzimidazole – PBI), ароматического полиамида (арамида), и смесей из PBI и арамида или с огнестойкими вискозными волокнами. Для проведения эксперимента была разработана специальная установка.

Образцы были подвергнуты лабораторным испытаниям с использованием высокоинтенсивного воздействия источников тепла методами конвекции или излучения. Рассмотрен вклад различных механизмов теплопередачи в тепловую защиту, в том числе эффектов деградации различных материалов в результате интенсивного теплового воздействия. Были выделены основные переменные, определяющие разработку тканей для теплозащитной одежды.

В таблице 16 приведен перечень основных характеристик образцов полотен из ткани, трикотажа и нетканого материала, участвовавших в лабораторных исследованиях. Стандартные лабораторные методы используют различные условия для тестирования защитных полотен.

Наиболее гибким и удобным из доступных лабораторных инструментов для испытания стойкости полотен к тепловому воздействию является устройство, которое использует комбинированный источник пламени и излучения. Оно специально сконструировано для проведения испытаний, оснащено необходимой

измерительной и регистрирующей аппаратурой, рисунок 1. Устройство позволяет контролировать время воздействия для измерения индекса термической устойчивости.

Таблица 16 – Свойства полотен

Код	Материал/ Переплетение	Плотность, г/м <sup>2</sup>	Толщина, мм	Удельная масса, г/см <sup>3</sup>	Влажность, %	Воздухопроницае мость, м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·мин)	Пористость
W1	Ткань РВИ (саржа)	271	0,83	0,33	13,5	4	0,75
W2	РВИ/Кевлар (саржа)	244	0,94	0,25	8,4	5	0,82
W3	Кевлар (саржа)	268	0,95	0,29	4,2	5	0,80
W4	Номекс (саржа)	254	0,90	0,28	7,7	6	0,80
W5	РВИ/вискоза (сатин)	295	0,69	0,43	10,5	10	0,70
W6	РВИ/Кевлар (саржа)	200	0,68	0,39	6,9	6	0,73
W7	РВИ/Кевлар	139	0,61	0,23	7,6	33	0,84
W8	(полотно)	163	0,64	0,26	3,8	59	0,81
S1	Номекс (полотно)	224	0,87	0,26	11,4	22	0,82
S2	РВИ/Номекс (сатин)	142	0,81	0,17	11,9	108	0,88
Z	РВИ/Номекс (сатин) РВИ/Кевлар (начес)	264	0,76	0,34	7,5	1	0,76
K1	Трикотаж РВИ	295	1,49	0,19	13,9	54	0,87
K2	РВИ / Кевлар	298	1,59	0,19	8,0	62	0,87
K3	Номекс	298	1,47	0,20	7,8	61	0,85
K4	РВИ / Кевлар	173	1,53	0,11	8,0	123	0,92
N1 <sup>a</sup>	РВИ / Кевлар	153	2,03	0,07	7,6	109	0,95
N2 <sup>b</sup>	(начес) РВИ / Кевлар (начес)	153	2,03	0,07	7,6	109	0,95
F1	Нетканый материал РВИ	295	2,23	0,12	10,5	24	0,91
F2	РВИ / Кевлар	281	1,82	0,15	7,1	22	0,89
F3	Номекс	237	1,97	0,13	7,5	42	0,90
F4	РВИ / Кевлар	180	1,98	0,09	7,1	43	0,95

<sup>a</sup> – Начес со стороны источника тепла;

<sup>b</sup> – Начес со стороны, противоположной источнику тепла.

Эта аппаратура дала возможность исследовать взаимосвязи между изоляционными свойствами и свойствами полотен для нескольких режимов воздействия. Условия испытания имитировали набор наиболее опасных ситуаций

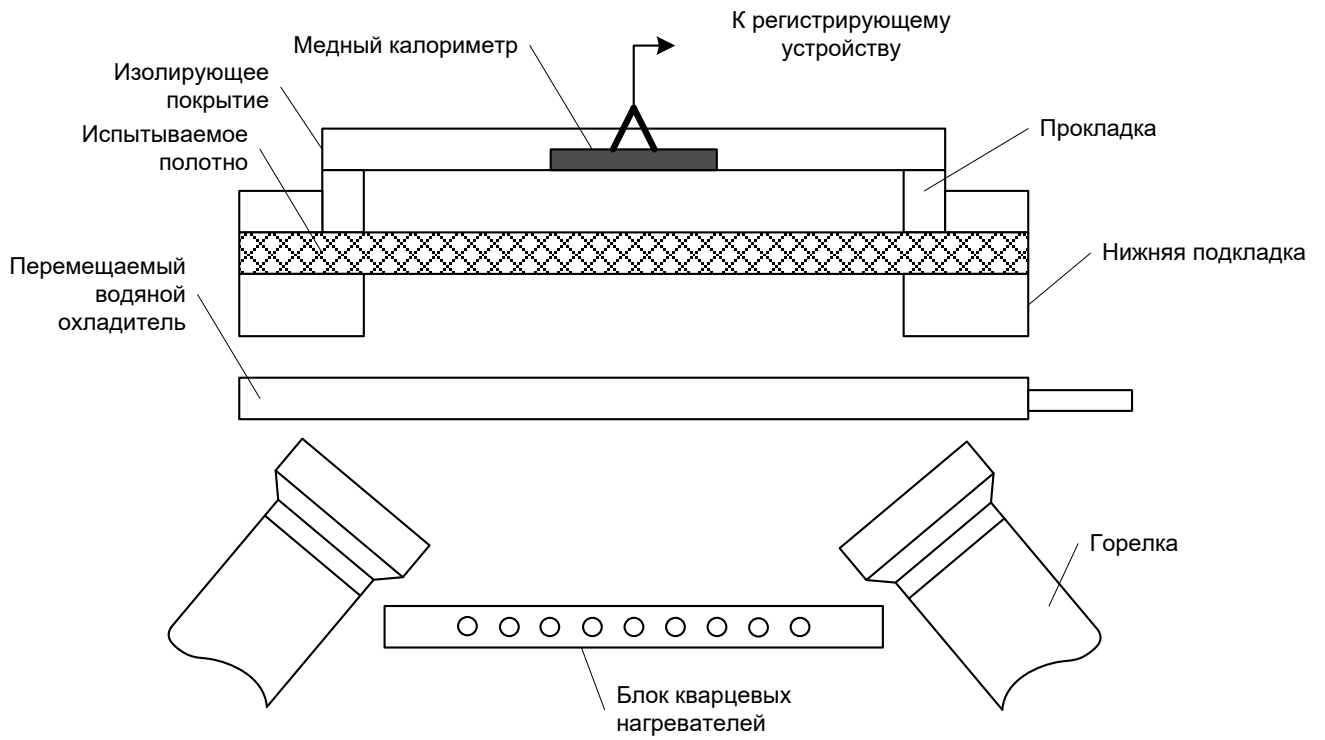


Рисунок 1 – Схема устройства  
для испытаний материала на теплостойкость



при интенсивном воздействии тепла от источников теплового излучения и тепловой конвекции.

Основные результаты испытаний приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Тепловые защитные свойства (кал/см<sup>2</sup>) полотен, испытанных при девяти различных режимах теплового воздействия

Код	84 кВт/м <sup>2</sup> (2 кал/см <sup>2</sup> с)			42 кВт/м <sup>2</sup> (1 кал/см <sup>2</sup> с)			20 кВт/м <sup>2</sup> (0,48 кал/см <sup>2</sup> с)		
	Пламя	Пламя+ излучение	Излучение	Пламя	Пламя+ излучение	Излучение	Пламя	Пламя+ излучение	Излучение
Ткань									
W1	16,2	17,6	11,4	13,7	16,5	11,5	16,9	16,9	17,5
W2	14,0	16,2	12,0	12,5	14,9	11,4	16,4	16,2	15,8
W3	13,8	15,6	12,2	11,5	14,4	11,1	15,7	14,9	15,1
W4	16,2	16,4	10,0	12,1	15,8	10,9	16,6	18,4	15,4
W5	13,8	13,4	9,4	8,7	11,4	10,2	12,9	15,4	16,4
W6	13,6	13,4	12,2	10,3	13,3	10,2	15,8	16,5	14,1
W7	11,2	11,0	8,8	10,2	10,7	7,7	14,4	14,4	10,7
W8	12,0	11,2	8,4	7,9	9,4	7,5	12,3	12,6	8,9
S1	15,8	15,8	12,2	12,7	15,1	10,5	17,4	19,2	15,1
S2	11,0	10,8	7,4	8,8	11,4	6,8	13,3	14,5	9,4
Z	15,4	15,4	12,0	12,0	15,3	11,4	16,5	18,3	16,2
Трикотаж									
K1	20,4	21,6	10,8	17,1	19,9	11,4	21,2	17,9	17,8
K2	17,4	18,6	11,8	15,3	18,1	12,1	17,5	16,1	16,5
K3	19,2	19,2	10,8	14,8	17,1	10,9	19,8	22,3	16,3
K4	13,4	12,8	9,0	10,1	13,5	7,8	15,7	16,3	10,3
N1 <sup>a</sup>	15,4	14,2	8,6	11,1	14,7	7,7	17,9	20,4	10,0
N2 <sup>b</sup>	12,6	12,6	8,6	10,0	13,6	7,7	15,1	16,9	10,2
Нетканый материал									
F1	26,2	28,4	20,6	23,7	28,3	18,9	29,3	23,9	25,1
F2	23,0	26,0	19,8	18,7	22,6	16,8	23,4	20,4	21,2
F3	17,0	19,8	14,6	15,0	17,9	14,8	20,9	18,0	19,2
F4	20,2	20,4	14,2	16,4	18,7	12,1	24,5	25,6	15,6

Были получены также зависимости защитных свойств образцов полотен в зависимости от времени воздействия, которые отображены в таблице 18.

Таблица 18 – Зависимость влажности полотен от времени конвективного воздействия и воздействия излучения

Полотно	Начальная влажность, %	После конвективного воздействия		Влажность после 9 с конвективного воздействия, %	После воздействия излучением		Влажность после 9 с воздействия излучением, %
		0 секунд	9 секунд		0 секунд	9 секунд	
РВІ	13,5	17,0	15,3	12,8	11,4	11,2	13,6
РВІ/Кевлар	8,4	16,3	14,2	7,9	12,0	12,0	9,5
Кевлар	4,2	15,6	14,1	3,0	12,2	12,8	3,5
Номекс	7,7	16,4	14,5	8,7	10,0	7,7	7,7
РВІ/вискоза	10,5	13,4	9,9	8,2	9,4	5,9	4,3

В результате анализа данных, полученных в этих экспериментальных исследованиях, были не только получены конкретные числовые данные для большого набора образцов, но и сделаны следующие обобщающие выводы.

Главным фактором, определяющим защитную способность материала для предотвращения ожогов второй степени, является абсолютная интенсивность теплового воздействия. Поведение исследованных полотен заметно различается в зависимости от условий и вида теплового воздействия. Одновременное воздействие пламени и излучения менее опасно (при том же суммарном потоке тепловой энергии), чем только пламя или только излучение. Степень защиты может быть повышена, если использовать нетканые структуры низкой плотности или ткани с начесом на поверхности. Начес повышает уровень защиты на 12%. Массовая плотность играет значимую роль, хотя взаимосвязь между плотностью и уровнем теплозащиты не прямо пропорциональна.

Из-за своей технологической значимости в защите от огня и энергетического воздействия передача тепловой энергии через тонкие волокнистые материалы, такие, как одежда, подвергающейся высокотемпературным воздействиям, постоянно и широко исследуются. Было разработано много тестов [54-56] для измерения величины относительной стойкости к огню и сопротивления теплопередаче у тканей. Определение времени сопротивления вторичному воспламенению является основой большинства тестов с применением покрытых материалом медных калориметров. Между тем,

термические свойства используемого медного калориметра не позволяют оценить свойства человеческой кожи. Так же недостаточно внимания уделяется поддержанию структурной целостности и усадке, сжатию материала, хотя некоторые тесты требуют оценки этих свойств путем их наблюдения после воздействия на образец.

При количественном оценивании теплового воздействия на ткань или одежду в условиях опасности время, необходимое, чтобы произошло ожоговое повреждение кожи под слоем одежды, также используется в качестве характеристики с использованием различных биотепловых моделей теплопередачи. Почти все они основаны на модели кожи Penn'a [57,58].

Интересны результаты исследований теплового воздействия на различные огнезащитные ткани (из 100% арамидных волокон и из 100% хлопка с огнезащитной пропиткой).

Образцы выдерживались при кондиционных условиях  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ,  $(65 \pm 3) \%$  влажности не менее 24 часов перед проведением эксперимента. Общая схема для испытаний защитной ткани представлена на рисунке 2.

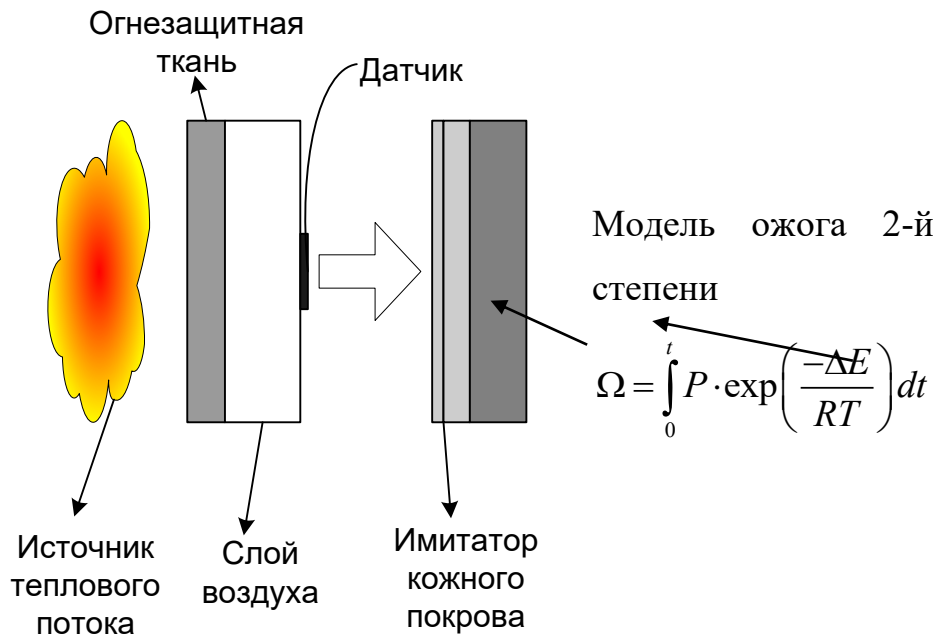


Рисунок 2 – Схема испытаний защитной ткани

Температура источника тепла доводилась до 400°C и выдерживалась в течение 30 с для выравнивания температуры в зоне испытаний, после чего зажим с образцом ткани опускался к излучателю. Одновременно включалась регистрирующая аппаратура. Температура кварцевой трубки, служившей источником тепла, поддерживалась неизменной в течение всего испытания. Продолжительность теплового воздействия для всех образцов составляла 15 секунд.

После каждого испытания образцы ткани извлекались из измерительной аппаратуры и остывали в течение примерно 145 минут, так что имитатор кожного покрова и чувствительный элемент на нем возвращались в изотермическое состояние с окружающей средой. Зазор между тканью и имитатором кожи составлял во всех испытаниях 6 мм.

В соответствии с условиями эксперимента для температуры на поверхности имитатора кожного покрова температура нагрева для первого образца ткани из арамидных нитей составила 400 °С. Продолжительность нагрева была равна 10 секунд. Продолжительность всего моделируемого времени для испытания составила 20 секунд.

Физические свойства исследованных образцов представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Физические свойства исследованных образцов тканей

Образец	Материал	Переплетение	Плотность, (мг/см <sup>2</sup> )	Толщина, (мм)	Плотность, (кг/м <sup>3</sup> )	Время горения до ожога 2-й степени, (с)
A1	Арамид	Саржевое	18,70	0,543	344,4	7,7
A2	FR хлопок	Полотняное	24,32	0,502	484,5	14,2

Анализ полученных результатов эксперимента и примененных для расчета моделей показал, что разработанный измерительный комплекс, включающий не только блок испытания ткани, но и имитатор кожного покрова, позволяет имитировать воздействия огня и высоких температур на конечности человека.

Интересны исследования зарубежных учёных в оценке влияния

маслосодержащих составляющих в огнезащитных материалах на их защитные свойства [59].

Установлено, что, жировые и масляные загрязнения, попадая в огонь, способствуют понижению огнестойкости полотен.

Вообще говоря, любой тип загрязнения снижает уровень огнезащиты материала.

## 2.2 Моделирование процессов зажигания и горения текстильного материала

Известно, что тепло выделяется в виде электромагнитного излучения и возросшего теплового движения молекул. В рассматриваемой задаче, как показывают оценки, доля энергии, приходящаяся на излучение в видимой и более высокочастотных областях спектра электромагнитного излучения, пренебрежимо мала и поэтому в дальнейшем не рассматривается. Тепловая энергия в виде хаотичного движения молекул передается в результате их взаимодействия молекулам среды, окружающей очаг возгорания. В результате температура этой среды возрастает.

Полотно из волокнистого материала (ткань, трикотаж, нетканое полотно) представляет собой пористую реакционноспособную среду, физико-химические свойства которой изменяются при нагревании и горении. Поэтому для математического моделирования процессов зажигания и горения ткани целесообразно использовать модели реагирующих сред, представленные в работах [60-62].

Теплофизические свойства тканей и образующих их волокон и нитей можно определить на основе справочных данных, а также путем решения т.н. обратных задач механики реагирующих сред с использованием результатов экспериментов по зажиганию и горению тканей различных артикулов.

Предлагаемый метод исследования базируется не только на теоретических (законы сохранения массы, количества движения и энергии), но и на экспериментальных данных, которые характеризуют свойства тканей как пористой реакционноспособной среды. Поэтому целесообразно использовать

модель пористой реагирующей среды [60], для которой должна быть создана новая база данных для описания нагрева, пиролиза и горения газообразных и конденсированных процессов пиролиза тканей с использованием методов решения обратных задач механики реагирующих сред.

### 2.2.1 Физическая модель зажигания и горения плоского участка ткани

Анализ наблюдений за горением целлюлозосодержащих тканей позволяет выделить следующие физико-химические этапы:

1. Нагрев от близкого к поверхности или касающегося ткани пламени вследствие конвекции и излучения.
2. Сушка ткани.
3. Пиролиз материала ткани и образование конденсированных (кокса), газообразных ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ) и дисперсного (частиц сажи) продуктов пиролиза.
4. Горение газообразных горючих продуктов пиролиза.
5. Горение дисперсных продуктов пиролиза (частиц сажи).
6. Горение конденсированного продукта пиролиза (кокса).

При горении ткани имеют место следующие физико-химические процессы:

1. Кинетический режим горения, при котором скорость процесса определяется скоростью протекания гетерогенных химических реакций окисления конденсированных продуктов пиролиза ткани.
2. Диффузионный режим горения, при котором скорость разрушения ткани определяется скоростью диффузии окислителя (кислорода).

На рисунке 3 представлена схема изменения состояния и химического состава ткани при ее нагревании и последующем горении.

При выводе системы уравнений, которые выражают законы сохранения массы, количества движения и энергии, считают, что:

1. Конденсированная фаза материала ткани в процессе горения состоит из четырех компонентов: исходного сухого материала, воды, конденсированного продукта пиролиза (кокса) и продукта горения кокса – золы.

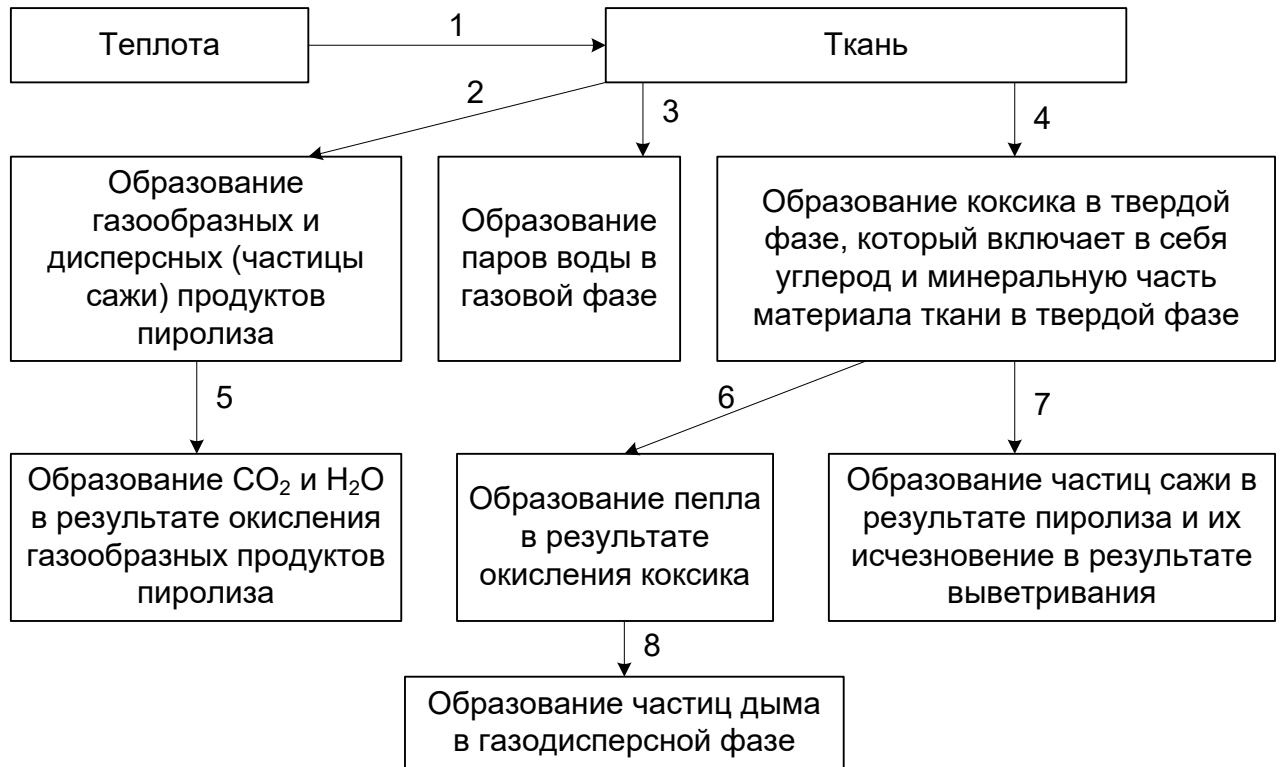
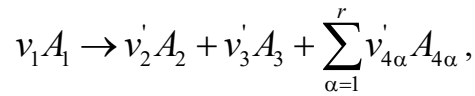


Рисунок 3 – Схема изменения агрегатного состояния и химического состава материала ткани при ее горении

Стрелки означают:

- 1 – подвод теплоты в результате излучения, конвекции и теплопроводности;
- 2 – сушка ткани;
- 3 – пиролиз материала ткани;
- 4 – образование кокса;
- 5 – образование газообразных и дисперсных продуктов пиролиза;
- 6 – образование пепла;
- 7 – образование и исчезновение частиц сажи;
- 8 – образование частиц дыма и их выветривание

2. При горении ткани в результате нагревания имеет место необратимая гомогенная реакция разложения



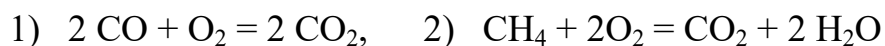
здесь  $A_1$  – символ исходного конденсированного вещества – влажной ткани;  $A_2$  – символ воды;  $A_3$  – символ конденсированного продукта реакции (кокса);  $A_{4\alpha}$  – символы газообразных горючих продуктов реакции разложения (пиролиза) – CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>,  $v_1$ ,  $v_2'$ ,  $v_3'$  и  $v_{4\alpha}'$  – соответствующие стехиометрические коэффициенты.

Процессы зажигания и горения ткани целесообразно исследовать, используя законы сохранения массы, количества движения и энергии. При этом был сделан ряд упрощающих допущений. Однако полученная система уравнений [62] по ряду причин оказывается слишком сложной для решения.

В частности, из-за ограниченности полноценных экспериментальных данных по возникновению и распространению огня и процесса горения конкретной базы данных для полученных уравнений нет. Для ее создания необходимы результаты соответствующих экспериментальных исследований и использование методов решения обратных задач механики реагирующих сред (т.е. оценки параметров и коэффициентов уравнений по известным решениям этих уравнений).

После определения параметров, характеризующих теплофизические и реакционные свойства материала ткани, необходимо проводить расчеты с использованием правдоподобных допущений о порядках упомянутых выше величин, а в дальнейшем в качестве основного метода решения задач теории горения целесообразно использовать итерационно-интерполяционный метод и некоторые приближенные аналитические методы [63].

Однако можно выписать итоговые гомогенные химические реакции в проницаемом слое ткани, которые имеют вид [64,65]:



Уравнения химической кинетики для этих реакций запишутся так:



$$\begin{aligned} \frac{dy_1}{dt} &= -k_1 x_1 x_3^{0.25} T_1^{-2.25} \exp\left(-\frac{E_1}{RT_1}\right) = r_1 \\ \frac{dy_2}{dt} &= -k_2 x_3^{1.5} x_5^{-0.5} \frac{p_2}{T_1} \exp\left(-\frac{E_2}{RT_1}\right) = r_2 \end{aligned} \quad (4)$$

где  $k_1$  и  $k_2$  – предэкспоненциальные множители;  $y_1$  и  $y_2$  – молярно-объемная концентрация окиси углерода СО и метана;  $x_1$ ,  $x_3$ ,  $x_5$  – молярные концентрации СО, О<sub>2</sub>, СН<sub>4</sub>;  $E_1$  и  $E_2$  - энергии активации соответствующих реакций;  $r_1$  и  $r_2$  – молярно-объемные скорости реакции.

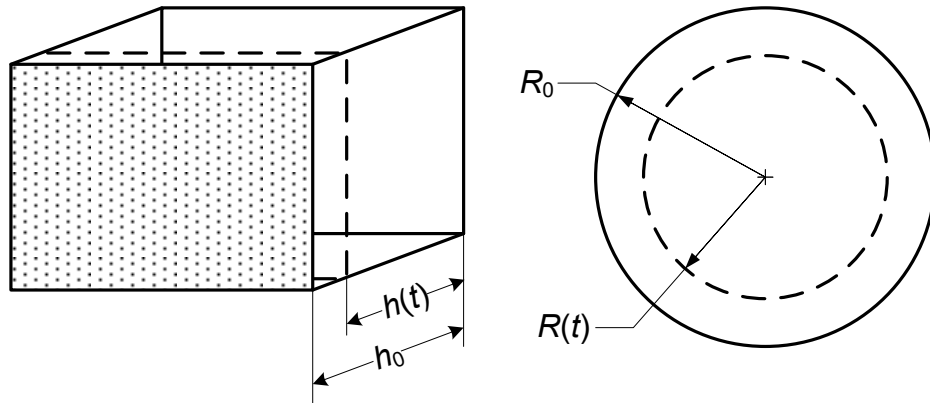
Соединение кислорода с молекулами горящего вещества происходит по поверхности соприкосновения этого вещества с кислородом. Поэтому, чем больше площадь поверхности соприкосновения, тем интенсивнее идет реакция и тем больше тепла выделяется в единицу времени. Процесс горения возникает, когда в области соприкосновения с кислородом горючий материал достигает достаточно высокой температуры – температуры воспламенения  $T_f$ .

Горение приводит к тому, что часть горючего материала переходит в продукты горения. При этом масса горючего материала уменьшается. Из приведенных рассуждений следует, что скорость уменьшения массы горючего материала зависит от площади горения. В данных исследованиях целесообразно рассмотреть модели остаточного горения и найти уравнения динамики горения, т.е. изменения массы горючего материала в зависимости от предположений о площади горения.

### 2.2.2 Модель нулевого порядка остаточного горения волокнистого материала

Горение любого материала представляет собой химическую реакцию окисления горючих составляющих этого материала, сопровождающуюся выделением большого количества тепловой энергии. Для реакции необходимо взаимодействие молекул кислорода воздуха с молекулами этих составляющих на границе между воздухом и материалом. Поэтому интенсивность горения зависит от площади поверхности материала, на которой происходит горение.

В простейшей модели (нулевого порядка – М1) можно предположить, что горючий материал имеет форму параллелепипеда (рисунок 4а). Горению подвергается одна из его граней площадью  $S$ , а толщина параллелепипеда равна  $h_0$ . Горение происходит равномерно по всей площади без ограничений в поступлении кислорода к горячей поверхности.



а) материал, имеющий форму параллелепипеда

б) материал, имеющий шарообразную форму

Рисунок 4 – Модель материала

Если материал имеет плотную структуру (без пор) и плотность  $\rho$ . В этом случае скорость горения (уменьшения массы  $m$  горящего материала) можно представить уравнением

$$\frac{dm(t)}{dt} = -aS(t) \quad (5)$$

Здесь параметр  $a$  – определяет скорость горения единицы площади и зависит от химического состава и физической структуры горячей поверхности. Размерность скорости  $[a] = \text{ML}^{-2}\text{T}^{-1}$ .

Переходя от массы материала к толщине слоя  $m = \rho hS$ , где  $\rho$  – объемная плотность материала для постоянной площади горения  $S(t) = S = \text{const}$  получим

$$\rho \frac{dh(t)}{dt} = -a \quad (6)$$

Таким образом, в рассматриваемом случае скорость горения постоянна и зависит только от физико-химических особенностей материала. Решение уравнения имеет вид

$$h(t) = h_0 - \frac{a}{\rho}t \quad m(t) = m_0 - aSt \quad (7)$$

Здесь  $h_0$  и  $m_0$  – значения соответственно толщины и массы материала перед началом горения.

На самом деле, этот результат не зависит от геометрической формы материала. Например, если материал имеет шарообразную форму (рисунок 4б), то  $S(t) = 4\pi R^2(t)$ ,  $m = 4/3\pi \rho R^3(t)$  и уравнение (5) преобразуется к виду

$$\frac{\rho}{3} \frac{dR(t)}{dt} = -a \quad (8)$$

В общем случае, если обозначить через  $L$  – линейный размер материала, то площадь горения пропорциональна квадрату линейного размера, т.е.  $S \sim L^2$ , а масса – кубу  $m \sim L^3$ . Поэтому скорость изменения линейного размера в направлении, перпендикулярном плоскости горения, будет постоянной и удовлетворяет уравнению

$$C\rho \frac{dL(t)}{dt} = -a, \quad (9)$$

где  $C$  – некоторый безразмерный коэффициент пропорциональности, по порядку величины близкий к единице.

Время, за которое изделие сгорит полностью, можно оценить величиной

$$T_e = \frac{m_0}{aS} \quad \text{или} \quad T_e = C \frac{\rho h_0}{a}, \quad (10)$$

где  $h_0$  – начальная толщина изделия в направлении горения (рисунок 4а).

Процесс горения происходит иначе, если окисление идет сразу по всему объему материала. Такой вид горения возникает, если горючий материал имеет пористую структуру. Наличие пор приводит к различию в объемной удельной плотности горючего материала  $\rho$  и изделия из него  $\rho_m$ . При массе изделия  $m$  и его

видимом объеме  $V_m$  величина  $\rho_m = m / V_m$ . Объем собственно материала будет равен  $V = m / \rho$ . Тогда объем пор в изделии будет равен

$$V_p = V_m \left( 1 - \frac{\rho_m}{\rho} \right) = h_0 S \left( 1 - \frac{\rho_m}{\rho} \right) \quad (11)$$

Предположим, что поры имеют форму сфер со средним диаметром  $R_p$ . Объем одной такой сферы  $4/3\pi R_p^3$  и число сферических пор в изделии можно оценить величиной

$$N_p = \frac{3V_p}{4\pi R_p^3} = \frac{3h_0 S}{4\pi R_p^3} \left( 1 - \frac{\rho_m}{\rho} \right) \quad (12)$$

Общая площадь поверхности всех сферических пор равна

$$S_p = 4N_p \pi R_p^2 = \frac{3h_0 S}{R_p} \left( 1 - \frac{\rho_m}{\rho} \right) \quad (13)$$

Аналогичный результат получается, если предположить, что поры имеют форму трубчатых каналов. В этом случае при среднем радиусе трубчатой поры  $R$  общая длина пор составит величину

$$L_p = \frac{V_p}{\pi R_p^2} = \frac{h_0 S}{\pi R_p^2} \left( 1 - \frac{\rho_m}{\rho} \right) \quad (14)$$

а площадь боковой поверхности можно оценить величиной

$$S_p = 2\pi R_p L_p = \frac{2h_0 S}{R_p} \left( 1 - \frac{\rho_m}{\rho} \right) \quad (15)$$

Сравнивая формулы и для сферических и трубчатых (цилиндрических) пор, приходим к выводу, что форма пор влияет лишь на безразмерный коэффициент формы  $C_F$ , имеющий значения порядка единицы. Поэтому общую площадь поверхности пор в изделии можно оценить величиной

$$S_p = C_F \frac{h_0 S}{R_p} \left( 1 - \frac{\rho_m}{\rho} \right) \quad (16)$$

Эта площадь во много раз превышает площадь боковой поверхности изделия. Так, при  $\rho_m = 0,7$  г/см<sup>3</sup>,  $\rho = 1,5$  г/с<sup>3</sup>,  $C_F = 1$  и  $R_p = 0,01 h_0$  получим увеличение площади горения, т.е. отношение

$$\frac{S_p}{S} = 53.33 \quad (17)$$

Очевидно, что такое увеличение площади горения приведет в соответствии с уравнением (5) к многократному ускорению сгорания материала. Из формулы следует, что при уменьшении размера пор до минимума ( $R_p \rightarrow 0$ ) эффективная площадь горения и скорость горения возрастают до бесконечности.

Для пористого материала можно ввести эффективный коэффициент горения  $a_e$ , связанный с коэффициентом  $a$  соотношением

$$a_e = aC_F \frac{h_0}{R_p} \left( 1 - \frac{\rho_m}{\rho} \right) \quad (18)$$

Тогда уравнения для пористого материала можно записать в виде

$$\frac{dm(t)}{dt} = -a_e S(t) \quad (19)$$

$$\rho_m \frac{dh(t)}{dt} = -a_e = -aC_F \frac{h_0}{R_p} \left( 1 - \frac{\rho_m}{\rho} \right) \quad (20)$$

Его решение имеет вид

$$h(t) = h_0 \left( 1 - \frac{aC_F t}{\rho_m R_p} \left( 1 - \frac{\rho_m}{\rho} \right) \right) \quad (21)$$

На рисунке 5 представлены графики изменения толщины материала по мере равномерного сгорания слоя при отсутствии пор (линия 1) и при разных отношениях радиусов пор к начальной толщине слоя  $z = R_p / h_0$ , полученные с помощью формул (18) и (21). Из формулы (21) следует оценка времени горения слоя толщиной  $h_0$  пористого материала

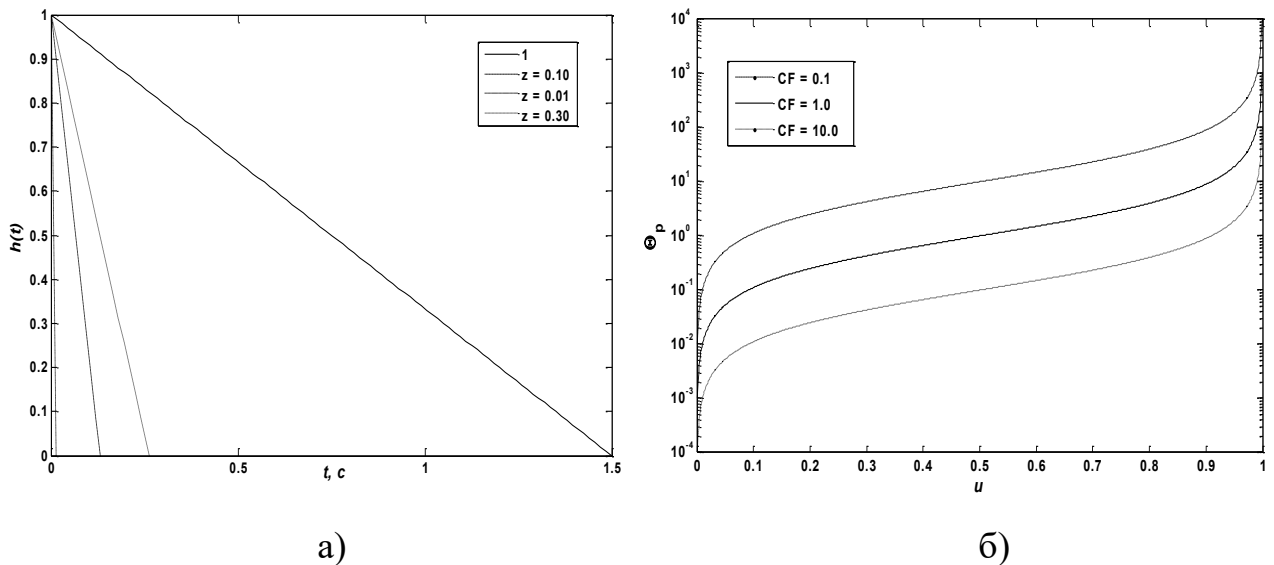
$$T_p = \frac{\rho_m R_p}{aC_F \left( 1 - \frac{\rho_m}{\rho} \right)} \quad (22)$$

Из формулы следует, что время горения слоя линейно зависит от среднего радиуса пор, и с уменьшением этого радиуса при постоянном отношении плотностей горючего пористого материала и изделия из него время уменьшается.

Отношение плотностей  $u = \rho_m / \rho$  характеризует пористость материала: при  $u = 1$  поры отсутствуют; при  $u \rightarrow 0$  поры занимают большую часть видимого объема изделия. Величина плотности  $\rho_m$  зависит от пористости, тогда как плотность  $\rho$  зависит только от горючего материала изделия и не зависит от его пористости. Преобразуем формулу к виду

$$\Theta_p = \frac{aT_p}{\rho R_p} = \frac{u}{C_F(1-u)}, \quad \text{где} \quad u = \frac{\rho_m}{\rho} \quad (23)$$

В этой формуле  $\Theta_p$  – время горения пористого материала, выраженное в безразмерной форме, что делает выражение (23) общим, не зависящим от особенностей конкретного материала. На рисунке 5б приведена зависимость безразмерной величины  $\Theta_p$  от показателя  $u$  при нескольких значениях коэффициента  $C_F$ . Графики приведены в полулогарифмическом масштабе для более наглядного отображения зависимости.



$h(t)$  – толщина слоя  
 $u$  – пористость

$t$  – время горения

$\Theta_p$  – время горения пористого материала

Рисунок 5 – Зависимости толщины слоя и времени горения от пористости материала

Рассмотрим теперь случай, наиболее близкий к волокнистому материалу. Предположим, что не поры, а материал состоит из цилиндрических тел со

средним радиусом  $R_f$ . Тогда общую длину этих цилиндрических тел можно оценить величиной

$$L_f = \frac{V_f}{\pi R_f^2} = \frac{h_0 S \rho}{\pi R_f^2 \rho_m} \quad (24)$$

Оценка площади боковой поверхности волокнистого материала будет равна

$$S_p = 2\pi R_f L_f = \frac{2h_0 S \rho}{R_f \rho_m} \quad (25)$$

Пусть, например, волокнистый материал выработан из хлопковых волокон, средний радиус которых может быть найден, если известна плотность  $\rho_m \approx 1,5 \text{ г.см}^{-3}$  вещества волокна и его линейная плотность  $T \approx 0,16$  текс

$$R_f = \sqrt{\frac{T}{\pi \rho}} \approx \sqrt{\frac{0,16}{100 \cdot 3,14 \cdot 1,5}} = 0,018 \text{ мм} \quad (26)$$

При плотности волокнистого материала  $\rho \approx 1 \text{ г.см}^{-3}$  и толщине  $h_0 \approx 3 \text{ мм}$  найдем отношение площади  $S_f$  поверхности волокон к площади  $S$  видимой поверхности образованного ими материала

$$\frac{S_f}{S} = 2\pi R_f L_f = \frac{2h_0 \rho}{R_f \rho_m} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 1}{0,018 \cdot 1,5} \approx 222 \quad (27)$$

Таким образом, поверхность волокон, соприкасающаяся с окислителем – кислородом воздуха, в 200 с лишним раз больше видимой поверхности волокнистого материала. Очевидно, что в случае, если материал волокна является горючим веществом, то при воспламенении горение будет происходить значительно интенсивнее, чем при горении поверхности твердого тела из того же материала.

Однако имеются факторы, замедляющие процесс горения. К ним относятся:

- 1) наличие в смеси волокон таких компонентов, которые загораются лишь при весьма высоких температурах;
- 2) образование при горении продуктов сгорания в виде твердых частиц или расплавов, закрывающих доступ к кислороду воздуха новых, еще не сгоревших участков волокнистого материала;

3) действие нанесенных на поверхность волокнистого материала специальных защитных составов, препятствующих возгоранию поверхностных слоев волокнистого материала;

4) интенсивный отвод тепла вследствие конвективных эффектов (движение воздуха у поверхности горячей области материала) и, как результат, понижение температуры в очаге возгорания и прекращение горения. В то же время, конвекция приносит в область горения новые порции воздуха, насыщенные еще не прореагировавшим кислородом, что способствует поддержанию горения.

Для описания перечисленных особенностей можно предложить модель нулевого порядка в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Эти уравнения описывают динамику процесса горения.

Для построения уравнений введем обозначения:

- $m$  - масса области волокнистого материала, подвергающего воздействию огня;  $m_1$  – масса горючей составляющей волокнистого материала;
- $m_2 = m - m_1$  – масса негорючей части материала и продуктов сгорания, оставшихся в материале после горения;
- $C_0$  – концентрация кислорода у поверхности волокон в области горения;
- $a$  – скорость сгорания единицы массы горючего материала,  $[a] = \text{T}^{-1}$ ;
- $b$  – скорость уноса частиц волокнистого материала в результате конвекции,  $[b] = \text{T}^{-1}$ ;
- $r$  – скорость уменьшения концентрации кислорода у поверхности горящих волокон вследствие увеличения количества продуктов сгорания и негорючей части материала,  $[r] = \text{T}^{-1}$ .

Скорость уменьшения массы горючей составляющей волокнистого материала пропорциональна количеству этой составляющей и концентрации кислорода. Отсутствие какого-либо из этих компонентов означает прекращение горения, т.е. убыль массы горючей составляющей. Эту пропорцию можно выразить уравнением

$$\frac{dm_1(t)}{dt} = -am_1(t) \cdot C_0(t) \quad (28)$$



Скорость уменьшения массы волокнистого материала вследствие конвекции пропорциональна количеству оставшегося материала и может быть представлена уравнением

$$\frac{dm(t)}{dt} = -bm(t) \quad (29)$$

Скорость уменьшения концентрации кислорода в окрестности поверхности волокон горючей составляющей зависит от концентрации на данный момент и массы негорючей составляющей, от которых зависит общее количество кислорода в области горения, и количества горючей составляющей, горение которой поглощает кислород. Эта зависимость может быть выражена уравнением

$$\frac{dC_0(t)}{dt} = -r \cdot C_0(t) \cdot m_1(t)m_2(t) \quad (30)$$

Уравнения (28), (29) и (30) образуют модель динамики изменения массы волокнистого материала в области горения. Для их решения необходимо задать начальные условия, например,  $m(t=0) = 1$ ;  $m_1(t=0) = m_{01}$ ;  $C_0(t=0) = C$ . В этом случае рассматривается материал единичной начальной массы. Тогда  $m_{01}$  численно совпадает с долей горючей составляющей (горючих волокон) в волокнистом материале.  $C$  – начальная концентрация кислорода в воздухе. Обычно  $C \approx 70\%$ .

Поскольку уравнения – нелинейные, их решение может быть найдено численно, например, методом Рунге – Кутты. При этом необходимо задать числовые значения не только начальным условиям, но и параметрам уравнений.

На рисунке 6 представлены графики изменения функций  $C_0(t)$ ,  $m(t)$ ,  $m_1(t)$  и  $m_2(t)$ , полученные в результате такого численного решения в системе Matlab при следующих числовых значениях начальных условий и параметров:  $m_{01} = 0,9$ ;  $C = 0,7$ ;  $a = 2 \text{ c}^{-1}$ ;  $b = 0,02 \text{ c}^{-1}$ ;  $r = 0,5 \text{ c}^{-2} \text{ c}^{-1}$ .

Из рисунка видно, что модель качественно правильно описывает динамику горения волокнистого материала. Концентрация кислорода в области горения постепенно снижается. В рассматриваемом случае примерно на 10%, с 70 % до 60%. Весь процесс горения (выгорания всей горючей составляющей) завершается

примерно за 4 с. За это время теряется в виде летучих составляющих исходного материала и продуктов сгорания примерно 10% массы, а вся оставшаяся масса состоит из негорючей составляющей и нелетучих продуктов сгорания.

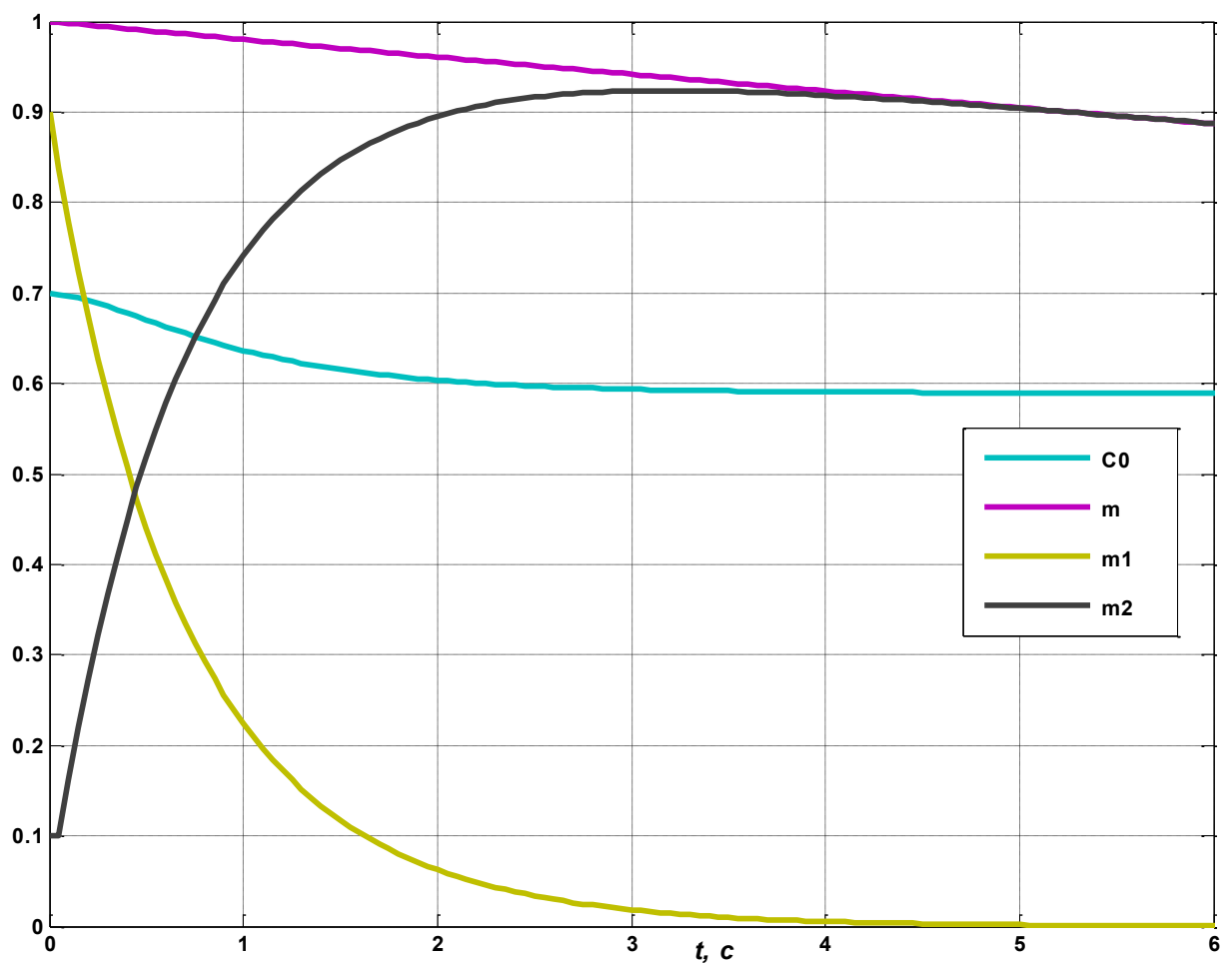


Рисунок 6 – Динамика горения при постоянных температурах

В рассмотренной модели параметры считались постоянными величинами, не зависящими ни от структуры материала, ни от режима горения. Простейшим усложнением модели является включение в нее зависимости некоторых коэффициентов от материала. Так, скорость сгорания материала  $a$  зависит от количества горючей составляющей.

Если ее доля в общей массе материала велика, то и процесс горения идет более интенсивно, а значит, скорость горения возрастает. Наоборот, если количество горючей составляющей незначительно, то горение идет с меньшей скоростью (материал «тлеет»). Это представление об особенности физики горения можно учесть, если задать скорость горения пропорциональной количеству горючей составляющей:  $a = a_1 m_1$ . Размерность коэффициента  $[a_1] = (г\ c)^{-1}$ . В этом случае уравнение (28) приобретает вид

$$\frac{dm_1(t)}{dt} = -a_1 m_1^2(t) \cdot C_0(t) \quad (31)$$

т.е. зависимость скорости убывания массы горючей составляющей материала зависит от квадрата количества этой составляющей.

На рисунке 7 приведены графики изменения во времени рассматриваемых характеристик материала для данной модифицированной модели. Их сравнение с графиками на рисунке 6 позволяет установить, как влияет на динамику горения зависимость интенсивности горения от количества горючей составляющей.

Концентрация кислорода у поверхности горящего материала убывает в большей степени, чем в первом случае. В результате горючая составляющая выгорает не полностью. Соответственно и количество продуктов горения, остающихся на материале, уменьшается.

Исследуем зависимость динамики горения от соотношения параметров и сравним их для двух построенных моделей. Для удобства варианты значений параметров сведем в таблицу 20. Результаты моделирования при значениях параметров, соответствующих варианту В1, приведены на рисунках 6 и 7.

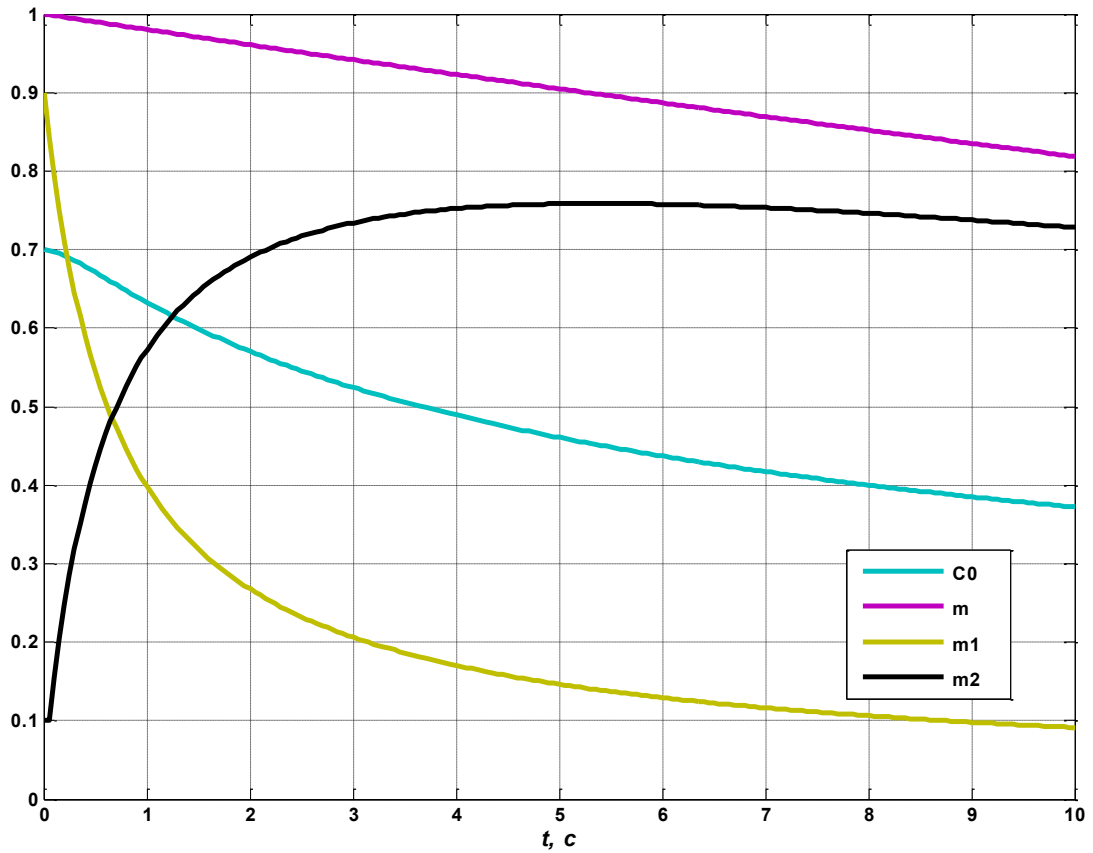


Рисунок 7 – Динамика горения при скорости горения, зависящей от количества горючей составляющей

Таблица 20 – Зависимость динамики горения от соотношения параметров горения

№ варианта	Значения параметров		
	$a$	$b$	$r$
B1	2	0,02	0,5
B2	1	0,02	0,5
B3	2	0,002	0,5
B4	2	0,02	0,1

Аналогичные данные для трех других вариантов приведены на рисунках 8-13.

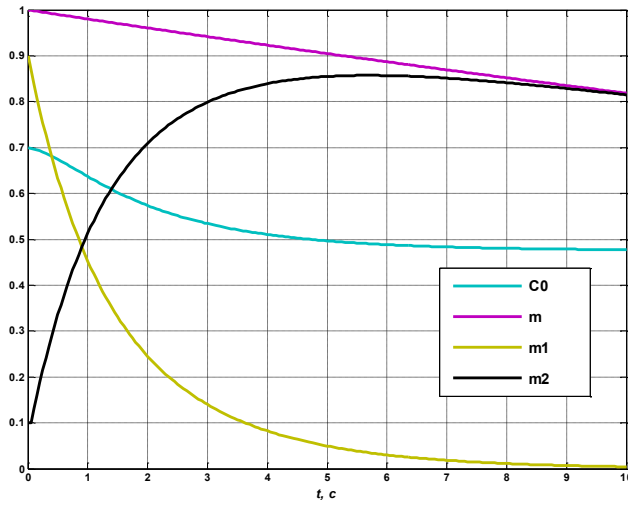


Рисунок 8 – Вариант В2, модель 1

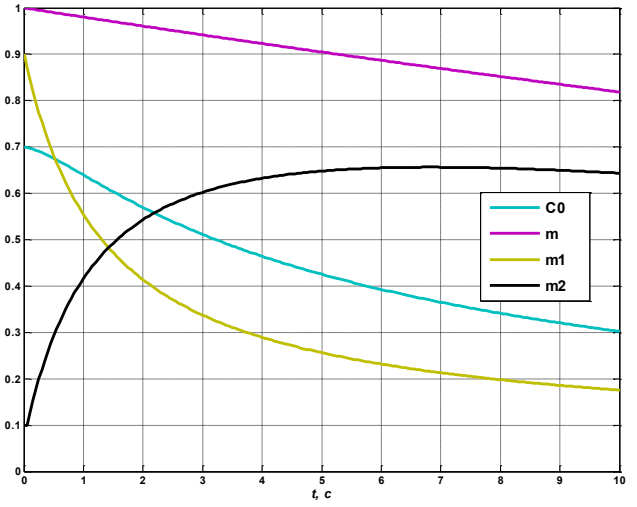


Рисунок 9 – Вариант В2, модель 2

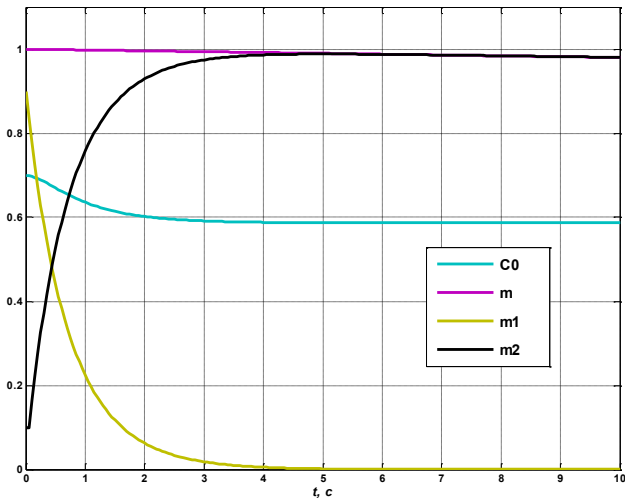


Рисунок 10 – Вариант В3, модель 1

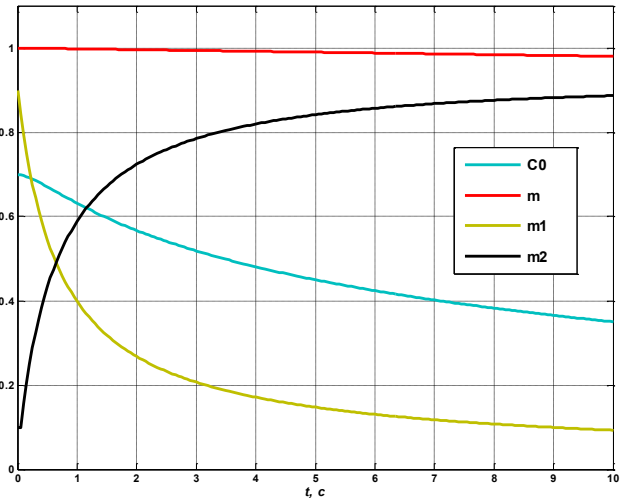


Рисунок 11 – Вариант В3, модель 2

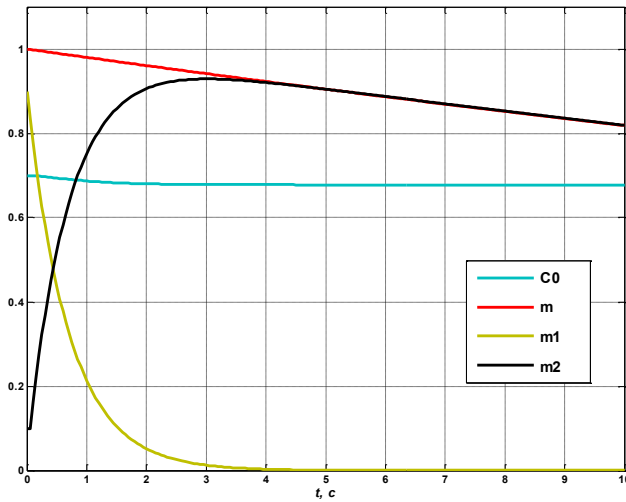


Рисунок 12 – Вариант В4, модель 1

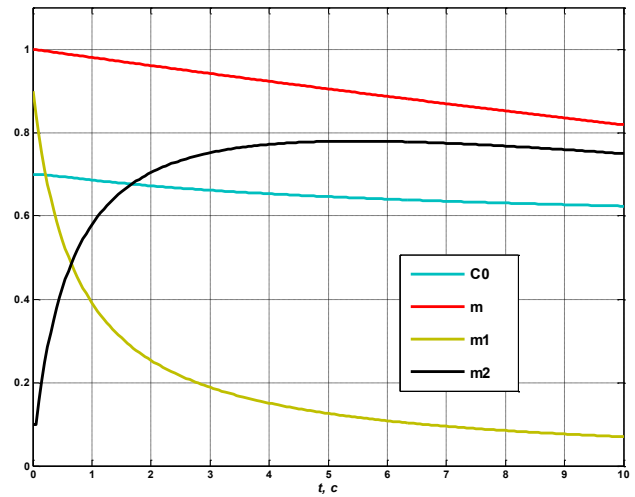


Рисунок 13 – Вариант В4, модель 2

Из приведенных графиков следует, что отмеченное выше различие в протекании процесса по двум моделям сохраняется при всех уровнях параметров, которые менялись в широком диапазоне значений. В пределах одной модели общий вид зависимостей не менялся при варьировании параметров. Однако числовые значения таких характеристик, как скорости протекания процесса и предельные значения величин, заметно зависят от действующих значений параметров.

Найденная выше взаимосвязь между размерами и плотностями материала и образующих его волокон (27)

$$S_f = 2\pi R_f L_f S = \frac{2h_0}{R_f} \frac{\rho}{\rho_m} S = \frac{2M}{R_f \rho_m}, \quad (32)$$

где  $M$  – масса горящей области материала, позволяет учесть эффект волокнистого строения материала в построенных моделях нулевого порядка.

Таким образом, в отличие от горения твердого вещества, у которого площадь поверхности  $S \sim M^{2/3}$ , в случае горения волокнистого материала  $S \sim M$ , что и использовалось в описанных выше моделях горения волокнистого материала.

Количество  $dm_1$  сгорающей за время  $dt$  горючей составляющей волокнистого материала пропорционально продолжительности этого времени, концентрации  $C_0(t)$  кислорода у поверхности горения и площади поверхности

горения. Если масса волокон горючей составляющей материала в момент  $t$  равна  $m_1(t)$ , то согласно формуле (31) можно записать соотношение

$$dm_1(t) = a_1 S_{f1}(t) C_0(t) dt = a_1 \frac{m_1(t)}{R_{f1} \rho_{f1}} C_0(t) dt \quad (33)$$

где  $R_{f1}$  – средний радиус волокон горючей составляющей,  $\rho_{f1}$  – плотность вещества волокон этой составляющей,  $a_1$  – коэффициент пропорциональности, имеющий размерность  $[a] = \text{ML}^{-2}\text{T}^{-1}$ . Его физический смысл: масса, выгорающая с единицы площади горения за единицу времени, т.е. удельная скорость горения.

Соотношение (33) можно записать в форме дифференциального уравнения

$$\frac{dm_1(t)}{dt} = \frac{a_1}{R_{f1} \rho_{f1}} m_1(t) C_0(t) \quad (34)$$

которое совпадает с уравнением (28) первой модели.

При сгорании массы  $dm_1(t)$  выделяется тепловая энергия в количестве  $dQ_1(t) = q_1 dm_1(t)$ , где  $q_1$  – теплотворная способность горючей составляющей материала. Часть этой тепловой энергии уносится из области горения вследствие конвекции. Величина уносимой энергии зависит от условий горения: скорости воздушных потоков в окрестностях области горения, перепада температур и др., и может варьировать в широких пределах для каждого конкретного случая. Поэтому долю теряемой за счет конвекции энергии зададим некоторым безразмерным коэффициентом  $k$ :  $0 \leq k \leq 1$ . Остаточная энергия будет равна  $dQ(t) = (1-k)q_1 dm_1(t)$ .

Эта часть энергии идет на нагрев материала в области горения. Если обозначить через  $C_1$  и  $C_2$  – удельные теплоемкости ( $[C_{1,2}] = \text{Дж}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{град}^{-1}$ ) соответственно горючей и негорючей составляющих материала, то прирост температуры будет равен

$$\begin{aligned}
 dT &= \frac{dQ(t)}{C_1 m_1(t) + C_2 (m(t) - m_1(t))(1-r)} = \\
 &= \frac{(1-k) q_1 dm_1(t)}{C_1 m_1(t) + C_2 (m(t) - m_1(t))(1-r)} = \\
 &= \frac{(1-k) q_1 a_1 m_1(t) C_0 dt}{(C_1 m_1(t) + C_2 (m(t) - m_1(t))(1-r)) D_{f1} \rho_{f1}}
 \end{aligned} \tag{35}$$

Здесь множитель  $(1 - r)$  учитывает эффект уноса части материала вследствие конвекции.

В форме дифференциального уравнения относительно температуры материала выражение (35) запишем в виде

$$\frac{dT(t)}{dt} = \frac{(1-k) q_1 a_1 m_1(t) C_0}{(C_1 m_1(t) + C_2 (m(t) - m_1(t))(1-r)) D_{f1} \rho_{f1}} \tag{36}$$

Хотя в правой части этого уравнения температура в явном виде отсутствует, фактически многие входящие в него величины зависят от температуры. Так, скорость горения, определяемая коэффициентом  $a_1$ , определяется скоростью реакции окисления. Зависимость скорости химической реакции от температуры описывается известным законом Аррениуса

$$a_1 \sim \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right), \tag{37}$$

где  $E_a$  – энергия активации реакции,  $R$  – газовая постоянная. Установлено, что если химическая реакция проходит за несколько этапов (многофазная реакция), то действует обобщенный закон Аррениуса

$$a_1 \sim \left(\frac{T}{T_p} - 1\right)^n \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right), \tag{38}$$

где  $n$  – число фаз в многофазной реакции, а  $T_p$  – начальная температура реакции.

Коэффициенты  $k$  и  $r$  также зависят от температуры, поскольку ее рост способствует процессам уноса массы и тепловой энергии в результате конвекции. Эти коэффициенты – безразмерные, изменяются в одинаковом диапазоне от нуля до единицы и физически описывают близкие процессы. Поэтому далее будем считать их равными и обозначающими долю энергии (и массы), уносимой из области горения вследствие конвекции. Зависимость от времени этих



коэффициентов не известна. Приблизительно будем аппроксимировать ее формулой, удовлетворяющей описанным выше требованиям (диапазону изменения и тенденции взаимосвязи)

$$r = \frac{2}{\pi} \operatorname{arctg} \left( \frac{T}{T_p} \right), \quad T \geq T_p \quad (39)$$

После подстановки в дифференциальное уравнение (36) зависимостей (38) и (39) и перехода к безразмерной температуре  $\theta = T/T_p$ , получим уравнение в виде

$$\frac{d\theta(t)}{dt} = \frac{A \left( 1 - \frac{2}{\pi} \operatorname{arctg}(\theta(t) - 1) \right) m_1(t) C_0 q_1 (\theta - 1) \exp \left( -\frac{\theta_a}{\theta(t)} \right)}{D_{f1} \rho_{f1} \left( C_1 m_1(t) + C_2 (m(t) - m_1(t)) \left( 1 - \frac{2}{\pi} \operatorname{arctg}(\theta(t) - 1) \right) \right)} \quad (40)$$

Здесь  $\theta_a = E_a / (RT_p)$ ,  $A$  – коэффициент пропорциональности.

Уравнение (34) после подстановки в него выражения (38) преобразуется к виду

$$\frac{dm_1(t)}{dt} = \frac{B}{R_{f1} \rho_{f1}} m_1(t) C_0(t) \left( \frac{\theta(t)}{\theta_p} - 1 \right) \exp \left( -\frac{\theta_a}{\theta(t)} \right) \quad (41)$$

Полученные дифференциальные уравнения (41), (40), (30) и (29) образуют модель горения с учетом изменения температуры и ее влияния на процесс.

### 2.2.3 Модель остаточного горения образца двумерного плоского материала

В соответствии со стандартом [66] проверки огнезащитных свойств ткани небольшая область образца подвергается воздействию пламени горелки. В результате эта область ткани воспламеняется, т.е. начинает гореть или тлеть, после чего горелка удаляется. После удаления горелки в зависимости от свойств материала и структуры ткани и ее огнезащитной обработки горение или тление области либо продолжается в течение некоторого времени, после чего прекращается, либо может перейти на соседние участки ткани.

В первом случае выделяющееся тепло может передаваться соседним участкам ткани, но такая передача не приводит к их возгоранию. Со временем это

тепло рассеивается и горение или тление области прекращается. В другом случае происходит возникновение новых очагов горения на соседних участках, что приводит к выделению дополнительного тепла, продлевая процесс горения или тления, который захватывает площадь образца, превышающую площадь первоначальной области горения.

Уровень огнезащитных свойств ткани определяется продолжительностью отрезка времени, в течение которого затухает горение образца по сравнению с заданным значением стандарта.

Известно, что процесс горения представляет собой сложное сочетание физических, химических и механических процессов, протекающих одновременно и во взаимодействии друг с другом. Поэтому попытки теоретического описания горения математическими методами разделились на две категории.

Первая категория методов сосредоточивается на обобщенном описании основных черт процесса горения на качественном или приближенном количественном уровне. Начало этим работам положили классические труды акад. Н.Н. Семенова по теории цепных реакций [67], акад. Я.Б.Зельдовича по математической [40], проф. Д.А. Франк-Каменецкого и Ф.А. Вильямса [42,68] по химической теории горения и взрыва.

Вторая категория методов нацелена на получение конкретных количественных результатов. Для этого строят сложные системы дифференциальных и алгебраических уравнений. Их решение возможно численными методами на ЭВМ [54,69,70]. Однако при этом требуется задать значения ряда параметров, получаемых из экспериментов. Познавательная ценность получаемых результатов оказывается невысокой, поскольку они, несмотря на сложность модели, не дают удовлетворительной точности.

В данной работе мы придерживаемся первого подхода и рассматриваем частную задачу передачи тепла от области воздействия горелки к соседним областям. Эта передача тепла, как известно из теории теплопередачи, описывается уравнением

$$\frac{\partial T(\mathbf{r},t)}{\partial t} = a^2 \Delta T(\mathbf{r},t) + q(\mathbf{r},t,T), \quad (42)$$

в котором  $T(\mathbf{r},t)$  – температура ткани в точке  $\mathbf{r}$  в момент времени  $t$ ; параметр  $a$  – коэффициент температуропроводности;  $\Delta$  – оператор Лапласа;  $q(\mathbf{r},t,T)$  – интенсивность источника тепловой энергии в точке  $\mathbf{r}$  в момент времени  $t$ .

$$\text{Параметр } a \text{ равен } a = \sqrt{\frac{k}{C\rho}}, \quad (43)$$

где  $k$  – коэффициент теплопроводности материала в соответствии с законом теплопроводности Фурье,  $C$  – удельная теплоемкость,  $\rho$  – объемная удельная плотность материала. Размерности величин:  $[k] = \text{Дж (град L T)}^{-1}$ ;  $[C] = \text{Дж (г град)}^{-1}$ ;  $[\rho] = \text{г L}^{-3}$ .

Рассматриваем передачу тепла только в материале ткани, причем область начального горения считаем точечной, а материал - изотропным. Тогда задачу можно считать двумерной и осесимметричной, т.е. рассматривать только теплоту, передаваемую соседним участкам полотна непосредственно через материал, причем одинаково во всех направлениях. Это позволяет использовать полярную систему координат  $(r; \varphi)$  на плоскости, причем считать, что в силу осевой симметрии поле температуры не зависит от угловой координаты  $\varphi$  (рисунок 14).

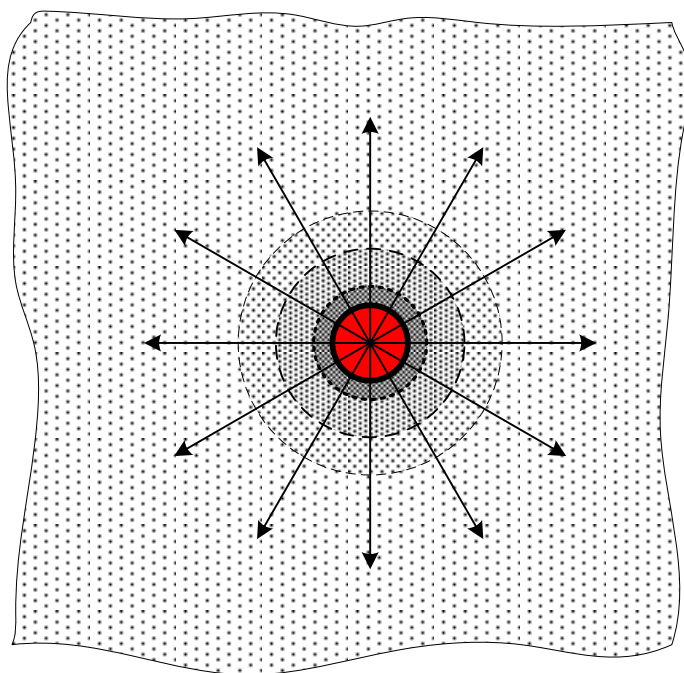


Рисунок 14 – Схема модели распространения тепла от точечного источника в двумерном материале

Тогда уравнение (42) можно представить в виде

$$\frac{\partial T(r,t)}{\partial t} = a^2 \left( \frac{\partial^2 T(r,t)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T(r,t)}{\partial r} \right) + q(r,t,T), \quad 0 \leq r \leq R; \quad t \geq 0 \quad (44)$$

При отсутствии источника тепла вне первоначальной области горения (т.е. при  $q(\mathbf{r},t,T) = 0$ ) уравнение (42) (или (44)) является однородным линейным, и его решение известно для разных краевых условий.

Так, если функция  $\varphi(\mathbf{r})$  описывает начальное распределение температуры на поверхности образца  $T(\mathbf{r},0) = \varphi(\mathbf{r})$ , то распределение температуры на поверхности в любой момент времени  $t$  определяется интегралом свертки этой функции с функцией Грина  $G(\mathbf{r},\mathbf{r}',t)$  [65] для уравнения (42)

$$T(\mathbf{r},t) = \int_S G(\mathbf{r},\mathbf{r}',t) \varphi(\mathbf{r}') d\mathbf{r}' \quad (45)$$

Способы определения функции Грина описаны в литературе. Например, если образец имеет форму круга с центром в начале координат, то для двумерной осесимметричной стационарной задачи функция Грина равна

$$G(r,r') = \ln \frac{1}{r} - \ln \frac{R/r^0}{r'}, \quad (46)$$

где  $R$  – радиус круга,  $r^0$  – точка, сопряженная к точке  $r'$  относительно окружности.

Присутствие в уравнении (44) функции  $q(r,t,T)$ , зависящей не только от координаты  $r$  и времени  $t$ , но и температуры  $T(r,t)$  делает уравнение (44) нелинейным и неоднородным. Решение таких уравнений осуществляется численными методами и получаемые результаты изучены в значительно меньшей степени [69]. Поэтому была разработана компьютерная программа для численного решения уравнения (44). Приведем некоторые результаты этого решения.

Моделировался образец материала, у которого область горения имела форму круга единичного радиуса (рисунок 14). Наибольший радиус распространения тепла принят равным  $R = 50$  ед. Рассмотрено распространение тепла от области горения по плоскости образца симметрично в течение  $T = 100$  с.

Температура в области горения в начальный момент равна  $T_s = 1200$  °С, а остальной поверхности образца 20 °С.

Понижение температуры в точке горения во времени происходит по закону, который можно аппроксимировать известной функцией, описывающей понижение температуры в некоторой точке температурного поля вследствие постепенного «растекания» тепловой энергии по поверхности

$$T(0,t) = \frac{T_s}{\sqrt{t}} \exp\left(-\frac{bT_s}{\sqrt{t}}\right) \quad (47)$$

Здесь константа  $b$  зависит от свойств материала и определяет скорость снижения температуры.

Функция  $q(r,t,T)$  задана выражением

$$q(r,t,T) = Q \cdot Y(T(r,t) - T_f), \quad (48)$$

где  $Q$  – выделение тепла при горении единицы площади материала в единицу времени;  $Y(z-z_a)$  – единичная ступенчатая функция Хевисайда со «ступенькой» в точке  $z_a$ ;  $T_f$  – температура возгорания материала.

Такой вид функции  $q(r,t,T)$  позволяет смоделировать ситуацию, когда при температуре материала ниже  $T_f$  не происходит возгорания новых участков, а при превышении пороговой температуры  $T_f$  участок материала загорается и становится новым источником тепловой энергии.

Для моделирования значения параметров функции выбраны равными  $T_f = 730$ °С, и  $Q = 30$  °С с<sup>-1</sup>. Полученное при этих значениях температурное поле  $T(r,t)$  представлено на рисунке 15. Из графика видно, как с течением времени повышение температуры передается все более удаленным участкам материала, в то время как температура в точке начального горения ( $r = 0$ ) понижается. Некоторый излом кривых в окрестности температуры  $T_f = 730$ ° говорит о возгорании некоторых участков материала с последующим быстрым затуханием.

Если рассматривать остаточное горение (или тление) образца, у которого более низкая температура воспламенения (в рассматриваемом примере при  $T_f < 370$  °С), то происходит воспламенение прилегающих к первоначальному участку областей образца, и зона горения распространяется по его поверхности.

Модель показывает проявление этого эффекта, что наглядно видно на графиках (рисунок 16) изменения распределения температуры по радиусам от начальной области горения ( $r = 0$ ) во времени.

Аналогичный эффект наблюдается и в случае, когда количество выделяемого при горении тепла оказывается достаточно большим для воспламенения соседних областей образца (рисунок 17).

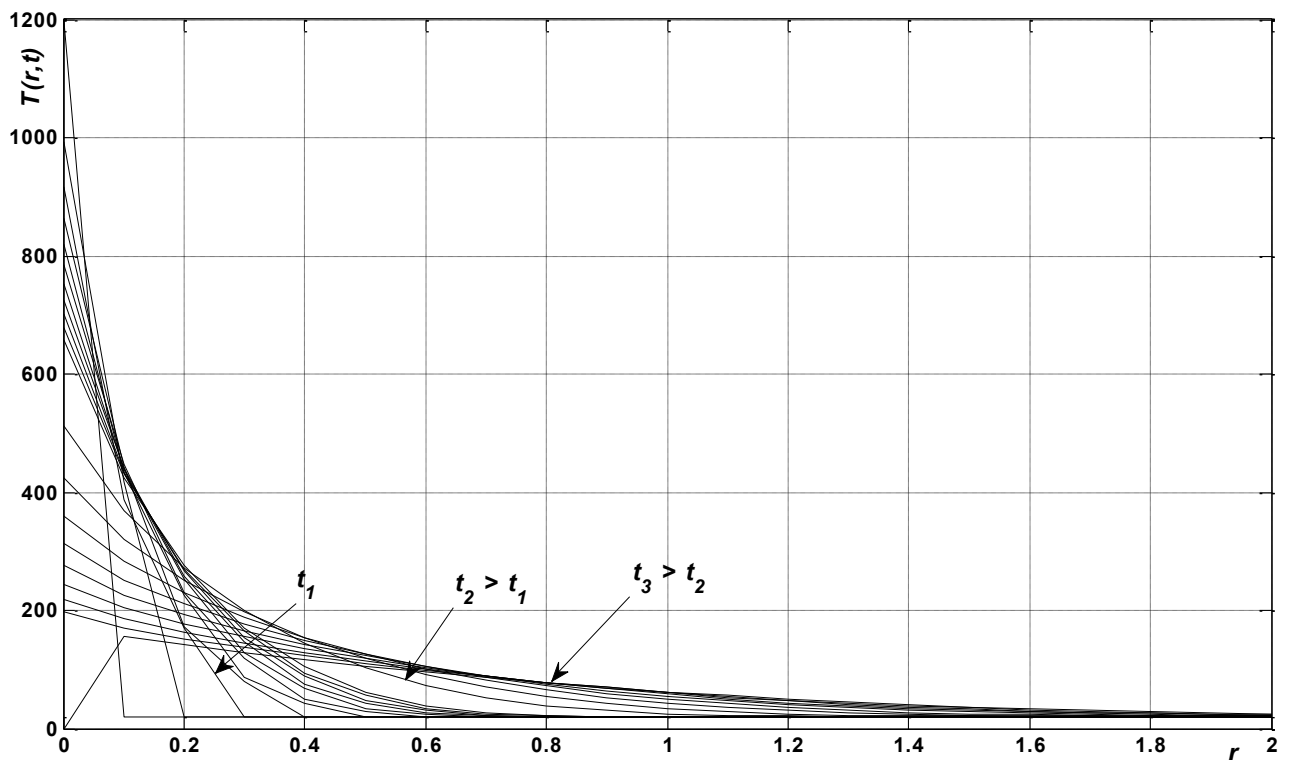


Рисунок 15 – Распространение теплового фронта от источника остаточного горения ( $r = 0$ ) для материалов с высоким порогом возгорания

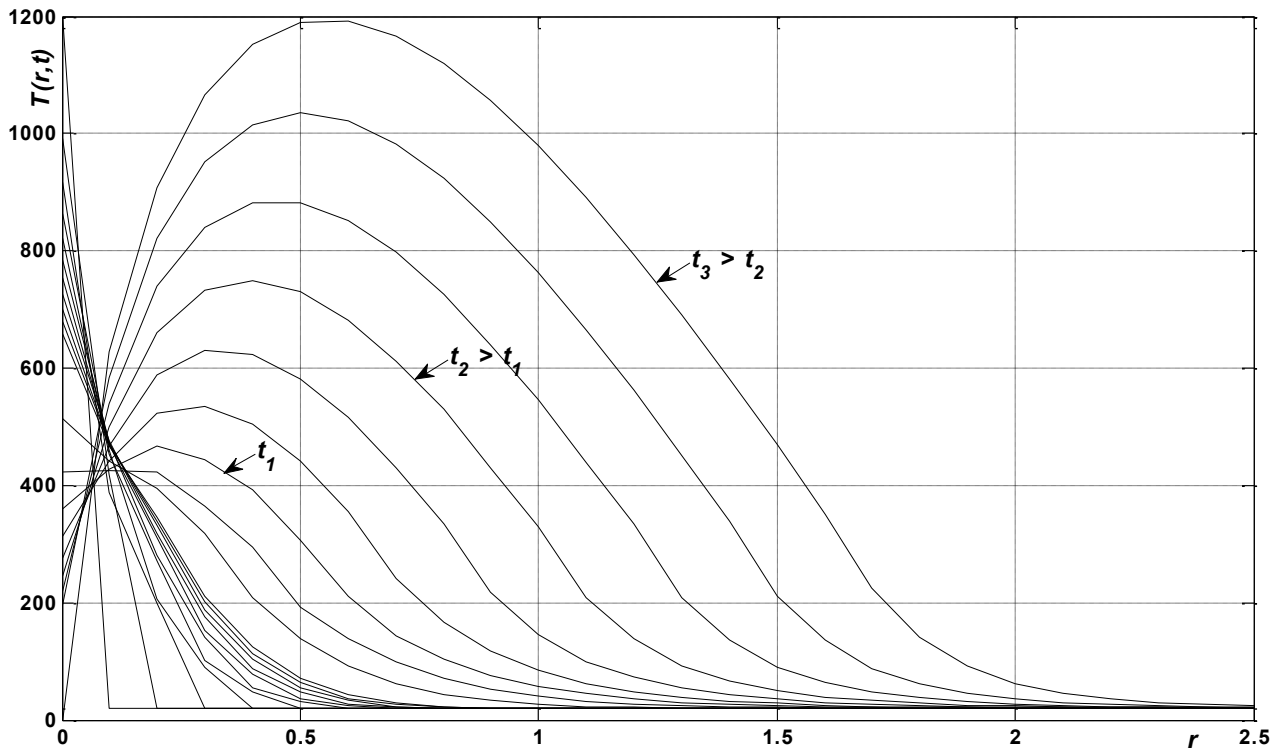


Рисунок 16 – Распространение теплового фронта от источника остаточного горения ( $r = 0$ ) для материалов с низким порогом возгорания

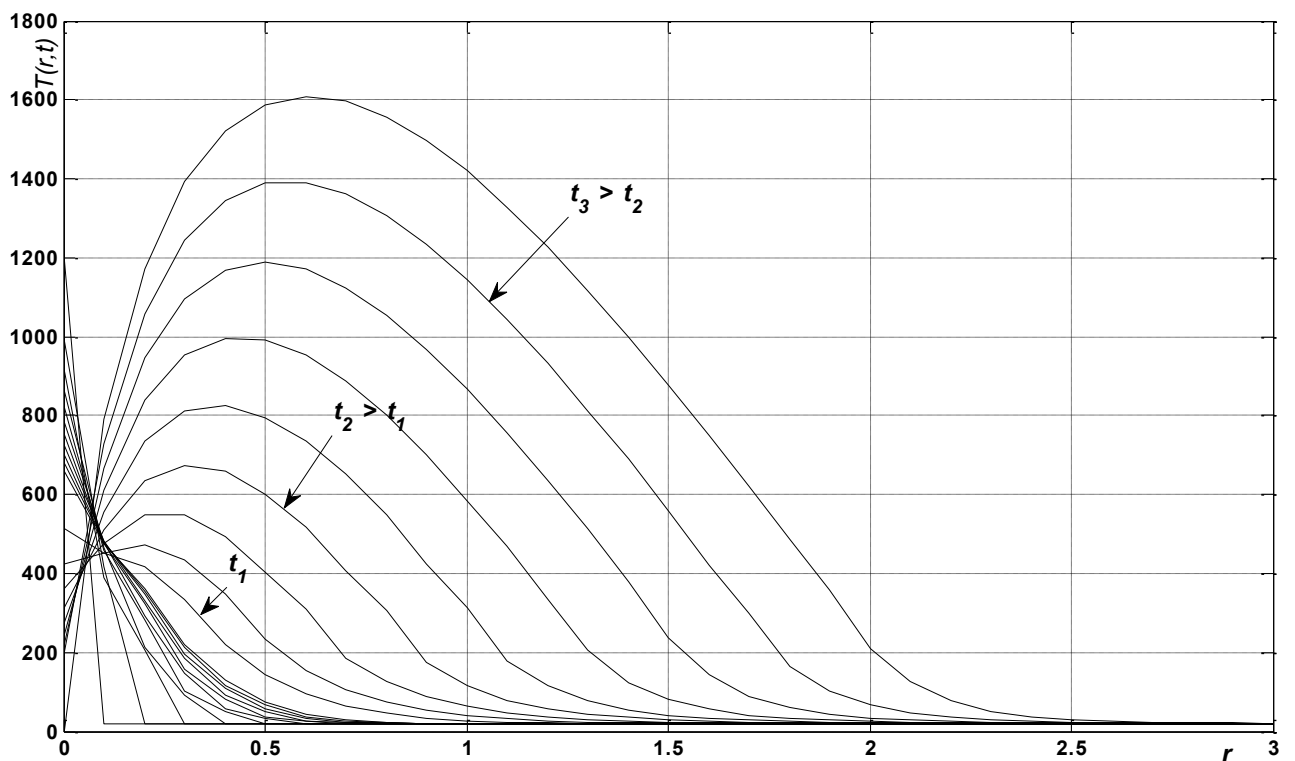


Рисунок 17 – Распространение теплового фронта от источника остаточного горения при высокой температуре возгорания и при высоком тепловыделении горящих участков образца

Кривые на рисунке 17 получены при условиях, когда температура воспламенения достаточно высока, чтобы материал не мог воспламениться от первоначального участка горения, но большое количество тепла, выделяемого при возгорании соседних областей, приводит к распространению горения по поверхности. При этом максимальная температура может даже превысить начальную температуру горения.

Построенная математическая модель процесса распространения остаточного горения по поверхности образца плоского материала позволила описать распространение теплового фронта по поверхности горящего материала в зависимости от условий горения и теплозащитных свойств материала. Модель представляет собой нелинейное нестационарное дифференциальное уравнение в частных производных.

Разработанный алгоритм численного решения этого уравнения дал возможность получить решение при краевых условиях, соответствующих условиям проведения испытаний образца на устойчивость к горению.

Значительное влияние на динамику горения оказывает и коэффициент температуропроводности  $a$ . Многочисленные компьютерные эксперименты с моделью, в которых при прочих фиксированных параметрах и краевых условиях варьировался коэффициент  $a$ , показали, что его влияние является нелинейным и имеет пороговый характер.

Существует некоторое критическое значение  $a_{cr}$  (порог), при превышении которого тепловая энергия распространяется в достаточном количестве, чтобы воспламенить соседние с областью горения участки. Возникающая при этом тепловая волна по форме практически не отличается от приведенных на рисунках 16, 17. Если же коэффициент температуропроводности ниже критического значения, то распространение тепловой энергии соответствует рисунку 15.

Критический уровень коэффициента температуропроводности  $a_{cr}$  зависит как от температуры возгорания материала  $T_f$ , так и от количества выделяемого при горении тепла, т.е. от интенсивности  $q(r,t,T)$ . Можно сказать, что существует некоторая функциональная взаимосвязь  $\Phi(T_f, a_{cr}, q) = 0$ , которая определяет в



пространстве этих величин границу. С одной стороны этой границы остаточное горение, точнее, распространение тепловой энергии от остаточного горения, происходит в соответствии с рисунком 15, а для значений, находящихся по другую сторону этой границы остаточное горение распространяется в соответствии с рисунками 16 и 17.

Приведенные примеры применения модели и оценки влияния температуры воспламенения и количества выделяемого тепла материала образца на динамику остаточного горения показали, что поведение теплового фронта и процесса горения существенно зависят от соотношения температуры горения и параметров материала.

Основные положения данной главы отражены автором в научных статьях в рецензируемых изданиях [71 - 73].

### 2.3 Выводы по главе 2

1. Построены уточненные динамические модели, учитывающие изменение скорости горения из-за уменьшения горючей составляющей вследствие конвекции, уменьшения доступа кислорода и нарастания негорючих продуктов сгорания. Модели имеют вид нелинейных дифференциальных уравнений, решение которых было получено численными методами.
2. Показано, что как в случае плотных материалов, так и пористых материалов скорость горения и, соответственно, время сгорания материала не зависят от формы поверхности изделия из этого материала, а только от скорости реакции горения.
3. Установлено, что для пористых материалов скорость горения вследствие наличия пор возрастает на несколько порядков. При этом форма пор (сферическая, цилиндрическая) практически не сказывается на скорости горения.
4. Предложен коэффициент эффективной скорости горения для пористых материалов, который легко оценивается по скорости горения твёрдой фазы материала и соотношению плотностей твёрдого и пористого материала.
5. Получены выражения для оценки времени горения пористого материала в безразмерной форме в зависимости от степени пористости материала, что делает эти выражения пригодными для широкого класса пористых материалов, в том числе и для тканей.
6. Сравнение результатов позволило сделать вывод, что динамика горения существенно зависит от механизма горения: если в процессе горения происходит образование большого количества негорючих продуктов горения, которые преграждают доступ кислорода в область горения, то происходит замедление реакции. Сама скорость горения изменяется в процессе горения, сначала возрастая, а затем снижаясь до малых значений. При этом отмеченные особенности динамики горения остаются неизменными в широком диапазоне значений параметров модели горения.

7. Построенные математические модели горения твёрдых и пористых материалов позволили получить уравнения, описывающие горение этих материалов с учётом температуры горения, энергии активации процесса горения и их влияния на динамику горения.
8. Построенные уравнения динамики горения являются моделями горения с так называемыми «сосредоточенными» параметрами, т.е. они описывают динамику горения во времени, но без пространственного распределения фронта горения. Поэтому наряду с ними была построена модель распространения фронта горения по поверхности двумерного материала (ткани), имитирующая эксперимент по проверке огнестойкости образца материала.
9. Полученные в результате численного решения уравнения кривые распространения температурного фронта показали, что при значениях коэффициента температуропроводности, превышающих критический уровень, возникает эффект самоподдерживания горения за счёт энергии новых участков материала. Поэтому интенсивность горения не ослабевает по мере распространения фронта горения, а может усилиться. Это способствует распространению горения по поверхности материала.
10. Применение модели остаточного горения и оценки влияния температуры воспламенения и количества выделяемого тепла материала образца на динамику остаточного горения показали, что поведение теплового фронта и процесс горения существенно зависят от состояния температуры горения и параметров материала.

### ГЛАВА 3. АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ИМПОРТНЫХ ВОЛОКОН, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОГНЕ- И ТЕРМОЗАЩИТНОЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ И СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Учитывая широкий спектр требований, предъявляемых к тканям для защитной спецодежды и СИЗ, вопрос выбора видов огне-, термостойких волокон приобретает важное значение. Изложенный в данной главе анализ проведён под руководством автора и в соавторстве со ст.н.с. Дьяченко В.В. и отражён в отчётах ФГУП «ЦНИХБИ» и научных статьях в рецензируемых изданиях [74,75].

В мировой практике возрастает роль полимерных волокон третьего поколения, волокон с функциональными свойствами: термо-, огнестойких, высокопрочных, высокомодульных и др. К числу этих полимерных волокон относятся: пара- и метарамидные термостойкие, углеродные, хемосорбционные (ионообменные) и др. [4].

Основные виды химических волокон с функциональными свойствами следующие:

#### 1. Термо-, огнестойкие волокна.

Их роль достаточно велика – они являются основой тканей для профессиональных огнезащитных костюмов и средств индивидуальной защиты от сильного нагрева и открытого огня. Наиболее значимыми из этих видов волокон являются полиимидные и параметарамидные.

#### 2. Высокопрочные и высокомодульные термостойкие волокна.

В начале 70-х годов прошлого столетия появились поражающие воображение своей прочностью волокна Кевлар (ф. Дюпон, США), несколько позже Тварон (ф. Тейджин, Япония) и другие, изготовленные на основе полимеров ароматического ряда, получивших собирательное название арамидов. Российские химики и технологи в то же время самостоятельно создали арамидное волокно Терлон, не уступающее по своим свойствам зарубежным аналогам.

### 3.1 Основные определения термо- и огнестойкости волокон

Термостойкими называют такие волокна, которые длительное время сохраняют необходимые эксплуатационные свойства при температурах выше области разложения химических волокон массового применения [76].

В качестве критерия термостойкости волокон используется доля сохранения прочности при заданной температуре испытаний (как правило, 300 °С) или после длительного прогрева при заданных условиях (например, 300 °С, 100 ч) и охлаждения до первоначальной температуры.

К термостойким относят волокна, сохраняющие не менее 50% исходной прочности при указанных условиях термических воздействий, а к особо термостойким – сохраняющие не менее 75-90% исходной прочности при 300 °С. В случае особо термических волокон оценка их свойств может проводиться также при температурах 350-400 °С.

Характеристикой термостойкости волокна является предельная температура, при которой не наблюдается изменений механических и других свойств как необратимого, так и обратимого характера.

В волокнах, подвергающихся действию высоких температур, протекают два существенно различающихся процесса:

I - обратимый процесс, который приводит при нагревании к потере заданной формы волокна (усадка, размягчение, плавление). Условно обратимый процесс оценивается критерием теплостойкости и определяется в основном температурой;

II - необратимое разложение (деструкцию) волокна под воздействием тепла и окружающей среды (кислород, вода и др.) и зависит от температуры и времени.

Критерием его является термостойкость.

Имеются два пути получения волокон с повышенной термостойкостью.

Первый связан с модификацией химических волокон (капрон, нитрон, полиэфир, вискоза). Все существующие методы придания огнестойкости текстильным материалам основаны на введении антипиренов.

Второй – основывается на получении волокон из специально синтезируемых высокотермостойких полимеров, например, волокна на основе ароматических полиамидов, которые обладают более высокой термостойкостью и, поэтому, в основном применяются для защитной спецодежды.

Практически все термостойкие волокна формуют из растворов по мокрому, сухому и сухо-мокрому способам. Наибольшее распространение получил мокрый способ, при котором появляется возможность широкого регулирования структуры формируемого волокна и, следовательно, большая возможность получения заданных физико-механических свойств в готовом волокне.

В отличие от обычных синтетических волокон технического назначения к термостойким волокнам предъявляется ряд специфических требований:

- длительное сохранение высоких механических характеристик при высоких температурах;
- способность выдерживать высокие статистические и динамические нагрузки;
- морозостойкость до  $-260\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- хемостойкость, стойкость к радиации и т.д.

Прочностные свойства химических волокон и нитей определяются, прежде всего, степенью совершенства их структуры (соотношением кристаллической и аморфной фазы, степенью ориентации макромолекул вдоль оси волокна и т.п.). Эти показатели зависят не только от условий получения волокна (формования, вытягивания), но и от особенностей химического строения полимеров [77]. Прочность синтетических высокопрочных волокон составляет порядка 180-210 сН/текс – волокно Кевлар<sup>®</sup>, 200-260 сН/текс – волокно СВМ.

Для этих волокон характерно также высокое значение начального модуля (модуля упругости), что гарантирует сохранение размеров изделий даже при

значительных механических нагрузках. Некоторые виды высокопрочных высокомодульных волокон: Кевлар<sup>®</sup>, Тварон, Терлон, Технора, СВМ, Армос.

Понятие термостойкости включает, прежде всего, устойчивость химических связей в макромолекуле полимера в условиях воздействия повышенной температуры.

Термостойкие волокна получают из ароматических полиамидов (арамидные волокна: Номекс, Конекс, Фенилон и др.), ароматических полиимидов (Аримид, P84 и др.), полиамидоимидов (Кермель), полиоксидиазолов (волокно Арселон), полиамидобензимидазолов (Тогилен) и др.

Термостойкие волокна имеют аморфно- кристаллическую структуру. Форма их поперечного сечения круглая, реже гантелевидная или бобовидная.

Важные преимущества термостойких волокон – высокая эластичность и небольшая плотность.

Почти все виды термостойких волокон являются трудногорючими.

Согласно номенклатуре показателей для характеристики пожаровзрывоопасности все материалы подразделяются на группы горючести по ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) «ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» [78].

По горючести материалы подразделяются на три группы:

- негорючие материалы, не способные к горению в воздухе;
- трудногорючие – материалы, способные к горению в воздухе при воздействии источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;
- горючие – материалы, способные самовозгораться, а также возгораться при воздействии источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

Высокопрочные и термостойкие волокна имеют особенное химическое строение, что определяет их свойства и основные, достаточно специфические области их применения. Так, высокопрочные волокна используют при получении шинного корда, изготовлении защитной (в т.ч. пуленепробиваемой) одежды, а термостойкие волокна – для изготовления спецодежды (в т.ч. для пожарных), при

создании фильтрующих материалов для очистки горячих газов, в композитах и т.д.

Из всех требований, которые предъявляются к термостойким волокнам, самым главным является огнестойкость.

Огнестойкими называют волокна, которые при контакте с пламенем не поддерживают горение.

Основными показателями огнестойкости текстильных материалов являются:

- лёгкость воспламенения материала;
- скорость распространения пламени;
- продолжительность горения после удаления источника огня;
- продолжительность остаточного тления;
- количество тепла, выделяющегося при горении;
- сохранение формы при воздействии пламени.

При оценке огнезащитных свойств, кроме продолжительности горения после удаления источника огня, определяют также длину и площадь обугленного участка, и потерю массы материала.

Для определения огнестойкости текстильных материалов предложено много методов, но большинство из них разработаны применительно к тканям.

Наиболее перспективным для определения степени воспламеняемости волокон является метод кислородного индекса.

Обычно материалы, не поддерживающие горение на воздухе, имеют кислородный индекс выше 21% (содержание кислорода в воздухе при обычных условиях около 21%).

Кислородный индекс – минимальное содержание кислорода в кислородно-азотной смеси, при котором возможно свечеобразное горение материала в условиях специальных испытаний.

Для воспламенения и поддержания горения необходима определённая концентрация кислорода в газовой среде.



Фенимор и Мартин разработали метод испытания, сущность которого заключается в определении минимальной концентрации кислорода в потоке кислородно-азотной смеси, при которой поддерживается непрерывное горение вертикально расположенного материала, так называемого показателя кислородного индекса [КИ или LOI – Limiting Oxygen Index] [79].

При проведении испытаний обычно определяют время самостоятельного горения и тления образцов после удаления источника зажигания, длину или площадь обугленного участка, а иногда и потерю массы после прекращения самостоятельного горения и/или тления [80].

Кислородный индекс для разных волокон приведён в таблице 21 и на рисунке 18.

Таблица 21 – Минимальные концентрации кислорода в газовой среде, необходимые для горения различных типов волокон (показатель кислородного индекса)

Волокно	Показатель кислородного индекса
1	2
Полиэтиленовое	17,5
Полиакрилонитрильное	18,0
Триацетатное	18,4
Полипропиленовое	18,6
Вискозное	18,9
Хлопок	19,0
Нейлон 6	20,0
Полиэфирное	22,0
Шерсть	25,2
Арселон	25-27
Номекс	28,2-29
Терлон	27-30
Ацетохлорин	34,0
Кайнол	35,0

Окончание таблицы 21

1	2
Арлана	35-37
Кермель	32
Поливинилхлоридное	37,1
Тварон	27-30
Армос	38-42
Русар-О	40,5
СВМ	37-43
Кевлар	26-28
Рапох, Ругоп, Ругопех	45-50
НИТОКС	43-45
Протекс, Канекорон	32-44

Однако следует иметь в виду, что огнестойкость любых смесок волокон, как показали исследования, следует рассматривать индивидуально, исходя из того, что невозможно определить степень огнестойкости на основе соответствующих показателей её компонентов. Этим объясняется, например, горение смесок в течение более продолжительного промежутка времени, чем следовало бы ожидать, исходя из степени огнестойкости каждого из компонентов. Это говорит о том, что нельзя определять огнестойкость смеси, как средней величины кислородного индекса по отношению к показателям кислородного индекса каждого отдельного компонента, что нашло подтверждение при проведении экспериментальных исследований [Глава 4].

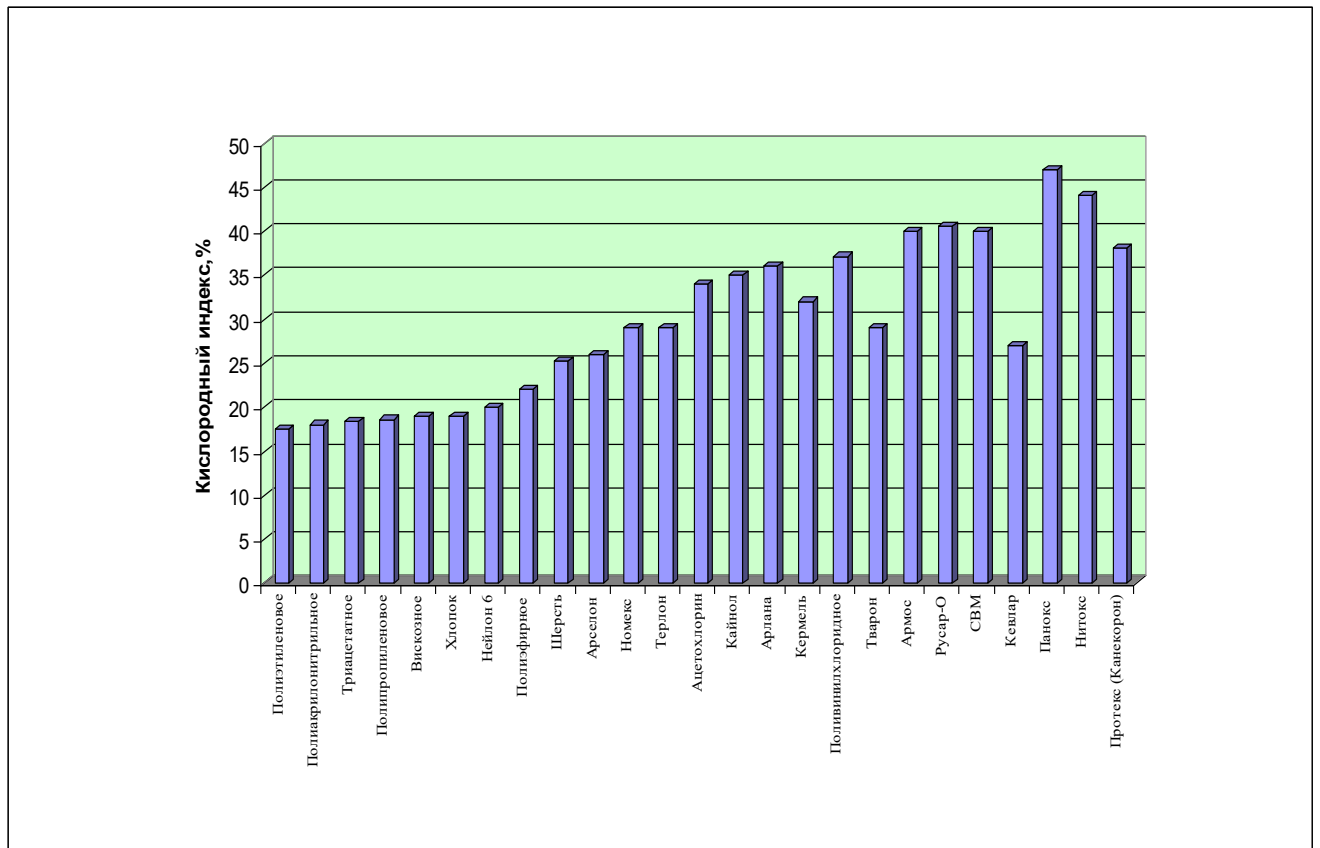


Рисунок 18 – Показатель кислородного индекса текстильных волокон, %

### 3.2 Виды органических отечественных и импортных волокон с функциональными свойствами, применяемые для производства огне- и термозащитной спецодежды и средств индивидуальной защиты

По химическому составу волокна подразделяются на органические и неорганические. К органическим относятся искусственные и синтетические, а к неорганическим относятся минеральные волокна.

Органические волокна образуются из полимеров, имеющих в своём составе атомы углерода, непосредственно соединённых друг с другом или включающие наряду с углеродом атомы других элементов.

Неорганические волокна образуются из неорганических соединений (соединения из химических элементов кроме соединений углерода).

В данном разделе рассмотрим органические синтетические волокна.

Основные группы волокон и нитей с функциональными свойствами:

- высокопрочные;
- высокопрочные высокомодульные;
- огнестойкие, термостойкие и трудногорючие.

Каждая группа волокон включает в себя несколько видов волокон.

Основные характеристики различных групп и видов химических волокон приведены в таблице 22.

Основные свойства параарамидных высокопрочных высокомодульных нитей даны в таблице 23. Основные свойства термостойких волокон – в таблице 24.

Органические химические функциональные волокна, потенциальная возможность использования которых для спецодежды и СИЗ подтверждена их свойствами, подразделяются на следующие виды.

#### **1. Арамидные волокна.**

В настоящее время по химическому строению целесообразно выделить четыре основные группы арамидных волокон [77]:

Таблица 22 – Основные характеристики различных групп и видов химических волокон

Группы волокон и нитей	Основные виды волокон	Механические свойства			Термостойкость, °С
		Модуль деформации, ГПа	Прочность, сН/текс	Удлинение при разрыве, %	
Высокопрочные, высокомодульные нити	<i>n</i> – Арамидные, <i>n</i> – арилатные (ароматические полиэфирные), поли – <i>n</i> – фениленбензо – бис – оксазольные и - тиазольные, поливинилспиртовые, из сверхвысокомолекулярного полиэтилена	70-160	200-400	2-5	200-300
Огнестойкие, термостойкие и трудногорючие волокна и нити	Арамидные, полиимидные, полибензимидазольные и др.	6-15	30-70	4-20	250-300

Таблица 23 – Основные механические свойства параарамидных высокомодульных нитей

Торговое наименование, страна-держатель марки	Физико-механические показатели			Плотность, г/см <sup>3</sup>	РВ, %
	Прочность, кгс/м <sup>2</sup>	Модуль, кгс/м <sup>2</sup> м <sup>2</sup>	Удлинение, %		
1	2	3	4	5	6
Армос, Россия	500-550	15500-16000	3,5-4,0	1,44-1,45	3-3,5
Кевлар, США	290-350	6000-16000	3,0-3,5	1,44-1,46	2,5-3,0
Тварон, Япония	290-350	7500-12000	3,0-3,5	1,44-1,46	2,5-3,0
Технора, Япония	280-300	до 12500	3,0-4,0	1,44-1,46	2,5-3,0

Таблица 24 – Основные свойства термостойких волокон

Волокна, нити	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Модуль упругости, ГПа	Прочность, сН/текс	Удлинение, %	Сохранение прочности, %	
					при 300 <sup>0</sup> С	после нагрева в теч. 100 час. при 300 <sup>0</sup> С
Арамидные (Фенилон, Номек, Конекс)	1,37-1,38	8-20	40-50	15-30	40-50	60-70
Полиамидоимидные (Кермель)	1,34-1,35	5-9	35-60	10-25	-	-
Полиимидные (Аримид, Каптон, Р-84)	1,41-1,43	9-15	40-60	6-12	55-65	55-65
Полибензимидазольные (РВІ)	1,40-1,41	10-15	30-50	10-20	60-80	40-45
Полиамидобензимидазольные (Тогилен)	1,40-1,43	-	35-55	15-30	-	80-90
Полиоксазольные (Оксалон)	1,43-1,44	30-35	50-90	4-8	50-60	75-90
Полулестничные (ВВВ, ВВL, Лола)	1,40-1,50	30-45	35-45	3-6	70-85	80-90

I – волокна на основе поли-пара-фенилентерефталамида: Тварон (ф. Тейджин, Япония), Кевлар (ф. Дюпон, США) и близкое к ним сополимерное волокно Терлон (Россия);

II – волокна на основе гетероциклических параполиамидов и сополиамидов СВМ (Россия), Армос (Россия);

III – волокна на основе гетероциклических арамидов Технора (ф. Тейджин, Япония), Тогилен (Россия);

IV – волокна на основе метаарамидов и некоторые другие близкие к ним сополимерные волокна, имеющие свойства пара- и метаарамидов. Метаарамидные волокна: Фенилон (Россия, в настоящее время не выпускается), Номекс (ф. Дюпон, США), Конекс (ф. Тейджин, Япония).

Сополимерные (пара-, метаарамидные) – Арлана (Россия) и Кермель (ф. Родиа, Франция).

Наиболее высокий уровень механических и термических характеристик имеют волокна I и II групп.

Наиболее типичными представителями арамидных волокон являются:

- параарамидные:
  - высокопрочные и высокомодульные: Тварон (Япония), Кевлар (США), Технора (Япония), Терлон, СВМ, Армос, Тогилен, Русар (Россия);
  - термостойкие: Тварон, Кевлар, Технора;
- метаарамидные:
  - термостойкие – Номекс (США), Конекс (Япония), Фенилон (Россия);
- сополимерные (с пара-, метаарамидными составляющими):
  - огне-, термостойкие: Арлана, (Россия), Кермель (Франция);
  - высокопрочные – Технора (Япония), Армос (Россия).

**2. Полиоксидиазольное** (может условно быть отнесено к метаарамидным), термостойкое волокно – Арселон-С (Оксалон).

**3. Термостабилизированные полиакрилонитрильные волокна, огне-, термостойкие:** НИТОКС (Россия), Ругон (Венгрия), Рапох (США), Ругомех (Япония).

На рисунках показаны характеристики представителей указанных видов волокон: разрывная прочность (рисунок 19), сохранение прочности при 300 °С (рисунок 20), температура эксплуатации (рисунок 21).

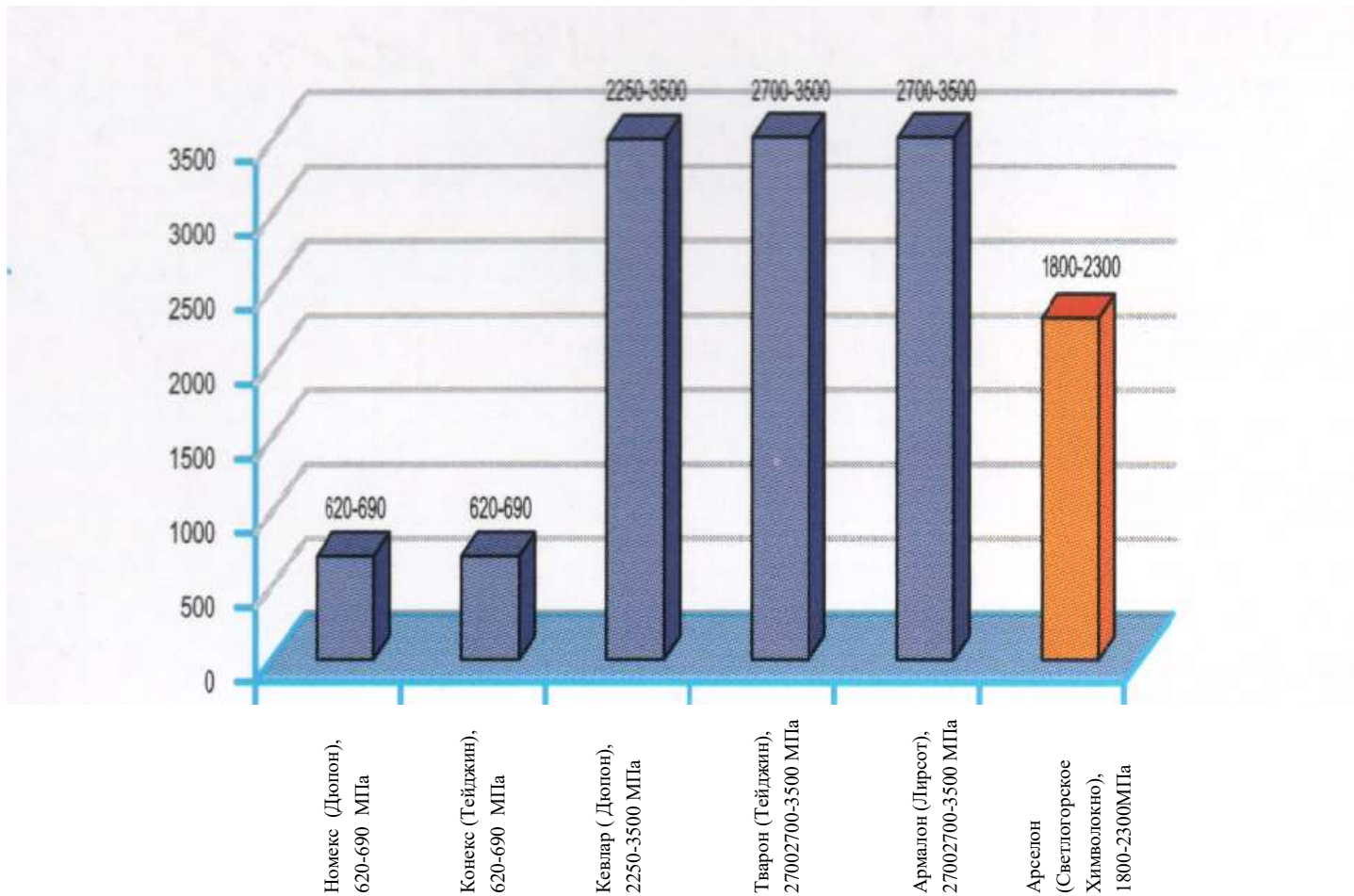


Рисунок 19 – Разрывная прочность, МПа  
(при 65% относительной влажности)



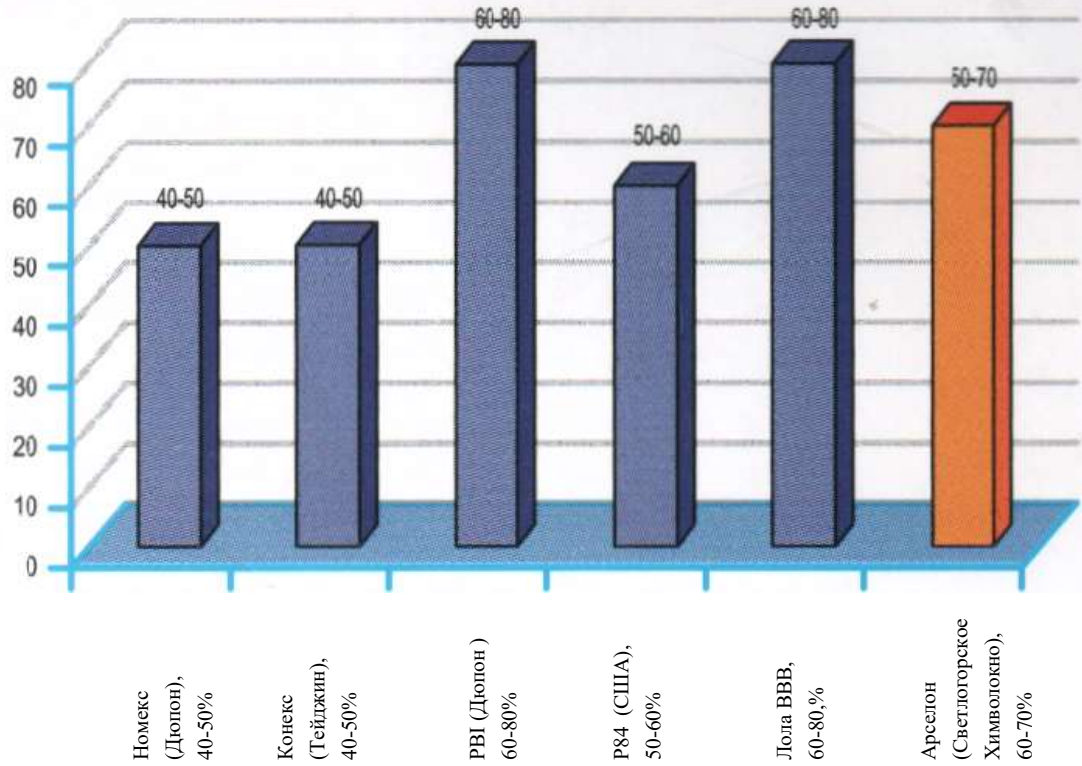


Рисунок 20 – Сохранение прочности при 300 °С, %

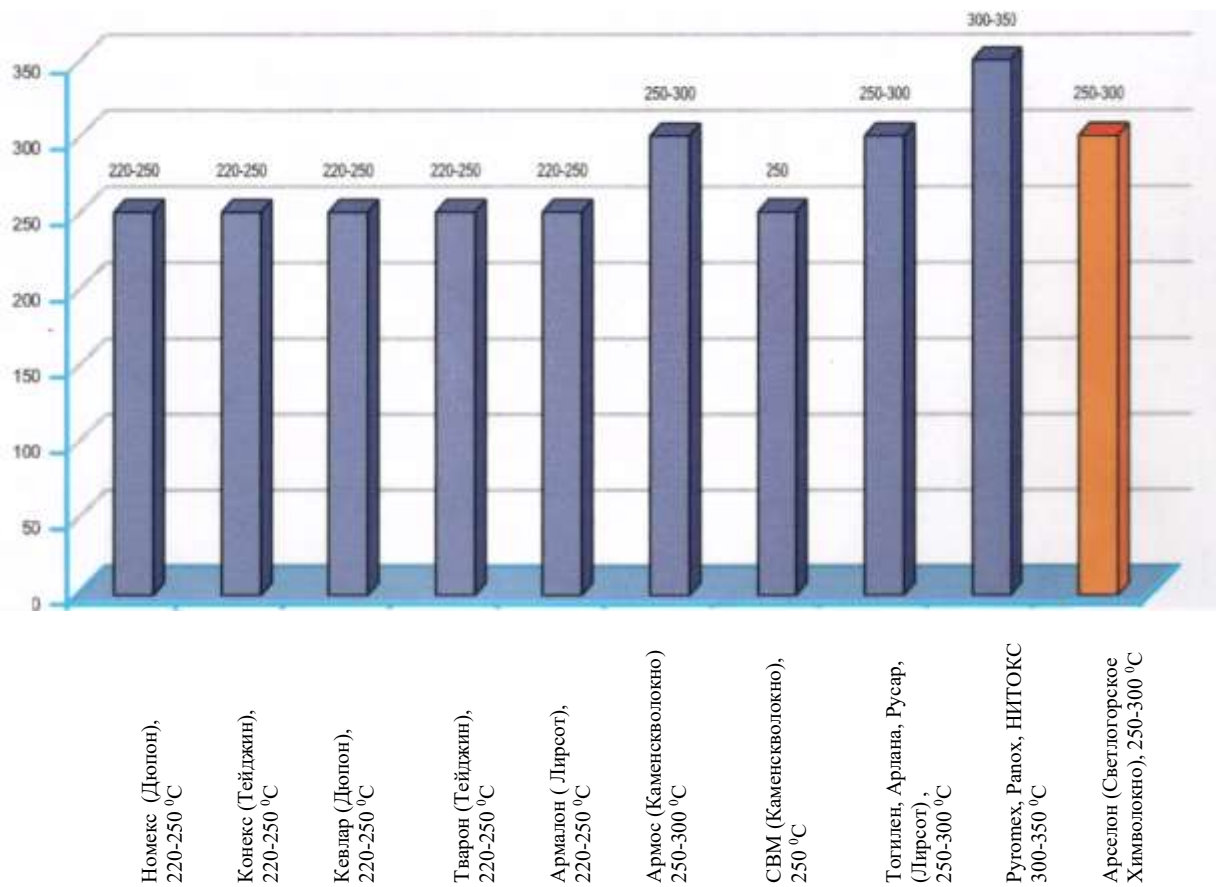


Рисунок 21 – Температура эксплуатации, T °C

Необходимо отметить, что разделение по свойствам условное, т.к. в основном рассматриваемые волокна одновременно являются и высокопрочными и высокомодульными и обладают высокой степенью огне-, термостойкости.

### 3.2.1 Параарамидные волокна

Волокна на основе полностью ароматических полиамидов (содержат в своей цепи не менее 85% амидных групп) были созданы в начале 80-х годов двумя независимыми путями в России и США и в настоящее время выпускаются несколькими фирмами в различных странах мира [77].

Их создание и организация выпуска явилось новым этапом в развитии волокон и нитей для многих технических областей применения в качестве текстильных и композиционных материалов и изделий, несущих высокие механические и термические нагрузки.

Параарамидные волокна характеризуются высоким уровнем огне- и термостойкости. Так, для параарамидов характерны почти полная безусадочность при высоких температурах (только при достижении температуры 400-450<sup>0</sup>С наблюдается усадка, не превышающая 3-4%) и высокая устойчивость к воздействию открытого пламени (до 500<sup>0</sup>С; после удаления из пламени волокно гаснет, что обусловлено высоким кислородным индексом – 38-40% и высокой температурой разложения – 450-550<sup>0</sup>С) (таблица 25). Кроме того, эти волокна мало меняют свои свойства в мокром состоянии, так как они достаточно гидрофобны и после сушки восстанавливают свои свойства.

Механические свойства параарамидных волокон достаточно высоки. При этом соответствующие показатели волокон этого класса отечественного производства заметно превышают показатели зарубежных.

Показатели механических свойств параарамидных штапельных волокон несколько ниже, чем соответствующих видов высокопрочных нитей.

Параарамидные волокна и нити относятся к высокотермостойким и трудногорючим материалам.

Таблица 25 – Характеристики горючести отечественных параарамидных волокон

Волокно	Температура, °С		Кислородный индекс, %
	воспламенения	самовоспламенения	
Терлон	400-500	500-600	27-30
СВМ, Армос	500-600	550-650	37-43

По показателям сохранения механических свойств при повышенных температурах все виды параарамидных волокон и нитей имеют температурные пределы работоспособности в зависимости от времени воздействия окружающей среды в интервале 250-330 °С.

Особенно важно отметить малую усадочность параарамидных волокон, а соответственно, материалов и изделий из них, при высоких температурах.

Мощности по производству параарамидных волокон (Кевлар, Тварон, Технора и др.) также значительно увеличиваются в последнее время.

Наличие сырьевой базы, отлаженность технологии, комплекс высоких механических и термических характеристик обусловили возможность создания на основе отечественных волокон Терлон, СВМ и особенно Армос новых их разновидностей, используя методы химического модифицирования.

Так, были разработаны в ООО НПП «Термотекс» аналоги нитей Армос под названием Русар, близкие им по механическим свойствам.

Такое появление разновидностей волокон на основе уже сложившихся базовых мономеров представляет значительный интерес. Однако, перспективу производства имеют только волокна, для выпуска которых применяются промышленно доступные сырьевые компоненты при их относительно невысокой стоимости.

#### Волокно Тварон (Twaron)

Волокно Тварон (Twaron) является одним из основных представителей параарамидных высокопрочных и высококомодульных волокон. Производитель волокна фирма Тейджин (Япония).

Выпускается в виде комплексной нити из моноволокна и штапельного волокна [81]. Волокно само по себе не токсично. Однако на волокне может

содержаться до 1,2% замасливателя. При технической обработке продукта при 130-190 °С возможно испарение или разложение замасливателя, нанесённого на волокно. Механические показатели волокна приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Свойства волокна Тварон

Показатели	Значения
Полимер	параарамид
Прочность, сН/текс	185-255
Разрывное удлинение, %	2,5-3,6
Модуль упругости, ГПа	60-115
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,44-1,45
Влагопоглощение, %	3,2-5,0
Кислородный индекс, %	28-29
Термостойкость, °С	340

#### Физические и химические свойства волокна Тварон

Цвет – жёлтый.

Запах – без запаха.

Водорастворимость – пренебрежимо малая.

Нагрев до температуры выше 500 °С приводит к распаду молекул, из которых построены волокна и нити.

Температура плавления – не плавится.

#### Волокно Кевлар® (Kevlar)

Зарубежный аналог отечественных высокопрочных волокон СВМ, Армос.

Разработан американской компанией Дюпон (DuPont) в 1965 году, с начала 1970-х годов начато его коммерческое применение.

Волокно Кевлар отличается высокой прочностью – до 2800 Н/мм<sup>2</sup> (в пять раз прочнее стали) и высоким модулем упругости, удлинение – 2%, равновесное влагопоглощение – 3,5%, температура деструкции – 500 °С.

Основные характеристики Кевлар®:

- высокий модуль;
- высокая удельная прочность;
- низкое относительное удлинение при разрыве;
- высокая химическая стойкость;

- низкая термическая усадка;
- прекрасная стабильность размеров;
- высокая порезостойкость;
- огнестойкий, самозатухающий.

Волокно используется для производства спецодежды нефтяников, газовиков, металлургов, энергетиков.

#### Нити Русар и огнезащитные волокна Русар-О

Производство нитей Русар с июля 1997 г. начато на ОАО «Каменскволокно» (г. Каменск-Шахтинский Ростовской области), где внедряются новые разработки ООО НПП «Термотекс», направленные на расширение ассортимента волокна Русар, определяемого конъюнктурой мирового рынка, и снижение его себестоимости [82].

Потребительские свойства волокна Русар различных модификаций приведены в таблице 27 и характеризуются:

- повышенной хрупкостью (сохранение прочности при разрыве петель – 9,8%);
- высоким модулем упругости – 135 ГПа;
- практически отсутствием потери прочности в мокром состоянии (-2,5%);
- отсутствием извитости волокна, вследствие чего низкий коэффициент трения волокна по волокну;
- высокой выносливостью при многократном изгибе – 70350 циклов, выдерживаемых волокном до разрыва;
- кислородный индекс – 39%, что свидетельствует о высокой огнестойкости волокна;
- удовлетворительной равномерностью по длине волокна, коэффициент вариации по длине – 2,1%.

Таблица 27 – Основные потребительские характеристики нитей Русар

Показатели	Марка нити			
	Русар	Русар-С	Русар-НТ	Русар-К
1	2	3	4	5
Разрушающее напряжение комплексной нити при разрушении в термопластике $P_{мп}$ , кгс/мм <sup>2</sup>	500	540	520	460

## Окончание таблицы 27

1	2	3	4	5
Начальный модуль упругости при растяжении, кгс/мм <sup>2</sup> :				
статический E <sub>ст</sub>	13500	16000	18000	16500
динамический E <sub>дин</sub>	14500	17000	20000	18000
Кислородный индекс, %	35	35	45	48
Равновесное влагопоглощение, %	3,3	2,25	1,35	1,32
Удлинение при разрыве, %	3,3	2,6	2,6	2,4
Плотность, г/м <sup>3</sup>	1,45	1,46	1,47	1,45

Высокий модуль упругости волокна Русар® постоянен для данного вида волокна и характеризует упругие деформации в аморфных областях волокна, зависящие от энергии связи между звеньями макромолекул в этих областях [83].

Упругие деформации количественно оцениваются модулем упругости  $M_y = \frac{H}{Y}$ , где  $M$  и  $Y$  – соответственно деформация и удлинение в упругой области [84].

Параарамидные нити используются в баллистических тканях, служащих основой «мягкой брони» при изготовлении бронежилетов для нужд министерств обороны, внутренних дел, чрезвычайных ситуаций и других силовых структур и ведомств России.

На основе использования нитей Русар разработана и запатентована текстильная структура ткани для баллистической защиты. Эта ткань обладает более высокими пулезащитными свойствами, что в свою очередь, позволяет на 20-25% снизить массу баллистического пакета при изготовлении бронежилетов.

Разработчики арамидных волокон, в частности нитей Русар, считают, что их производство может устойчиво функционировать только при определённой производительности, ниже которой выпуск нити становится нерентабельным.

Было создано и может выпускаться термостойкое огнезащитное волокно Русар-О, предназначенное для изготовления боевой одежды пожарных и других

технических целей. В таблице 28 приведены основные физико-механические показатели, теплостойкие и термостойкие показатели волокна Русар-О [85].

Таблица 28 – Технические характеристики огнестойкого волокна Русар-О

Наименование показателя	Значения показателей
Линейная плотность волокна, текс	0,33
Номинальная длина волокна, мм	65
Удельная разрывная нагрузка, не менее, гс/текс	35,0
Удлинение при разрыве, %	7-10
Отклонение фактической длины от номинальной, %	±5
Количество извитков, изв/см	3-5
Массовая доля замасливателя, %	0,6-2,0
Склейки, не более, %	0,005
Грубые волокна, не более, %	0,07
Непрорезанные волокна двойной и более длины, не более, %	0,05
Кислородный индекс, %	40,5
Теплостойкость, %	
при 200°С	82
при 250°С	74
при 300°С	60
Термостойкость, %	
при 250°С	
через 50 час.	96
через 75 час.	90
через 100 час.	80
Кромочное горение при 960°С, сек	4

Если более ранние модификации нитей Русар, обладающие наряду с термостойкими свойствами высоким уровнем механических характеристик, были созданы для использования их в основном в технике и в изделиях оборонного назначения, то при создании нитей Русар-О преследовалась цель – придание этим нитям огнезащитных свойств.

Появление огнестойких нитей привлекло внимание текстильщиков с точки зрения использования их для производства тканей, предназначенных, в частности, для боевой одежды пожарников, силовых структур.

### 3.2.2 Метаарамидные волокна

Метаарамидные волокна являются основными видами огне-, термостойких волокон. Предпочтительность метаарамидных волокон можно объяснить использованием относительно недорогого и доступного сырья, вырабатываемого в довольно крупном промышленном масштабе. Исключительно важное значение метаарамидных волокон получило подтверждение в их интенсивном развитии и в увеличении их мощностей.

Следует отметить, что в смеси с метаарамидными волокнами, особенно с Номексом, для снижения степени его тепловой усадки, часто используют высокопрочное параарамидное волокно Кевлар.

К ведущим производителям зарубежных метаарамидов (аналогов отечественного фенилона) относятся американская фирма Дюпон, производящая волокно Номекс<sup>®</sup>, и японская фирма Тейджин, выпускающая волокно Конекс.

Метаарамидные волокна обладают уникальным комплексом физико-механических свойств: теплостойкостью, огнестойкостью, высокой химической и радиационной стойкостью, прочностью, эластичностью и формоустойчивостью, а также высокими электроизоляционными свойствами.

#### Волокна Номекс (ф. Дюпон, США)

Метаарамидные волокна Номекс выпускаются в виде нитей и штапельных волокон. Это волокно является зарубежным аналогом отечественного волокна фенилон, производство которого прекращено.

Волокна Номекс, являющиеся ароматическим полиамидом, производства фирмы Дюпон служат законодателем стандартов термической стабильности и огнестойкости, прочности в агрессивных средах, а также стандартов приятного внешнего вида, лёгкости ухода и долговечности.

Сфера применения изделий на основе Номекса: одежда для пожарных, автогонщиков, пилотов самолётов и космических кораблей многоразового использования, операторов буровых платформ, экипажей танкеров, членов спасательных команд и для рабочей одежды; фильтрационные рукава; материалы



для армирования автомобильных шлангов, на которые воздействуют высокие температуры и т.д.

С самого начала использования Номекса не прекращается разработка его модификаций. Имеется уже широкий спектр улучшенных продуктов второго и третьего поколения.

На примере волокон Номекс можно увидеть, какое разнообразие типов штапельных волокон производит фирма для различных областей их применения. Каждый новый тип волокон создаётся специально для удовлетворения определённых требований потребителей.

В таблице 29 приведён ассортимент штапельных волокон из Номекса и указаны области применения по видам, спроектированных в зависимости от целей их создания.

Известна высокая термическая устойчивость Номекса, который не плавится, почти не обугливается и не пиролизуется при длительном воздействии на него высоких температур.

Во многих областях использования Номекса незаменима его способность сохранять целостность ткани при сильном нагреве и в пламени (он препятствует «открытым разрывам» ткани). Для такого применения фирма Дюпон разработала специальные составы с Номексом, которые включают волокна Кевлара. Параарамид Кевлар представляет собой изомер Номекса. Оба арамидных продукта в равной мере обладают природной стабильностью, но Кевлар имеет лучшие характеристики при растяжении и очень низкую термическую усадку за счёт своей жёсткой структуры (жёсткого линейного скелета).

Номекс и составы из Номекса и Кевлара при комнатной температуре не горючи и не плавятся в огне. Предельный кислородный индекс равен 29%. Однако, они обугливаются и, можно предположить, что при мгновенном высокотемпературном сгорании они проявляют свойства самогашения. Стандартное значение влагопоглощения – 4,5%.

Основные физико-механические показатели волокна Номекс:

- прочность на разрыв, сН/текс: в сухом состоянии – 44, в мокром состоянии – 35;

Таблица 29 – Ассортимент штапельных волокон из Номекса

Обозначения	Линейная плотность, дтекс	Длина штапельного волокна, мм	Цвет	Другие компоненты	Область применения
Номекс Т-450	1,7	38/50/75	сур./блест.	-	
Номекс Т-450	2,2	38/50/75/140	сур./блест.	-	
Номекс Т-450	6,1	75	сур./блест.	-	
Номекс Т-454	11	75	сур./блест.	-	
Номекс Т-463	1,9	50/175	сур./блест.	-	
Номекс III Т-455	1,9	50	сур./блест.	5% Кевлар	
Номекс III Т-456/Т-107	1,7	50	серовато-зел.	5% Кевлар	
Номекс III Т-457/Т-108	1,7	50	зеленов.-оливк.	5% Кевлар	
Номекс III Т-455/Т-110	1,7	50	тёмно синий	5% Кевлар	
Номекс «Дельта А» Т-462	1,9		сур./блест.	5% Кевлар и 2% Р-140	<p>Спецодежда с постоянными антистатическими свойствами</p> <p>Ткани, обладающие антистатическими свойствами и отличной устойчивостью к открытым разрывам. Её используют для защитной нижней одежды и для сравнительно лёгкой верхней защитной одежды.</p> <p>Фильтровальные ткани для фильтрации горячих газов. Использование этих волокон позволяет значительно снизить размер пор. Также используется в мягких тканях для термозащитной нижней одежды, которая непосредственно касается кожи. Специально создан для фильтрации горячего воздуха, препятствует открытым разрывам фильтрующего материала при искрах в отходящих газах. Его можно непрерывно использовать при температуре до 200°С с подъёмами до 240°С.</p> <p>Составы с содержанием 23% Кевлара увеличивает стойкость к открытым разрывам и повышает прочность ткани. Используют в первую очередь для защитной специальной одежды для пожарных команд, групп быстрого реагирования и т.п.</p> <p>Лучшая термическая защита в условиях с открытым пламенем.</p> <p>Для одежды, используемой в нефтяной и химической промышленности, групп быстрого реагирования</p>
Номекс «Дельта С» Е-502	1,4		сур./блест.	5% Кевлар и 2% Р-140	
Номекс «Дельта FF» Т-450	1,1		сур./блест.	-	
Номекс «Дельта К» Е-123	2,2		сур./желтов.	25% Кевлар	
Номекс «Дельта Т» Е-519	1,7		чёрный	23% Кевлар	
Номекс «Дельта Т» Е-127	1,7		междул.	23% Кевлар	
Номекс «Дельта Т» Е-501	1,7		оранжев.	23% Кевлар	
Номекс «Дельта ТА» Е-518	1,7		зелёно-оливков. глубокий тёмно синий	23% Кевлар и 2% Р-140	
Номекс «Дельта ТА» Е-520	1,7		тёмно синий	23% Кевлар и 2% Р-140	

- удлинение, %: в сухом состоянии – 25, в мокром состоянии – 16;
- плотность, г/см<sup>3</sup> – 1,38. Номекс выигрывает в сравнении с полиамидными и полиэфирными волокнами по показателю «устойчивость к изгибу».

Наибольший интерес представляет последнее поколение продукции из Номекса – серия «Дельта», которая предназначена для удовлетворения специальных потребностей рынка новых технологий и обладает такими преимуществами как антистатические свойства, повышенная прочность, большее удобство при носке и улучшенная крашимаемость. Этим улучшений удалось добиться различными путями, включая введение добавок, изменение кристалличности и толщины волокон. Так, например, добавление Р-140 обеспечивает антистатические свойства волокнам. Волокно Номекс широко используется для производства огнестойких тканей.

### 3.2.3 Сополимерные волокна

#### Волокно Кермель

Волокно Кермель разработано компанией с одноимённым названием, бывшим подразделением французского концерна «Родиа», Кермель представляет собой полиамидоимид. Основные характеристики волокна взяты из открытых рекламных источников фирмы Кермель.

Метаарамидная составляющая обуславливает отличные термические свойства волокна Кермель – невоспламеняемость, высокие показатели термостабильности и теплоизоляции. Волокно характеризуется низким уровнем выделения дыма с низким содержанием HCN и C<sub>0</sub> при воздействии пламени. Кроме того, Кермель отличается высокой стойкостью к химически агрессивным средам и механической прочностью. При этом важнейшими достоинствами Кермель являются возможности получения широкой цветовой гаммы (36 основных цветов) и обеспечения комфортности тканей из этого волокна. Последние свойства крайне важны при создании одежды.

На вид Кермель - это блестящее волокно почти круглого сечения с гладкой поверхностью. Ассортимент включает в себя волокна с линейной плотностью 1,7-2,2-3,9-5,6-7,1 dtex и резкой от 40 до 120 мм.

Высокие теплофизические параметры - кислородный индекс 32%, теплопроводность 0,04 Вт/м/К и термостойкость – 800<sup>°</sup>С- позволяют использовать одежду из Кермель в самых жестких условиях. В отличие от чистых метаарамидов, Кермель характеризуется достаточно высокими физико-механическими свойствами: плотность – 1,34 г/см<sup>3</sup>, модуль упругости волокна составляет 240-320 сН/текс, прочность - около 40 сН/текс, удлинение при разрыве – 19%, влагопоглощение – 4%, остаточная прочность после 100 часов выдержки в агрессивных средах при 21<sup>°</sup>С составляет: 40% для 35% соляной кислоты и 30% аммиака, 95% для 70% серной кислоты и ацетона.

В производстве защитной одежды волокно Кермель используется либо в чистом виде, либо в смеси с другими волокнами или нитями. В Европе широко распространены ткани из Кермель с вискозой и шерстью. Для защитной одежды с повышенными требованиями по теплостойкости и прочности Кермель армируют параарамидными нитями.

Основными областями применения метаарамидных волокон являются защитная одежда (33% европейского рынка), производство бумаги (34% рынка) и фильтровальные материалы (20% рынка). За рубежом волокну Кермель принадлежит 50% рынка защитной одежды, вторую половину рынка делят Номекс, Конекс и ПБИ (РВІ), в т.ч. 58% тканей для одежды пожарных сделаны из Кермель.

Из Кермель производят одежду для пожарных как для повседневной работы, так и для работы с огнем. Использование Кермель в многослойной одежде для работы в контакте с открытым огнем позволяет обеспечить исключительно высокую защиту от огня и повышенных температур. Достоинствами тканей из Кермель (обычно в смеси с вискозой) для повседневной униформы пожарных, помимо высоких защитных параметров, являются

возможность производства окрашенных тканей и удобство одежды из этих тканей при носке.

Термическая стойкость Кермель столь высока, что ткани из этих волокон находят широкое применение в производстве одежды для металлургов. Кроме того, смесовые ткани с Кермель позволяют создавать защитные костюмы для работы при возможном контакте с высоким напряжением, в нефтедобыче, на производствах нефтеперегонки.

Хорошая окрашиваемость наряду с защитными свойствами обусловила использование Кермель в производстве униформы для полицейских, летчиков, танкистов, самого разного камуфляжа.

Здесь обращает на себя внимание то, что почти все зарубежные фирмы наряду с производством нитей осуществляют выпуск и штапельных термостойких волокон. В то время как в России этому уделяется мало внимания и поэтому серийное производство штапельных термостойких волокон не налажено до сих пор.

Если проанализировать выпуск термо- и огнестойких арамидных волокон в виде нитей, то видно, что ассортимент таких нитей как зарубежных, так и отечественных (не уступающих по качеству зарубежным) достаточно широк.

Области применения их ограничены использованием в технике, для обороны, в специфических условиях, где к ним предъявляются очень высокие требования, помимо термостойкости, к сверхвысокой прочности, высокому модулю, другим особым характеристикам. Требования к этим техническим нитям совершенно отличны от требований к тем термостойким штапельным волокнам, которые предназначены для выработки из них в текстильной промышленности тканей, предназначенных для защитной одежды, с высокой термостойкостью и устойчивостью к воздействию открытого пламени для целей защиты от действия высоких температур. Например, спецодежда пожарных, спасателей, сварщиков, металлургов и других, где использовать высокопрочные волокна в качестве термостойких не обязательно. Для удовлетворения этих целей за рубежом и в нашей стране используются собственно термостойкие волокна, где вместо

сверхвысокой прочности волокна, приводящей к жёсткой структуре, нужны эластичность, гигроскопичность и другие прядильные свойства, обеспечивающие успешную переработку волокон в пряжу и ткань.

### Волокна Арлана, Аримид

Одно из ведущих научно-производственных предприятий РФ в области разработки и создания синтетических волокнистых материалов со специальными свойствами является ООО «Лирсот».

Одним из продуктов компании являются термо-, огнестойкие волокна и нити Арлана.

Полимерная основа – ароматический мета-, парасополиамид. Арлана обладает характеристиками огнестойкости и гигроскопичности. Повышенное влагосодержание обуславливает хорошие гигиенические свойства волокна, улучшает окрашиваемость и облегчает текстильную переработку в различные изделия. Свойства нитей и волокон Арлана отражены в таблице 30.

Таблица 30 - Свойства нитей и волокон Арлана

Свойства	Показатели для	
	нити	волокна
1	2	3
Линейная плотность, текс	29,4; 58,8	0,17; 0,22; 0,33
Прочность, сН/текс	60-100	30-40
Разрывное удлинение, %	7-12	12-15
Сохранение прочности в петле, %	-	80
Модуль упругости, кгс/мм <sup>2</sup>	1800	-
Кислородный индекс, %	35-37	35-37
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,39	1,37
Равновесное влагосодержание при 65% относ. влажности воздуха, %	7-10	10-12
Усадка на воздухе при 300 <sup>0</sup> С (10 час.), %	0	2-4

## Окончание таблицы 30

1	2	3	
Сохранение прочности после воздействия в теч. 100 час. при 20 <sup>0</sup> С, %:			
	20% серной кислоты	100	89
	20% едкого натра	100	87
Сохранение прочности после экспозиции на воздухе при 300 <sup>0</sup> С 10 час, %	60	-	

Производительность имеющейся на ООО «Лирсот» линии составляет около 10 тонн в год. При этом волокно не имеет промышленного производства, изготавливается только на заказ.

Ткани и нетканые материалы из волокна Арлана относят к группе трудногорючих, они отвечают всем требованиям ГОСТ 12.1.044-89 по тепловым характеристикам (устойчивость к открытому пламени, воздействию теплового потока высокой интенсивности, контакту с нагретой до 400<sup>0</sup>С поверхностью) [78]. Продолжительность их остаточного горения по ГОСТ 15898-70 - 0 секунд [66].

К числу наиболее термо- и огнестойких волокон по праву относятся полиимидные волокна. Представителем отечественного термо-, огнестойкого полиимидного волокна является Аримид, который может выпускаться ООО «Лирсот». Полиимидные волокна обладают высокой огнестойкостью, длительно работоспособны при температурах до 350<sup>0</sup>С. Если их сравнить с выпускаемыми за рубежом аналогами – метаарамидным Номексом и полибензимидазольным РВІ, можно убедиться в более высоких функциональных характеристиках отечественного полиимидного волокна.

Кроме этих достоинств данное волокно отличается высокой свето- и радиационной устойчивостью, сохранением гибкости при температуре жидкого азота (-195<sup>0</sup>С), поэтому его охотно используют для изготовления огнезащитных оболочек, электропроводов, защитных чехлов, костюмов и накидок.

Полиимидные волокна и текстильные изделия на их основе:

- обладают высокой огнезащищённостью;
- длительно работоспособны при температурах до 350<sup>0</sup>С;

- выдерживают воздействие открытого пламени и теплового удара с температурой до 1000<sup>0</sup>С, не выделяя при этом дыма;
- сохраняют высокую прочность и эластичность при температуре жидкого азота;
- имеют низкую теплопроводность;
- отличаются высокой устойчивостью к жёсткому радиационному и ионизирующему излучению;
- устойчивы к действию патогенных грибков и плесени.

Свойства полиимидных волокон отражены в таблице 31.

Таблица 31 – Свойства полиимидных волокон

Наименование показателей	Среднепрочные	Высокопрочные	Высокомодульные
Линейная плотность, текс	11,1-100,0	29,4-58,8	29,4-58,8
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,43-1,45	1,50-1,54	1,45-1,48
Относительная прочность, сН/текс	50-80	150-160	160-170
Разрывное удлинение, %	6,0-10,0	2,5-3,5	1,7-2,0
Модуль упругости, ГПа	15-25	100-120	120-230
Равновесное влагосодержание, %	1,0-1,5	1,2	1,2
Кислородный индекс, %	50-65	70-75	50-65
Усадка на воздухе при 300 <sup>0</sup> С, %	0,2	0,2-0,5	0,2
Остаточная прочность, % от исх. после прогрева на воздухе:	0	0	0,6
при 300 <sup>0</sup> С, 100 час.	85-90	75-85	75-85
при 350 <sup>0</sup> С, 100 час.	80-85	70-80	70-80

Данное волокно также не имеет промышленного производства.

Области применения волокон Арлана и Аримид для защитной одежды:



- комплектная термо-, огнезащитная одежда для бойцов аварийно-спасательных подразделений гражданского и военно-морского флота и авиации, МЧС, боевых расчетов пожарных бригад, спасательных бригад в горнодобывающей, угольной, нефтяной и газовой промышленности;
- комплектная защитная одежда для работников горячих производств черной, цветной металлургии, сажевой, стекольной и цементной промышленности.

### 3.2.4 Полиоксидиазольное волокно

Данное волокно представляет интерес с точки зрения термостойких штапельных волокон.

Оксалон – полиоксидиазольное волокно (ПОД). Это практически единственное из термостойких волокон, которое производится из дешёвых промышленных мономеров терефталевой кислоты и гидрозинсульфата. Основное преимущество Оксалона по сравнению с другими термостойкими волокнами является высокая стойкость к действию повышенных температур. Деструкция наблюдается при температурах выше 450°C. Стойкость к длительному тепловому воздействию у ПОД волокон является более высокой по сравнению с полиамидными термостойкими волокнами.

Так, продолжительность нагревания при 300°C на воздухе, при которой прочность ПОД волокна снижается на 50% составляет 700 часов. Для волокна Номекс - это время составляет 150-200 часов.

Оксалон при воспламенении не плавится, в открытом пламени воспламеняется и поддерживает горение, при удалении пламени – самозатухает. Используется для фильтрованных тканей, спецодежды.

В настоящее время производится это волокно на Светлогорском ПО «Химволокно».

Светостабилизированный, с повышенной светоустойчивостью, Оксалон получил название Арселон-С.

Синтетическое термостойкое полиоксидиазольное волокно Арселон-С также выпускается на Светлогорском ПО «Химволокно», где объём выпуска его

составляет 150 т/год, в перспективе до 300 т/год, имеет кислородный индекс порядка 25-27, при нагревании до 350°C в течение 25 час сохраняет 50% прочности, оно гигроскопично, кондиционная влажность его – 12%, может выпускаться разных линейных плотностей (0,10; 0,13; 0,17; 0,33; 0,4 текс), имеет хорошую крашиваемость. Основное преимущество - доступность и дешевизна сырья.

Физико-механические показатели волокна Арселон-С по данным испытаний ЦНИХБИ приведены в таблице 32.

Таблица 32 – Физико-механические показатели волокна Арселон-С

Наименование показателей	Данные испытаний ЦНИХБИ
Линейная плотность волокна, текс (номер)	0,188 (5330)
Разрывная нагрузка, гс	5,1
Удельная разрывная нагрузка волокна, мН/текс (гс/текс)	265,8 (27,1)
Удлинение волокна при разрыве, %	67,3
Разрывная нагрузка петель, гс	1,74
Удельная нагрузка при разрыве петель, мН/текс (гс/текс)	90,8 (9,26)
Процент сохранения прочности при разрыве петель, %	34,2
Удлинение при разрыве петель, %	41,0
Число извитков на 1 см	3,2
Степень извитости, %	5,8-7,2
Устойчивость извитости, %	46,6
Устойчивость волокна к многократному изгибу: число циклов до обрыва	более 100 тыс. циклов
Длина волокна, мм	
средневзвешенная	36,6
штапельная	39,5

Анализ приведённых данных и опыт переработки его в текстильном производстве показал, что синтетическое термостойкое полиоксадиазольное волокно Арселон-С обладает целым рядом положительных свойств и удовлетворительной способностью к переработке, что даёт основание предложить использовать его как самостоятельное перспективное волокно для смесей с другими волокнами.

К недостаткам этого волокна относится его невысокий кислородный индекс, высокое удлинение и снижение его прочностных свойств под воздействием света.

### 3.2.5 Модакриловые волокна

#### Волокна Канекорон и Протекс

Canecoron и Protex – торговые марки модакрилового волокна производства фирмы «Канека» (Япония, г. Осака).

Модакриловым называют акриловое волокно, содержащее от 35 до 85% акрилонитрила.

Протекс М – модифицированное акриловое волокно с перманентными пламезащитными свойствами. По своей структуре Протекс относится к огнестойким волокнам, его КИ равен 28-34%. Эти свойства не исчезают при стирке по природе волокна. При смесях этого волокна с другими огнестойкими волокнами сохраняются его огнезащитные свойства. Для повышения различных прочностных свойств Протекс М можно смешивать с другими огнестойкими волокнами. Протекс имеет высокую устойчивость при защите от кислот и щелочей.

Модакриловое волокно Протекс является огнестойким, невоспламеняющимся волокном, обладает свойствами самопогашения (за счёт самопроизвольного обугливания предотвращается распространение пламени), не образует пламени и не плавится, таблица 33 [85].

Таблица 33- Физико-механические показатели волокна Протекс  
(данные ИЦ «ЦНИХБИ»)

Наименование показателя	Protex®
1	2
Линейная плотность, текс	0,214
Разрывная нагрузка, сН	4,8
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	22,3
Удлинение при разрыве, %	22,1
Разрывная нагрузка при разрыве петель, сН	2,1
Удельная разрывная нагрузка при разрыве петель, сН/текс	9,8
Сохранение разрывной нагрузки при разрыве петель, %	43,8
Разрывная нагрузка в мокром состоянии, сН	4,6
Удельная разрывная нагрузка в мокром состоянии, сН/текс	21,3
Разрывное удлинение в мокром состоянии, %	24,8
Потеря прочности в мокром состоянии, %	4,2
Нагрузка при 5% удлинении в сухом состоянии, сН	1,3

## Окончание таблицы 33

1	2
Удельная нагрузка при 5% удлинении, сН/текс	6,1
Средняя массодлина, мм	38,1
Длина модальная, мм	39,5
Длина штапельная, мм	41,2
Пороки (склейки, грубые волокна, непрорезы), %	нет
Число извитков на 10мм	4,2
Степень извитости, %	18,8
Нормальная влажность, %	1,3
Коэффициент трения волокно/волокно	0,295
Коэффициент трения волокно/металл	0,242
Коэффициент вариации, %	
- по разрывной нагрузке	18,9
- по удлинению	23,7
- по длине	14,6
Удельное электрическое сопротивление, Ом	$4,4 \cdot 10^{11}$
Изгибоустойчивость, циклов	19580
Плотность волокна, г/см <sup>3</sup>	1,45
Кислородный индекс, %	30

Одно из основных достоинств волокна Протекс – пластичность, гибкость, блеск. Поэтому это волокно идеально подходит для производства трикотажных изделий – термостойкого белья, подшлемников. Анализ физико-механических показателей в ИЦ «ЦНИХБИ» показал (таблица 33), что потеря прочности в мокром состоянии у этого волокна практически отсутствует, волокно имеет высокую степень извитости 18,8%, изгибоустойчивость волокна составляет 19580 циклов до обрыва.

Канекорон – огнестойкое волокно, характеризуется самогашением, при пожаре происходит самопроизвольное обугливание, предотвращающее распространение пламени. Его кислородный индекс КИ или LOI (Limiting Oxygen Index) изменяется в пределах 28-38%. При поджигании горит без образования пламени и не плавится, при выносе из огня в результате обугливания самостоятельно прекращает горение. По сравнению с волокнами типа Протекс волокна Канекорон обладают более широким температурным диапазоном, в котором волокно начинает смягчаться и сжиматься (уменьшается в размере).

### 3.2.6 Термостабилизированные полиакрилонитрильные волокна

Относительно недавно в нескольких странах мира начали производить термостабилизированные ПАН волокна, которые получают на стадии термоокисления углеродных волокон.

Термоокисление – самая длительная и довольно энергоёмкая стадия производства углеродных волокон, которую осуществляют термообработкой исходного материала – ПАН волокон – в воздушной среде.

Физические и химические превращения в полимере оцениваются по изменению плотности, равновесной сорбции паров воды (гигроскопичности или влагосодержания), механических свойств и с помощью ИК – спектроскопии.

Рост гигроскопичности окисленного полиакрилонитрильного волокна, определяемой по сорбции паров воды, непосредственно связан с процессом окисления полимера и может быть использован для сравнительной оценки волокон.

Однако гигроскопичность не является абсолютным показателем, количественно характеризующим содержание связанного кислорода в полимерном волокне.

Реакции окисления, ведущие к образованию в полимере кислородосодержащих групп, протекают с большой скоростью, о чём свидетельствует возрастание гигроскопичности с 1% у исходного волокна до 8% у волокна после окисления. Продление термоокисления до 90 мин увеличивает гигроскопичность всего на 3%. Можно предположить, что в этот период значительного присоединения кислорода к функциональным центрам полимера не происходит и, если термообработка всё ещё продолжается, это может привести к деструкции (падение прочности волокна при этом составляет около 20%).

Производство углеродных волокон осуществляют в несколько стадий, самой важной из которых является стадия термоокисленной стабилизации, проводимой в области температур 180-280<sup>0</sup>С в воздушной атмосфере. Её роль заключается в переводе ПАН волокон в неплавкое состояние, что позволяет проводить следующую стадию их превращения – карбонизацию.

В процессе окисления происходит постепенное замещение водорода на кислород. Было отмечено, что уменьшение содержания углерода и азота в волокнах по мере их окисления, точно соответствует увеличению содержания кислорода.

Содержание углерода, водорода, азота и кислорода в полностью окисленном ПАН волокне с теоретически предполагаемой формулой  $C_3HNO$  соответственно равно – 53,7; 1,50; 20,9; 23,9%.

К основным параметрам окисления ПАН волокна относятся: температура, продолжительность и степень вытягивания. Режимы окисления могут быть разными.

В процессе окисления происходит изменение физико-химических свойств серийного ПАН волокна. Прочность и удлинение уменьшаются; происходит усадка волокна по длине на 13-20%, диаметр его уменьшается на 45%. Плотность волокна, окисленного при 180<sup>0</sup>С в течение 12 час, возрастает с 1,17-1,18 до 1,3-1,4 г/см<sup>3</sup>, гигроскопичность из-за наличия химически связанного кислорода повышается от 1,5 до 7,8%. При этом, кислородный индекс повышается в 2,5 раза с 17-18% до 43-48%. Цвет волокна после термоокисления становится чёрным. Однако при этом снижаются физико-механические свойства и прядильная способность термоокисленного ПАН волокна за счёт приобретённой повышенной хрупкости. Отмечено, что при температуре 200<sup>0</sup>С в присутствии кислорода воздуха образуются межмолекулярные связи, приводящие к упрочнению волокна.

Окисленное волокно имеет достаточное удлинение, позволяющее перерабатывать его на обычном текстильном оборудовании, однако, учитывая повышенную хрупкость данного волокна, сложность состоит в создании условий для его успешной текстильной переработки.

Морфология окисленных ПАН волокон зависит от исходного сырья и условий термической обработки. Форма поперечного сечения окисленного ПАН волокна не меняется в процессе окисления. Так, если для исходного сырья – полиакрилонитрильного волокна, вырабатываемого по солевому способу, производства ООО «Саратоворгсинтез» – характерна круглая форма поперечного

сечения, то и у волокна ПАН-О она будет круглая. А если в качестве исходного волокна используется ПАН волокно венгерского производства – Мавилон, у которого форма поперечного сечения бобовидная или фасолеподобная, то и окисленное волокно имеет аналогичную форму.

#### Волокно НИТОКС®

Отечественное термостабилизированное ПАН волокно торговой марки НИТОКС®, разработанное ООО НПЦ «УВИКОМ углеродные волокна и композиты» в содружестве со специалистами ООО «Аргон», является одним из самых устойчивых к действию открытого огня и температур до 300<sup>0</sup>С. Кроме того, волокно хемостойко, а также, что немаловажно, имеет невысокую цену, в несколько раз ниже по сравнению с другими огнестойкими волокнами.

Учитывая его высокие огнезащитные свойства, низкую цену и реальную возможность выпуска его в промышленном масштабе, данное волокно представляет большой интерес с точки зрения использования его для производства огне-, термостойких тканей.

Волокно НИТОКС® выпускается в соответствии с требованиями технических условий ТУ 1916-005-18070047-2005 «Жгут полиакрилонитрильный термостабилизированный НИТОКС®» и предназначено для изготовления изделий технического назначения [86]. Технологический процесс получения жгута НИТОКС® защищён патентом РФ № 2258104 [87]. Получено положительное санитарно-эпидемиологическое заключение на «Жгут полиакрилонитрильный термостабилизированный НИТОКС®».

Полиакрилонитрильное окисленное волокно (ПАН-О) НИТОКС® по группе горючести классифицируется как трудногорючий материал (ГОСТ 12.1.044-89, ИСО 4589-84) [78] и характеризуется высокими огнестойкими свойствами: его кислородный индекс (КИ или LOI), как один из основных показателей огнестойкости волокна, находится на уровне 43,5-45% как и у зарубежных аналогов - волокна PYRON®, Rapox, Rugomex что выше, чем у многих зарубежных огнестойких волокон.

Волокно НИТОКС® также выгодно отличается от других огне-, термостойких волокон (Кермель, Номекс и др.) хорошей гигроскопичностью, его влагопоглощение составляет 7-9%.

Таким образом, появление нового отечественного термоокисленного полиакрилонитрильного волокна НИТОКС®, которое имеет высокие термо-, огнестойкие свойства, не уступающие, а по некоторым характеристикам и превосходящие лучшие мировые аналоги, предоставляет большие возможности использования его для огнезащитной одежды.

#### Волокна Pyron (Panox), Pyromex

Зарубежными аналогами термостабилизированного ПАН волокна являются волокна Pyron (Panox) ф. Zoltek (Венгрия) и Pyromex ф. Teijin (Япония).

Фирма Zoltek производит Pyron OPF более 20 лет и имеет самое большое производство в мире.

Процессы производства волокна Pyron ф. Zoltek сертифицированы согласно ISO 9002, QS 9000 и AS 9000, как обеспечивающие высокое качество.

Pyron – специальное огнезащитное волокно выдерживает открытое пламя и имеет высокую химическую устойчивость. Содержание углерода у Pyron – на уровне 62% и плотность – 1,35 г/см<sup>3</sup>.

Процесс производства волокна Pyron основан на термоокислении серийного полиакрилонитрильного волокна в стабилизационной печи, куда подаётся кислород, и, где под действием высокой температуры, стабилизируется молекулярная структура волокна. Когда полностью завершается процесс термоокисления, волокну дополнительно придаётся извитость и в дальнейшем в зависимости от назначения выпускается в виде:

- филаментного жгута (для разрыва его на машинах типа ЛРШ и затем переработки в пряжу или для резки его на штапельное волокно);
- резаных штапельных волокон для использования их в производстве нетканых материалов или для производства пряжи, вырабатываемой на прядильном оборудовании, в чистом виде и в смеси с другими волокнами.



Из пряжи производят ткани и трикотажные изделия, обладающие превосходными термо- и огнезащитными свойствами.

Используется Pyron в качестве средства индивидуальной защиты от открытого огня, для обивки автомобилей, кресел и дорожек в самолётах, в качестве фурнитуры для дома.

Из волокна Pyron вырабатываются нетканые материалы или ткани (из смесей его с другими волокнами).

Одна из широких областей использования Pyron – в качестве матрасов для гостиниц. К примеру, каждый год погибает более 500 человек от возгорания матрасов. Волокна Pyron ф. Zoltek обеспечивают высокий эффект при использовании их для производства матрасов, как имеющие высокие огнезащитные свойства.

Из волокна Pyron изготавливаются идеальные костюмы для термической и химической защиты.

Также Pyron используется и в качестве специальных материалов в аэроподшипниках, где используется его способность выдерживать высокие температуры, до 1000 °С.

Согласно данным проспектов и анализу полученного от фирмы образца пряжи, на производстве ф. Zoltek из Pyron Oxidized PAN Fiber вырабатывается кручёная пряжа.

Такая пряжа химически устойчива, термически стабильна и пригодна для различных текстильных применений, таких как защитные ткани, различные оплётки, вкладыши для насосов и клапанов, а также как заменители асбестов. Пряжа Pyron имеет содержание углерода 62% и плотность 1,35 г/см<sup>3</sup>. Представленные показатели характерны для стандартной базовой пряжи Pyron. Такая пряжа может быть скручена в любой комбинации и требуемой линейной плотности.

Pyromex<sup>®</sup> ф. Teijin (Япония) – это окисленное органическое волокно на основе полиакрилонитрила, отличающееся превосходными термо- и огнестойкими свойствами. Оно также характеризуется отличной хемостойкостью

и хорошими электроизоляционными свойствами. Кроме того, в отличие от неорганических волокон Pyromex<sup>®</sup> легко поддается прядению и ткачеству.

Ассортимент и характеристика волокна Pyromex приведены в таблице 34.

Таблица 34 – Ассортимент и характеристики Pyromex<sup>®</sup> (ф. Teijin)

Наименование показателя	Pyromex <sup>®</sup> J/A CPX 2d 312k жгут неизвитый	Pyromex <sup>®</sup> J/A CPX 2d штапельное волокно извитое
Число элементарных нитей	312.000	-
Линейная плотность, денье текс	2,0 2,2	2,0 2,2
Линейная плотность жгута (сух.), к текс	68,6	-
Длина резки, мм	-	51 и 65*
Количество извитков на 1 см	-	2,4-4,7
Линейная усадка, %	-	8-22
Свойства огнестойкости	-	самозатухающее, неплавкое
Кислородный индекс, %		до 50
Удельная прочность на разрыв (сух.), г/денье сН/дтекс	2,3 2,0	2,3 2,0
Удлинение при разрыве (сух.), %	20	20
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,41	1,41
Влажность, %	7	16
Массовая доля замасливателя, %	0,5	0,5
Масса продукта в ящике, нетто, кг	145	100

\* другая длина резки возможна по договоренности с потребителем

Pyromex<sup>®</sup> находит широкое применение в брызгостойких сварочных ограждениях, флисах и иглопробивных фетрах для теплозащиты в автомобильной и аэрокосмической промышленности, теплозащитной спецодежде, защитных специзделиях для рабочих у печей, теплоизоляции и в других областях, связанных с пламенем и тепловым излучением. Помимо этого, Pyromex<sup>®</sup> применяется в качестве исходного материала дисков тормоза, муфты сцепления и в других высокотемпературных деталях, изготовленных из углеродных композиционных материалов. Pyromex<sup>®</sup> производится в Японии и США и поставляется в виде штапельного волокна и жгутов.

Благодаря своей уникальной химической структуре Pyromex® не воспламеняется и не плавится. Его кислородный индекс (КИ) оценивается на уровне 50-60%, что значительно выше, чем у других огнестойких органических волокон.

Проведенные сравнительные испытания физико-механических свойств термостабилизированных ПАН волокон разных производителей (таблица 35) показали, что данный вид волокон характеризуется повышенной хрупкостью волокна, о чем свидетельствует прочность волокна при разрыве петель (сохранение прочности в петле для всех трех образцов мало от 9,6 до 5,1% по отношению к прочности одиночного волокна).

Анализируя полученные показатели, видно, что отечественное волокно производства ООО «Аргон» имеет более высокие показатели по сохранению прочности в петле и изгибоустойчивости по сравнению с зарубежными аналогами, однако удельное электрическое сопротивление у отечественного волокна выше, чем у зарубежных, что свидетельствует о необходимости выбора оптимального авиважного препарата.

Волокно Pyron (ф. Zoltek) испытывалось с разной степенью извитости – 10,3% и 24%. Волокно с большей извитостью имеет прочность выше по сравнению с волокном с меньшей степенью извитости. Очевидно, этот фактор также обеспечит лучшую способность к текстильной переработке, что надо учитывать и при производстве отечественного волокна НИТОКС.

### 3.3 Неорганические термостойкие волокна

Представителями неорганических волокон с огне-, термостойкими свойствами и условно способных к текстильной переработке являются базальтовые и кремнезёмные волокна.

#### Базальтовое волокно

Благодаря своим уникальным свойствам базальтовое волокно и продукция на его основе находят всё более широкое применение во всех отраслях промышленности. Материалы на основе базальтового волокна выдерживают

Таблица 35 – Физико-механические показатели термостабилизированного полиакрилонитрильного волокна разных производителей по данным Испытательного центра «ЦНИХБИ»

Наименование показателя	Наименование образцов термостабилизированного ПАН волокна			
	Волокно ПАН с антистатиком $\gamma=1,39 \text{ г/см}^3$ (ООО «Аргон», РФ)	Волокно Puromex® (Тейджин, Япония)	Волокно Puroon ( Zoltek, Венгрия)	
			Степень извитости	
			низкая	высокая
Линейная плотность волокна, текс	0,17	0,223	0,29	0,29
Разрывная нагрузка одиночного волокна, сН	2,9	2,76	3,6	4,95
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	27,2	17,4	24,2	19,9
Удельная разрывная нагрузка одиночного волокна, сН/текс	17,0	12,5	12,4	17,2
Удлинение при разрыве, %	22,7	16,4	22,0	17,9
Коэффициент вариации по удлинению, %	18,8	16,3	19,2	24,2
Разрывная нагрузка при разрыве петель, сН	0,278	0,154	0,192	0,25
Сохранение прочности в петле, %	9,6	5,6	5,3	5,1
Штапельная длина, мм	43,6	50,9	53,0	45,8
Модальная длина, мм	36,0	49,0	52,0	51,0
Средневзвешенная длина, мм	36,8	47,0	46,4	52,7
Коэффициент вариации по длине, %	18,2	10,1	17,8	15,6
Число извитков на 1 см	5,6	2,9	1,9	2,5
Степень извитости, %	28,6	13,2	10,3	24,0
Коэффициент трения волокно/волокно	0,279	0,243	0,303	0,292
Коэффициент трения волокно/металл	0,184	0,203	0,214	0,278
Удельное электрическое сопротивление, Ом	$9,2 \times 10^{14}$	$1,1 \times 10^{12}$	$1,9 \times 10^{11}$	$6,5 \times 10^{11}$
Изгибоустойчивость, цикл	15250	2220	4460	2400
Нормальная влажность, %	8,5	14,6	13,0	10,7

температуру до 700 °С, устойчивы к кислотам и щелочам, обладают значительной механической прочностью, благодаря чему успешно потеснили изделия из стекловолокна. Базальтовое волокно сегодня выпускается в нескольких модификациях. Это, прежде всего, супертонкое волокно БСТВ (базальтовое супертонкое волокно), тонкое волокно БТВ (базальтовое тонкое волокно) и непрерывное базальтовое волокно БНВ (базальтовое непрерывное волокно). Производство базальтовых волокон основано на получении расплава базальта в плавильных печах.

Композитные базальтовые волокна из горных пород представляют собой слой беспорядочно перепутанных штапельных волокон длиной от 5 до 60 см связанных между собой силами естественного сцепления. К таким волокнам относятся штапельные волокна с элементарным диаметром от 1 до 15 мкм. Волокна предназначаются в основном для широкого применения в производстве теплоизоляционных звукопоглощающих материалов, используемых в строительстве, для фильтров грубой очистки газовых и воздушных сред, как армирующий материал в производстве асбоцементных изделий и др.

В процессе получения базальтовые штапельные волокна формуются в массе беспорядочно, образуя рыхлую высокодисперсную структуру с большим количеством воздушных промежутков. Структура штапельных базальтовых волокон характеризуется их исходными элементарными диаметрами и беспорядочным рыхлым расположением (активной удельной поверхностью). Пористость волокнистого материала зависит от диаметра волокон и степени их уплотнения в материале.

Физико-механические показатели базальтового волокна:

Плотность, кг/м <sup>3</sup>	45-75
Температура применения, °С	– 259 ... + 900
Диаметр волокна, мкм	3-10
Коэффициент теплопроводности при 25 <sup>0</sup> С, Вт/м·к	0,38-0,043
Горючесть	негорючее
Температурный интервал применения, °С	+ 200 ... +700

Температура спекания волокна, °С

1050

## Кремнезёмные волокна

Кремнезёмные волокна – это стеклянные волокна с высоким (более 95%) содержанием окиси кремния ( $\text{SiO}_2$ ). Материалы на основе этих волокон обладают уникальным комплексом свойств. Сочетание чрезвычайно высокой (более  $1000^\circ\text{C}$ ) термостойкости, высоких диэлектрических характеристик, химической стойкости и стойкости к жёсткой радиации определило широкое использование кремнезёмных материалов в различных отраслях промышленности. Кремнезёмные материалы являются наиболее эффективной альтернативой опасному для здоровья человека асбесту. Материалы на основе кремнезёмных волокон получают путём химического выщелачивания стеклянных волокон в растворах кислот. В результате этого содержание  $\text{SiO}_2$  в волокне существенно повышается.

Характеристика кварцевых волокон:

Содержание $\text{SiO}_2$ , % вес, не менее	99,95
Диаметр волокна, мкм:	
непрерывное	10-11
дискретное	1-2; 5-6
Прочность, МПА:	
нетронутое	6,00
с бобины	3,60
Температура расплава, °С	~ 2000
Температура эксплуатации, °С	
долговременная	до 1250
краткосрочная	до 2000
Длина волокна, мм	10
Удельное электросопротивление, Ом см	$10^{17}$ - $10^{18}$

Указанные представители неорганических термостойких волокон в настоящее время почти не используются для производства пряжи.

### 3.4 Выводы по главе 3

1. Исследования свойств отечественных и зарубежных высокомодульных, высокопрочных и огне-, термостойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс, позволили установить общие специальные свойства, характеризующие каждый вид указанных волокон, при этом уровень свойств отечественных и импортных волокон примерно одинаков.
2. В результате проведённого сравнительного анализа основных характеристик волокон, характеризующих их свойства для обеспечения требований к огнезащитным материалам установлено, что:
  - наибольшим значением кислородного индекса и температурой эксплуатации обладают термостабилизированные полиакрилонитрильные волокна;
  - наилучшими разрывными свойствами обладают параарамидные волокна;
  - наилучшими термостойкими свойствами (сохранение прочности при 300<sup>0</sup>С) обладают метаарамидные волокна.
3. Учитывая необходимость обеспечения требований к огнезащитным текстильным материалам, целесообразно для дальнейшего проведения работы, взять за основу следующие отечественные огнестойкие волокна:
  - параарамидные - Русар;
  - термостабилизированные полиакрилонитрильные – НИТОКС.

#### ГЛАВА 4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СЫРЬЕВЫХ СОСТАВОВ СМЕСЕЙ ПРИ ВЫРАБОТКЕ ПРЯЖИ ДЛЯ ОГНЕСТОЙКИХ ТКАНЕЙ

Уровень защиты определяется эксплуатационными характеристиками ткани: составом используемого сырья, физико-механическими показателями, специальными защитными свойствами.

На основании анализа существующих способов обеспечения требуемых огнезащитных и эксплуатационных свойств текстильных материалов для спецодежды и СИЗ и проведенных исследований были определены три составляющие успешного решения проблемы:

- использование огне-, термостойких и высокопрочных химических волокон в сочетании с натуральными;

- выбор теоретически обоснованных структур и заправочных параметров тканей;

- применение специально подобранных огнезащитных пропиток тканей, действующих по избирательному принципу только на натуральные волокна, нуждающиеся в придании им огнестойких свойств.

При этом важен правильный выбор системы прядения (хлопчатобумажная или шерстяная технология), зависящий как от назначения спецодежды, для которой вырабатывается ткань, так и от вида используемого сырья.

С целью расширения ассортимента тканей для защитной спецодежды разного функционального назначения и достижения в связи с этим более широкого спектра номенклатуры специальных требований (указанных в Главе 1) необходимо, наряду с решением других проблем, обоснованно подобрать состав сырьевых смесей за счет оптимального выбора ассортимента огнестойких волокон.

С этой целью были проведены теоретические и экспериментальные исследования по определению оптимальных составов сырьевых смесей при выработке пряжи для производства огнезащитных тканей.



Теоретические исследования проведены на кафедре текстильных технологий Текстильного института имени А.Н. Косыгина Федерального Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет дизайна и технологии» в соавторстве с д.т.н., профессором Щербаковым В.П. и к.т.н. Дмитриевым О.Ю. и изложены в научных статьях рецензируемых изданий [88,89].

#### 4.1 Теоретические исследования по оптимизации составов сырьевых смесей

При планировании оптимизационной задачи в первую очередь необходимо очертить объект оптимизации [90]. Конечным продуктом в данном исследовании служит ткань с огнезащитными свойствами. Однако, если в качестве объекта выбрать технологию ткани или её свойства, то останутся в стороне от исследования технология и свойства пряжи, используемой для производства ткани. В принципе, в значительной мере в объект оптимизации входят все перечисленные компоненты, т.е. вопросы и прядения, и ткачества, а возможно и технология отделки ткани. Однако в этом случае объект оптимизации становится очень громоздким и трудно управляемым.

В данной работе при оптимизации решено ограничиться технологией прядильного производства и более узким, но важным вопросом – проектированием состава смесей. При проектировании состава смесей необходимо выбирать не только компоненты, но и соотношение их доле вложения.

Далее надо выбрать критерий оптимизации, который по определению должен легко вычисляться, достаточно полно характеризовать объект оптимизации и оценивать его эффективность [90]. Часто в качестве критерия оптимизации в технологических исследованиях используют показатели свойств продукта. В качестве критерия оптимизации нами принят кислородный индекс, который эффективно отражает объект оптимизации. Если принять гипотезу о влиянии кислородного индекса волокон на кислородный индекс пряжи из смеси

этих волокон пропорционально доле их вложения, то такой критерий легко рассчитывается как средневзвешенное значение. Однако это допущение является условным.

Важнейшим параметром оценки свойств пряжи служит разрывная нагрузка. Но так как разрывная нагрузка пряжи есть сложная функция многих факторов, например, прочности волокон, входящих в смесь, и доли их вложения, а в то же время для возможности использования пряжи в ткачестве необходимо ограничить этот параметр со стороны минимально возможных значений. Таким образом, возникает необходимость использования прочности пряжи в качестве ограничения.

Пряжа с огнезащитными свойствами состоит обычно из разнородных компонентов (по длине и тонине волокон, прочности и др.). Расчет прочности такой пряжи целесообразно проводить с использованием метода проф. В.П. Щербакова [91].

Так как описываемый метод [91] представляет набор большого количества формул и даже требует решения систем уравнений с использованием специальных функций, в данном разделе для оптимизационного расчета использовался метод интерполяции рассчитанных значений прочности пряжи регрессионной моделью. Эта модель в виде неполного полинома второй степени использовалась в процедуре оптимизации в качестве функции ограничения.

#### 4.1.1 Расчёт прочности пряжи из многокомпонентной смеси

В описываемом методе [91] учитывается, что физико-механические свойства волокон в смеси могут иметь большие различия. Есть волокна с меньшей и большей жесткостью при растяжении. Наибольшие усилия при растяжении пряжи возникают в наиболее жестком компоненте. Связь между натяжением и жесткостью описывается из условия равенства деформации волокон компонентов.

В случае трех компонентов имеем:

$$\frac{T_1}{E_1 F_1} = \frac{T_2}{E_2 F_2} = \frac{T_3}{E_3 F_3}, \quad (49)$$

где  $T$  – натяжение волокон компонента;

- произведение  $E \cdot F$  с соответствующими индексами представляет жесткость компонентов при растяжении.

Жесткость волокна при известных значениях разрывной нагрузки  $P_B$  и относительной деформации при разрыве  $\varepsilon_B = \frac{\Delta l}{l_0}$  вычисляется по формуле:

$$(E_i F_i) l_0 = \frac{P_B}{\varepsilon_B}, \quad (50)$$

Жесткость всех волокон компонента пряжи равна жесткости одного волокна, умноженной на количество  $m_i$  волокон данного  $i$ -го компонента, доля по массе которого в смеси задана и обозначается  $\beta_i$ .

Средняя линейная плотность волокон в смеси вычисляется по формуле:

$$\bar{T} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\beta_i}{T_i}} \quad (51)$$

Разрыв в пряже наиболее вероятен в тонком ее сечении, в котором присутствует минимальное количество волокон. Используя правило «3-х сигм» можно предположить, что с вероятностью 0,997 минимальная линейная плотность пряжи составляет:

$$T_{\min} = \overline{T_{\text{ПР}}} - 3\sigma, \quad (52)$$

где  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение, связанное с коэффициентом вариации  $C$ :

$$C = \frac{\sigma}{\overline{T_{\text{ПР}}}} \quad (53)$$

При этом значение  $C$  надо определять как значение градиента неровности, соответствующее отрезкам длиной 500 мм, т.к. это есть зажимная длина при испытаниях прочности пряжи.

Число волокон в тонком сечении пряжи находится по равенству:

$$m = \frac{T_{\min}}{\bar{T}}. \quad (54)$$

Затем в соответствии с долевым участием компонентов в смеси надо найти число волокон каждого из компонентов в этом сечении. При этом следует учесть, что от долей  $\beta_i$  компонентов по массе надо перейти к долям по числу волокон  $\alpha_i$ :

$$\alpha_i = \frac{\beta_i (\bar{l}_i T_i)^{-1}}{\sum_1^n \frac{\beta_i}{l_i T_i}}, \quad (55)$$

где  $\bar{l}_i$  – средняя длина волокна  $i$ -го компонента.

Затем определяются соотношения  $e_i$  жесткости каждого компонента к наиболее жесткому:

$$e_i = \frac{E_i F_i}{(EF)_{\max}}. \quad (56)$$

В результате получается вектор, содержащий число элементов, равное количеству компонентов, на месте номера по порядку самого жесткого компонента в векторе стоит 1, а остальные элементы меньше 1. Полученный вектор включается в формулу прочности пряжи следующим образом:

$$P = T_* (e_1 + \dots + 1 + \dots + e_n) \cdot \overline{\cos Q}, \quad (57)$$

где  $T_*$  – прочность самого жесткого компонента;

$\overline{\cos \theta}$  – среднее значение косинуса угла ориентации волокон в пряже относительно оси пряжи, определяемое по формуле:

$$\overline{\cos \theta} = \frac{2 \cos \beta (1 - \cos \beta)}{\sin^2 \beta}, \quad (58)$$

где  $\beta$  – угол кручения (угла ориентации наружных волокон в пряже относительно оси пряжи).

Следующий элемент в модели [91] прочности пряжи – учет особенностей разрушения волокон наиболее жесткого компонента, который разрушается первым. Механизм разрушения представляет собой последовательный разрыв волокон, начиная с самого слабого волокна, дальнейшего перераспределения нагрузки на остальные волокна и т. д. Описанный механизм можно учесть коэффициентом реализации средней прочности волокон  $k$  по следующей формуле:

$$k = \frac{(ae)^{\frac{1}{\alpha}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)}, \quad (59)$$

где  $\alpha$  – параметр распределения Вейбулла прочности волокон;

$\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)$  гамма функция Эйлера.

Распределение Вейбулла имеет два параметра:  $\alpha$  и  $\rho_w$ , которые находятся из системы уравнений, определяющих среднюю прочность волокон  $\overline{\rho_B}$  и дисперсию прочности волокон  $D$ :

$$\begin{aligned} \overline{\rho_B} &= \rho_w \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \\ D &= \rho_w^2 \left[ \Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \right]. \end{aligned} \quad (60)$$

Среднюю прочность волокон в зависимости от их длины определяют из формулы:

$$\overline{\rho_b}(l) = \rho_w \left(\frac{l_0}{l}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \quad (61)$$

Далее учитывается тот факт, что часть волокон не разрывается при разрыве пряжи, а проскальзывает. Длина проскальзывающего участка волокна  $l_c$  определяется следующим выражением:

$$l_c = \sqrt{\frac{a \cdot Q}{2\mu(1 - \cos^2 \beta)}}, \quad (62)$$

где  $a$  – радиус волокна;

$Q$  – длина волны миграции, которую можно принять равной четырем длинам волны крутки  $K_{np}$ :  $Q = 4 \cdot 1000 / K_{np}$ ;

$\mu$  – коэффициент трения волокна по волокну.

После определения длины проскальзывания  $l_c$  можно найти длину волокна  $l$ , воспринимающую и передающую нагрузку:

$$l = \overline{l_B} - 2l_c \quad (63)$$

Проскальзывание волокон характеризуется коэффициентом скольжения  $k_c$ :

$$k_c = 1 - \frac{2}{3\overline{l_B}} \sqrt{\frac{\alpha \cdot Q}{2\mu(1 - \cos^2 \beta)}} \quad (64)$$

Окончательный результат расчета прочности пряжи  $P_R$  из многокомпонентной смеси получается по следующему выражению:

$$P_R = \overline{\rho_B}(l) \cdot m_* \cdot (e_1 + \dots + 1 + \dots + e_n) \cdot k \cdot k_C \cdot \overline{\cos Q} \quad (65)$$

Сомножители в последней формуле определяются вышеприведенными выражениями (49-64), а  $m_*$  обозначает количество волокон самого жесткого компонента в пряже и определяется по формуле:

$$m_* = \alpha_1 \cdot m, \quad (66)$$

где  $\alpha_1$  – доля по количеству волокон самого жесткого компонента

$m$  – количество волокон в тонком сечении пряжи.

#### 4.1.2 Проведение оптимизации состава смеси

Для оптимизации численными методами на ЭВМ [90], помимо критерия оптимизации, сформированного в виде функции цели, необходимо иметь функциональные ограничения. Одно из них получается из требования равенства единице суммы долей компонентов в смеси. Второе функциональное ограничение – требование прочности пряжи, не меньшей заданного значения.

Для получения функции прочности воспользуемся аналитическим методом [91], согласно которому составлены программы в системе Mathcad<sup>®</sup> фирмы РТС.

Поскольку планировалось получать пряжу из разного количества компонентов, составлены три варианта программ для 2-х, 3-х и 4-х компонентных смесей.

Программы включают 3 блока:

1. Компьютерный эксперимент по описанному методу расчета прочности пряжи из разнородных компонентов при варьировании долями компонентов.
2. Аппроксимация результатов компьютерного эксперимента полиномом 2-й степени.

3. Собственно процедура оптимизации состава смеси с использованием полученного полинома в качестве функции ограничения.

Для примера рассмотрим результаты работы программы оптимизации двухкомпонентной смеси НИТОКС/Тварон, распечатка программы дана в Приложении Б.

Случай с двухкомпонентной смесью упрощается тем, что задача сводится к получению однофакторной модели благодаря связи долей первого компонента  $\beta$  и второго  $\gamma = 1 - \beta$ .

Программа составлена с учетом возможности ввода варьируемых долей компонентов в виде векторов или матриц, что позволяет за одно решение получить требуемую регрессионную модель.

Доли 1-го компонента (НИТОКС) введены как вектор:

$$\beta = (0,8 \ 0,7 \ 0,6 \ 0,5 \ 0,4 \ 0,3)$$

Исходные данные взяты из таблиц 40 и 43.

В результате работы 1-й части программы получен вектор значений прочности пряжи:

$$Pr = \begin{pmatrix} 506.353 \\ 712.947 \\ 919.54 \\ 1126.133 \\ 1332.726 \\ 1539.319 \end{pmatrix}$$

Поиск коэффициентов регрессионной модели для большей универсальности программы – в виде квадратичного полинома, дает следующий результат:

$$B = \begin{pmatrix} 2.159 \times 10^3 \\ -2.066 \times 10^3 \\ -3.638 \times 10^{-12} \end{pmatrix},$$

а элементы вектора  $B$  являются параметрами модели<sup>1</sup>:  $Pr1(\beta) := B_1 + B_2 \cdot \beta + B_3 \cdot \beta^2$ , где  $Pr1$  обозначает прочность пряжи, и эта модель используется дальше в качестве функционального ограничения.

Используя линейную модель расчетного кислородного индекса пряжи, значения которого для волокон взяты из таблицы 40, получаем задачу оптимизации в следующей формулировке.

Найти максимум функции (кислородный индекс):

$$K_{ind}(\beta) = 25,2\beta + 28,5(1 - \beta)$$

При ограничениях:  $P_R(\beta) = 2159 - 2066\beta \geq 550$

$$0,5 \leq \beta \leq 1$$

Решение в среде Mathcad дает следующий результат:

$$\beta_{opt} = 0,5 \quad \gamma_{opt} = 0,5;$$

$$K_{ind}(\beta_{opt}) = 26,8\%; \quad P_R(\beta_{opt}) = 1126 \text{ сН}$$

Следует отметить, что нижняя граница  $\beta$  соответствует требованиям удовлетворительного протекания процессов прядильного производства. В целом же для данной смеси изменение нижнего предела  $\beta$  определяет величину максимального значения параметра  $K_{ind}$ .

Дополнительно рассмотрим вопрос применимости использования регрессионной модели, аппроксимирующей результаты расчетов прочности пряжи как функции долей вложения компонентов.

Так как источники случайных воздействий в данном методе отсутствуют, то исходные значения прочности, соответствующие варьируемым значениям фактора  $\beta$  лишены случайных отклонений, и дисперсия воспроизводимости, необходимая для проверки адекватности модели, также отсутствует.

Здесь можно воспользоваться методикой, принятой в эконометрике [92].

Согласно основному положению дисперсионного анализа общая сумма квадратов разностей отклонений выходного параметра от его среднего значения

---

<sup>1</sup> Малое значение коэффициента  $B_3$  позволяет исключить его из модели, что в данном случае на результат не повлияет.



может быть разложена на две части: первую – обусловленную регрессионной моделью и вторую – необъясненную уравнением. Из суммы квадратов, обусловленной влиянием модели, получают так называемую факторную дисперсию:

$$S_{\text{ФАКТ}}^2 = \frac{\sum_1^N (y_p - \bar{y})^2}{k}, \quad (67)$$

где  $k$  – количество коэффициентов модели,  $y_p$  – расчетные значения,  $\bar{y}$  – общее среднее значение  $y$ .

Если сравнить факторную дисперсию с остаточной дисперсией (дисперсией адекватности) с помощью критерия Фишера, то можно судить о значимости влияния регрессионной модели на выходной параметр на фоне прочих влияний. Дисперсия адекватности:

$$S_{\text{АД}}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (y_j - y_p)^2}{N - k - 1}. \quad (68)$$

Расчетное значение критерия Фишера определяется по:

$$F_p = \frac{S_{\text{ФАКТ}}^2}{S_{\text{АД}}^2}$$

и сравнивается с табличным значением:

$$F_T [P_{\text{Д}} = 0,95; f_1 = k; f_2 = N - k - 1].$$

Если  $F_p > F_T$ , то гипотеза о значимости влияния модели на выходной параметр не отвергается.

В рассматриваемом примере:

$$F_p = 1,061 \cdot 10^{28} > F_T [P_{\text{Д}} = 0,95; f_1 = 3; f_2 = 2] = 19,164.$$

Следовательно, регрессионная модель значима и может быть использована в дальнейших расчетах.

Рассмотрим пример работы программы оптимизации 3-хкомпонентной смеси (для случая НИТОКС/Тварон/шерсть).

Для расчета прочности 3-хкомпонентной смеси целесообразно воспользоваться специальными планами, основанными на симплекс-решетчатых

матрицах, например, матрицах Шеффе [93]. Если ориентироваться на приведенный полином второй степени, то матрица планирования выглядит следующим образом (таблица 36). В таблице даны также столбцы аналитических значений  $P_a$  и значений  $P_R$ , рассчитанных по полиному Шеффе.

Таблица 36 – Матрица Шеффе для трёхкомпонентной смеси

Доля компонента			Прочность, сН	
			Аналитическая	Расчетная
$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$P_a$	$P_R$
1	0	0	249,015	249,015
0	1	0	$1,809 \times 10^3$	$1,809 \times 10^3$
0	0	1	192,398	192,398
0,5	0,5	0	962,453	962,453
0,5	0	0,5	190,873	190,873
0	0,5	0,5	$1,006 \times 10^3$	$1,006 \times 10^3$

Вектор коэффициентов регрессии дан ниже:

$$B = \begin{pmatrix} 249.015 \\ 1.809 \times 10^3 \\ 192.398 \\ -267.07 \\ -119.332 \\ 19.978 \end{pmatrix}$$

Сумма квадратов невязки практически равна нулю, что видно из таблицы 36, и это позволяет сделать вывод о возможности применения данного метода получения модели прочности пряжи в виде полинома 2-й степени. Проверка адекватности модели обычным методом невозможна в связи с тем, что матрица планирования – насыщенная.

Используя линейную модель расчетного кислородного индекса пряжи, значения которого для волокон взяты из таблицы 40, получаем задачу оптимизации в следующей формулировке.

Найти максимум функции:

$$K_{\text{ind}}(\beta_1, \beta_2, \beta_3) = 44\beta_1 + 28,5\beta_2 + 25,2\beta_3$$

При ограничениях:

$$0,2 \leq \beta_1 \leq 0,7; \quad 0,2 \leq \beta_2 \leq 0,8; \quad 0,2 \leq \beta_3 \leq 0,6;$$

$$P_R(\overline{\beta_{\text{opt}}}) = 249,0\beta_1 + 1809\beta_2 + 192,4\beta_3 - 267,1\beta_1\beta_2 - 119,3\beta_1\beta_3 + 20,0\beta_2\beta_3 \geq 850$$

$$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1.$$

Решение в среде Mathcad дает следующий результат:

$$\beta_{1\text{opt}} = 0,376; \quad \beta_{2\text{opt}} = 0,424; \quad \beta_{3\text{opt}} = 0,20$$

$$K_{\text{ind}}(\overline{\beta_{\text{opt}}}) = 33,7\%; \quad P_R(\overline{\beta_{\text{opt}}}) = 850 \text{ сН}$$

Если округлить доли компонентов, то можно рекомендовать следующий состав смеси:

НИТОКС 40 %, Тварон 40%, шерсть 20 %.

Для визуальной проверки соответствия значений прочности пряжи в оптимальной точке сравним прочность, полученную посредством аппроксимирующего полинома, и аналитическое значение  $P_{\text{ан}}(\overline{\beta_{\text{opt}}})$  в той же точке, рассчитанное посредством программы:  $P_{\text{ан}}(\overline{\beta_{\text{opt}}}) = 937,5 \text{ сН}$ .

Абсолютная ошибка составляет  $\Delta = 87,5 \text{ сН}$ , относительная ошибка  $\delta = 9,3\%$ .

На оптимальное решение эта ошибка не влияет, т.к. в условиях ограничения было записано меньшее значение:  $P_R(\overline{\beta_{\text{opt}}}) \geq 850$ .

Приведем пример работы программы оптимизации 4-хкомпонентной смеси для случая НИТОКС/Русар/Арселон/шерсть.

Снова воспользуемся специальными планами, основанными на симплекс-решетчатых матрицах, матрицах Шеффе [93]. Снова используем приведенный полином второй степени, для которого матрица планирования в случае четырехкомпонентной смеси выглядит, как показано в таблице 37.

Расчет коэффициентов полинома дал следующие результаты:

	1
1	187.527
2	793.757
3	$1.301 \cdot 10^3$
4	119.018
В = 5	-227.538
6	767.163
7	-40.952
8	$-2.449 \cdot 10^3$
9	-69.586
10	266.248

В таблице 37 дан также столбец аналитических значений  $P_a$  и столбец расчетных значений прочности, полученных по полиному второго порядка  $P_R$ . Нетрудно видеть, что в узловых точках (опытах) матрицы значения  $P_a$  и  $P_R$  совпадают.

Таблица 37 - Матрица Шеффе для четырёхкомпонентной смеси

Доля компонента				Прочность, сН	
				Аналитическая	Расчетная
$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$P_a$	$P_R$
1	0	0	0	187,527	187,5
0	1	0	0	793,757	793,8
0	0	1	0	$1,301 \times 10^3$	$1,301 \times 10^3$
0	0	0	1	119,0,18	119
0,5	0,5	0	0	433,757	433,8
0,5	0	0,5	0	935,919	935,9
0,5	0	0	0,5	143,035	143
0	0,5	0,5	0	434,992	435
0	0,5	0	0,5	438,991	439
0	0	0,5	0,5	776,435	776,4

Используя линейную модель расчетного кислородного индекса пряжи, получаем задачу оптимизации:

Найти максимум функции:

$$K_{\text{ind}}(\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4) = 44\beta_1 + 40,5\beta_2 + 26,0\beta_3 + 25,2\beta_4$$

При ограничениях:

$$0,2 \leq \beta_1 \leq 0,6; 0,2 \leq \beta_2 \leq 0,8; 0,2 \leq \beta_3 \leq 0,8; 0,2 \leq \beta_4 \leq 0,6;$$

$$P_R(\overline{\beta}) = 187,53\beta_1 + 793,76\beta_2 + 1301,0\beta_3 + 119,02\beta_4 - 227,54\beta_1\beta_2 + 767,16\beta_1\beta_3 - 40,95\beta_1\beta_4 - 2449,0\beta_2\beta_3 - 69,59\beta_2\beta_4 + 266,25\beta_3\beta_4 \geq 450$$

$$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 = 1.$$

В результате оптимизации долевого состава данной смеси волокон в среде Mathcad получены следующие результаты (распечатка программы дана в Приложении Б):

$$\beta_{1\text{opt}} = 0,4; \quad \beta_{2\text{opt}} = 0,2; \quad \beta_{3\text{opt}} = 0,2; \quad \beta_{4\text{opt}} = 0,2;$$

$$K_{\text{ind}}(\overline{\beta}_{\text{opt}}) = 35,9\%; \quad P_R(\overline{\beta}_{\text{opt}}) = 470,3\text{сН}$$

Результаты оптимизации всех рассмотренных вариантов смесей даны в таблице 38.

Таблица 38 – Результаты оптимизации смесей

Компоненты	Оптимизированный состав	Кислородный индекс, %		Прочность $P_R$ , сН	
		расч.	экспер.	расч.	экспер.
НИТОКС/Тварон	0,5/0,5	26,5	29,0	1126	1230
Тварон/шерсть	0,6/0,4	26,5	30,5	614	590
Русар/Тварон	0,6/0,4	26,5	-	1222	980
НИТОКС/Тварон/шерсть	0,376/0,424/0,20	33,7	25,9	850	890
Русар /Тварон/шерсть	0,4/0,4/0,2	34,0	30,4	1175	1250
НИТОКС/Русар/шерсть (аппаратная пряжа T=77,3 текс)	0,4/0,4/0,2	33,4	31,6	501	540
НИТОКС/Русар/Арселон/ шерсть	0,4/0,2 /0,2/0,2	35,9	27,0	470	540
НИТОКС/Русар/шерсть/капрон (аппаратная пряжа T=89,4 текс)	0,43/0,2/0,3/0,07	36,2	30,6	640	540

Можно заметить, что расчетные значения кислородного индекса несколько отличаются от экспериментальных значений этого параметра для пряжи, причем чаще в большую сторону. Это объясняется нелинейной зависимостью кислородного индекса от долей вложения компонентов.

По-видимому, огнестойкость любых смесок волокон, как показывают исследования, следует рассматривать индивидуально, исходя из того, что невозможно определить степень огнестойкости на основе соответствующих показателей её компонентов. Этим объясняется, например, горение смесок в

течение более продолжительного промежутка времени, что следовало бы ожидать, исходя из степени огнестойкости каждого из компонентов. Это говорит о том, что нельзя определять огнестойкость смеси, как средней величины кислородного индекса по отношению к показателям кислородного индекса каждого отдельного компонента.

Однако можно предположить, что на оптимальные составы смесей этот факт не влияет, что было подтверждено экспериментально (раздел 4.2)

#### 4.2 Экспериментальные исследования по определению оптимальных составов сырьевых смесей

Данная глава посвящена экспериментальным исследованиям по выработке образцов пряжи и тканей с целью оценки их свойств и оптимального выбора смесей волокон для последующей разработки ассортимента и технологий производства огнезащитных тканей.

Исследования проведены лично автором и при его непосредственном руководстве во ФГУП «ЦНИХБИ» (отдел прядения и кручения хлопка и химических волокон) и в производственных условиях ООО «Чайковская текстильная компания» (экспериментальные исследования по выработке ткани). Результаты исследований отражены в научном отчёте по НИОКР ФГУП «ЦНИХБИ» [74].

##### 4.2.1 Выработка экспериментальных образцов пряжи и тканей

На основании результатов теоретических исследований, приведённых в разделе 4.1 и анализа свойств огне-, термостойких волокон как отечественного, так и зарубежного производства (Глава 3) для выработки экспериментальных образцов пряжи была разработана сетка вариантов составов сырьевых смесей (11 вариантов), представленных в таблице 39.

При выборе ассортимента отечественных огнестойких химических волокон основными критериями являлись такие свойства волокон, как КИ, % - показатель

которого характеризует степень огнестойкости текстильных материалов, группу горючести, а также физико-механические и прядильные свойства.

Таблица 39 – Сетка вариантов выработки экспериментальных образцов пряжи 50 текс (КП) на лабораторной установке ф. «Шерли»

Наименование волокна	Содержание компонентов в смеси, %
1	2
НИТОКС® Тварон®	50
	50
	100
НИТОКС® Тварон® Шерсть	40
	40
	20
	100
НИТОКС® Русар® Арселон® Шерсть	40
	20
	20
	20
	100
НИТОКС® Русар® Шерсть Капрон	35
	30
	28
	7
	100
Тварон® Шерсть	40
	60
	100
Русар® Тварон® Шерсть	40
	40
	20
	100
НИТОКС® Русар® Кремнеземное волокно	30
	40
	30
	100
Русар® Кремнеземное волокно	70
	30
	100
Русар®	100
Русар® Тварон®	60
	40
	100

## Окончание таблицы 39

1	2
НИТОКС®	40
Русар®	30
Базальтовое волокно	30
	100

Критериями оценки экспериментальных образцов тканей выбраны показатели по огнестойкости и прожигаемости.

Кроме того, образцы тканей испытывались в производственных условиях металлургического комбината на устойчивость к выплескам расплавленного металла с целью моделирования реальных условий эксплуатации создаваемых тканей.

Основные свойства волокон приведены в таблице 40.

Одним из важных моментов, которые учитывались при выборе состава смесей, являлось взаимодействие волокон разных видов между собой с точки зрения обеспечения удовлетворительной прядильной способности.

Предполагалось, что сочетание различных свойств выбранных волокон позволит получить в смесях требуемые оптимальные характеристики. При этом недостающие свойства одних компонентов компенсируются за счет подбора других компонентов, а смеси из них должны удовлетворять всем требованиям.

Так, недостаточная прочность и повышенная хрупкость волокна НИТОКС® в смесях компенсировалась за счет использования волокна Русар® и, наоборот, в отношении удлинения и гигроскопичности, и т. д.

Огнестойкое полиоксидиазольное волокно Арселон®, имеющее невысокий КИ, вводилось в смесь, в основном для улучшения прядильной способности смесей.

Использование натуральных волокон, таких как шерсть, имеет своей целью повышение гигроскопичности тканей и прядильной способности смесей.



Таблица 40 – Физико-механические показатели волокон по данным испытаний Испытательного центра «ЦНИХБИ» (ФГУП ЦНИХБИ)

Наименование показателей	НИТОКС®		Русар®		Арселон®	Капрон		Базальт (Германия)	Тварон		Шерсть суровая	
	факт	ТУ	факт	ТУ	факт	факт	ТУ	факт	волокно	волокно из нити	факт	ТУ
									факт			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Линейная плотность волокна, текс (номер)	0,176 (5682)	0,170 (5882)	0,208 (4808)	0,200 (5000)	0,126 (7940)	0,393 (2545)	0,330 (3030)	0,143 (6990)	0,263 (3802)	0,106 (9430)	0,615 (1626)	-
Разрывная нагрузка волокна, сН	3,50	-	11,20	-	13,20	21,40	-	0,68	31,70	13,30	9,10	-
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс (гс/текс)	19,90 (20,30)	20,00 (20,40)	53,80 (54,80)	-	37,70 (38,40)	54,50 (55,50)	не < 37	4,80 (4,90)	120,40 (122,90)	125,60 (128,00)	14,80 (15,10)	не < 5
Удлинение при разрыве, %	22,10	16,00	6,70	-	33,80	66,00	не > 70	3,10	5,00	4,10	28,10	-
Разрывная нагрузка при разрыве петель, сН	0,32	-	1,10	-	-	18,60	-		2,13	0,67	7,02	8,00
Удельная разрывная нагрузка при разрыве петель, сН/текс (гс/текс)	1,60 (1,63)	-	5,30 (5,40)	-	-	47,30 (48,20)	-		8,10 (8,30)	6,30	11,40 (11,60)	-
Сохранение прочности в петле, %	9,00	-	9,80	-	-	76,20	-		6,70	5,00	76,90	-
Длина волокна, мм: -средняя массодлина -модальная -штапельная	60,00 - -	- - -	62,40 62,00 63,10	- - -	30,80 33,40 34,00	64,40 65,00 66,40	- - -		57,90 58,00 59,00		78,30	- - 55,00
Число извитков на 1 см.	0,00	-	0,00	-	1,40	5,20	не < 3,5		2,40		3,40	-
Степень извитости, %	0,00	-	0,00	-	3,30	5,60	-		5,40		26,30	-
Изгибоустойчив. волокон, циклов	11761,00	-	-	-	51560,00	100000,00	-		31500,00	12895,00	-	-
Коэффициент трения: -волокна по волокну -волокна по металлу	0,185 0,135	- -	0,192 0,141	- -	0,342 0,272	0,269 0,147	- -	0,580 0,323	0,154 0,113	0,332 0,287	0,297 0,126	- -

## Окончание таблицы 40

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Коэффициент вариации:												
-по разрывной нагрузке	29,00	-	15,10	-	24,70	16,40	-		20,60	18,80	31,60	-
-по удлинению	17,00	-	14,40	-	28,50	29,40	-		20,30	17,50	36,80	-
-по длине	-	-	1,08	-	19,10	1,91	-				19,11	-
Тонина волокон, мкм	0,405	-	0,427	-		0,663	-				0,770	-
Кислородный индекс, %	50,40		43,20		27,90	26,40	-		31,80		24,60	

Введение полиамидного волокна капрон даёт возможность не только улучшить прядильную способность смеси, повысить эксплуатационные свойства (изгибоустойчивость капрона составляет более 100 тыс. циклов до обрыва), но в данном случае, и использовать его невысокую температуру плавления для образования на ткани защитной пленки, не позволяющей брызгам расплавленного металла прожечь ткань.

В связи с тем, что при выборе волокон для огнезащитных тканей, основное значение все же придавалось характеристикам огнестойкости, диапазон физико-механических показателей этих волокон был очень широк.

Так диапазон основных физико-механических свойств выбранных огнестойких отечественных волокон (таблица 40) находился в следующих пределах:

- по линейной плотности волокон от 0,11 текс до 0,615 текс;
- по удельной разрывной нагрузке от 4,8 сН/текс до 120,4 сН/текс;
- по удлинению от 3,1% до 66,0%;
- по массодлине волокон от 30 мм до 78,3 мм;
- по извитости: за исключением шерсти, химические волокна или не имели извитости, или она была очень мала;
- коэффициенты трения волокна по волокну и волокна по металлу изменялись в широких пределах для разных волокон;
- кислородный индекс огнестойких волокон довольно высок и изменялся от 27,9% (волокно Арселон®) до 50,4% (волокно НИТОКС®).

Такая разница в свойствах обязательно скажется на прядильной способности смесей из этих волокон.

Выработка экспериментальных образцов пряжи проводилась на установке «Шерли» (Англия) (Приложение В). Использовалась стандартная методика по переработке волокна на лабораторной установке, включающей в себя: кардочёсальную, ленточную и прядильную машины.

Линейная плотность пряжи и заправочные параметры работы машины были выбраны с учётом используемых видов сырья (линейная плотность, длина, извитость волокна и др.).

Учитывая такие недостатки, как электризация химических волокон, которая мешает нормальному протеканию технологического процесса, было решено предварительно провести эмульсирование волокна антистатическими препаратами:

Трацкан А – (ф. Траверс) – препарат предназначен для антистатической обработки синтетических волокон, водный раствор катионоактивных четвертичных аммониевых солей. Концентрация наносимого раствора 200 г/л.

Авив ПЭГ (ф. Траверс) – авиважный препарат на основе полиэтиленгликоля. Концентрация препарата варьировалась: 10 г/л; 20 г/л; 30 г/л; 40 г/л.

В процессе переработки варианты смесей подвергались обработке различными препаратами, концентрация которых варьировалась. Проводилась оценка протекания технологического процесса переработки смесей волокон на чесальной и ленточной машинах (вариантов между собой) которая представлена таблице 41.

Таблица 41 – Общая характеристика протекания технологических процессов на чесальной и ленточной машинах

Наименование волокна	Препарат, концентрац ия	Характеристика протекания технологического процесса				
		чесальная машина		ленточные машины		
		Первый пропуск	Второй пропуск	I переход	II переход	III переход
1	2	3	4	5		
НИТОКС® Тварон® (без обработки)	-	плохо	плохо	невозможно переработать		
НИТОКС® Тварон®	Трацкан А 200 г/л	удовлетво- рительно	удовлетво- рительно	невозможно переработать		
НИТОКС® Тварон®	Авив ПЭГ 10 г/л	удовлетво- рительно, много узелков	удовлетво- рительно, много узелков, мелкие черные волокна	хорошо, черная осыпь	хорошо	хорошо

Окончание таблицы 41

1	2	3	4	5		
НИТОКС® Тварон® Шерсть	Авив ПЭГ 20 г/л	удовлетво- рительно	удовлетво- рительно	незначитель- ные намоты	незначи- тельные намоты	незначи- тельные намоты
НИТОКС® Русар® Арселон® Шерсть	Авив ПЭГ 20 г/л	удовлетво- рительно	хорошо	хорошо	хорошо	Хорошо, незначите- льные намоты по краям выпускных валиков
НИТОКС® Русар® Шерсть Капрон	Авив ПЭГ 40 г/л	удовлетво- рительно	хорошо	хорошо	хорошо	хорошо
Тварон® Шерсть	Авив ПЭГ 30 г/л	удовлетво- рительно	удовлетвори- тельно	удовлетвори- тельно	удовлетво- рительно	плохо, много узелков и шишек
Тварон® Шерсть	Авив ПЭГ 40 г/л	удовлетво- рительно	хорошо	хорошо	хорошо	хорошо
Русар® Тварон® Шерсть	Авив ПЭГ 40 г/л	удовлетво- рительно, намоты на главный барабан, забиты шляпки	удовлетвори- тельно, узелки в прочесе	хорошо в ленте проскальзы- вают не- разъединен- ные волокна (нити)	хорошо	хорошо
НИТОКС® Русар® Кремнезем- ное волокно	Авив ПЭГ 40 г/л	удовлетвор ительно	хорошо	хорошо	хорошо	хорошо
Тварон® Кремнезем- ное волокно	Авив ПЭГ 40 г/л	удовлетвори- тельно, прочес имеет комковатый вид, скользкий, трудно заправить на барабан, шляпки забиты кремнезем- ным волокном	удовлетвори- тельно, прочес формируется нормально, но в нем периодические скопления пучков волокон	хорошо, на нижнем чистителе мелкие белые скопления волокна	хорошо	хорошо
Русар®	Трацкан А 200 г/л	удовлетво- рительно	хорошо	хорошо	хорошо	хорошо
Русар®	Авив ПЭГ 40 г/л	хорошо	хорошо	хорошо	хорошо	хорошо
Русар® Тварон®	Авив ПЭГ 40 г/л	хорошо	хорошо	хорошо	хорошо	хорошо
НИТОКС® Русар®	Авив ПЭГ 40 г/л	удовлетво- рительно	хорошо	удовлетво- рительно	хорошо	хорошо

При изучении прядильной способности представленных вариантов с различными антистатическими препаратами, нанесенными методом распыления, установлено, что лучшие показатели можно получить при использовании препарата Авив ПЭГ концентрации 40 г/л.

Сравнительная оценка прядильно-технологической способности при выработке пряжи различных сырьевых составов дана в таблице 42.

Таблица 42 – Технологическая оценка переработки вариантов смесей на прядильной машине

Наименование волокна	Содержание компонентов в смеси, %	Визуальная технологическая оценка	Обрывность пряжи (время наблюдений 60 мин)					
			Намот на нижний выпускной ремешок	Намот на выпускной валик	Намот на верхний выпускной ремешок	непропряды	Технологические причины	Итого
1	2	3	4	5	6	7	8	9
НИТОКС® Тварон®	50	удовлетворительно, пучки волокон скапливались на первом выпускном валике, много коротких волокон (черного цвета)	-	2	-	1	-	3
	50							
	100							
НИТОКС® Тварон® Шерсть	40	удовлетворительно	3	2	3	-	-	8
	40							
	20							
	100							
НИТОКС® Русар® Арселон® Шерсть	40	удовлетворительно	1	1	-	-	2	4
	20							
	20							
	20							
	100							
НИТОКС® Русар® Шерсть Капрон	35	хорошо	1	1	1	-	-	3
	30							
	28							
	7							
	100							
Тварон® Шерсть	40	хорошо	-	-	-	-	-	0
	60							
	100							
Русар® Тварон® Шерсть	40	удовлетворительно, периодически возникают непропряды, вокруг нитей образуются скопления волокон		2	3	-	-	5
	40							
	20							
	100							

## Окончание таблицы 42

1	2	3	4	5	6	7	8	9
НИТОКС® Русар® Кремнеземное волокно	30	хорошо	-	-	-	-	-	0
	40							
	30							
	100							
Русар® Кремнеземное волокно	70	удовлетворитель- но, белая осыпь на планке машины	-	-	-	-	-	0
	30							
	100							
Русар®	100	удовлетворитель- но	-	-	-	-	1	1
Русар® Тварон®	60	удовлетворитель- но, много узелков, периодически волокно липнет на валики	-	-	-	-	-	0
	40							
	100							
НИТОКС® Русар® Базальтовое волокно	40	хорошо	-	-	-	-	-	0
	30							
	30							
	100							

Анализ протекания технологического процесса при выработке экспериментальных образцов пряжи показал, что варианты пряжи 5,7,8,10,11 имели наиболее стабильные показатели: обрывность 0, протекание технологического процесса – удовлетворительное, а также имели хорошее взаимодействие волокон разных видов между собой с точки зрения обеспечения удовлетворительной прядильной способности.

При изучении прядильной способности представленных вариантов с различными антистатическими препаратами, нанесенными методом распыления, установлено, что лучшие показатели можно получить при использовании препарата Авив ПЭГ концентрации 40 г/л.

С использованием экспериментальных образцов смесовой пряжи на станке СТБ-180 в производственных условиях ОАО «Чайковская текстильная компания» было выработано 22 экспериментальных образца огнезащитных тканей с поверхностной плотностью 300 г/м<sup>2</sup>.

#### 4.2.2 Исследование свойств экспериментальных образцов пряжи и тканей и выбор оптимальных вариантов для производственной выработки опытных партий пряжи и тканей

Экспериментальные образцы пряжи, выработанные из разных составов сырья (11 вариантов) кольцевым способом прядения на лабораторной установке ф. Шерли, были испытаны в испытательном центре «ЦНИХБИ» (физико-механические показатели) и испытательном центре ЗАО «Курскрезинотехника» (кислородный индекс) (Приложение В).

Показатели пряжи приведены в таблице 43.

Анализ полученных данных по испытанию экспериментальных образцов пряжи (таблица 43) позволил установить следующее:

- удельная разрывная нагрузка колеблется по вариантам от 11,3 – 13,9 сН/текс до 29,3 – 31,7 сН/текс, за исключением пряжи вариантов 13-14, где прочность составила 6,0 – 6,9 сН/текс;

- показатель удлинения при разрыве для всех вариантов пряжи невысокий, на уровне 2,8 – 4,6%;

- кислородный индекс пряжи колеблется в зависимости от волокнистого состава смеси от 26,0% до 33,6%. При этом пряжа только у двух вариантов пряжа по КИ не соответствовала нижнему пределу требований для огнезащитных тканей – 28%. В основном огнестойкие волокна обеспечивают требуемый уровень КИ даже без специальных огнезащитных пропиток, причем самые высокие показатели КИ у пряжи, имеющей в своем составе волокно Русар® и неорганические волокна;

- использование в смеси с разными волокнами такого прочного волокна как параарамидное термостабилизированное волокно Тварон® позволяет получить пряжу удовлетворительной прочности, на уровне 21,1 – 31,7 сН/текс (при выработке пряжи на серийном оборудовании, а не на малогабаритной прядильной установке, эти показатели будут ещё выше). Даже у пряжи из смеси 40% волокна Тварон® и 60% шерсти удельная разрывная нагрузка составляет 13,9 сН/текс. Учитывая, что данная пряжа имеет довольно высокий кислородный



Таблица 43 – Физико-механические показатели экспериментальной пряжи по данным испытаний ИЦ «ЦНИХБИ» (ФГУП ЦНИХБИ)

Наименование показателей Вариант (смеси)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	НИТОКС® Тварон®	НИТОКС® Тварон® шерсть	НИТОКС® Русар® Арселон® шерсть	НИТОКС® Русар® шерсть капрон	Тварон® шерсть	Русар® Тварон® шерсть	НИТОКС® Русар® кремнеземное волокно	Русар® кремнезем- ное волокно	Русар®	Русар® Тварон®	Русар® НИТОКС® базальтовое волокно
Процент вложения	50/50	40/ 40/ 20	40/ 20/ 20/ 20	35/ 30/ 28/ 7	40/60	40/ 40/ 20	30/ 40/ 30	70/30	100	60/40	40/30/ 20
Способ прядения	Пряжа с кольцепрядильной машины Шерли										
Средневзвешенная длина смеси, мм	59,0	62,9	60,3	66,5	68,2	64,1	44,2	43,6	63,1	61,1	61,2
Линейная плотность, текс номер	46,9 21,3	42,2 23,6	39,7 25,2	33,0 30,3	42,4 23,6	49,4 20,2	40,2 24,9	22,6 44,2	47,1 21,2	30,9 32,4	43,8 22,8
Разрывная нагрузка, Н	12,3	8,9	4,5	5,3	5,9	12,5	10,5	3,8	13,8	9,8	4,4
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс / гс/текс	26,2 26,7	21,1 21,5	11,3 11,5	16,1 16,4	13,9 14,2	25,3 25,8	26,1 26,6	16,9 17,2	29,3 29,8	31,7 32,3	10,0 10,2
Удлинение при разрыве, %	3,7	3,1	3,9	3,6	2,8	3,3	4,6	3,5	4,6	2,8	2,4
Число кручений на 1 м	499	392	483	483	456	486	554	656	483	487	246
Коэффициент крутки $\alpha_T$ $\alpha_M$	34,2 108,1	31,2 98,6	30,4 96,1	27,7 87,5	29,7 93,3	34,1 107,8	35,1 110,2	30,9 97,0	33,2 104,9	27,0 85,3	32,6 102,4
Коэффициент вариации, %: -по линейной плотности -по разрывной нагрузке -по удлинению -по крутке	5,5 14,2 3,7 10,5	8,6 24,8 12,3 14,6	13,7 28,6 17,3 12,3	4,6 20,6 14,2 16,2	12,7 15,5 10,2 17,0	4,8 22,2 13,5 8,6	7,7 10,1 10,4 8,9	10,5 17,1 12,3 15,7	4,8 10,4 12,7 7,3	6,3 20,4 11,1 7,5	21,0 17,1 15,7
Стойкость пряжи к истиранию в петле, цикл	588	480	841	410	307	1930	3035	-	3177	1311	-
Кислородный индекс, %	29,0	25,9	27,0	29,7	30,5	30,4	30,8	33,6	-	-	33,2
№ образца	116	122	114	115	117	118	119	121	124	123	-

индекс (КИ = 30,5%), она может быть рекомендована для выработки огнезащитных тканей;

- использование огнестойких волокон – термоокисленного полиакрилонитрильного волокна НИТОКС® и параарамидного волокна Русар® позволяет повысить кислородный индекс пряжи; - пряжа из смеси, имеющей в своём составе волокна – 50% НИТОКС® и 50% Тварон® учитывает положительные свойства обоих волокон: высокий КИ волокна НИТОКС® (КИ = 50,4 %) и высокую прочность волокна Тварон® (120,4-125,6 сН/текс), имеет хорошую перспективу для использования её для огнезащитных тканей;

- пряжа из смесей огнестойких волокон кремнезёмного или базальтового волокна, несмотря на полученный высокий кислородный индекс (на уровне 30,8 – 33,6%), не может быть пока рекомендована для производства тканей из-за малой длины кремнезёмного волокна (6 – 12 мм) и чрезмерной хрупкости базальтового волокна.

Пряжа в количестве 7 образцов, выбранных как наилучшие по огнезащитным свойствам, была переработана в ткань (22 образца), таблица 44.

Экспериментальные образцы суровых тканей, без дополнительной отделки, подвергались оценке защитных свойств (стойкость к прожиганию и огнестойкость) [5,11] в Научном испытательном центре «Одежда» (ОАО «ЦНИИШП») на соответствие требованиям к тканям для спецодежды, и устойчивости к выплескам раскалённого алюминия в производственных условиях (Приложение В).

Результаты испытаний приведены в таблице 44.

Одежда, предназначенная для защиты человека от брызг расплавленного металла, часто подвергается большим термическим нагрузкам. Опыт показал, что наиболее важной защитной функцией одежды является сопротивление передачи через нее тепла от капель расплавленного металла, которые летят на поверхность одежды, но отскакивают от нее.

Оценка защитных свойств тканей для спецодежды при воздействии мелких брызг расплавленного металла, которые возникают при выполнении сварочных и

аналогичных работ проводится согласно ГОСТ Р 9185-2007 (ИСО 9150) «Одежда специальная. Методы испытания материала при воздействии брызг расплавленного металла» [12]. Метод испытаний, предлагаемый в данном стандарте, позволяет определить теплопередачу.

Однако, оценка устойчивости материала к брызгам жидкого металла, полученная при использовании данного метода испытаний, не может быть распространена на поведение материала при его соприкосновении с выплесками расплавленного алюминия или другого металла, а также не позволяет прогнозировать поведение защитной одежды в производственных условиях.

В условиях металлургического комбината исследовалось поведение образцов тканей во время проведения испытаний: на поверхность ткани выливался расплавленный ( $t=1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) алюминий и визуально оценивалось, скатывается ли металл, или прилипает, прогорает ли при этом ткань, имеется ли изменение линейных размеров, появление запаха, дыма, хрупкости и ломкости ткани.

В виду того, что испытанию подвергались образцы суровых тканей, поверхностная плотность которых не выдерживалась в соответствии с требованиями, предъявляемыми к тканям для спецодежды, оценку поведения тканей при производственных испытаниях можно рассматривать как ориентировочную, сравнивая в основном варианты между собой.

Половина образцов тканей (11 из 22) получила условно положительное заключение (знак +), при этом лучшим образцом ткани, с которого скатывались капли расплавленного алюминия ( $t \approx 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) признан образец, который был выработан из пряжи одинакового сырьевого состава по основе и утку – 40% волокна Тварон и 60% шерсти, КИ пряжи – 30,5%. Почти во всех образцах, получивших «+» присутствует волокно Тварон.

Аналогом волокна Тварон является отечественное термостойкое волокно Русар<sup>®</sup>.

По результатам испытаний образцов тканей на прожигаемость (НИЦ «Одежда») в соответствии с ГОСТ 12.4.184-97 [5] можно отметить следующее:

Таблица 44 – Испытания экспериментальных образцов тканей на огнестойкость, стойкость к прожиганию и брызг расплавленного алюминия

Ткань		Поведение опытных образцов тканей при их соприкосновении с выплесками расплавленного алюминия (в производственных условиях $T \approx 1000^{\circ}\text{C}$ )			Стойкость к прожиганию, с (НИЦ «Одежда»)	Огнестойкость (время контакта с пламенем 30 с) (НИЦ «Одежда»)		
Номер варианта пряжи и кислородный индекс (КИ) пряжи (основа/уток)	Сырьевой состав		Поведение ткани во время проведения испытаний	Заключение		Результаты испытаний		Поведение ткани во время проведения испытаний
	основа	уток				Показатель	Значение	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/1 КИ 29/29	НИТОКС® Тварон® (50/50)	НИТОКС® Тварон® (50/50)	-металл не скатывается, но отлипает; -не прогорает; -не меняет линейных размеров; -имеется запах, дым	+	10,8	остаточное горение  остаточное тление	отсутствует  4-5	ткань пробы не поддерживает горение
1/2 КИ 29/25,9	НИТОКС® Тварон® (50/50)	НИТОКС® Тварон® шерсть (40/40/20)		+	11,6	остаточное горение  остаточное тление	отсутствует  7-8	ткань пробы не поддерживает горение
1/11 КИ 29/	НИТОКС® Тварон® (50/50)	Русар® Тварон® (60/40)		+	15,1	остаточное горение  остаточное тление	отсутствует  10	ткань пробы не поддерживает горение

## Продолжение таблицы 44

1	2	3	4	5	6	7	8	9
11/1 КИ /29	Русар® Тварон® (60/40)	НИТОКС® Тварон® (50/50)	-металл не скатывается, но отлипает; -не прогорает; -не меняет линейных размеров; -имеется запах, дым	+	1,8	остаточное горение  остаточное тление	отсутствует  8-10	ткань пробы не поддерживает горение
2/2 КИ 25,9/25,9	НИТОКС® Тварон® шерсть (40/40/20)	НИТОКС® Тварон® шерсть (40/40/20)		+	*			
2/11 КИ 25,9/	НИТОКС® Тварон® шерсть (40/40/20)	НИТОКС® Тварон® (50/50)		+	**			
11/2 КИ /25,9	Русар® Тварон® (60/40)	НИТОКС® Тварон® шерсть (40/40/20)	металл не скатывается, но отлипает; -не прогорает; -не меняет линейных размеров; -имеется только дым, запаха не чувствуется	+	1,2	остаточное горение  остаточное тление	отсутствует  10-12	ткань пробы не поддерживает горение
11/2 КИ 27/30,6	НИТОКС® Русар® Арселон® шерсть (40/20/20/ 20)	НИТОКС® Русар® шерсть капрон (42,3/18,2/ 32,0/7,5)	-сильно прилипает; -имеется запах, дым -изменение линейных размеров; - хрупкость	-	**			

Продолжение таблицы 44

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3/3 КИ 27/27	НИТОКС® Русар® Арселон® шерсть (40/20/20/ 20)	НИТОКС® Русар® Арселон® шерсть (40/20/20/20)	-сильно прилипает; -имеется запах, дым -изменение линейных размеров; - хрупкость	-	**			
4/4 КИ 29,7/29,7	НИТОКС® Русар® шерсть капрон (35/30/28/7)	НИТОКС® Русар® шерсть капрон (35/30/28/7)	-сильно прилипает; -имеется запах, дым; -ломкость	-	0,7	остаточное горение  остаточное тление	12-15  -	ткань охваты- вается огнем по всей длине и полностью сгорает
7/4 КИ 30,8/29,7	НИТОКС® Русар® кремнезем- ное волокно (30/40/30)	НИТОКС® Русар® шерсть капрон (35/30/28/7)	-металл отдирали с образца, не свободно отходил	-	**			
7/7 КИ 30,8/30,8	НИТОКС® Русар® кремнезем- ное волокно (30/40/30)	НИТОКС® Русар® кремнезем- ное волокно (30/40/30)	-металл отдирали с образца, не свободно отходил; -сильное залипание металла	-	**			
4/7 КИ 29,7/30,8	НИТОКС® Русар® шерсть капрон (35/30/28/7)	НИТОКС® Русар® кремнезем- ное волокно (30/40/30)	-металл отдирали с образца, не свободно отходил; -сильное залипание металла; -изменение линейных размеров, сжимается	-	**			

## Продолжение таблицы 44

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5/5 КИ 30,5/30,5	Тварон® шерсть (40/60)	Тварон® шерсть (40/60)	-единственный образец, с которого скатывается алюминий; -имеется запах, дым	++	*			
6/6 КИ 30,4/30,4	Русар® Тварон® шерсть (40/40/20)	Русар® Тварон® шерсть (40/40/20)	-металл не скатывается, но отходит; -имеется запах, дым;	+	2,1	**	**	**
9/9 КИ 33,6/33,6	Русар® кремнеземное волокно (70/30)	Русар® кремнеземное волокно (70/30)	-остается металл; -изменение линейных размеров; -хрупкость	-	1,8	**	**	**
11/11	Русар® Тварон® (60/40)	Русар® Тварон® (60/40)	-не скатывается металл; -имеется запах, дым	+	2,8	остаточное горение остаточное тление	отсутствует 10-12	ткань пробы не поддерживает горение
13/13 КИ 30,6/30,6	НИТОКС® Русар® шерсть капрон (42,3/18,2/ 32,0/7,5)	НИТОКС® Русар® шерсть капрон (42,3/18,2/ 32,0/7,5)	-хрупкость; -имеется запах, дым	-	**			
14/14 КИ 31,6/31,6	НИТОКС® Русар® шерсть (40/20/40)	НИТОКС® Русар® шерсть (40/20/40)	-хрупкость -имеется запах, дым	-	**			
16/16 (12/12) КИ 33,2/33,2	Русар® НИТОКС® базальтовое волокно (40/30/20)	Русар® НИТОКС® базальтовое волокно (40/30/20)	-не скатывается металл, залипает -изменение линейных размеров	+	**			

## Окончание таблицы 44

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9/16 КИ 33,6/33,2	Русар® кремнезем- ное волокно (70/30)	Русар® НИТОКС® базальтовое волокно (40/30/20)	-не скатывается металл, залипает -изменение линейных размеров	-	**			
16/9 КИ 33,2/33,6	Русар® НИТОКС® базальтовое волокно (40/30/20)	Русар® кремнезем- ное волокно (70/30)	-сильная ломкость	-	**			

\*) Испытание образцов тканей № 2/2, 3/3, 5/5 – из-за недостаточности размеров не представлялось возможным

\*\*) Испытания образцов тканей были проведены, но в недостаточном количестве элементарных проб результатов нет



- не все образцы тканей были испытаны, что объясняется недостаточными размерами образцов или недостаточным количеством элементарных проб (должно быть не менее 10), т.к. большое количество пряжи и тканей подвергалось испытаниям и приходило в негодность;

- из испытанных образцов тканей, у которых стойкость к прожиганию составила: 15,1 11,6 и 10,8 сек, лучшими оказались 3 образца ткани: образцы 1/11, 1/2 и 1/1 (основа/ уток), т.е. основа у всех трех образцов была одинаковой по составу НИТОКС®/Тварон (50/50), а в состав утка входили волокна: Русар®/Тварон (60/40); НИТОКС®/Тварон/Шерсть (40/40/20) и НИТОКС®/Тварон (50/50). В данном случае на прожигаемость лучше работают ткани, в состав которых входят волокна Тварон (отечественный аналог Русар®) и НИТОКС®. Исследования показали, что эти же три образца ткани 1/1, 1/2, и 1/11 показали лучшие результаты: при времени контакта с пламенем 30 с остаточное горение на всех вариантах отсутствует, остаточное тление составляет: 4-5 с – вариант 1/1; 7-8 с – вариант 1/2 и 10 с вариант 1/11. Ткань всех трех вариантов не поддерживает горение. Указанные варианты тканей совпадают с выбранными лучшими и по прожигаемости.

## 4.3 Выводы по главе 4

1. Проведены аналитические расчёты прочности многокомпонентной пряжи, состоящей из разнородных компонентов с использованием метода проф. Щербакова В.П. Развита теория проектирования прочности многокомпонентной пряжи методами структурной механики проф. Щербакова В.П.
2. С целью максимизации кислородного индекса пряжи оптимизированы сырьевые составы смесей для выработки огнезащитной пряжи средствами системы Mathcad в условиях аппроксимации зависимости прочности пряжи от состава смеси полиномами второго порядка.
3. Некоторые отличия расчётных значений кислородного индекса пряжи от экспериментальных значений объясняются нелинейными эффектами, не учитываемыми в принятой нами модели при оптимизации.
4. Полученные оптимальные составы для некоторых смесей волокон можно использовать при их экспериментальной реализации.
5. Проведенные экспериментальные исследования по выбору оптимальных смесей волокон для выработки огнезащитных тканей, предназначенных для спецодежды, позволили оценить влияние предложенных смесей на специальные характеристики защиты от повышенных температур: искр, брызг расплавленного металла, огнестойкости, контакта с нагретыми поверхностями и т.д.
6. Анализ полученных характеристик экспериментальных образцов пряжи позволил установить следующее:
  - удельная разрывная нагрузка пряжи – удовлетворительная, колебания по вариантам составили от 11,3 – 13,9 сН/текс до 29,3 – 31,7 сН/текс, за исключением пряжи вариантов 13-14, где прочность составила 6,0 – 6,9 сН/текс;
  - показатель удлинения при разрыве для всех вариантов пряжи невысокий, на уровне 2,8 – 4,6%;

- кислородный индекс пряжи колеблется в зависимости от волокнистого состава смеси от 26,0% до 33,6%. В основном огнестойкие волокна обеспечивают требуемый уровень КИ даже без специальных огнезащитных пропиток и пряжа может быть рекомендована для выработки огнезащитных тканей.
- пряжа из смеси, имеющей в своём составе волокна – НИТОКС<sup>®</sup>, Русар<sup>®</sup>, соединяющая положительные свойства обоих волокон: высокий КИ волокна НИТОКС<sup>®</sup> (КИ = 50,4 %) и высокую прочность волокна Русар<sup>®</sup> (54,8 сН/текс), имеет хорошую перспективу для использования её для огнезащитных тканей;
- пряжа из смесей огнестойких волокон кремнезёмного или базальтового волокна, несмотря на полученный высокий кислородный индекс (на уровне 30,8 – 33,6%), не может быть пока рекомендована для производства тканей из-за малой длины кремнезёмного волокна (6 – 12 мм) и чрезмерной хрупкости базальтового волокна.

Определён комплекс характеристик волокон и нитей для обоснования возможности их переработки в прядильном и ткацком производствах.

7. В результате экспериментальных исследований образцов пряжи и тканей, выработанных из разных вариантов смесей волокон, как при производственных испытаниях, так и при испытаниях, проведенных инструментальными методами в соответствии с требованиями ГОСТов, можно выбрать следующие виды волокон, рекомендуемые для дальнейшей разработки ассортимента и технологии выработки огнезащитных тканей в соответствии с требованиями, предъявляемыми к выбранному ассортименту:

- параарамидное волокно Тварон<sup>®</sup> (аналог отечественное волокно Русар<sup>®</sup>);
- термоокисленное полиакрилонитрильное волокно НИТОКС<sup>®</sup>;
- параарамидное волокно Русар<sup>®</sup>;
- натуральное волокно – шерсть.

## ГЛАВА 5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫРАБОТКИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПРЯЖИ И ТКАНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТНОЙ СИСТЕМЫ ПРЯДЕНИЯ ШЕРСТИ

### 5.1 Сырьё и выбор составов смесей

Выбор направления исследования прядения по аппаратной системе прядения шерсти был определен двумя факторами:

- традиционным использованием шерстяного волокна в тканях для металлургов;
- хрупкостью отечественного термоокисленного полиакрилонитрильного волокна НИТОКС при высоком кислородном индексе.

Исследования проведены на ОАО «Сукно» (г. Минск, Республика Беларусь) под руководством автора и в соавторстве со специалистами ФГУП «ЦНИХБИ» ст.н.с. Дьяченко В.В., к.т.н. Мальковым Л.А., к.т.н. Михайловой М.П., к.т.н. Ковальчук Л.С., что нашло отражение в научных отчётах по НИОКР и научной статье в рецензируемом журнале [94-99].

#### 5.1.1 Выбор и обоснование сырья, определение составов смесей

На основании результатов проведённых исследований, представленных в Главе 4, объектами экспериментов выбраны отечественные волокна следующих видов:

- термоокисленное полиакрилонитрильное волокно НИТОКС<sup>®</sup>, которое является одним из самых огнестойких волокон, его кислородный индекс (КИ) равен 43-45%, оно обладает удовлетворительными гигиеническими свойствами и эластичностью, но характеризуется повышенной хрупкостью, что снижает его прядильную способность и делает невозможным добавление его в смесь более 50%. Для данной работы ООО НПЦ «Увиком» была наработана опытная партия волокна);
- арамидное волокно Русар<sup>®</sup>, которое выпускается в промышленном масштабе в виде термостойких нитей, характеризуется высокими прочностными и

огнестойкими показателями, его КИ находится на уровне 40-43%, используется при производстве военного обмундирования (бронезилеты и др.), в ракето- и в самолётостроении.

В работе использовалась – свежесформованная, не термообработанная нить, обладающая гораздо более низкими показателями по прочности (хотя достаточной для производства пряжи) и кислородному индексу, которая была порезана на длину 60 мм;

- полиамидное штапельное волокно капрон, светотермостабилизированное, извитое, предназначенное для текстильной промышленности, обладающее довольно высокой прочностью, большим (по сравнению с другими текстильными волокнами) удлинением. Это волокно было выбрано из соображений использования его поведения при температуре до 500 °С – оно не воспламеняется, а постепенно сгорает, расплавляясь при этом. Предполагается, что данное свойство полиамидного волокна при малом его вложении в смесь, будет способствовать образованию на поверхности ткани тонкой плёнки, что будет препятствовать прожиганию её;

- шерсть, натуральное волокно, обладающее высокими гигиеническими свойствами, она упруга, эластична, прочна, её волокна обладают извитостью (чем тоньше шерсть, тем она, как правило, более извита), которая способствует получению рыхлой, пушистой и упругой пряжи, коэффициент теплопроводности у шерсти ниже, чем у прочих текстильных волокон, её КИ выше, чем у других натуральных волокон.

Указанные волокна производятся в соответствии с требованиями научно-технической документации [86,100,101,102] и все виды волокон имеют гигиенические сертификаты:

1. Санитарно-эпидемиологическое заключение № 50.99.03.191.П.005398.04.07 от 26.04.2007:

- жгут полиакрилонитрильный термостабилизированный «НИТОКС®» соответствует санитарным правилам ГН 2.1.6.1338-03 «ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест», ГН 2.3.3.972-00 «ПДК

химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами».

Область применения: для изготовления изделий технического назначения: текстильной пряжи (для изготовления огнестойких тканей) и негорючих тканей (для изготовления спецодежды).

2. Санитарно-эпидемиологическое заключение № 61.РЦ.01.227.П 003684.06.07:

- нить Русар соответствует санитарным правилам СанПиН 2.4.7/1.1.1286-03 «Гигиенические требования к одежде для детей, для подростков и взрослых».

Область применения: для изготовления технических тканей и изделий специального назначения.

На основании проведённых исследований и экспериментальных работ с использованием малогабаритной прядильной установки ф. Шерли были выбраны два варианта оптимальных смесей для выработки опытно-промышленных партий пряжи в производственных условиях ОАО «Сукно» (таблица 45).

Таблица 45 – Сетка вариантов

Вариант 1 – для ткани «Пламя»		Вариант 2 – для ткани «Огонь»	
Наименование компонента	Содержание в смеси, %	Наименование компонента	Содержание в смеси, %
НИТОКС®	42,5	НИТОКС®	40,0
Русар®	18,0	Русар®	20,0
шерсть	32,0	шерсть	40,0
капрон	7,5		
Итого:	100,0	Итого:	100,0

### 5.1.2 Исследование и анализ свойств выбранных огнестойких и натуральных волокон

Полные испытания свойств всех видов волокон проведены в испытательном центре ФГУП ЦНИХБИ (таблица 46) и испытания отдельных свойств волокон – в сырьевой лаборатории комбината.

Лабораторией комбината для волокна НИТОКС® была определена средневзвешенная длина волокна, т.к. резка жгутового волокна НИТОКС®

Таблица 46 – Физико-механические показатели волокон по данным испытаний ФГУП ЦНИХБИ и требования НТД

Наименование показателей	НИТОКС®		Русар®		Шерсть суровая		Капрон	
	факт	ТУ	факт	ТУ	факт	ГОСТ	факт	ТУ
Линейная плотность волокна, текс (номер)	0,176 (5682)	0,170 (5882)	0,208 (4808)	0,200 (5000)	0,615 (1626)	-	0,393 (2545)	0,330 (3030)
Разрывная нагрузка волокна, сН	3,50	-	11,20	-	9,10	-	21,40	-
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс (гс/текс)	19,90 (20,30)	20,00 (20,40)	53,80 (54,80)	-	14,80 (15,10)	не < 8,0	54,50 (55,50)	не < 37
Удлинение при разрыве, %	22,10	16,00	6,70	-	28,10	-	66,00	не > 70
Разрывная нагрузка при разрыве петель, сН	0,32	-	1,10	-	7,02	-	18,60	-
Удельная разрывная нагрузка при разрыве петлей, сН/текс (гс/текс)	1,60 (1,63)	--	5,30 (5,40)	-	11,40 (11,60)	-	47,30 (48,20)	-
Сохранение прочности в петле, %	9,00	-	9,80	-	76,90	-	76,20	-
Длина волокна, мм:								
-средняя массодлина	(80,6)	-	62,4	-	78,3	-	64,4	-
-модальная	-	-	62,0	-	-	-	65,0	-
-штапельная	-	-	63,1	-	-	55,0	66,4	-
Число извитков на 1 см.	0,0	-	0,0	-	3,4	-	5,2	не < 3,5
Степень извитости, %	0,0	-	0,0	-	26,3	-	5,6	-
Изгибоустойчивость волокон, циклов	11761,00	-	-	-	-	-	100000,00	-
Коэффициент трения:								
-волокна по волокну	0,185	-	0,192	-	0,297	-	0,269	-
-волокна по металлу	0,135	-	0,141	-	0,126	-	0,147	-
Коэффициент вариации, %:								
-по разрывной нагрузке	29,00	-	15,10	-	31,60	-	16,40	-
-по удлинению	17,00	-	14,40	-	36,80	-	29,40	-
-по длине	-	-	1,08	-	19,11	-	1,91	-
Тонина волокон, мкм	12,7	-	14,0	-	24,3	-	20,9	-
Кислородный индекс, %	45,40	-	38,20	-	21,40	-	21,60	-
Нормативная влажность, %	9,5	-	11,2	-	16,5	17,0	5,2	-
Содержание остаточного жира, %					0,50	0,50-1,15		
Массовая доля минеральных примесей, %					2,14	до 3,00		

осуществлялась на машине ЛРШ-70, находящейся на ОАО «Камволь» (г. Минск). После резки средневзвешенная длина волокна НИТОКС® составила – 80,6 мм.

Полиамидное волокно капрон перед переработкой было окрашено в чёрный цвет. Сырьевая лаборатория комбината определяла показатели качества сурового капрона, поступившего на комбинат, а испытательный центр ФГУП ЦНИХБИ – крашеного.

Данные испытаний сурового капрона:

Линейная плотность, текс	- 0,33
Число извитков на 1 см	- 8,1
Содержание замасливателя Синтокс 20 М, %	- 1,0
Длина волокна, мм	- 64,1
Влажность, %	- 6,6

Показатели качества волокна Русар® оценивались только в испытательном центре ФГУП ЦНИХБИ.

Для смесей с огнестойкими химическими волокнами использовалась шерсть Т/П24 качества промышленного сорта: помесная, гребенная, репейная, светло-серая.

Смешиваемые волокна значительно различаются между собой по таким свойствам как линейная плотность, удлинение, прочность, сохранение прочности в петле, изгибоустойчивость. Особенно это отличие касается линейной плотности волокна НИТОКС® по сравнению с другими волокнами: так волокна НИТОКС®, по сравнению с шерстяными в 3,5 раза тоньше. Это сказывается на большем укорочении тонких и хрупких волокон НИТОКС® в процессе переработки. Поэтому для смешивания с шерстью при выработке аппаратной пряжи в дальнейшем следует использовать волокно НИТОКС® линейной плотности 0,33 текс.

У волокон - НИТОКС® и Русар® отсутствует извитость, что снижает их прядильную способность.



Высокая степень сохранения прочности в петле наблюдается у шерстяного и полиамидного волокна, она находится на уровне 76-77%, в отличие от волокон НИТОКС® и Русар®, у которых этот показатель составляет 9-9,8%, что свидетельствует о хрупкости этих волокон. Также волокна шерсти и полиамидного волокна капрон характеризуются высокой устойчивостью к изгибу, на уровне 100 тыс. циклов до обрыва, хотя волокна шерсти по этому показателю неравномерны.

Однако обеспечение хорошего и равномерного смешивания компонентов с разными свойствами может гарантировать получение однородных смесей с требуемыми средневзвешенными показателями.

Добавление в смесь даже 7,5% волокна капрон, обладающего высокой прочностью и изгибоустойчивостью с достаточным уровнем сохранения прочности в петле, значительно улучшает средневзвешенные показатели волокон смеси, несмотря на то, что капрон имеет большое удлинение (в 10 раз больше, чем у волокна Русар), что с одной стороны уменьшает коэффициент использования прочности волокна в пряже, а с другой - улучшает эластичность и удлинение пряжи.

## 5.2. Разработка технологии прядения и выработка опытно-промышленных партий пряжи в производственных условиях.

### Оценка протекания технологического процесса

Выработка опытно-промышленных партий пряжи 84 текс и 84 текс х 2 из выбранных составов смесей проводилась в производственных условиях ОАО «Сукно», г. Минск, Республика Беларусь.

#### 5.2.1 Составление плана технологических переходов и цепочки оборудования для выработки пряжи, содержащей огнестойкие химические волокна

Производство пряжи по аппаратной системе прядения шерсти включает в себя следующие основные технологические переходы переработки смесей из

подготовленных компонентов: дозирование и смешивание компонентов, чесание, прядение, трощение, кручение, перемотка.

В аппаратном прядении предусмотрены разные планы подготовки компонентов и переработки смесей, в которых участвуют разные машины с разной производительностью.

План производства аппаратной пряжи  
из смесей огнестойких волокон и шерсти

Перед смешиванием отдельные компоненты проходят подготовку на следующем оборудовании.

Карбонизационная установка Хирано-Киндзоки (Япония) для шерстяного волокна (П=250-450 кг/час)

Красильный аппарат типа «Линдер» для крашения полиамидного волокна капрон.

Ленточно-штапелирующая машина ЛРШ-70 для резки жгутового волокна НИТОКС®.

Смеси волокон далее обрабатываются на следующей цепочке оборудования.

Щипально-замасливающая машина АВ-5В ((П до 600 кг/час)

Смесовая машина С-12-1 (по загрузке 1000 кг/час)

Расходный немеханизированный лабаз (по загрузке до 1000 кг/час)

Трёхпрочёсный чёсальный аппарат CR-24 ф. Бефама (до 40 м/мин скорость выпуска)

Прядильная машина безбалонного прядения ПБ-114-Ш (П до 40 кг/час)

Тростильная машина RZ-16-и

Крутильная машина фасонной крутки PL-31A

Мотальная машина М-150-2

Переработка смесей проводится в следующих отделах.

Подготовительный отдел:

технологическое оборудование для: рыхления, очистки, крашения, карбонизации, промывки и сушки волокна перед приготовлением смеси;

смесовые установки, расходные лабазы

Кардочёсальный отдел:

Питание самовесов чёсальных аппаратов осуществляется из расходных немеханизированных лабазов ЛР-40-Ш подачей волокна ручным транспортом (в тележках).

Ровница с чёсальных аппаратов ручным транспортом (в тележках) подаётся к прядильным машинам.

Прядильный отдел

Формирование пряжи осуществляется на кольцевых прядильных машинах безбалонного типа.

Тростильно-крутильный отдел

Перед кручением пряжу подвергают трощению, т.е. соединению и наматыванию на бобины при одинаковом натяжении стренг и при этом контролируется качество пряжи путём удаления тонких и толстых мест пряжи.

Кручение пряжи осуществляется на крутильной машине фасонной крутки, модернизированной для кручения гладкой пряжи таким образом, что её технологическая схема идентична кольцевой крутильной машины.

Перемотка кручёной пряжи на паковки, необходимые в ткачестве, осуществляется на мотальной машине.

На основании плана производства и выбранного оборудования составлены технологические режимы производства аппаратной пряжи из смесей огнестойких волокон и шерсти, по которым проводилась выработка опытно-промышленных партий пряжи. Указанные технологические режимы приведены в Приложении Г.

#### 5.2.2 Оценка протекания технологического процесса выработки пряжи

Переработка смесей указанных вариантов на оборудовании ОАО «Сукно» проходила поочерёдно и при одинаковых основных параметрах заправки. Общая масса двух вариантов смесей составила 538,6 кг, в том числе вариант 1 – «Пламя» - 283,6 кг и вариант 2 «Огонь» - 255 кг.

Подготовленные к смешиванию компоненты подвергались эмульсированию на щипально-замасливающей машине. Состав эмульсии приведён в таблице 47.

Расход эмульсии составил 20% от веса волокна. В состав эмульсии входили компоненты научно-производственной фирмы «Траверс».

Таблица 47 – Состав эмульсии для обработки смесей волокон (вариант 1 «Пламя» и вариант 2 «Огонь») массой 538,6 кг

Наименование компонентов эмульсии	Масса, кг	Содержание, %
Антистатик Авив ПЭГ (НПФ «Траверс»)	1,2	1,0
Замасливатель Авив 3к (НПФ «Траверс»)	1,0	0,8
Вода тёплая (35-40 <sup>0</sup> С)	120,0	98,2
Итого:	122,2	100,0

Авив 3К – средство для авиважной обработки, содержащее жировой компонент, рекомендованное для шерсти, выпускается согласно ТУ 2484-054-17965829-2005.

Авив ПЭГ – антистатик, предназначенный для разных волокон, в том числе химических.

Смесь каждого варианта после щипально-замасливающей машины поступала в смесовую машину, затем проводился вторичный перевал смеси в смесовой машине для лучшего перемешивания компонентов. После этого смесь поступала в расходные лабазы для вылёживания в течение суток.

На трёхпрочёсном чёсальном аппарате ф. Бефама был выбран развес ровницы (вес 25 м ровницы) – 3,15 г в допустимых пределах 3,0-3,3 г, что соответствует линейной плотности ровницы – 126 текс, в пределах 120,5 ÷ 131,6 текс, номер ровницы – 7,9, его пределы 8,3-7,6.

Фактический развес ровницы проверялся не менее четырёх раз за смену.

Фактическая влажность волокон перед смешиванием, смесей, поступающих на чёсальный аппарат после вылёживания, ровницы и пряжи приведена в таблице 48, а температурно-влажностный режим в цехах по переходам – в таблице 49.

Таблица 48 – Влажность (фактическая) компонентов смесей, ровницы и пряжи по вариантам

Наименование	Варианты	
	Вариант 1 «Пламя»	Вариант 2 «Огонь»
Волокно НИТОКС®	8,0	
Волокно Русар®	10,5	
Шерсть помесная ТП 24 репейная, гребенная, с/с (партия 19)	15,1	
Полиамидное волокно капрон после крашения	23,0	
Смеси волокон после эмульсирования и вылёживания, перед переработкой на чесальном аппарате	19,0	18,2; 20,0
Ровница с чесального аппарата	11,8	10,6
Пряжа кольцевых прядильных машин	9,0	8,9
Пряжа с крутильных машин	7,7	8,9

Таблица 49 – Температурно-влажностный режим в цехах при производстве пряжи 84 текс из смесей огнестойких волокон и шерсти

Наименование переходов	Температура		Влажность	
	сухого	мокрого	относит.	абсолют.
	$t_c^{\circ}\text{C}$	$t_m^{\circ}\text{C}$	$\varphi, \%$	$\gamma, \text{г/м}^3$
Чесание на трёхпрочёсных аппаратах	19,0	14,5	59,0	8,2
	22,0	17,5	61,0	10,5
Прядение	25,0	17,5	44,0	8,8
Трошение	16,4	9,6	43,0	4,0
Кручение и перемотка	16,2	9,8	40,0	4,2

Чесание смесей обоих вариантов проходило удовлетворительно, электризации волокон не наблюдалось, но было отмечено повышенное пуховыделение. После окончания переработки каждого варианта взвешивались образовавшиеся отходы.

В процессе работы регулировалась линейная скорость накатных валиков, которые обеспечивают требуемое натяжение ровницы на катушке (плотность намотки должна быть  $0,064 \pm 0,01 \text{ г/см}^3$ ).

Фактическая линейная скорость основных рабочих органов составила,  
м/мин:

колкового полотна самовеса	3,4
всех трёх главных барабанов (загонной, ваточной и ровничной машин)	530,0 ( $n_{г.б.}=130 \text{ мин}^{-1}$ )
съёмных барабанов: I	15,0
II	15,0
III	12,0
накатных валиков: I	15,0
II	15,0
III	15,3
IV	15,0

Параметры работы выбранного трёхпрочесного чёсального аппарата ф.

Бефама:

ширина ремешков, мм	10,5
число ремешков	160,0
количество катушек с ровницей	8 по 20 ровниц
масса порции бросков самовеса, г	
вариант 1 «Пламя»	274,0±9,5
вариант 2 «Огонь»	338,2±11,8
коэффициент вариации по массе бросков, %	
вариант 1 «Пламя»	2,8
вариант 2 «Огонь»	3,1
равномерность массы ровницы по ремешкам (диаграмма работы делительных ремешков):	
средняя масса кружка ровницы, г	13,5±0,7
минимальная масса	12,8
максимальная масса	14,2
коэффициент неровноты по массе всех кружков ровницы, %	13,0
качество прочёса, количество мушек на 1 г	3-5
фактическая влажность ровницы, %	
вариант 1	11,8
вариант 2	10,6
содержание жира в ровнице, %	1,37
средняя массодлина, мм:	
вариант 1	42,3
вариант 2	38,4

Другие показатели качества ровницы по данным испытаний ФГУП ЦНИХБИ, приведены в таблице 50.

Таблица 50 – Показатели качества ровницы и мычки с трёхпрочесного чёсального аппарата из двух вариантов смесей

Наименование показателей	Вар. 1 - Пламя	Вар. 2 - Огонь	
	ровница	мычка после II прочёса	ровница
Средняя массодлина, мм по данным испытаний ЦНИХБИ	52,0	46,7	40,3
по данным сырьевой лаборатории комбината	42,3	-	38,4
Коэффициент трения волокна			
- по волокну	0,239	0,190	0,215
- по металлу	0,113	0,120	0,116
Удельное электрическое сопротивление, ом	$3,6 \cdot 10^{13}$	$5,9 \cdot 10^{13}$	$3,6 \cdot 10^{13}$
Нормальная влажность, %	12,5	13,8	12,6

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что качество параметров, характеризующих работу чёсального аппарата, и качество ровницы в основном соответствуют принятым в аппаратном прядении шерсти нормам по данным показателям.

Однако в ровнице наблюдается значительное укорочение длины волокон. Так, средневзвешенная длина волокон в смесях составляла – 66,6 мм (вар. 1) и 67,8 мм (вар. 2), а в ровнице составляет: в варианте 1 – 52 мм по данным ФГУП ЦНИХБИ и 42,3 мм – по данным комбината; во II варианте – 40,3 мм и 38,4 мм соответственно.

Проведённые исследования позволили установить, что укорачиваются в основном волокна НИТОКС® вследствие своей повышенной хрупкости: при замере длины волокон в мычке после II прочёса и ровнице было замечено, что группы длин 10-20 мм и 20-30 мм почти целиком состоят из волокон НИТОКС®. Кроме этого, большую группу составляет и пух – отламывающиеся мелкие частицы волокна длиной от 1 до 3 мм.

Эти мелкие частицы волокон особенно опасны тем, что они при переработке разлетаются и оказывают механическое воздействие на кожу человека, вызывая эффект аллергического типа.

В ровнице варианта 1 вложение извитого капрона в смесь повысило коэффициент трения волокна по волокну и позволило в большей степени сохранить среднюю массодлину.

Выработка пряжи 84 текс из двух вариантов смесей на кольцевой прядильной машине безбалонного типа ПБ-114-Ш проводилась при следующих параметрах:

крутка пряжи, кр/м	380 ( $Z_{кр}=38_з$ )
направление крутки	правое
вытяжка общая	1,52 ( $Z_{выт}=36_з$ )
частота вращения веретён, мин <sup>-1</sup>	6200
скорость выпуска, м/мин	13,2-10,0
диаметр кольца, мм	85
число веретён на машине	300
номер бегунка	120

Обрывность пряжи была повышенной, порядка 400 обрывов на 1000 вер/час. Основная причина обрывности заключалась в том, что изменение диаметра и объемности ровницы из перерабатываемых смесей волокон привело к длительному подбору оптимальной плотности намотки ровницы на катушки на чёсальном аппарате. Это привело к повышенному натяжению ровницы при сматывании её на прядильной машине, дополнительной обрывности и необходимости подбирать оптимальную скорость раскатных барабанов. При переработке смесей с использованием специальных волокон, нетрадиционных для шерстопрядения, подбор указанных параметров может производиться только опытным путём

В основном процесс выработки пряжи проходил удовлетворительно, намотов на валики и цилиндры не наблюдалось.



Средний вес початка составил  $192 \div 194$  г. Была определена расчётная норма выработки пряжи за 8 час – 71,2 кг.

Всего было выработано 426,2 кг одиночной пряжи 84 текс: в том числе – 224,3 кг из смеси вариант 1 «Пламя» и 201,9 кг из смеси вариант 2 «Огонь».

Акт о выработке опытно-промышленной партии пряжи приведён в Приложении Г.

Параметры работы тростильной машины:

скорость трощения, м/мин	310
количество страчиваемых нитей	2
установленная щель, мм	1
вес грузика, г	20
вес бобины, г	1420

Обрывность пряжи составила 8,6 обрыва на 10000 метров пряжи, отмечено выделение повышенного количества пуха чёрного цвета, т.е. пуха волокна НИТОКС®.

Параметры работы крутильной машины:

линейная плотность пряжи, текс	168 (84 текс x 2)
крутка пряжи, кр/м	180 (II предел, $Z_{кр}=23_3$ )
направление крутки	левое
частота вращения веретён, мин <sup>-1</sup>	2900
скорость выпуска, м/мин	16
средний вес початка, г	274
диаметр кольца, мм	100
номер бегунка	460

Параметры работы мотальной машины:

скорость перематывания, м/мин	350-450
размер щели, мм	1,5
вес грузика, г	30-35
вес бобины, г	1500

### 5.2.3 Исследование свойств и анализ качества пряжи

Исследование свойств пряжи из смесей огнестойких волокон и шерсти двух вариантов: вариант 1 – Пламя и вариант 2 – Огонь, одиночной и кручёной проводилось в лабораториях комбината и ФГУП ЦНИХБИ. Полученные данные приведены в таблице 51.

Проведённый анализ полученного качества пряжи позволил установить следующее:

1. Физико-механические показатели качества пряжи из двух вариантов смесей близки между собой, хотя можно отметить, что пряжа варианта 2 более неравномерна по свойствам и имеет гораздо более низкие эксплуатационные характеристики - устойчивость к изгибу и стойкость к истиранию в петле.

2. Одиночная пряжа 84 текс обоих вариантов характеризуется следующими средними показателями:

удельная разрывная нагрузка, гс/текс	6,2 - 7,0
удлинение пряжи, %	3,9 - 3,6
крутка, кр/м	400
коэффициент крутки $\alpha_T$ ( $\alpha_M$ )	37 (117)
коэффициент вариации, %	
по линейной плотности	5,0 - 6,2
по разрывной нагрузке	14,2 - 17,7
по крутке	5,9 - 9,3
изгибоустойчивость (число циклов до обрыва)	1532 - вар.1; 910 - вар.2
стойкость к истиранию в петле (число циклов до обрыва)	1116 - вар.1; 607 - вар.2

3. Кручёная пряжа 84 текс х 2 двух вариантов характеризуется следующими показателями:

удельная разрывная нагрузка, гс/текс	7,6 - 8,1
удлинение пряжи, %	4,4 - 4,3
крутка, кр/м	170

Таблица 51 – Физико-механические показатели аппаратной одиночной и крученой пряжи из двух вариантов смесей волокон

Наименование показателей	Варианты смесей							
	Вариант 1 «Пламя»				Вариант 2 «Огонь»			
	одиночная		крученая		одиночная		крученая	
	по данным фабричной лаборато- рии	по данным ФГУП ЦНИХБИ	по данным фабрич- ной лабора- тории	по данным ФГУП ЦНИХБИ	по данным фабричной лаборато- рии	по данным ФГУП ЦНИХБИ	по данным фабрич- ной лабора- тории	по данным ФГУП ЦНИХБИ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Линейная плотность, текс (номер)	87,4 (11,4)	89,4 (11,2)	170,2 (5,9)	160,2 (6,2)	86,6 (11,5)	77,3 (12,9)	166,2 (6,0)	165,2 (6,1)
Разрывная нагрузка одиночной нити, сН (гс)	596,4 (608,0)	540,0 (550,5)	1137,0 (1234,7)	1200,0 (1223,4)	599,7 (611,3)	540,0 (550,5)	1095,0 (1116)	1300,0 (1325,2)
Разрывной удлинение, %	5,1	3,9	4,0	4,4	4,5	3,6	3,5	4,3
Удельная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс (гс/текс)	6,8 (7,0)	6,04 (6,2)	6,6 (7,2)	7,5 (7,6)	6,9 (7,1)	6,9 (7,0)	6,6 (6,7)	7,9 (8,1)
Число кручений на метр	404	426	180,4	163	396	427	176	160
Коэффициент крутки $\alpha_T$ $\alpha_M$	37,8 119,5	40,2 127,0	23,5 74,3	20,6 65,2	36,9 116,8	37,5 118,5	22,7 71,7	20,5 64,8
Коэффициент вариации, %:								
по линейной плотности	5,9	6,2	3,9	1,7	5,0	4,4	5,1	6,7
по разрывной нагрузке	17,3	17,7	12,0	13,4	14,2	19,3	13,7	20,3
по удлинению	-	18,7	-	11,6	-	17,7	-	15,8
по крутке	6,2	9,3	1,7	7,8	5,9	7,9	1,4	9,5
Изгибоустойчивость, цикл	-	1532	-	1182	-	910	-	742
Стойкость к истир. в петле, цикл	-	1116	-	3964	-	607	-	1701
Влажность пряжи, %								
-фактическая	9,0	-	7,7	-	8,9	-	8,9	-
-нормальная	-	11,8	-	11,6	-	12,6	-	12,9
-кондиционная	10,5		10,5		11,3		11,3	

## Окончание таблицы 51

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Содержание жира, %	1,36	-	0,6	-	-	-	0,9	-
Содержание компонентов, %		НИТОКС® 44,4 Русар® 18,0 шерсть 30,2 капрон 7,4				НИТОКС® 42,3 Русар® 20,8 шерсть 36,9		
Кислородный индекс, %	-	30,6	-	-	-	31,6	-	-

коэффициент крутки $\alpha_T$ ( $\alpha_M$ )	21 (66)
коэффициент вариации, %	
по линейной плотности	1,7-6,7
по разрывной нагрузке	13,4 - 20,3
по крутке	7,8 - 9,5
изгибоустойчивость, циклы	1182 - вар.1; 742 - вар.2
стойкость к истиранию в петле, циклы	3964 - вар.1; 1701 - вар.2

Сравнение показателей по прочности, изгибоустойчивости и стойкости к истиранию в петле одиночной пряжи и подобной кручёной пряжи 84 текс х 2, выработанной из смеси 50% НИТОКС®, 50% шерсти: прочность – 7,6 - 8,1 сН/текс против 6,2 - 7,0 сН/текс; изгибоустойчивость – 1182 - 740 циклов против 1532 - 910 циклов; стойкость к истиранию в петле – 3964 - 1701 циклов против 1116 - 607 циклов.

4. У кручёной пряжи по сравнению с одиночной увеличивается прочность на 10-15%, неровнота пряжи по линейной плотности, разрывной нагрузке и крутке уменьшается только у пряжи варианта 1 и у кручёной пряжи обоих вариантов снижаются показатели по изгибоустойчивости и стойкости к истиранию в петле.

5. Химический состав смешиваемых волокон не позволил определить их содержание в пряже. В таблице 51 приведены ориентировочные данные процентного соотношения компонентов в пряже, определённые в испытательном центре ЦНИХБИ методом визуального распознавания вида волокон под микроскопом.

6. Содержание жира в кручёной пряже составило 0,6-0,9%, что недостаточно по сравнению с нормативами (не менее 1,5-2,0%).

7. Кислородный индекс пряжи составил 30,6 - 31,6% (Приложение Г).

### 5.3 Разработка технологии производства суровых тканей

Учитывая, что в России опыт промышленного производства огнезащитных тканей гораздо меньше зарубежного, был проведен расширенный анализ ассортимента современных материалов для специальной защитной одежды известных зарубежных фирм, представленных на российском рынке, в основном, для сварщиков и рабочих металлургической промышленности [Глава 1].

В данной главе рассматривается ассортимент тканей для спецодежды сварщиков и металлургов из пряжи аппаратной системы прядения на базе использования отечественного огнестойкого волокна НИТОКС®.

#### 5.3.1 Разработка структуры тканей

Разработка структур тканей осуществлялась на основе анализа известных данных по выпускаемым термо-, огнезащитным тканям для изготовления спецодежды (Глава 1).

В качестве нормативной базы приняты требования государственных стандартов и технических условий [6-11,27,103,104], а также требования, разработанные при выполнении данной работы (Глава 1).

Проектирование включало в себя два этапа:

1 этап. Определение базовых заправок аналитическим методом на основе оригинальных диаграмм, характеризующих такие понятия, как:

- градиент предпочтительности линейных плотностей основных нитей;
- возможные сочетания линейных плотностей основных и уточных нитей;
- область реальных (нормальных) структур тканей;
- область возможного проектирования тканей.

2 этап. Составление проектов тканей. Содержание этого этапа может быть сформулировано в общем виде, как одна из типичных дессинаторских задач: спроектировать ткань определенного назначения по заданному весу  $1\text{ м}^2$  и ряду принятых типовых признаков из нитей определённого состава, обладающих комплексом известных свойств [105-108].

Цель проектирования – получить заправочные расчёты и заправочные рисунки, позволяющие выработать опытные партии огне- и термостойких тканей, отвечающие требованиям стандартов на такие ткани и изготавливаемую из них защитную спецодежду.

Анализ известных данных по выпускаемым термо-, огнестойким тканям показывает, что они имеют ряд общих структурных признаков с тканями, предназначенными для изготовления спецодежды:

- ткани основоплотные, то есть  $\frac{P_o}{P_y} > 1$  (за некоторыми исключениями);
- основные и уточные нити идентичны по составу и чаще всего имеют одинаковую линейную плотность  $T_o = T_y$ , но допускается  $T_y > T_o$ ;
- переплетения – главные и их производные. Наиболее распространёнными переплетениями являются саржи  $2/1$ ;  $3/1$ ;  $2/2$ . Возможны переплетения усиленный атлас, неправильный атлас, двухслойные и полутораслойные;
- в зависимости от назначения поверхностная плотность тканей находится в диапазоне 180-500 г/м<sup>2</sup>, но основной диапазон находится в пределах 220-400 г/м<sup>2</sup>.

Базовые заправки проектируются на основе этих данных, дополненных следующими предпосылками:

- рассматривается возможный ряд линейных плотностей 25; 29,4; 35,7; 41,7; 62,5; 71,4; 83,3 текс;
- в основе используется только кручёная (в два сложения) пряжа;
- в утке используется как кручёная (основным образом), так и одиночная пряжа;
- соотношение диаметров нитей основы и утка  $\frac{d_o}{d_y} \leq 1$ ;
- заданные диапазоны по поверхностной плотности ткани 450-550 г/м<sup>2</sup>, 250-350 г/м<sup>2</sup>.

Были разработаны ткацкие рисунки тканей (3 рисунка на 4 образцах), представленные на рисунке 22.

Для разработанного ассортимента тканей составлен заправочный расчет тканей (таблица 52).

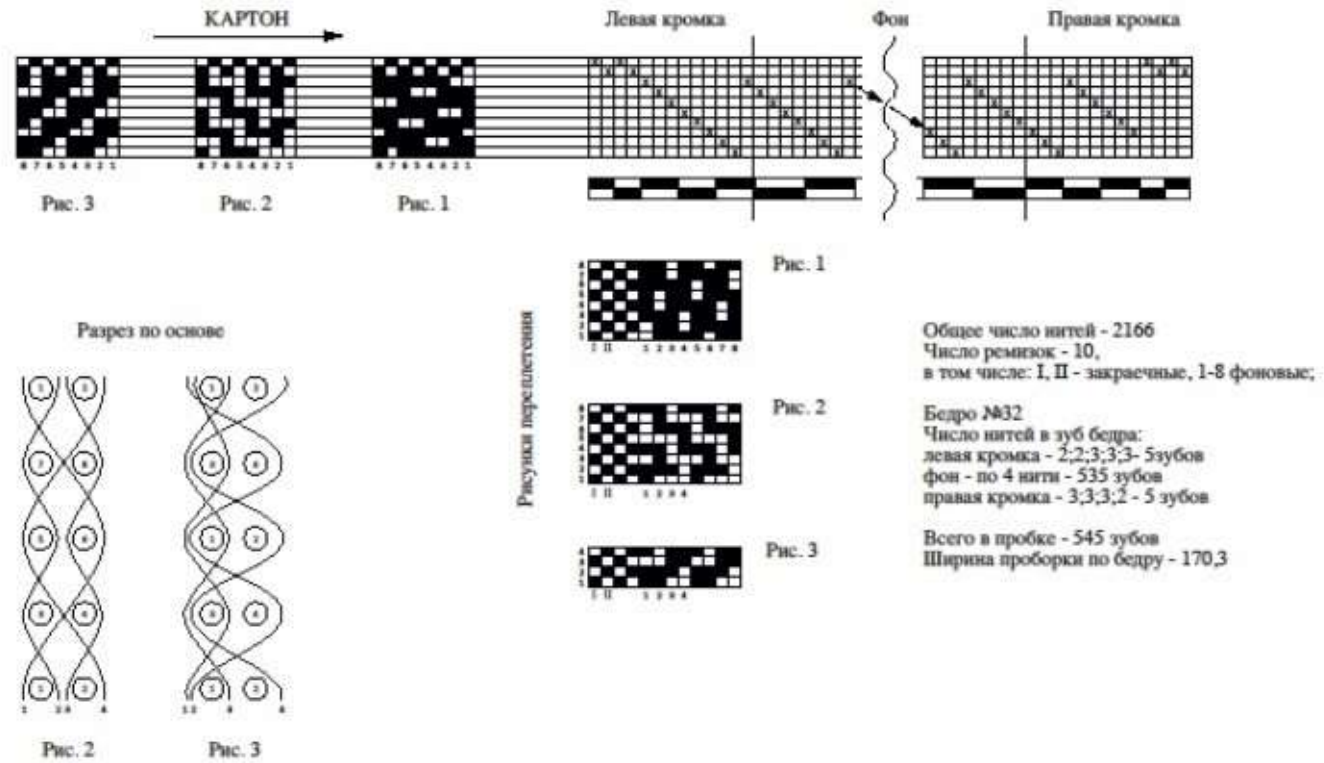


Рисунок 22



Заправочный расчёт и рисунки тканей разработаны применительно к оборудованию и наличию оснастки к нему на ОАО «Сукно» (г. Минск).

Таблица 52 - Заправочный расчет для выработки опытных образцов огнезащитных тканей

Характеристики ткани	Ассортимент тканей
Тип станка	СТБ-4 - 216
Ширина суровой ткани, см	154,2
Линейная плотность пряжи тк. "Пламя", текс (№) основа уток тк. "Огонь" основа уток	84 текс X 2 (11,9/2) 84 текс X 2 (11,9/2)  84 текс x 2 (11,9/2) 84 текс x 2 (11,9/2)
Состав пряжи по основе и утку: тк. "Огонь" тк. "Пламя"	НИТОКС- шерсть- Русар, НИТОКС-шерсть-Русар-капрон
Плотность ткани по основе, н/дм	140
Плотность ткани по утку, н/дм	устанавливается по факту
Число нитей в основе, всего, в том числе кромочных фон	2166 26 2140
Номер берда	32
Ширина проборки по берду, см	170,3
Число нитей в зуб берда: -фон - кромка	4 2;3;3;3;3
Количество зубов берда в проборке: всего фон кромка	545 535 10
Число ремизок в заправке, в том числе фон закрайки	8 2
Переплетение	рис. 1 - усиленный сатин рис. 2 - двухслойная рис. 3 - двухслойная
Процент уработки по утку, %	9,7
Процент уработки по основе, %	9,1
Масса основы в 100м ткани без угаров, кг	41,9-44,8
Масса утка в 100 м ткани без угаров, кг	39,4
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	520-537

### 5.3.2 Выработка в производственных условиях опытно-промышленной партии ткани

Для выработки опытных партий тканей была выбрана следующая цепочка оборудования:

- мотальная машина М 150-2 (СССР);
- ленточная сновальная машина Textima (ГДР);
- станок СТБ-180-4 (Россия);
- проборный станок ПСН (СССР);
- браковочная машина (СССР).

В ткацком производстве ЗАО "Сукно" проведены работы по подготовке к ткачеству опытной пряжи двух составов (таблица 45).

Перематывание крученой пряжи на бобины проводили на мотальных машинах М-150-2 в соответствии с расчетом ставки на сновальной машине.

Снование пряжи линейной плотности 154 текс проведено на ленточной сновальной машине Textima со шпулярником Ш-288.

Параметры снования:

- |   |   |      |
|---|---|------|
| - количество бобин в ставке шпулярника, шт. | - | 144  |
| - количество лент, шт.                      | - | 15   |
| - общее количество нитей                    | - | 2166 |
| - длина снования, м                         | - | 120  |

Обработка пряжи проведена методом холодного шлихтования препаратом ОМТ (Новополоцкий химзавод) при комнатной температуре на сновальной машине.

Состав эмульсии приведен в таблице 53.

Таблица 53 – Состав компонентов эмульсии ОМТ

Компоненты	Концентрация, %	Расход на 200 л, кг
ОМТ	10,0	20
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	5,0	10
вода	85,0	170
рН среды	6,5-7,0	

Режим приготовления эмульсии: в 100л воды добавляют борную кислоту и растворяют ее при перемешивании при  $T=70$  °С, затем добавляют расчетное количество препарата ОМТ, перемешивают и контролируют объем (200л).

Количество препарата, нанесенного на пряжу, составило 0,3 % веса.

Выработка опытных образцов ткани производилась на микрочелночном станке СТБ-4-216 с эксцентриковым зверообразовательным механизмом при скорости 185 об/мин. В процессе выработки для устранения неровноты пряжи по толщине и разнооттеночности по цвету использовался 4-х цветный уточный механизм.

При выработке опытных образцов ткани обрывность на ткацком станке не превышала производственного показателя и составила по основе 1,6 обр./м и по утку – 0,2 обр./м.

В процессах переработки пряжи на подготовительном и ткацком оборудовании наблюдалось пуховыделение и отложение пуха черного цвета на нитепроводящей гарнитуре и оснастке ткацкого станка.

В результате эксперимента выработаны (Приложение Г):

- ткань "Пламя" (1 рисунок) – 101,2 пог. м;
- ткань "Огонь" (1 рисунок) – 68,6 пог. м;
- ткань "Огонь" (2 рисунок) – 69,8 пог. м;
- ткань "Огонь" (3 рисунок) – 42,5 пог. м.

### 5.3.3 Анализ технологического процесса ткачества

На основании данных работы ткацкого станка при выработке опытных партий и анализа физико-механических показателей тканей составлен фактический заправочный расчет тканей (таблица 54). Показатели суровых тканей получены в ИЦ «ЦНИХБИ» (Приложение Г).

Таблица 54 – Фактический заправочный расчет выработки тканей нового ассортимента

Наименование показателей	Значение показателей пряжи для ткани			
	"П" образец 038	"О" образец 039	"О" образец 040	"О" образец 041
Ширина суровой ткани, см	165	162	160	158
Линейная плотность пряжи, Т (Nm) основа уток	83,4 текс x 2 (12/2) 80,1 текс x 2 (12,5/2)	78,9 текс x 2 (1,7/2) 82,8 текс x 2 (12,1/2)	75,7 текс x 2 (13,2/2) 75,1 текс x 2 (13,3/2)	77,5 текс x 2 (12,9/2) 73,5 текс x 2 (13,6/2)
Плотность нитей по основе, н/10 см	136	134	137	135
Плотность нитей по утку, н/10 см	150	152	155	132
Уработка по основе, %	14,3	12,3	12,7	12,0
Уработка по утку, %	4,7	5,0	5,0	7,0
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	534	496	509,8	457
Переплетение, %	Усиленный сатин рисунок 22 (1)		Двухслойная ткань рисунок 22(2); рисунок 22(3)	

На основании данных таблицы можно сделать вывод о том, что линейная плотность пряжи представленных сырьевых составов в процессе ткачества на станке СТБ практически не изменяется, что свидетельствует о том, что в процессе шлихтования обеспечивается требуемая компактность пряжи.

В тканях предложенных рисунков уработка пряжи на станке СТБ-4-180 по основе превышает расчетную, а общая уработка пряжи в тканях соответствует расчетной.

Результаты стандартных физико-механических показателей опытных образцов тканей приведены в таблице 55.

Таблица 55 – Физико-механические показатели опытной суровой ткани

Наименование показателя	Номер опытного образца тканей			
	038 «П»	039 «О»	040 «О»	041 «О»
1	2	3	4	5
Ширина, см	165	162	160	158

## Окончание таблицы 55

1	2	3	4	5
Поверхностная плотность, г/см <sup>2</sup>	534	496	510	457
Масса нитей в образце 20x20 см, г				
основа	10,554	9,631	9,680	9,829
уток	11,037	10,851	10,610	8,833
Удлинение при разрыве, %				
- основа	17,7	15,2	13,7	15,2
- уток	9,2	8,2	8,3	8,3
Коэффициент вариации по удлинению, %				
основа	1,2	1,0	2,3	3,1
уток	2,8	1,8	2,5	0,1
Разрывная нагрузка, Н (кгс)				
основа	1138 (116)	1075 (110)	1000 (102)	1115 (114)
уток	1230 (125)	1215 (124)	1116 (114)	955 (97)
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %				
основа	1,3	5,6	3,2	15,2
уток	1,6	3,1	7,1	8,3

Анализ данных таблицы 55 свидетельствует о том, что по показателям разрывной нагрузки разработанные образцы тканей (обр. 038 и 039) превосходят требования к тканям указанного назначения (102-122 кгс по основе, 92-122 кгс по утку), по показателю поверхностной плотности - соответствуют этим требованиям (не менее 250 г/м<sup>2</sup>).

Проведен анализ специальных свойств разработанных образцов тканей. В таблице 56 приведены значения механических показателей новых тканей.

Таблица 56 – Значения специальных показателей тканей

Наименование показателя	Номер опытного образца тканей				
	038 «П»	039 «О»	040 «О»	041 «О»	требования ТЗ
1	2	3	4	5	6
Раздирающая нагрузка, кгс					
- основа	14,4	14,9	18,8	14,6	10,2-12,2
- уток	19,9	21,1	18,2	14,0	10,2-13,2
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> с)	105	126	310	162	не менее 40
Стойкость к истиранию по сукну, циклы	25248	13043	9774	10576	не менее 1500-2000
Стойкость к истиранию, циклы	25248	13043	9774	10576	1500-2000

## Окончание таблицы 56

1	2	3	4	5	6
Изменение размеров ткани в горячем воздухе, %					
- основа	-2,0	-1,0	-1,5	-0,5	± 2,0
- уток	-0,0	-0,5	-1,0	-1,0	± 2,0
Стойкость к прожиганию, с	-	-	55,2	-	не менее 50-100
Кислородный индекс	25,7	27,7	28,1	28,8	36

Сравнительный анализ специальных свойств опытных образцов суровой ткани с требованиями ТЗ показал, что созданный ассортимент тканей по показателю прочности при раздире превышает аналогичный показатель требований на 15-35%. Ткани обладают очень высокой стойкостью к истиранию по сукну (10000-25000 циклов). Показатель стойкости к прожиганию суровой ткани соответствует требованиям ТЗ.

Термические свойства волокон сырьевого состава тканей нового ассортимента обеспечивают изменение размеров ткани в горячем воздухе в пределах указанных ТЗ.

Другие специальные показатели - жесткость, удельное электрическое сопротивление, гигроскопичность, кислородный индекс, огнестойкость - дополнительно будут определены после заключительной отделки тканей.

Составлены технологические режимы производства огнезащитных суровых тканей с использованием отечественных термостойких волокон в смеси с натуральным волокном для освоения разработанного ассортимента тканей (Приложение Г).

#### 5.4 Разработка технологии отделки ткани с огнезащитными свойствами

##### 5.4.1 Выбор и обоснование технологической цепочки для подготовки и отделки тканей с использованием огнестойких волокон

Как было отмечено в разделе 5.3.3, выработанные в производственных условиях ОАО «Сукно» (г. Минск, Республика Беларусь) четыре суровых образца

опытной ткани: 038, 039, 040 и 041 предварительно были испытаны на огнезащитные свойства по показателям кислородный индекс (ГОСТ 12.1-044-89, ИСО 4589-84, п. 4.14) [78] и огнестойкость (ГОСТ 11209-85) [11]. Определение кислородного индекса было проведено Испытательным центром ЗАО «Курскрезинотехника». Протокол испытаний №64 от 30.07.08г. прилагается (Приложение Г). Согласно ГОСТ 11209-85 элементарную пробу ткани размером 50x200мм выдерживали в открытом пламени в течение 30 с и определяли остаточное горение и остаточное тление. Огнезащитной считается ткань, которая после удаления из пламени не горит и не тлеет, кроме того при проведении лабораторных исследований измеряли высоту обугливания образца.

Результаты определения огнезащитных свойств суровых образцов опытно-промышленной партии ткани представлены в таблице 57.

Таблица 57 – Огнезащитные свойства суровых образцов опытной ткани

Номер опытного образца	Огнестойкость		Высота обугливания, мм	Кислородный индекс, %
	Остаточное горение, с	Остаточное тление, с		
038 «Пламя»	60	3	200	25,7
039 «Огонь»	45	1	190	27,7
040 «Огонь»	5	отсутствует	85	28,1
041 «Огонь»	10	отсутствует	75	28,8

Анализ данных, представленных в таблице 57, показывает, что новые ткани, выработанные с вложением огнестойких волокон, не обладают достаточной огнестойкостью, особенно образцы 038 и 039 с сатиновым переплетением. Показатель кислородного индекса колеблется в пределах 25,7-28,8% (при норме не менее 28%), причем данный показатель для пряжи из трёхкомпонентной смеси (образцы 039, 040, 041) составляет 30,6%, а для пряжи из четырёхкомпонентной смеси (образец 038) – 31,6% (таблица 51). Таким образом, для получения огнезащитных свойств требуется дополнительная отделка тканей специальными препаратами.

Предварительные эксперименты, проведенные с четырёхкомпонентной и трёхкомпонентной пряжей с вложением шерстяного сурового волокна, показали, что промывка улучшает огнестойкость.

На основании анализа отделочного оборудования, имеющегося на ОАО «Сукно» (г. Минск, Республика Беларусь), была выбрана технологическая цепочка для обработки тканей, содержащих огнестойкие волокна:

- промывка и сушка;
- стрижка;
- отделка огнезащитным препаратом;
- заключительная декатировка для получения гладкой поверхности и качества ткани.

#### 5.4.2 Исследование технологии огнезащитной отделки тканей в лабораторных условиях

С целью улучшения эксплуатационных свойств проводили промывку опытных образцов тканей по следующему режиму.

- Обработка в промывном растворе, содержащем:

Смачиватель ЭМАП (ООО «НПФ «Траверс», г. Москва)	5 г/л
Комплексообразователь Фиолент (ООО «НПФ «Траверс», г. Москва)	2 г/л
Температура промывки	50°C
Длительность промывки	30 мин
Модуль ванны	1:40

- Последующая промывка тёплой водой (40°C) – 3 раза по 10 мин.

- Сушка образцов на воздухе при комнатной температуре.

После промывки структура тканей визуально практически не изменилась, образцы имеют мягкий гриф.

В таблице 58 приведены результаты определения огнезащитных свойств промытых образцов опытной ткани по огнестойкости и по высоте обугливания элементарной пробы (время контакта с пламенем 30 с).



Таблица 58 – Огнезащитные свойства промытых образцов опытной ткани

Номер опытного образца	Огнестойкость		Высота обугливания, мм
	Остаточное горение, с	Остаточное тление, с	
038 «Пламя»	10	Отсутствует	95
039 «Огонь»	7	Отсутствует	90
040 «Огонь»	Отсутствует	Отсутствует	55
041 «Огонь»	Отсутствует	Отсутствует	60

Как видно из таблицы 58, предварительная промывка ткани позволяет улучшить огнезащитные свойства по сравнению с суровой тканью за счет удаления в процессе промывки авиважных препаратов, шлихты и примесей, содержащихся в суровой шерсти. Однако, принимая во внимание значительное обугливание образцов, для достижения требуемых огнезащитных свойств необходима отделка огнестойкими препаратами. В качестве таких препаратов были выбраны четыре антипирена различного типа, которые используются в промышленности: Рукофлам NAF, Афлатекс S, Фогинол-2, Афламит® П1. Первые три препарата рекомендуются для непрерывных способов обработки, четвертый – для периодического способа.

Ниже приведена характеристика выбранных препаратов.

Рукофлам NAF – препарат фирмы Рудольф (Германия), комбинация неорганических солей, кристаллический порошок, растворимый в холодной воде. Препарат имеет слабокислую реакцию и предназначен для отделки целлюлозных, шерстяных материалов и их смесей. При отделке этим препаратом термообработки не требуется. Препарат обеспечивает мягкий гриф ткани и огнезащитные свойства, устойчивые к химчистке и не устойчивые к стиркам.

Афлатекс S – препарат фирмы Prochimica Novarese (Италия), представляет собой смесь органических и неорганических солей, бесцветная жидкость, анионоактивный, рН 5%-го раствора  $7 \pm 0,5$ , легко растворяется в холодной воде. Препарат предназначен для огнезащитной отделки всех типов волокон, совместим с анионными и неионогенными смачивателями, стабилен в растворе

электролитов. Препарат обеспечивает огнезащитные свойства, устойчивые к химической чистке, но не устойчивые к мокрым обработкам.

Фогинол-2 – препарат нового поколения ООО «НПФ «Траверс», г. Москва, предназначен для придания эффекта огнезащиты текстильным материалам из целлюлозных волокон и их смесей с синтетическими, представляет собой смесь водорастворимых фосфорсодержащих соединений, прозрачная, бесцветная жидкость без запаха, хорошо растворяется в холодной воде. Препарат обеспечивает огнезащитные свойства, устойчивые к химчистке. Для обеспечения устойчивости огнезащитных свойств к стирке необходима операция термофиксации при температуре 160-170°C, что в данном случае осуществлять не целесообразно, так как ткани содержат шерстяное волокно, которое неустойчиво к действиям повышенных температур.

Указанные препараты позволяют получить приемлемые показатели огнезащиты без выделения экологически вредных продуктов.

Афламит® TI – препарат фирмы Thor GmbH для огнестойкой отделки шерсти, соль  $K_2TiF_6$ , белый порошок, хорошо растворяется в горячей мягкой воде, морозоустойчив, срок хранения 2 года в закрытой таре при нормальной температуре. Данный препарат один из немногих, который обеспечивает огнезащитные свойства не только после химчистки, но и после стирок.

Афламит® TI – токсичный продукт. Однако обработанные им текстильные материалы не представляют опасности в процессе эксплуатации.

Для выбранных огнезащитных препаратов в лабораторных условиях были проработаны рецептуры и режим обработки предварительно промытых образцов тканей с учётом отделочного оборудования, имеющегося на предприятии ОАО «Сукно» (г. Минск, Республика Беларусь).

Для препаратов Рукофлам NAF, Афлатекс S, Фогинол-2 был выбран следующий режим:

- двукратная пропитка раствором препарата на лабораторной плюсовке, продолжительность однократного выдерживания в растворе 30 с, отжим 100%;

- сушка в сушильном шкафу при 110-150 °С до полного высыхания. Температура сушки 150 °С была апробирована с учётом режима сушки тяжелых шерстяных тканей на ОАО «Сукно» (г. Минск, Республика Беларусь).

Рецептуры аппретирующих растворов представлены в таблице 59.

Таблица 59 – Рецептуры аппретирующих растворов

Наименование препарата	Концентрация, г/л	рН пропиточной ванны
Рукофлам NAF	150	4-5
	200	4-5
	200 с добавлением смачивателя ЭМАП - 5	4-5
Афлатекс S	400	6-7
	600	6-7
Фогинол-2	400	6-7
	500	6-7
	600	6-7

Обработка препаратом Афламит® П1 осуществлялась методом выбирания по следующему режиму. Образцы обрабатывались в течение 45 мин при модуле 1:30 и температуре 70 °С в ванне следующего состава:

- препарат	6% от веса обрабатываемых тканей
- концентрированная соляная кислота (37,5%-ная)	10% от веса обрабатываемых тканей
- комплексообразователь Фиолент	2 г/л
- рН ванны	2-2,5

После обработки следовала промывка холодной водой, отжим, сушка при температуре 110 °С до полного высыхания. Следует отметить, что препарат Афламит® П1 плохо растворяется в воде комнатной температуры (20°С), поэтому порошок растворяли при температуре 40°С и повышали температуру обработки до 70°С.

Образцы тканей, обработанных препаратом Афламит® П1, проверяли на огнестойкость как до стирки, так и после пяти ручных стирок, которые осуществлялись по следующему режиму:

- обработка моющим раствором, содержащим стиральный порошок 3 г/л.

Температура стирки 40°C, время обработки 30 мин, модуль ванны 1:30;

- полоскание тёплой водой 2 раза по 30 с;

- полоскание холодной водой 30 с;

- сушка на воздухе.

Огнезащитные свойства опытных образцов тканей, обработанных препаратами Рукофлам NAF, Афлатекс S, Фогинол-2 и Афламит® П1 в лабораторных условиях, оценивали, как по показателю огнестойкости, так и по высоте обугливания образца. Полученные результаты представлены в таблицах 60-63 и на рисунках 23-26.

Таблица 60 – Огнезащитные свойства опытных образцов тканей, обработанных препаратом Рукофлам NAF

№ опытного образца	Концентрация препарата, г/л	Огнестойкость		Высота обугливания, мм	
		остаточное горение, с	остаточное тление, с	без отделки	с отделкой
038 «Пламя»	150	отсутствует	отсутствует	95	65
	200	отсутствует	отсутствует	95	60
	200 с добавлением смачивателя ЭМАП – 5	отсутствует	отсутствует	95	50
039 «Огонь»	150	отсутствует	отсутствует	90	45
	200	отсутствует	отсутствует	90	40
	200 с добавлением смачивателя ЭМАП – 5	отсутствует	отсутствует	90	35
040 «Огонь»	150	отсутствует	отсутствует	55	50
	200	отсутствует	отсутствует	55	35
	200 с добавлением смачивателя ЭМАП – 5	отсутствует	отсутствует	55	30
041 «Огонь»	150	отсутствует	отсутствует	60	55
	200	отсутствует	отсутствует	60	50
	200 с добавлением смачивателя ЭМАП – 5	отсутствует	отсутствует	60	45

Таблица 61 – Огнезащитные свойства опытных образцов тканей, обработанных препаратом Афлатекс S

№ опытного образца	Концентрация препарата, г/л	Огнестойкость		Высота обугливания, мм	
		остаточное горение, с	остаточное тление, с	без отделки	с отделкой
038 «Пламя»	400	отсутствует	отсутствует	95	70
	600	отсутствует	отсутствует	95	60
039 «Огонь»	400	отсутствует	отсутствует	90	65
	600	отсутствует	отсутствует	90	60
040 «Огонь»	400	отсутствует	отсутствует	55	50
	600	отсутствует	отсутствует	55	45
041 «Огонь»	400	отсутствует	отсутствует	60	50
	600	отсутствует	отсутствует	60	45

Таблица 62 – Огнезащитные свойства опытных образцов тканей, обработанных препаратом Фогинол-2

№ опытного образца	Концентрация препарата, г/л	Огнестойкость		Высота обугливания, мм	
		остаточное горение, с	остаточное тление, с	без отделки	с отделкой
038 «Пламя»	400	3	отсутствует	95	70
	500	отсутствует	отсутствует	95	65
	600	отсутствует	отсутствует	95	60
039 «Огонь»	400	отсутствует	отсутствует	90	65
	500	отсутствует	отсутствует	90	62
	600	отсутствует	отсутствует	90	58
040 «Огонь»	400	отсутствует	отсутствует	55	50
	500	отсутствует	отсутствует	55	45
	600	отсутствует	отсутствует	55	40
041 «Огонь»	400	отсутствует	отсутствует	60	55
	500	отсутствует	отсутствует	60	55
	600	отсутствует	отсутствует	60	50

Таблица 63 – Огнезащитные свойства опытных образцов тканей, обработанных препаратом Афламит® ТІ

№ опытного образца	Огнестойкость				Высота обугливания, мм		
	Остаточное горение, с		Остаточное тление, с		без отделки	с отделкой	с отделкой после 5 стирок
	до стирки	после 5 стирок	до стирки	после 5 стирок			
038 «Пламя»	8	56	отсут.	отсут.	95	80	90
039 «Огонь»	отсут.	2	отсут.	отсут.	90	45	60
040 «Огонь»	отсут.	1	отсут.	отсут.	55	45	50
041 «Огонь»	отсут.	1	отсут.	отсут.	60	50	55

Анализ данных, представленных в таблицах 60-63 и на рисунках 23-26, свидетельствует о том, что после обработки испытанными препаратами ткани приобретают огнезащитные свойства – отсутствует остаточное горение и остаточное тление при выносе образца из пламени, уменьшается степень обугливания.

На основании лабораторных исследований для отделки выработанной опытно-промышленной партии ткани в производственных условиях был выбран препарат Рукофлам NAF, который обеспечивает наилучшие стабильные результаты. Обработанные образцы не горят и не тлеют при выносе из пламени и меньше обугливаются. Применение данного препарата в концентрации 200 г/л позволяет получить огнестойкость, устойчивую к химчистке. Для улучшения смачиваемости рекомендуется вводить в пропиточную ванну смачиватель ЭМАП в концентрации 5 г/л.

Наихудшие результаты были получены с препаратом Афламит® ТІ на двух образцах: 038 «Пламя» и 039 «Огонь» (таблица 63). Однако в отличие от других испытанных препаратов Афламит® ТІ придаёт тканям огнезащитные свойства, устойчивые к стиркам, и может быть рекомендован для использования в тех случаях, когда требуется данный показатель.

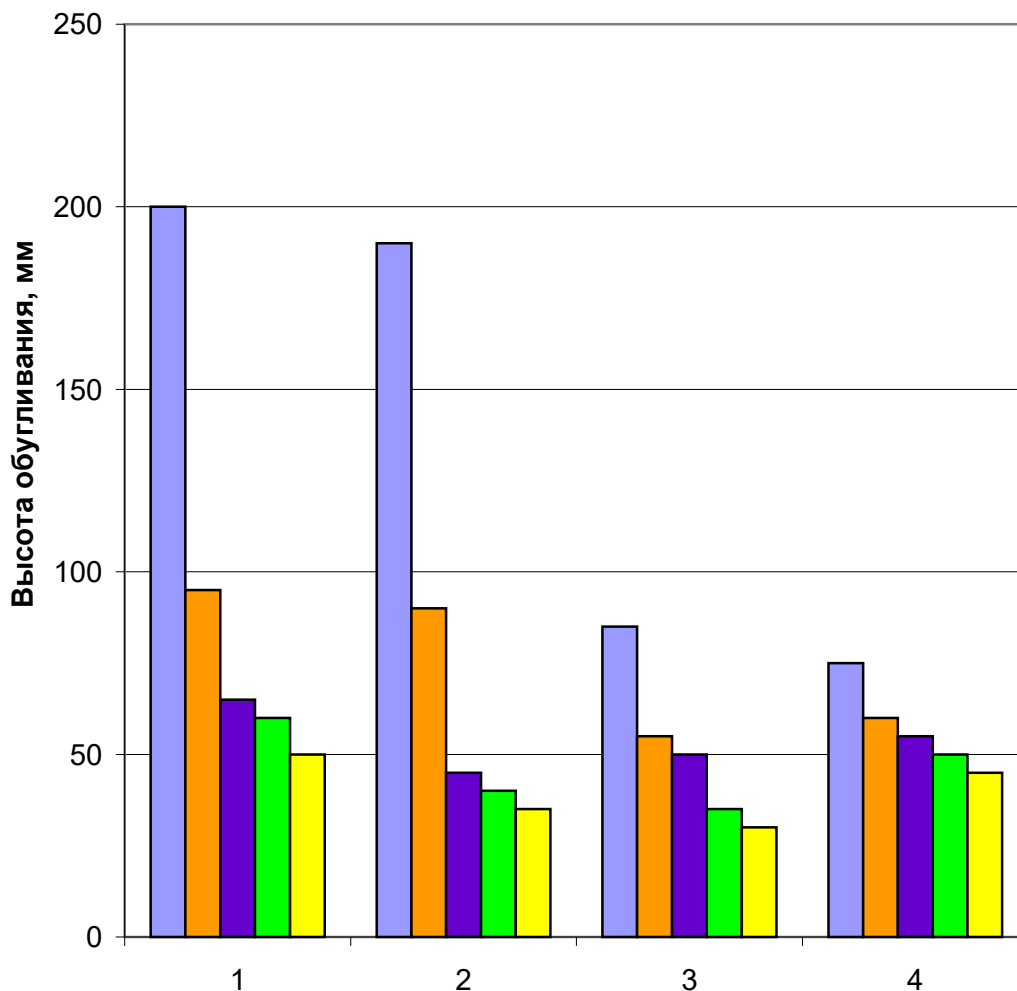


Рисунок 23 – Зависимость высоты обугливания образца от концентрации препарата Рукофлам NAF

**1 - образец №038 "Пламя"; 2 - образец №039 "Огонь"; 3- образец №040 "Огонь"; 4 - образец №041 "Огонь"**

■ - суровый образец

■ - промытый образец

■ - образец с отделкой (концентрация препарата 150 г/л)

■ - образец с отделкой (концентрация препарата 200 г/л)

■ - образец с отделкой (концентрация препарата 200 г/л с добавлением смачивателя ЭМАП 5 г/л)

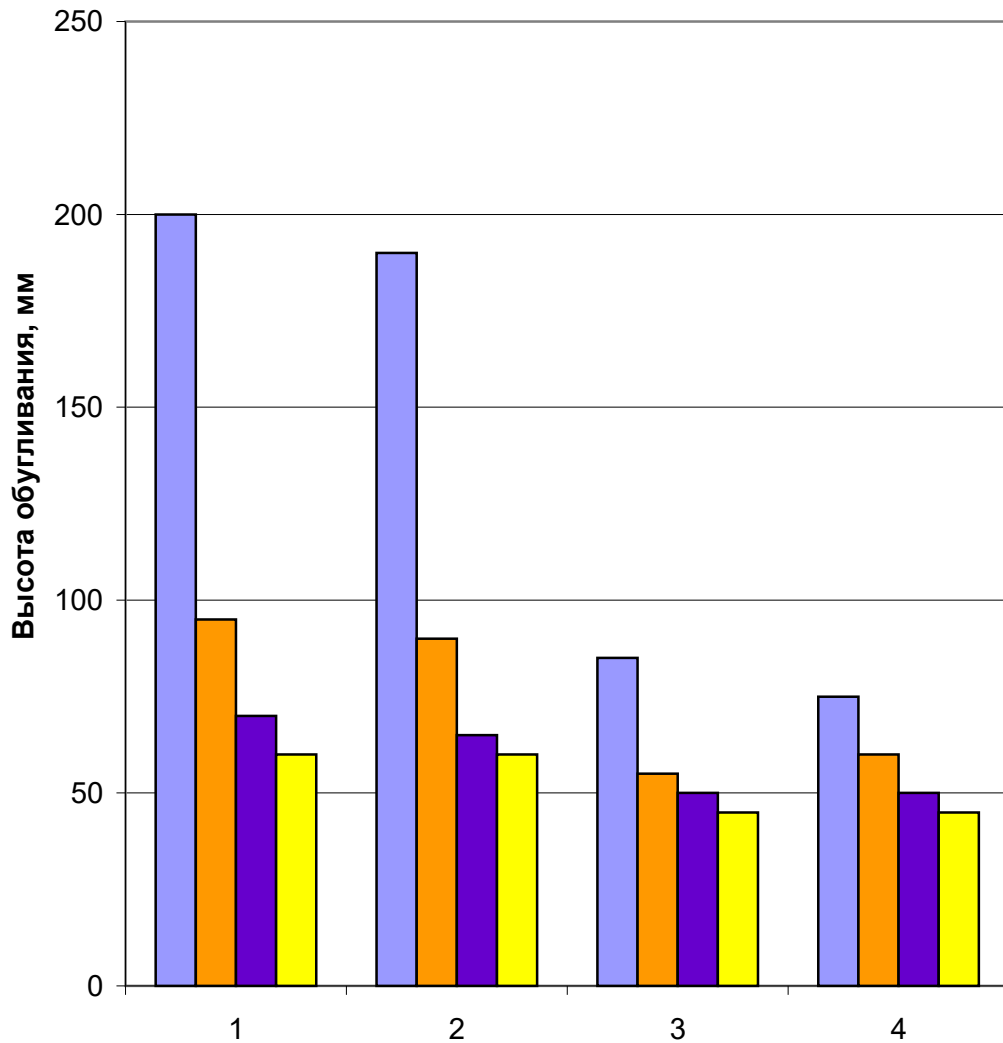


Рисунок 24 – Зависимость высоты обугливания образца от концентрации препарата Афлатекс S

**1 - образец №038 "Пламя"; 2 - образец №039 "Огонь"; 3 - образец №040 "Огонь"; 4 - образец №041 "Огонь"**

- - суровый образец
- - промытый образец
- - образец с отделкой (концентрация препарата 400 г/л)
- - образец с отделкой (концентрация препарата 600 г/л)



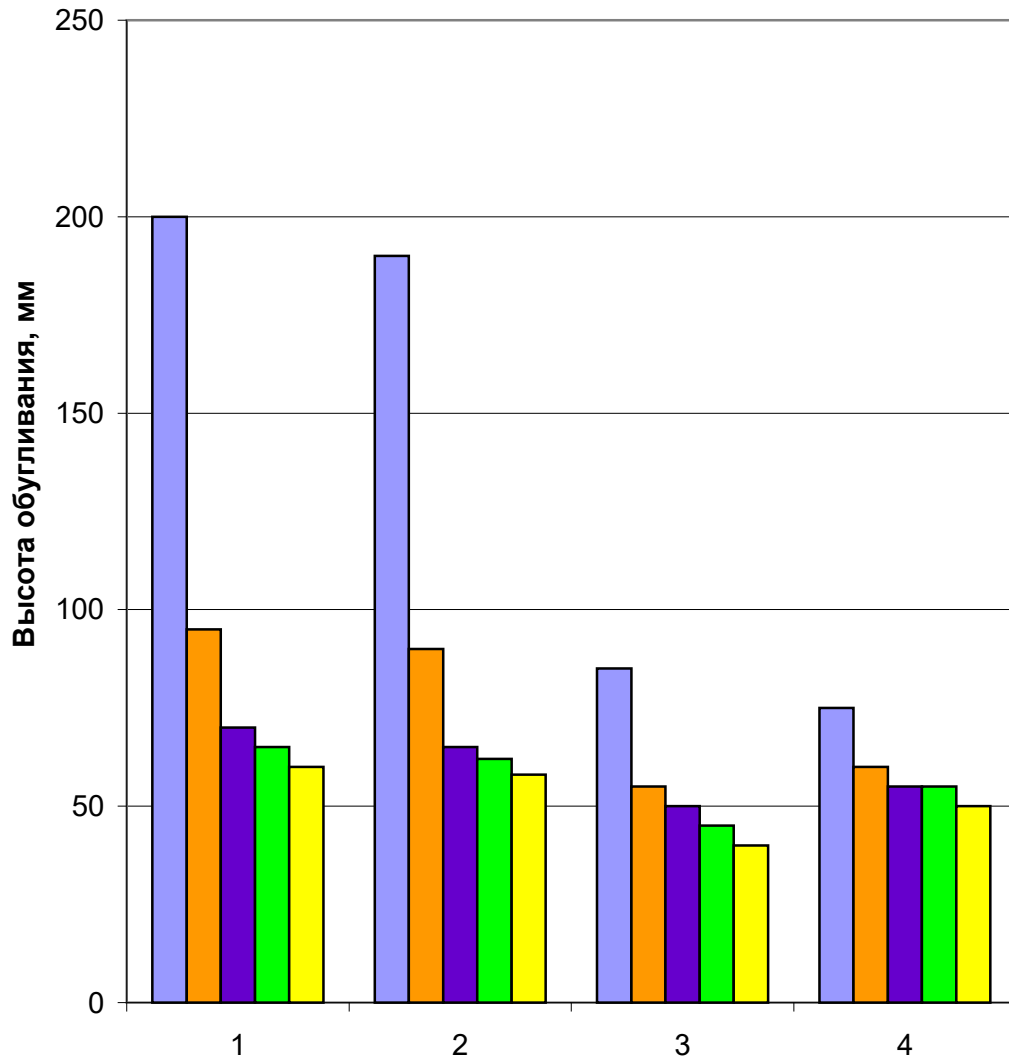


Рисунок25 – Зависимость высоты обугливания образца от концентрации препарата Фогинол-2

1 - образец №038 "Пламя"; 2 - образец №039 "Огонь"; 3 - образец №040 "Огонь"; 4 - образец №041 "Огонь"

- - суровый образец
- - промытый образец
- - образец с отделкой (концентрация препарата 400 г/л)
- - образец с отделкой (концентрация препарата 500 г/л)
- - образец с отделкой (концентрация препарата 600 г/л)

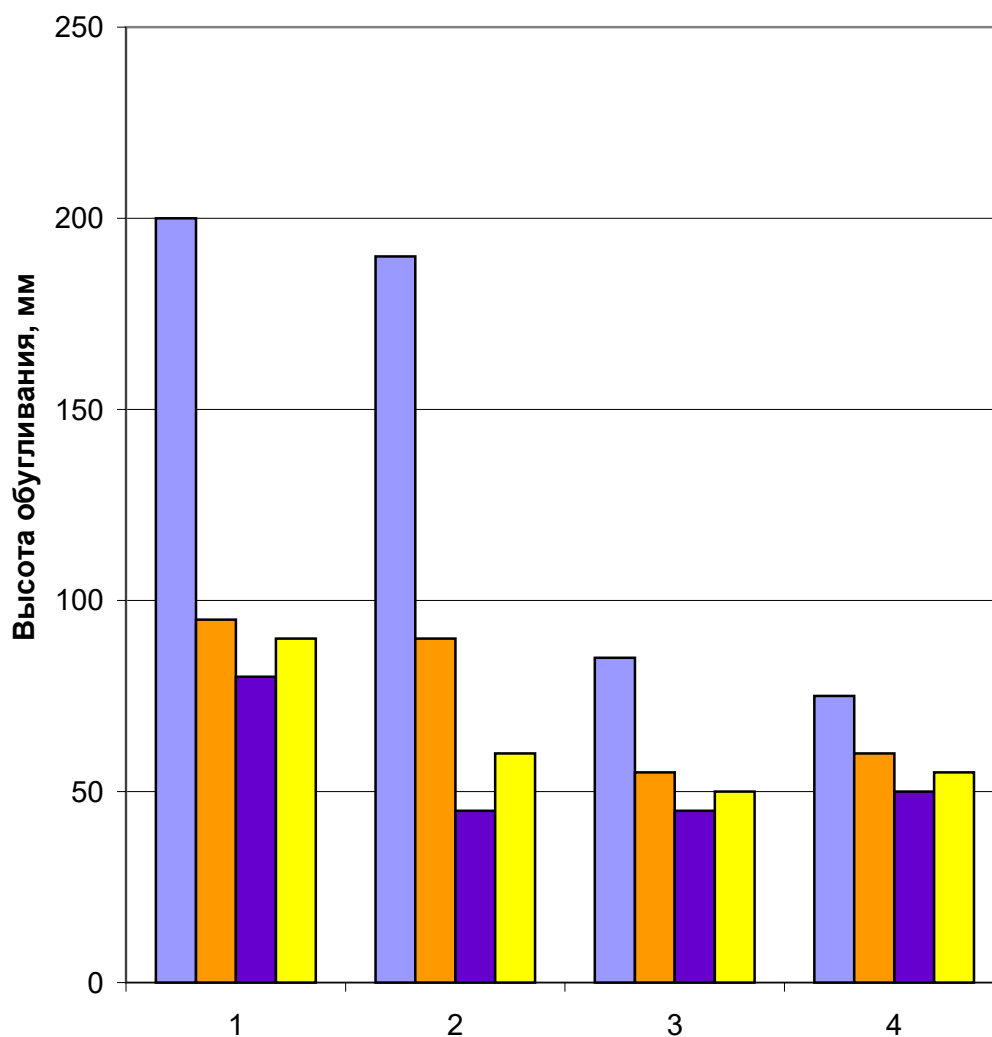


Рисунок 26 – Зависимость высоты обугливания образца от обработки препаратом Афламит® TI

1 - образец №038 "Пламя"; 2 - образец №039 "Огонь"; 3 - образец №040 "Огонь"; 4 - образец №041 "Огонь"

■ - суровый образец

■ - образец с отделкой

■ - промытый образец

■ - образец с отделкой после 5 стирок

Принимая во внимание, что ткань, отделанная огнезащитным препаратом, будет подвергаться заключительной декатировке, в лабораторных условиях проводилось двухстороннее мокрое глажение образцов тканей, отделанных препаратом Рукофлам NAF, имитирующее обработку на декатировочном каландре, с последующим определением огнестойкости. Было установлено, что такая обработка не изменяет огнезащитные свойства ткани и способствует улучшению гладкости поверхности.

На основании проделанной работы был разработан следующий технологический режим отделки опытно-промышленной партии огнестойких тканей на ОАО «Сукно» (г. Минск, Республика Беларусь):

- промывка суровой ткани с использованием смачивателя ЭМАП в количестве 5 г/л и комплексообразователя Фиолент в количестве 2 г/л с последующей сушкой;
- стрижка;
- пропитка раствором препарата Рукофлам NAF в концентрации 200г/л с добавлением смачивателя ЭМАП 5 г/л и последующая сушка;
- обработка на заключительном декатире.

#### 5.4.3 Отделка выработанной опытно-промышленной партии ткани в производственных условиях

В условиях производства ОАО «Сукно» (г. Минск, Республика Беларусь) проведена огнезащитная отделка тканей, выработанных из натуральных и химических огнестойких волокон. Акты по отделке опытно-промышленной партии ткани прилагаются (Приложение Г).

Обработка ткани осуществлялась по следующей технологической цепочке.

1. Подбор суровья в партию по 4 куска.
2. Промывка на линии для промывки и нейтрализации ткани ЛПН-180Ш. В первые две промывные коробки были введены: смачиватель ЭМАП с концентрацией раствора 7,0 и 5,0 г/л соответственно и комплексообразователь Фиолент концентрацией по 2,0 г/л в каждую коробку.

Температура раствора в 1-й коробке - 45°C, во 2-й - 30°C. В 3-й коробке ткань промывалась водой при температуре 20°C, в 4-й и 5-й коробках ткань обрабатывалась в растворе нашатырного спирта. В последующих четырёх коробках ткань промывалась холодной водой.

3. Сушка на сушильно-ширильной машине ф. «Текстима» № 5. Ширина разводки цепей 162 см. Скорость движения ткани – 10 м/мин. Температура в сушильных камерах: в 1-й - 120°C, во 2-й - 130°C, в 3-й - 110°C, в 4-й - 130°C, в 5-й - 120°C, в 6-й - 130°C, в 7-й - 130°C. Ширина ткани перед сушкой 155-159 см, после сушки 160-162 см.

4. Стрижка на трёхцилиндровой стригальной машине ф. «Текстима» лицевой поверхности ткани два прохода, скорость движения ткани 20 м/мин. Высота установки стригальных цилиндров один шаблон.

5. Чистка ткани вручную от крупной костры.

6. Очистка на чистильной машине ЧМЗ-180Ш с острым паром.

7. Огнестойкая отделка на сушильно-ширильной машине ф. «Текстима» №5. Скорость обработки 8 м/мин. Пропитка в плюсовке без подогрева раствором, содержащим Рукофлам NAF с концентрацией 200-230 г/л и смачиватель ЭМАП 5 г/л. Температура в сушильных камерах: в 1-й - 130°C, во 2-й - 115°C, в 3-й - 130°C, в 4-й - 140°C, в 5-й - 140°C, в 6-й - 130°C, в 7-й - 140°C. Ширина разводки цепей 162 см. Ширина ткани на выходе 162 см.

8. Заключительная декатировка на декатирах ф. «Текстима» по четыре куска в заправке, по режиму: пропарка – 10 мин, расхолодка – 10 мин.

9. Разбраковка готовой ткани, промер, маркировка и упаковка.

Образцы тканей, отделанных по указанному выше технологическому режиму, имеют приятный наполненный эластичный гриф, меньше пылят в процессе эксплуатации.

Испытания проводились по показателям:

1. Огнестойкость по ГОСТ 11209-85 [11].
2. Стойкость к прожиганию по ГОСТ 12.4.184-97 [5].
3. Значение кислородного индекса по ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) [78].

4. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100<sup>0</sup>С поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление пакета (в 2 слоя ткани) по ГОСТ 20489-75 [109].
5. Удельное поверхностное электрическое сопротивление по ГОСТ 19616-74 [110].
6. Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> (в 2 слоя ткани) по ГОСТ 12.4.074-79 [111].
7. Устойчивость к брызгам расплавленного металла по ГОСТ Р 9185-2007 (ИСО 9150) «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная. Методы испытания материала при воздействии брызг расплавленного металла», гармонизированный со стандартом ИСО 9150 [12].

Качество отделанных тканей оценивали с точки зрения огнезащитных свойств (огнестойкости, кислородного индекса, стойкости к прожиганию, стойкости к воздействию брызг расплавленного металла), физико-механических, физико-химических и гигиенических показателей, которые представлены в таблице 64 в сравнении с показателями суровых тканей. Физико-механические, физико-химические и гигиенические показатели тканей были определены испытательным центром «ЦНИХБИ» (Приложение Г). Удельное поверхностное электрическое сопротивление было определено «Центром испытаний материалов и изделий» (ЦИМИ). Огнестойкость и стойкость к воздействию брызг расплавленного металла были определены ОАО «ЦНИИШП». Испытания на кислородный индекс проведены Испытательным Центром ЗАО «Курскрезинотехника». Стойкость к прожиганию определена в Испытательном центре Сергиево-Посадского филиала ФГУ «Менделеевский ЦСМ». Протоколы всех перечисленных испытаний приведены в Приложении Г.

Требования к готовой огнезащитной ткани для сварщиков и металлургов (ГОСТ 12.4.105-81, ГОСТ 12.4.221-2002) [6,27], а также по разработанным ТЗ, приведены в таблице 65.

Таблица 64 – Физико-механические, физико-химические, гигиенические и огнезащитные показатели образцов опытно-промышленной партии тканей

Наименование показателей	Данные испытаний							
	Образец 038 «Пламя-К»		Образец 039 «Огонь-С»		Образец 040 «Огонь-Д»		Образец 041 «Огонь-А»	
	суровая	готовая	суровая	готовая	суровая	готовая	суровая	готовая
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ширина ткани с кромками, см	165,0	160,2	162,0	160,6	160,0	159,8	158,0	160,0
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	534,0	551,5	496,0	563,8	510,0	549,1	457,0	521,5
Число нитей на 10 см:								
- основа	136	135	134	139	137	135	135	135
- уток	150	144	152	145	155	147	132	122
Разрывная нагрузка, Н (кгс)								
- основа	1138 (116)	1238 (126,3)	1075 (109,7)	1298 (132,4)	1000 (102,0)	1248 (127,3)	1115 (113,8)	1191 (121,5)
- уток	1230 (125,5)	1281 (130,7)	1215 (124,0)	1367 (139,5)	1116 (113,9)	1146 (116,9)	955 (97,4)	1169 (119,3)
Удлинение при разрыве, %								
- основа	17,7	12,3	15,2	11,0	13,7	10,3	15,2	11,8
- уток	9,2	8,7	8,2	9,4	8,3	8,3	8,3	8,4
Раздирающая нагрузка, Н (кгс)								
- основа	141,1(14,4)	125,4 (12,8)	146 (14,9)	130,3 (13,3)	184,2 (18,8)	190,1(19,4)	143 (14,6)	113,7 (11,6)
- уток	195,0 (19,9)	164,6 (16,8)	206 (21,1)	171,5 (17,5)	178,4 (18,2)	171,5 (17,5)	137,2 (14,0)	140,1 (14,3)
Стойкость к истиранию, циклы по ГОСТ9913-90	25248	Более 28000	13043	20670	9774	13267	10576	13632
Изменение размеров ткани в горячем воздухе, %								
- основа	- 2,0	- 2,7	- 1,0	- 1,5	- 1,5	- 3,7	- 0,5	- 1,2
- уток	- 0,0	- 2,2	- 0,5	- 1,2	- 1,0	- 2,3	- 1,0	- 0,7

Продолжение таблицы 64

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$	105,0	57,1	126,0	71,8	310,0	153,0	162,0	106,0
Гигроскопичность, %	11,6	12,1	12,1	14,4	12,5	12,8	11,5	13,0
Огнестойкость (контакт с пламенем в течение 30 с) - остаточное горение, с - остаточное тление, с	45 отсутствует	отсутствует отсутствует	40 отсутствует	Отсутствует Отсутствует	Отсутствует Отсутствует	Отсутствует Отсутствует	10 Отсутствует	Отсутствует Отсутствует
Кислородный индекс, %	25,7	31,2	27,7	36,2	28,1	39,6	28,8	39,7
Стойкость к прожиганию, с	-	63,3	-	59,7	55,2	79,3	-	-
Стойкость к воздействию брызг расплавленного металла, количество капель (среднее значение) - основа - уток	- - -	28 27	- -	21 18	- -	16 18	- -	17 15
Примечание	В процессе испытания происходит прилипание капель расплавленного металла к поверхности пробы. Проба обугливается с лицевой и изнаночной стороны.							
Жесткость при изгибе, консольный бесконтактный метод, $\text{мкНхсм}^2$ - основа - уток	115780 90860	49900 131760	115380 71680	75308 204160	65700 367750	154170 139650	93880 65235	123930 256830
Удельное поверхностное электрическое сопротивление, ом	$6,2 \times 10^{12}$	$2,0 \times 10^{12}$	-	-	$3,3 \times 10^{13}$	$6,0 \times 10^{12}$	-	-

Окончание таблицы 64

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Уровень защиты от теплового излучения, балл (коэффициент защиты пакета материалов в 2 слоя при нагреве) (ООО «НИИОТ»)	-	2 57,8	-	2 57,1	-	2 53,2	-	2 56,6
Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100 <sup>0</sup> С поверхностями	-	2	-	2	-	-	-	2
Суммарное тепловое сопротивление пакета в 2 слоя ткани, м <sup>2</sup> х <sup>0</sup> С/Вт	-	0,271	-	0,277	-	-	-	0,286
Устойчивость окраски к воздействию, в баллах: -сухого трения (закрашивание белого материала)	-	3	-	3	-	3	-	3
- органических растворителей (изменение первоначальной окраски)	-	4	-	4	-	4	-	4



Таблица 65 – Требования к готовой огнезащитной ткани для сварщиков и металлургов

Наименование показателей	Требования ГОСТ 12.4.105-81 (для сварщиков)	Требования ГОСТ 12.4.221-2002 (от повышенных температур)	ТЗ
Ширина ткани с кромками, см	150±2,5	-	-
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup> , не более	450-550	не менее 250	250-550
Разрывная нагрузка, Н (кгс), не менее			
- основа	1000-1200 (102,0-122,0)	800 (81,6)	1000-1200 (102,0-122,0)
- уток	800 (81,6)	800 (81,6)	900-1200 (92,0-122,0)
Раздирающая нагрузка, Н (кгс), не менее			
- основа	70-100 (10,2)	70 (7,1)	100-120 (10,2-12,2)
- уток	60 (6,1)	70 (7,1)	100-130 (10,2-13,2)
Стойкость к истиранию, циклы ГОСТ 15967	500-1500	-	1500-2000
Изменение размеров ткани в горячем воздухе, %, не более			
- основа	±2,0	±2,0	±2,0
- уток	±2,0	±2,0	±2,0
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> с), не менее	30-50	30	40
Гигроскопичность, %	8-20	8-20	10
Огнестойкость	контакт с пламенем в течение 30 с	контакт с пламенем в течение 15 с	контакт с пламенем в течение 30 с
- остаточное горение, с	ткани не должны гореть и тлеть при удалении из пламени	0	0
- остаточное тление, с		не менее 2	0
Кислородный индекс, %	не менее 28	-	36
Стойкость к прожиганию, с	не менее 50	-	50-100

Согласно ГОСТ Р 9185-2007 ИСО 9150 [12] критерием оценки устойчивости материала к воздействию брызг расплавленного металла является количество капель металла, при воздействии которых на ткань температура за тканью (изнаночной поверхности ткани) фиксируемая датчиком, повышается на 40 °С. Чем больше количество капель расплавленного металла, тем выше стойкость

материала к воздействию брызг. Направляющая для каплей устанавливается под углом  $45^\circ$  так, чтобы капли металла скользили по желобу и падали вдоль испытываемой пробы на уровне датчика.

Основные параметры метода испытаний устойчивости материала от воздействия брызг расплавленного металла следующие:

- масса каплей расплавленного металла – от 0,3 г до 0,5 г;
- частота падения каплей – 20 кап. за  $60 \pm 3$  с;
- марка металла (сварочной проволоки) – Св 0,8 (ГОСТ 2246), диаметр 4-0,16 мм;
- температура факела сварочной горелки - до  $7000^\circ\text{C}$ ;
- размер рабочей пробы – 100x40мм;
- количество проб – 10, в т.ч. 5 проб – выкроенных по основе, 5 проб – выкроенных по утку.

На основании данных, представленных в таблицах 64 и 65, установлено следующее.

Все четыре образца опытно-промышленной партии огнезащитных тканей по физико-механическим и физико-химическим показателям соответствуют требованиям ГОСТ 12.4.105-81 и ГОСТ 12.4.221-2002. Разрывная нагрузка всех образцов колеблется от 1190 Н до 1298 Н по основе и 1140 Н до 1360 Н по утку, что превосходит требуемые показатели: 1000-1200 Н по основе и 900-1200 Н по утку. Падения разрывной нагрузки у всех образцов отделанной ткани по сравнению с суровой не наблюдается, наоборот, имеет место некоторый рост как по основе, так и по утку.

Раздирающая нагрузка самая высокая у образца 040 (190 Н по основе и 170 Н по утку), самая низкая – у образца № 041 (113,7 Н по основе и 140,1 Н по утку). Все образцы по данному показателю значительно превышают требования НТД и разработанные требования.

Наиболее высокий показатель стойкости к истиранию по плоскости имеет образец 038 (более 28000 циклов), наименее – образец 040 (13267 циклов).

Образцы готовых тканей 038 и особенно 040 изменяют свои размеры при действии горячего воздуха выше допустимых норм.

Воздухопроницаемость отделанных тканей снижается по сравнению с суровыми тканями приблизительно в 1,5-2 раза и колеблется от  $57 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$  до  $153 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ , что значительно превышает допустимые нормы ( $20-40 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ ).

Гигроскопичность готовых тканей составляет 12,1-14,4%, что соответствует требованиям НТД (8-20%).

По огнестойкости образцы готовой ткани превосходят образцы суровой ткани и соответствуют требованиям НТД: отсутствует остаточное горение и остаточное тление при удалении из пламени после контакта с открытым пламенем в течение 30с.

Кислородный индекс готовых тканей выше по сравнению с суровыми и составляет от 31,2% до 39,7% при норме по НТД не менее 28%.

По показателю «стойкость к прожиганию» предъявляемым требованиям (не менее 50с) отвечают все образцы. Наилучшие результаты получены для образца 040 с двухслойным переплетением, показатель которого равен 79,3 с для готовой ткани и 55,2 с для суровой.

По стойкости к воздействию брызг расплавленного металла лучшие результаты получены для образцов с переплетением усиленный сатин, имеющих более гладкую и ровную поверхность: 039 (21 капля по основе и 18 капель по утку) и особенно 038, содержащего капрон (28 капель по основе и 27 капель по утку). Образцы с двухслойным переплетением 040 и 041 имеют более низкие показатели: 16-17 капель по основе и 15-18 капель по утку. Однако для всех образцов характерно прилипание капель расплавленного металла к поверхности пробы. Пробы ткани обугливаются с лицевой и изнаночной сторон, тогда как согласно специальным требованиям ткани не должны удерживать брызги расплавленного металла.

Наилучшие результаты по всем показателям, за исключением воздухопроницаемости и усадки в горячем воздухе, получены на образце 040.

На основании проведённых исследований разработан технологический режим огнезащитной отделки тканей (Приложение Г).

Результаты исследований защищены патентами Российской Федерации [112-114].

Исследования огнезащитных свойств в ИЦ «НИИОТ в г. Иваново» позволили дать заключение о возможностях применения разработанных огнезащитных тканей (Приложение Г). Все четыре разработанных образца огнезащитных тканей могут быть рекомендованы для изготовления спецодежды сварщиков и металлургов.

Ткань «Пламя К» (обр. 038) можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения свыше 2,0 до 8,0 кВт/м<sup>2</sup> включительно;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100<sup>0</sup>С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
- средств защиты рук (рукавиц, вачег) для защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, окалины.

Ткань «Огонь С» (обр. 039) можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения свыше 2,0 до 8,0 кВт/м<sup>2</sup> включительно;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100<sup>0</sup>С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
- средств защиты рук (рукавиц, вачег) для защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, окалины.

Ткань «Огонь Д» обр. 041 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения свыше 2,0 до 8,0 кВт/м<sup>2</sup> включительно;

- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100<sup>0</sup>С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
- средств защиты рук (рукавиц, вачег) для защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, окалины.

#### 5.5 Экспериментальные исследования по сохранению свойств огне-, термозащитных тканей после химчистки

Цель исследований – определить изменение свойств тканей после пятикратной химчистки.

Для этого проводились испытания одних и тех же образцов тканей (каждый образец ткани делился пополам) до и после химчистки.

Оценка свойств тканей проводилась по следующим показателям:

- определение изменения размеров;
- огнестойкость и прожигаемость;
- стойкость к истиранию;
- определение разрывной и раздирающей нагрузок.

Наименование и поверхностная плотность образцов исходных тканей приведена в таблице 66.

Таблица 66 – Поверхностная плотность образцов тканей

Наименование образца	Поверхностная плотность образца, г/м <sup>2</sup>
Пламя К 038	515
Огонь С 039	491
Огонь Д 040	540
Огонь Д 041	484

Пятикратная химическая чистка представленных образцов тканей проводилась в лабораторных условиях 15 ЦНИИ Минобороны России в

соответствии с ГОСТ Р 51108-97 «Услуги бытовые. Химическая чистка. Общие технические условия» [115] и ГОСТ 27323-87 «Материалы текстильные. Методы испытания устойчивости окраски к химчистке» [116]. Образцы тканей подвергались пятикратному воздействию уайт-спирита при температуре плюс 40<sup>0</sup>С в течение 30 минут с перерывом между воздействиями в течение 24 часов. Результаты испытаний приведены в Протоколе проведения химической чистки образцов негорючей ткани от 9.08.2010 г. (Приложение Г).

Определение размеров образцов тканей после химической чистки проводилось в соответствии с ГОСТ 30157.0-95 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения» [117]. Представленные на исследования образцы тканей после пятикратной химчистки по результатам внешнего осмотра не имеют отклонений от первоначального состояния.

Определение устойчивости образцов тканей исходных и после пятикратной химчистки к воздействию открытого пламени проводилось по «Методике экспериментального исследования стойкости текстильных материалов к воздействию открытого пламени» от 25.08.2010 г. Результаты представлены в Протоколах №№ 1 и 2 от 10.09.2010 г. (Приложение Г).

Результаты испытаний на огнестойкость исходных тканей и после пятикратной химчистки приведены в таблице 67.

Определение стойкости к прожиганию проводили по ГОСТ 12.4.184-97 «ССБТ. Ткани и материалы для специальной одежды, средств защиты рук и верха специальной обуви. Методы определения стойкости к прожиганию» [5] и проверяли на соответствие ГОСТ 12.4.247-2008 «ССБТ. Одежда специальная для защиты от искр и брызг расплавленного металла. Технические требования» [28]. Испытанию подвергали образец Огонь Д<sub>2</sub> 040 с самым высоким значением по поверхностной плотности. Результаты испытаний представлены в протоколе № 16184 от 04.10.2010 г. (Приложение Г).

Результаты испытаний образцов тканей на стойкость к прожиганию приведены в таблице 68.

Таблица 67 – Огнестойкость тканей

Наименование образца	Время воздействия открытого пламени, с	Исходная ткань	После пятикратной химчистки
Пламя-К обр. 038	30	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом. Остаточного горения нет. Остаточного тления нет. Деструкции нет	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом. Остаточного горения нет. Остаточное тление в течение 3 секунд. Деструкции нет
Огонь-С обр. 039	30	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом. Остаточного горения нет. Остаточного тления нет. Деструкции нет	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом. Остаточного горения нет. Остаточное тление в течение 3 секунд. Деструкции нет
Огонь-Д <sub>2</sub> обр. 040	30	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом. Остаточного горения нет. Остаточного тления нет. Деструкции нет	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом. Остаточного горения нет. Остаточное тление в течение 4 секунд. Деструкции нет
Огонь-Д <sub>1</sub> обр. 041	30	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом. Остаточного горения нет. Остаточного тления нет. Деструкции нет	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом. Остаточного горения нет. Остаточное тление в течение 5 секунд. Деструкции нет

Таблица 68 – Стойкость к прожиганию образца ткани

Наименование показателя, ед. измерения	Фактическое значение показателя	Нормативное значение показателя
Стойкость к прожиганию, сек Огонь Д, образец 040	73,7	не менее 50 ГОСТ 12.4247-2008

Определение стойкости к истиранию образцов исходных тканей и после пяти кратной химчистки проводили по ГОСТ 18976-93 «Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию» [120]. Результаты испытаний приведены в протоколе № 3 от 28.09.2010 г. (Приложение Г) и в таблице 69. Стойкость к истиранию не изменилась после химчистки.

Таблица 69 – Стойкость к истиранию образцов исходных тканей и после химчистки

№ образца	Стойкость к истиранию по плоскости, циклы, не менее
Пламя А 031	7000
Пламя К 038	7000
Огонь С 039	7000
Огонь Д 040	7000
Огонь Д 041	7000

Определение разрывной и раздирающей нагрузки образцов тканей исходных и после пятикратной химчистки проводили по ГОСТ 29104.4-91 «Ткани технические. Метод определения разрывной нагрузки» [118] и ГОСТ 29104.5-91 «Технические ткани. Метод определения раздирающей нагрузки и удлинения при разрыве» [119]. Результаты испытаний представлены в протоколе № 4 от 28.09.2010г., протоколе № 5 от 1.10.2010 г., протоколе № 6 от 29.09.2010 г. и протоколе № 7 от 1.10.2010 г (Приложение Г).

Результаты испытаний по определению разрывной нагрузки образцов исходных тканей приведены в таблице 70.



Таблица 70 – Разрывная нагрузка образцов исходных тканей и после пятикратной химчистки, кгс (Н)

№ образца	Основа		Уток	
	исходная	после 5 химчисток	исходная	после 5 химчисток
Пламя-К 038	141 (1385)	140 (1370)	121 (1185)	121 (1185)
Огонь С 039	140 (1370)	143 (1400)	143 (1400)	144 (1410)
Огонь Д 040	143 (1400)	141 (1380)	140 (1370)	143 (1400)
Огонь Д 041	143 (1400)	143 (1400)	120 (1175)	141 (1380)

Результаты испытаний по определению раздирающей нагрузки образцов тканей приведены в таблице 71.

Таблица 71 – Раздирающая нагрузка исходных тканей и после пятикратной химчистки, кгс (Н)

№ образца	Основа		Уток	
	исходная	после 5 химчисток	исходная	после 5 химчисток
Пламя-К 038	8,5 (83)	9,9 (97)	8,5 (83)	9,8 (96)
Огонь С 039	9,5 (93)	9,2 (90)	7,2 (71)	8,7 (85)
Огонь Д 040	9,8 (96)	10,5 (103)	7,6 (75)	10,3 (101)
Огонь Д 041	7,7 (75)	8,0 (78)	7,4 (73)	8,0 (78)

Проведенные испытания основных физико-механических и специальных свойств тканей показали, что они не меняются от воздействия химчисток.

## 5.6 Выводы по главе 5

1. На основании проведённых исследований и, учитывая требования, предъявляемые к тканям для спецодежды сварщиков и металлургов, обоснован сырьевой состав двух вариантов смесей для разработки технологии производства пряжи по аппаратной системе прядения шерсти.
2. Оценка протекания технологического процесса выработки пряжи показала удовлетворительные результаты. Отмечено повышенное укорочение и пуховыделение волокна НИТОКС<sup>®</sup>, вызванное хрупкостью данного волокна.
3. Вложение полиамидного волокна капрон улучшило прядильную способность смеси и привело к получению более равномерной по всем показателям пряже и улучшению её эксплуатационных свойств.
4. На основании разработанной технологии прядения и выработки опытно-промышленных партий пряжи составлены технологические режимы производства пряжи.
5. По показателю разрывной нагрузки разработанные образцы суровых тканей превосходят требования к тканям указанного применения (1000Н по основе, 800 Н по утку), по показателю поверхностной плотности - соответствуют этим требованиям (не менее 250 г/м<sup>2</sup>).
6. Суровые ткани созданного ассортимента по показателю прочности при раздире превышают аналогичный показатель требований на 15-35%.
7. Термические свойства волокон сырьевого состава тканей нового ассортимента обеспечивают изменение размеров суровой ткани в горячем воздухе в пределах разработанных требований.
8. Составлены технологические режимы производства огнезащитных суровых тканей с использованием отечественных термостойких волокон в смеси с натуральным волокном для освоения разработанного ассортимента тканей в производственных условиях.

9. Разработана технология огнезащитной отделки тканей с вложением шерстяных волокон. Для изготовления спецодежды сварщиков и металлургов могут быть рекомендованы все четыре опытных образца огнезащитных тканей с огнестойкой пропиткой препаратом типа Рукофлам NAF (ф. Рудольф, Германия).
10. Создан новый ассортимент огнезащитных тканей весом 450-550 г/м<sup>2</sup> на базе использования отечественных волокон: нового термо-, огнестойкого полиакрилонитрильного волокна НИТОКС<sup>®</sup>, серийно выпускаемого параарамидного термостойкого волокна Русар<sup>®</sup> и натурального волокна шерсть, создания новых структур тканей и оптимальной огнезащитной пропитки.
11. По комплексу физико-механических и специальных свойств разработанный ассортимент тканей соответствует требованиям, предъявляемым к спецодежде для сварщиков как наиболее ответственному виду спецодежды, с точки зрения защиты от огня, повышенных температур, конвективной теплоты, искр и брызг расплавленного металла.
12. По разрывным, раздирающим и остальным физико-механическим и гигиеническим характеристикам разработанные ткани значительно превосходят требования ГОСТ 12.4.105-81 «Ткани и материалы для спецодежды сварщиков» и разработанные требования.
13. Разработанные ткани весом 450-550 г/м<sup>2</sup> по специальным защитным свойствам, за исключением показателя защиты от брызг расплавленного металла, по кислородному индексу и стойкости к прожиганию превосходят требования ГОСТ, а по огнестойкости соответствуют техническим требованиям указанного ГОСТ.
14. Разработанные четыре опытно-промышленных образца ткани (из разных вариантов смесей и структур тканей) с применением огнезащитных препаратов могут быть рекомендованы для изготовления спецодежды для сварщиков и металлургов, однако наилучшие результаты были получены на ткани двухслойного переплетения.

15. Проведённые исследования по оценке влияния пятикратной химчистки на изменение специальных и физико-механических свойств огне-, термостойких тканей позволили установить следующее:

- все исследуемые образцы тканей выдерживают воздействие открытого пламени температурой 900<sup>0</sup>С в течение 30 секунд, и после вынесения из пламени отсутствует остаточное горение, а остаточное тление наблюдается в течение 3-5 секунд, которое появилось после химчистки. Однако во всех случаях имеет место дымовыделение с едким запахом, следовательно, данные материалы не рекомендуются для использования в закрытых объёмах (танк, бронетехника и т.д.);
- образцы тканей обладают удовлетворительной стойкостью к прожиганию, показатель которой составил 73,7с при норме 50с (ГОСТ 12.4.247-2008);
- стойкость к истиранию, разрывная и раздирающая нагрузки практически не зависят от проведения химчистки: все образцы тканей сохранили высокие показатели.

## ГЛАВА 6. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫРАБОТКИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПРЯЖИ И ТКАНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРДНОЙ СИСТЕМЫ ПРЯДЕНИЯ ХЛОПКА

Данная глава посвящена исследованиям в области производства огне- и термозащитных тканей весом 250-350 г/м<sup>2</sup>, что предполагает использование пряжи по кардной системе прядения.

Выбор направления исследований с использованием кардной системы прядения хлопка определён необходимостью уменьшения поверхностной плотности ткани, что в настоящее время является одним из требований потребителей, а также поиском структуры ткани, устойчивой к выплескам расплавленного металла.

Исследования проведены под руководством автора в соавторстве со специалистами ФГУП «ЦНИХБИ» ст.н.с. Дьяченко В.В., канд. техн. наук Михайловой М.П., канд. техн. наук Мальковым Л.А., канд. техн. наук Ковальчук Л.С. Результаты исследований отражены в научных отчётах НИОКР [74,121-124] и научных статьях в рецензируемых изданиях [125-128].

### 6.1 Выбор сырьевых компонентов

В аналитическом обзоре данной работы [Глава 3] приведены результаты исследования свойств отечественных и зарубежных высокомодульных, высокопрочных и огне-, термостойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс, и определена целесообразность использования отдельных видов волокон для спецодежды и СИЗ.

Для выработки опытно-промышленных партий пряжи кардного прядения ткацкого назначения в рамках обусловленных основных групп химических волокон по химическому строению и свойствам, а также по результатам исследований, представленных в Главе 4, выбраны оптимальные представители огне-, термостойких волокон с высоким кислородным индексом, а именно:

- высокопрочное, высокомодульное параарамидное волокно Русар<sup>®</sup>;
- трудногорючее с наиболее высокими огнестойкими свойствами термоокисленное полиакрилонитрильное волокно НИТОКС<sup>®</sup>;
- метапараарамидное термостойкое волокно Кермель<sup>®</sup>.

Ещё раз отметим основные отличительные свойства этих волокон следующие (Глава 3):

- волокно НИТОКС<sup>®</sup> является одним из самых устойчивых к действию открытого огня и температур до 300<sup>0</sup>С, оно хемостойко. а также, что немаловажно, имеет невысокую цену, в несколько раз ниже по сравнению с другими огнестойкими волокнами.

- высокий модуль упругости волокна Русар<sup>®</sup> постоянен для данного вида волокна и характеризует упругие деформации в аморфных областях волокна, зависящие от энергии связи между звеньями макромолекул в этих областях [83].

Упругие деформации количественно оцениваются модулем упругости  $M_v = \frac{H}{Y}$ , где  $M$  и  $Y$  – соответственно деформация и удлинение в упругой области [84];

- метапараарамидное волокно Кермель<sup>®</sup>, производства фирмы Кермель (Франция) характеризуется (информация из открытых источников):

- высокими термическими свойствами – невоспламеняемость, высокие показатели термостабильности и теплоизоляции;
- низким уровнем выделения дыма с низким содержанием HCN и C<sub>0</sub> при воздействии пламени;
- высокими теплофизическими параметрами – кислородный индекс – 32% и теплопроводность – 0,04 Вт/м/к;
- высокой стойкостью к химическим агрессивным средам – остаточная прочность после 100 часов выдержки при 21<sup>0</sup>С составляет: 40% для 35% соляной кислоты и 30% аммиака и 95% для 70% серной кислоты и ацетона;
- обеспечением комфортности тканей из этого волокна (блестящее волокно с гладкой поверхностью);

- термостойкость – 800<sup>0</sup>С.

Каждое из этих волокон на фоне общих высоких физико-механических свойств обладает своими уникальными специальными свойствами, которые наиболее выгодно проявляются в сочетании их друг с другом.

Отечественные химические волокна НИТОКС<sup>®</sup> и Русар<sup>®</sup> вырабатывались в виде опытных партий, а зарубежное – Кермель<sup>®</sup> использовались серийного производства.

Основные показатели качества используемых химических волокон приведены в таблице 72 (Приложение Д), а физико-механические показатели хлопка – в таблице 73.

Таблица 72 - Показатели качества огне-, термостойких высокопрочных и высокомодульных химических волокон

Наименование показателей	Русар <sup>®</sup>	НИТОКС <sup>®</sup>	Кермель <sup>®</sup>
1	2	3	4
Линейная плотность, текс	0,194	0,170	0,240
Разрывная нагрузка, сН	40,3	2,9	7,5
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	207,7	17,1	31,3
Удлинение при разрыве, %	6,1	18,3	18,5
Разрывная нагрузка при разрыве петель, сН	3,940	0,156	2,000
Удельная разрывная нагрузка при разрыве петель, сН/текс	20,30	0,92	8,30
Сохранение разрывной нагрузки при разрыве петель, %	9,8	5,4	26,7
Разрывная нагрузка в мокром состоянии, сН	39,30	1,75	8,70
Удельная разрывная нагрузка в мокром состоянии, сН/текс	202,6	10,3	36,2
Разрывное удлинение в мокром состоянии, %	6,5	27,7	20,5
Потеря прочности в мокром состоянии, %	2,5	39,7	0(+13)
Нагрузка при 5% удлинении в сухом состоянии, сН	-	1,64	2,35
Удельная нагрузка при 5% удлинении, сН/текс	-	9,7	9,8
Средняя массодлина, мм	37,9	35,4	47,9
Длина модальная, мм	38,0	37,0	48,0
Длина штапельная, мм	39,1	38,0	50,6
Пороки (склейки, грубые волокна, непрорезы), %	нет	нет	нет
Число извитков на 10мм	0	3,0	4,9
Степень извитости, %	0	6,5	13,5
Нормальная влажность, %	4,1	8,8	4,7
Коэффициент трения волокно/волокно	0,196	0,257	0,401
Коэффициент трения волокно/металл	0,232	0,203	0,255
Коэффициент вариации, %			
- по разрывной нагрузке	23,1	19,1	18,6
- по удлинению	21,3	16,8	22,3
- по длине	2,1	10,3	10,9

## Окончание таблицы 72

1	2	3	4
Удельное электрическое сопротивление, Ом	$1,9 \cdot 10^{13}$	$8,6 \cdot 10^{14}$	$1,9 \cdot 10^{13}$
Изгибоустойчивость, циклов	70357	21499	27535
Плотность волокна, г/см <sup>3</sup>	1,45	1,38	1,34
Кислородный индекс, %	39	44	32

Таблица 73 – Физико-механические показатели средневолокнистого хлопка (данные испытаний фабрики)

Наименование показателей волокна	Узбекистан марка 079-556	Казахстан марка 155-102
Линейная плотность, мтекс	112	149
Разрывная нагрузка волокна, сН (гс)	4,21 (4,3)	3,92 (4,0)
Удельная разрывная нагрузка волокна, сН/текс (гс/текс)	25,5 (26,0)	26,3 (26,8)
Модальная длина, мм	29,3	30,0
Штапельная длина, мм	32,0	32,6
Равномерность	1269	1353
Коэффициент вариации по длине, %	20,5	17,7
Коэффициент зрелости	1,9	1,9
Сумма пороков, %, в т.ч.	2,7	3,9
крупный осып и сор	0,384	1,016
мелкий сор	0,52	1,80
незрелые и битые семена	0,954	0,414
пластик и незрелые волокна	0,016	0,020
комбинированные жгутики	0,168	0,070
кожица с волокном и пухом	0,80	0,06
узелки	0,02	0,02
Содержание пуха, %	0,7	0,7
Фактическая влажность, %	7,5	8,4

## 6.2 Выработка опытно-промышленных партий пряжи из оптимальных сырьевых составов в производственных условиях

Выработка опытно-промышленных партий пряжи ткацкого назначения проводилась в производственных условиях ООО «Чайковская текстильная компания».

Пряжа ткацкого назначения линейных плотностей 29 текс х 2 и 25 текс х 2 вырабатывалась из трёх вариантов сырья и предназначена для разного ассортимента тканей:



1. Ткани для спецодежды сварщиков и металлургов с поверхностной плотностью 340 г/м<sup>2</sup>.

Состав сырья:

I вариант

НИТОКС® – 40%

Русар® – 40%

Кермель® – 20%

II вариант

хлопок – 75%

Русар® – 25%

2. Ткани для спецподразделений силовых структур с поверхностной плотностью 250 г/мм<sup>2</sup>.

Состав сырья:

Русар® – 65%

Кермель® – 35%

Выбор составов смесей проведён с учётом требований по широкому ассортименту свойств, предъявляемых к огнестойким текстильным материалам, и на основе проведённых исследований, учитывая и теоретические расчёты по определению ожидаемых характеристик пряжи [Глава 4].

Выработка опытно-промышленных партий пряжи разного сырьевого состава осуществлялась на оборудовании, предназначенном для переработки химических волокон или их смесей с хлопком.

Для точного дозирования и перемешивания компонентов в состав оборудования обычно включаются дозаторы, обеспечивающие необходимую точность дозирования и смесовые машины.

При отсутствии указанных машин, как в данном случае, дозирование компонентов и предварительное смешивание возможно производить, используя метод приготовления «постели». Предварительно взвешенные компоненты раскладываются на подготовленной площади пола горизонтальными слоями поочерёдно, при необходимости эмульсируя каждый слой. При питании машины поточной линии волокно из образованной «постели» отбирается по вертикали, при этом создаются условия для дополнительного перемешивания компонентов.

Такой метод дозирования и предварительного взвешивания компонентов применялся для всех вариантов смесей.

Состав оборудования для переработки смесей формировался из наличия его на ООО «Чайковская текстильная компания». При переработке разных смесей он был почти одинаков, наибольшие изменения в составе машины были вызваны свойствами перерабатываемых волокон. Конкретный состав оборудования для каждого состава смеси указан в планах прядения.

Хлопковое волокно перед смешиванием с химическими волокнами перерабатывается на отдельной цепочке машин, где осуществляется его очистка и рыхление.

Подробно технологические параметры оборудования общие для всех смесей, план прядения, рекомендуемый температурно-влажностный режим, требования к качеству полуфабрикатов указаны в Приложении Д.

Показатели качества выработанной пряжи ткацкого и трикотажного назначения кольцевого способа прядения одиночной и кручёной из выбранных оптимальных сырьевых составов приведены в таблице 74.

Анализ физико-механических и эксплуатационных свойств пряжи проведён на основании данных испытаний фабричной лаборатории и ИЦ «ЦНИХБИ» (Приложение Д).

Оценка качества пряжи позволила установить следующее:

- использование высокопрочных и высокомодульных химических волокон обеспечивает высокую удельную разрывную нагрузку пряжи, как одиночной (25,4-38,5 сН/текс), так и кручёной (28,6-53,4 сН/текс);
- коэффициент упрочнения кручёной пряжи составил 1,12-1,39.

Упрочнение кручёной пряжи на 39% происходит при использовании высокопрочного волокна Русар в количестве 65%; на 35% - при использовании 40% и на 11,2-11,7% - при использовании Русар в количестве 25%;

Таблица 74 – Физико-механические показатели пряжи ткацкого назначения с использованием огнестойких волокон

Наименование показателя	Пряжа ткацкого назначения											
	НИТОКС® - 40% Русар® - 40% Кермель® - 20% 29 текс х 2				Русар® – 25% хлопок – 75% 29 текс х 2				Русар® - 65% Кермель® - 35% 25 текс х 2			
	одиночная		крученая		одиночная		крученая		одиночная		крученая	
	по данным фабричной лаборатории	по данным ФГУП ЦНИХБИ	по данным фабричной лаборатории	по данным ФГУП ЦНИХБИ	по данным фабричной лаборатории	по данным ФГУП ЦНИХБИ	по данным фабричной лаборатории	по данным ФГУП ЦНИХБИ	по данным фабричной лаборатории	по данным ФГУП ЦНИХБИ	по данным фабричной лаборатории	по данным ФГУП ЦНИХБИ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Линейная плотность, текс	31,7	30,0	57,3	58,2	29,3	28,3	57,4	56,2	23,7	23,4	46,2	47,0
Разрывная нагрузка одиночной нити, сН	8,9	8,35	22,1	21,9	7,6	7,2	17,6	16,1	9,1	9,0	26,1	25,1
Разрывное удлинение, %	3,6	3,8	3,9	3,6	4,0	4,0	3,9	3,7	3,2	3,4	3,8	3,7
Удельная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс, гс/текс	28,1 28,7	27,8 28,4	38,6 29,4	37,6 38,4	27,0 27,6	25,4 25,9	31,5 32,1	28,6 29,2	37,5 38,3	38,5 39,3	55,9 57,0	53,4 54,5
Коэффициент использования прочности волокна в пряже, Кив	0,292	0,289	0,401	0,391	0,378	0,264	0,441	0,366	0,257	0,264	0,382	0,366
Число кручений на метр	686	683	380	385	696	700	424	438	736	733	396	393
Коэффициент крутки $\alpha_r$ , $\alpha_m$	38,3 121,0	37,4 118,0	28,7 90,7	29,4 92,9	37,4 118,0	37,2 118,0	31,9 101,0	32,8 104,0	35,8 113,0	35,5 2,0	27,1 85,6	27,0 85,3
Коэффициент вариации, %: - по линейной плотности	2,5	3,3	3,9	2,8	1,4	1,7	1,5	1,8	2,5	2,2	2,9	0,7
- по разрывной нагрузке	14,6	16,0	11,6	14,1	13,7	11,6	10,7	7,1	14,5	11,7	7,8	13,1
- по удлинению	8,2	9,9	7,0	8,5	8,7	7,9	6,7	5,8	10,1	8,3	6,4	7,7
- по крутке	6,1	5,8	6,6	6,1	6,3	7,0	5,3	5,9	5,5	5,9	5,3	4,5
Изгибоустойчивость, циклы	-	800	-	431	-	904	-	1245	-	940	-	560

## Окончание таблицы 74

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Стойкость к истир. в петле, циклы	-	751	-	1441	-	626	-	2619	-	2455	-	5498
Влажность пряжи, %												
-фактическая					4,0							
-нормальная		6,3		нет	-	7,6		-		5,2		-
Испытания на приборе (Устер-Тестер 3):												
Коэффициент вариации по сечениям, % (Устер-Тестер 3)	-	22,90	-	16,64	19,60	19,50	-	14,05	-	17,12	-	12,73
Коэффициент вариации 1м, %	-	13,30	-	8,39	-	5,47	-	4,03	-	6,11	-	4,49
Пороки на 1000 м (Устер-Тестер 3)												
-50 %	-	147	-	4	144	95	-	2	-	19	-	0
+50 %	-	1627	-	539	1071	1222	-	165	-	582	-	200
+200 %	-	1867	-	357	640	820	-	172	-	401	-	130
+400%	-	-	-	-	88		-	-	-	-	-	-
Удельное электрическое сопротивление, ом	-	3,2 x 10 <sup>10</sup>	-	-	-	3,7 x 10 <sup>9</sup>	-	-	-	1,0 x 10 <sup>11</sup>	-	-
Кислородный индекс, %				35,8				23,1				36,0

- удлинение пряжи при разрыве невысокое (3,2-4%) для всех вариантов пряжи, что обусловлено присутствием волокна Русар, обладающего малым удлинением (порядка 4%);

- коэффициент крутки одиночной пряжи составляет 35,5-37,4, что рекомендовано для пряжи ткацкого назначения и согласуется со средневзвешенной длиной волокон в смесях и линейной плотностью вырабатываемой пряжи;

- коэффициент крутки для кручёной пряжи выбран невысокий и колеблется в зависимости от состава смесей от 27 до 32,8, при этом число кручений на метр составляет от 385 до 438, что позволяет высокая прочность кручёной пряжи;

- коэффициенты вариации, %, по всем показателям и для всех вариантов получены невысокие и составили:

по линейной плотности – 1,7-3,3 одиночной пряжи и 0,7-2,8 кручёной пряжи;

по разрывной нагрузке 11,6-16,0 одиночной пряжи и 7,1-14,1 кручёной пряжи. При этом коэффициент уменьшения неровноты по прочности кручёной пряжи по сравнению с одиночной составил – 0,61-0,88, что отвечает принятым значениям уменьшения неровноты для кручёной пряжи;

по крутке – 5,8-7,2 одиночной пряжи и 5,8-8,5 кручёной пряжи;

- коэффициент использования прочности волокон смеси в пряже – Кив, у одиночной пряжи невысок и составляет  $0,264 \div 0,289$ , а у кручёной пряжи гораздо выше –  $0,366 \div 0,401$ , самый высокий  $0,664 \div 0,812$  для пряжи из волокна Кермель;

- нормальная влажность пряжи всех вариантов удовлетворительная и составила 5,2-7,6%, что обеспечит хорошие гигиенические свойства тканям;

- удельное электрическое сопротивление пряжи удовлетворительное и составило  $x \cdot 10^9 - x \cdot 10^{11}$  ом.

По испытаниям на приборе Устер-Тестер-3 пряжа характеризуется следующими данными:

- коэффициент вариации по сечению составил 17,1-22,9% одиночной пряжи и 12,7-16,6 кручёной пряжи;

- количество пороков пряжи на 1000 м по всем видам пороков повышенное, особенно для одиночной пряжи, выработанной из смеси, содержащей хрупкое волокно НИТОКС. После кручения количество пороков уменьшается, но остаётся повышенным: - 50% - 0-2; +50% - 165-200 и +200% - 130-172;
- стойкость к истиранию в петле у кручёной по сравнению с одиночной пряжей повышается в 2-4 раза и составляет по вариантам смесей – 1440-5500 циклов до обрыва;
- изгибоустойчивость кручёной пряжи, содержащей хрупкие волокна НИТОКС и Русар, уменьшается по сравнению с одиночной, а содержащей хлопок – увеличивается (на 38,8).

Исследования показали высокий кислородный индекс у пряжи из 100% огнестойких волокон 35,8 - 36% по сравнению с пряжей из смеси огнестойкого волокна с хлопком – 23,1%.

Достижение высоких показателей кислородного индекса пряжи за счёт использования волокон, имеющих высокий КИ, гарантирует обеспечение огнезащитных свойств тканям. Это позволит не применять огнезащитную пропитку и обеспечить стабильность огнестойких свойств тканей в процессе эксплуатации.

На основании проведённых исследований разработаны Технологические режимы производства пряжи на основе использования смесей термо-, огнестойких волокон и смеси с хлопком, выработанной по хлопчатобумажной кардной системе прядения (Приложение Д).

### 6.3 Разработка ассортимента и технологии производства огне- и термозащитных тканей

#### 6.3.1 Разработка структур и ассортимента огне- и термозащитных тканей

Разработка структур тканей осуществлялась на основе анализа известных данных по выпускаемым термо-, огнезащитным тканям и тканям для изготовления спецодежды и по принципам, изложенным в разделе 5.3.1.

На рисунке 27 графически показаны:

- градиент предпочтительности ( $\Gamma_n$ ) принимаемых линейных плотностей основных нитей (диаграмма А);
- возможные сочетания линейных плотностей основных и уточных нитей (диаграмма Б);
- соответствующая этим сочетаниям область реальных структур тканей (диаграмма В).

На основании анализа этих диаграмм определена область возможного проектирования тканей  $O_n$  (в пределах заданного диапазона 250-350 г/м<sup>2</sup>) с точки зрения исходного ряда заправок по основе: 25 текс х 2, 29,4 текс х 2, 35,7 текс х 2, 41,7 текс х 2 и соответствующих им линейным плотностям уточных нитей.

Наиболее широкие вариантные возможности при заправке 25 текс х 2 и 29,4 текс х 2. Заправки 35,7 текс х 2 и 41,7 текс х 2 текс нежелательны, поскольку ограничены по вариантам и имеют узкую область возможного проектирования по диапазону поверхностной плотности (300-350 г/м<sup>2</sup>).

С учётом изложенного, предлагаются базовые заправки тканей (таблица 75).

Таблица 75 – Базовые заправки тканей

Наименование показателя	Значение показателя		
	Линейная плотность по основе ( $T_o$ ), текс	25 х 2	29,4 х 2
Линейная плотность по утку ( $T_y$ ), текс	25 х 2	29,4 х 2	29,4 х 2
Число нитей основы на 10 см ( $P_o$ )	270-290	290-310	310-330
Число нитей утка на 10 см ( $P_y$ )	180-160	170-190	200-250
Поверхностная плотность ткани ( $G_{тк}$ ), г/м <sup>2</sup>	220-260	280-300	320-360
Переплетение	Саржа 2/1 Репс 2/2 Саржа 1/1	Саржа 3/1 Неправильный атлас Саржа 2/2	Усиленный атлас Диагональ Двухслойные Полутораслойные

На основе базовых заправок и исходных данных (разработанные требования, таблица 11 и полученные физико-механические показатели пряжи, таблица 74) спроектированы три, существенно отличающиеся по структуре, поверхностной плотности и сырьевому составу, ткани (таблица 76).

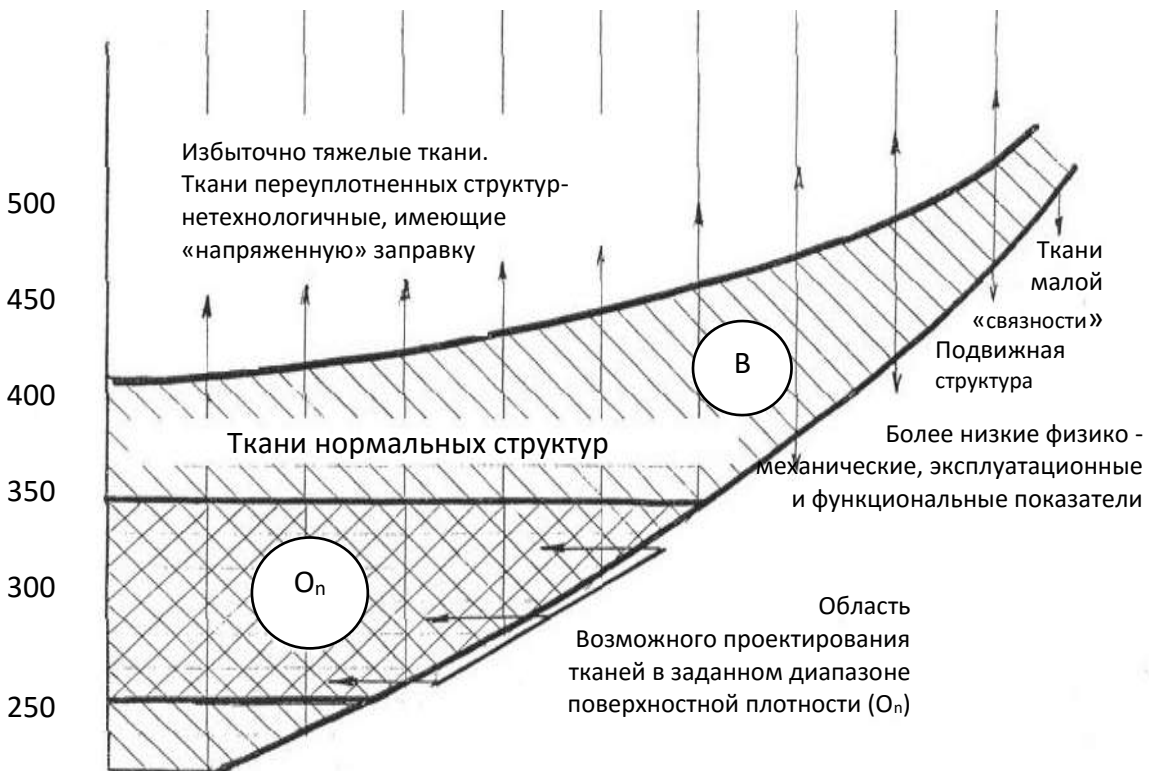
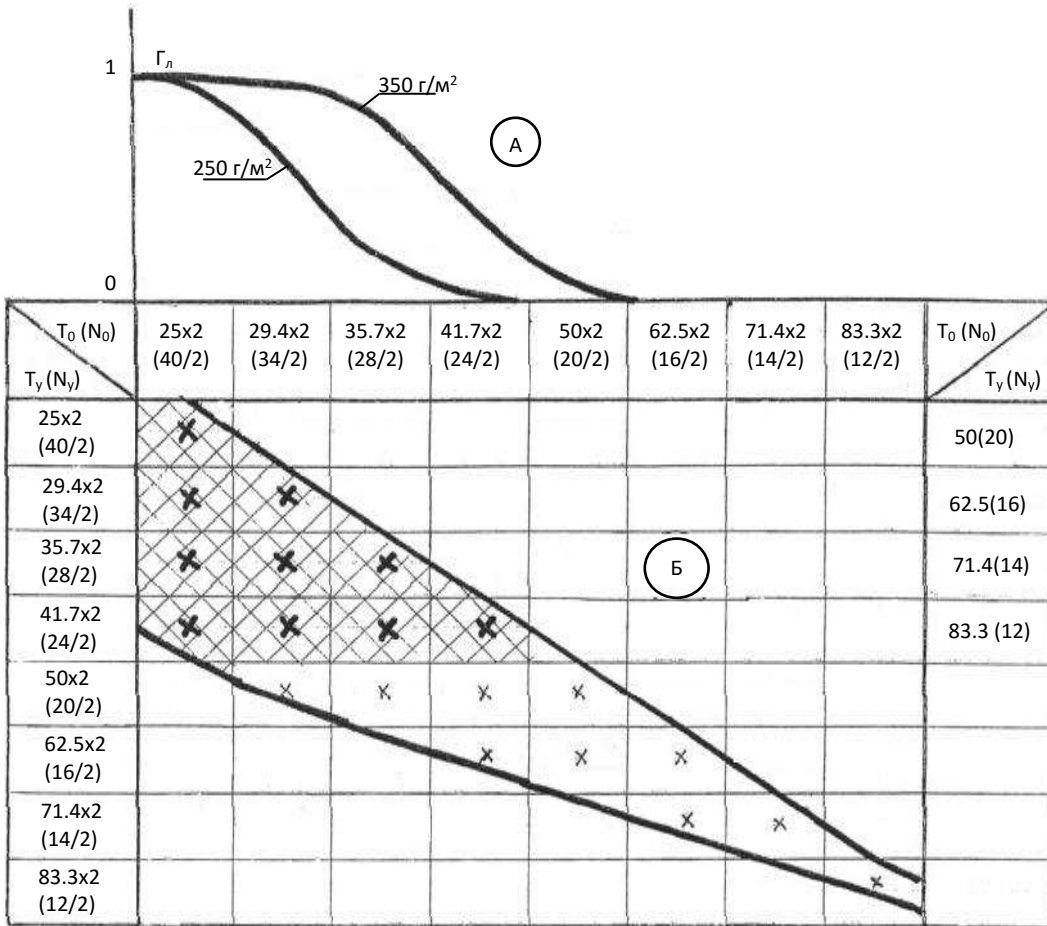


Рисунок 27 – Проектируемые базовые заправки огнезащитных тканей



Для выработки опытных партий тканей были составлены заправочные расчёты (таблицы 77,78,79) и заправочные рисунки 28-30.

В заправочных расчётах значения показателей по пунктам 1; 4; 5; 12-17; 19 – величины прогнозируемые и подлежат корректировке после выработки и испытания тканей.

Таблица 76 – Проектные показатели опытных суровых тканей

Показатели	Значения показателей по заправкам:		
	042	043	044
Состав нитей	Русар® 65% Кермель® 35%	хлопок 75% Русар® 25%	НИТОКС® 40% Русар® 40% Кермель® 20%
Линейная плотность нитей основы и утка, текс	25текс x 2	29текс x 2	29текс x 2
Расчётная поверхностная плотность ткани, г/м <sup>2</sup>	250	300	340
Расчётное число нитей на 10 см - основа - уток	283 177	316 170	335 200
Переплетение	Саржа 2/1	Обр. 043/1 саржа 3/1 Обр. 043/2 неправильный четырёхремизный атлас	Обр.044/1 усиленный восьмиремизный атлас Обр.044/2 двухслойная ткань Обр. 044/3 диагональ

Таблица 77 – Заправочный расчёт на выработку ткани. Образец 042 (рисунок 28)

Наименование показателя	Величина показателя
1	2
Ширина суровой ткани, см	155,0
Линейная плотность основной пряжи, Т(№)	25текс x 2 (40/2)
Линейная плотность уточной пряжи, Т(№)	25текс x 2 (40/2)
Плотность ткани по основе, н/дм	283
Плотность ткани по утку, н/дм	177
Число нитей основы:	
всего	4350
фон	4302
кромки	48
Ширина проборки, см	162,0
Номер берда	90
Число зубьев берда в проборке	1458
Число нитей в зуб берда:	
фон	3
кромка	2
Количество ремиз:	
фон	6
закрайки*	2

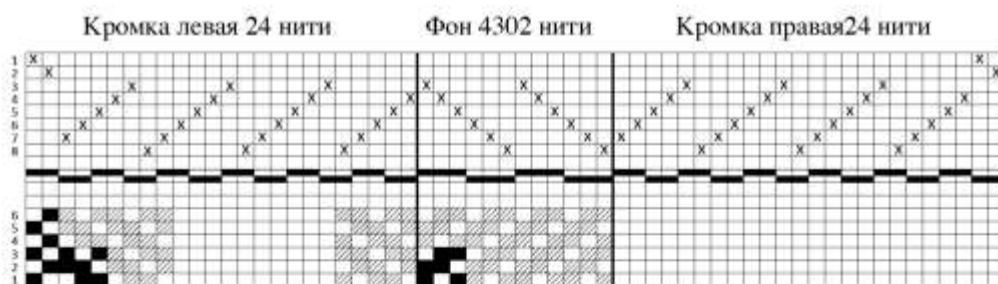
## Окончание таблицы 77

1	2
Уработка по основе, %	10,0
Уработка по утку, %	4,5
Масса основы в 100 пог. м ткани, кг	24,1
Масса утка в 100 пог. м ткани, кг	14,7
Масса пряжи в 100 пог. м. ткани, кг	38,8
Поверхностная плотность ткани, г/м <sup>2</sup>	250
Угары, %	2,0
Расход пряжи на выработку 100 пог. м. ткани, кг	39,6
Переплетение	Саржа 2/1

Примечание: \*Возможна выработка без закраек.

Таблица 78 – Заправочный расчёт на выработку ткани. Образец 043  
(рисунок 29)

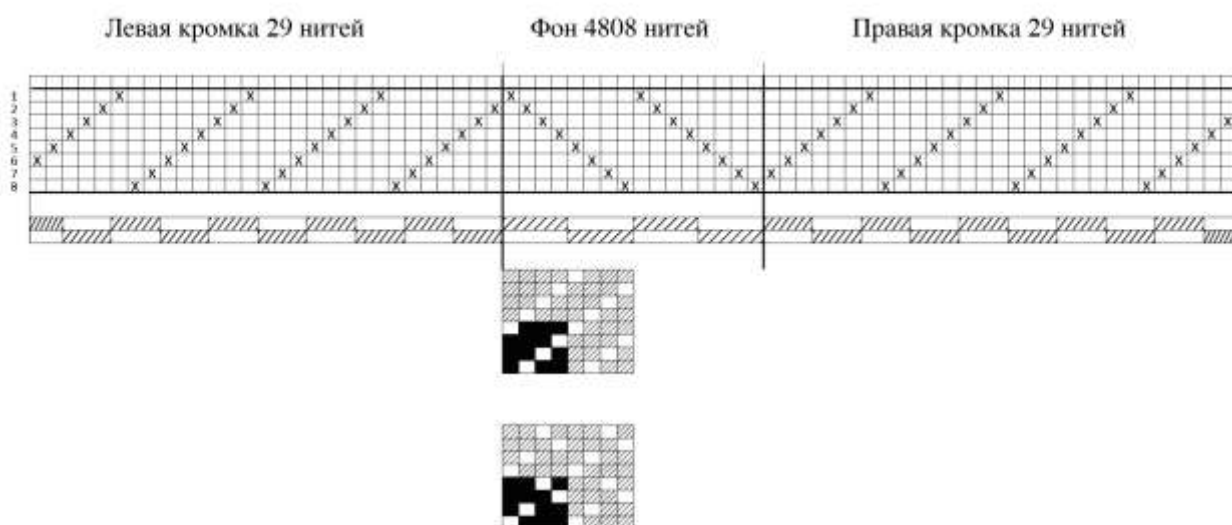
Наименование показателя	Величина показателя
Ширина суровой ткани, см	155,0
Линейная плотность основной пряжи, Т(№)	29текс x 2 (34/2)
Линейная плотность уточной пряжи, Т(№)	29текс x 2 (34/2)
Плотность ткани по основе, н/дм	316
Плотность ткани по утку, н/дм	170
Число нитей основы:	
всего	4866
фон	4808
кромки	58
Ширина проборки, см	163,0
Номер берда	75
Число зубьев берда в проборке	1222
Число нитей в зуб берда:	
фон	4
кромка	3
Количество ремиз:	фон
фон	8(4)
Уработка по основе, %	9,5
Уработка по утку, %	5,0
Масса основы в 100 пог. м ткани, кг	30,0
Масса утка в 100 пог.м ткани, кг	16,5
Масса пряжи в 100 пог.м ткани, кг	46,5
Поверхностная плотность ткани, г/м <sup>2</sup>	300
Угары, %	2,0
Расход пряжи на выработку 100 пог. м ткани, кг	47,4
Переплетение: усиленный восьмиремизный атлас, обр. 043/1  диагональ (по рисунку), обр. 043/2	саржа 3/1; неправильный 4-х ремизный сатин



Общее число нитей	4350
Число ремиз в заправке	8
Закраечные ремизки*	1:2
Фоновые ремизки	3-8
Проборка нитий в ремиз:	фон – рядовая кромки – обратная рядовая
Число галев по ремизкам:	1:2 по 2 3:8 по 725
Бедро	№90
Число зубов в проборке	1458
Ширина проборки	162,0 см
Проборка в зуб бедра	фон – по 3 нити кромка – 2 нити
Переплетение	саржа 2/1

Примечание: \*Возможна выработка без закраечных нитей

Рисунок 28 – Заправочный расчёт на выработку ткани. Образец 042



Общее число нитей	4866
Число ремиз в заправке	8
Проборка нитей в ремиз:	фон – рядовая кромки – обратная рядовая
Число галев по ремизкам:	1; 8 по 607 2; 7 по 608 3-6 по 609
Бедро	№75
Число зубов в проборке	1222
Ширина проборки	163,0 см
Проборка в зуб бедра:	фон – по 3 нити кромка – по 2 нити
Переплетение	образец 043/1 – саржа 3/1 образец 043/2 – неправильный четырёхремизный сатин

Рисунок 29 – Заправочный расчёт на выработку ткани. Образец 043

Таблица 79 – Заправочный расчёт на выработку ткани. Образец 044  
(рисунок 30)

Наименование показателя		Величина показателя
Ширина суровой ткани, см		155,0
Линейная плотность основной пряжи, Т(№)		29 текс х 2 (34/2)
Линейная плотность уточной пряжи, Т(№)		29текс х 2 (34/2)
Плотность ткани по основе, н/дм		335
Плотность ткани по утку, н/дм		200
Число нитей основы:	всего	5160
	фон	5096
	кромки	64
Ширина проборки, см		162,0
Номер берда		80
Число зубьев берда в проборке		1296
Число нитей в зуб берда:	фон	4
	кромка	3
Количество ремиз:	фон	8
	закрайки*	2
Уработка по основе, %		11,0
Уработка по утку, %		4,0
Масса основы в 100 пог. м ткани, кг		33,5
Масса утка в 100 пог. м ткани, кг		19,2
Масса пряжи в 100 пог. м ткани, кг		52,7
Поверхностная плотность ткани, г/м <sup>2</sup>		340
Угары, %		2,0
Расход пряжи на выработку 100 пог. м ткани, кг		53,7
Переплетение	Усиленный восьмиремизный атлас	044/1
	Двухслойный гарнитур (по рисунку)	044/2
	Диагональ (по рисунку)	044/3

Примечание: \*Возможна выработка без закраек.

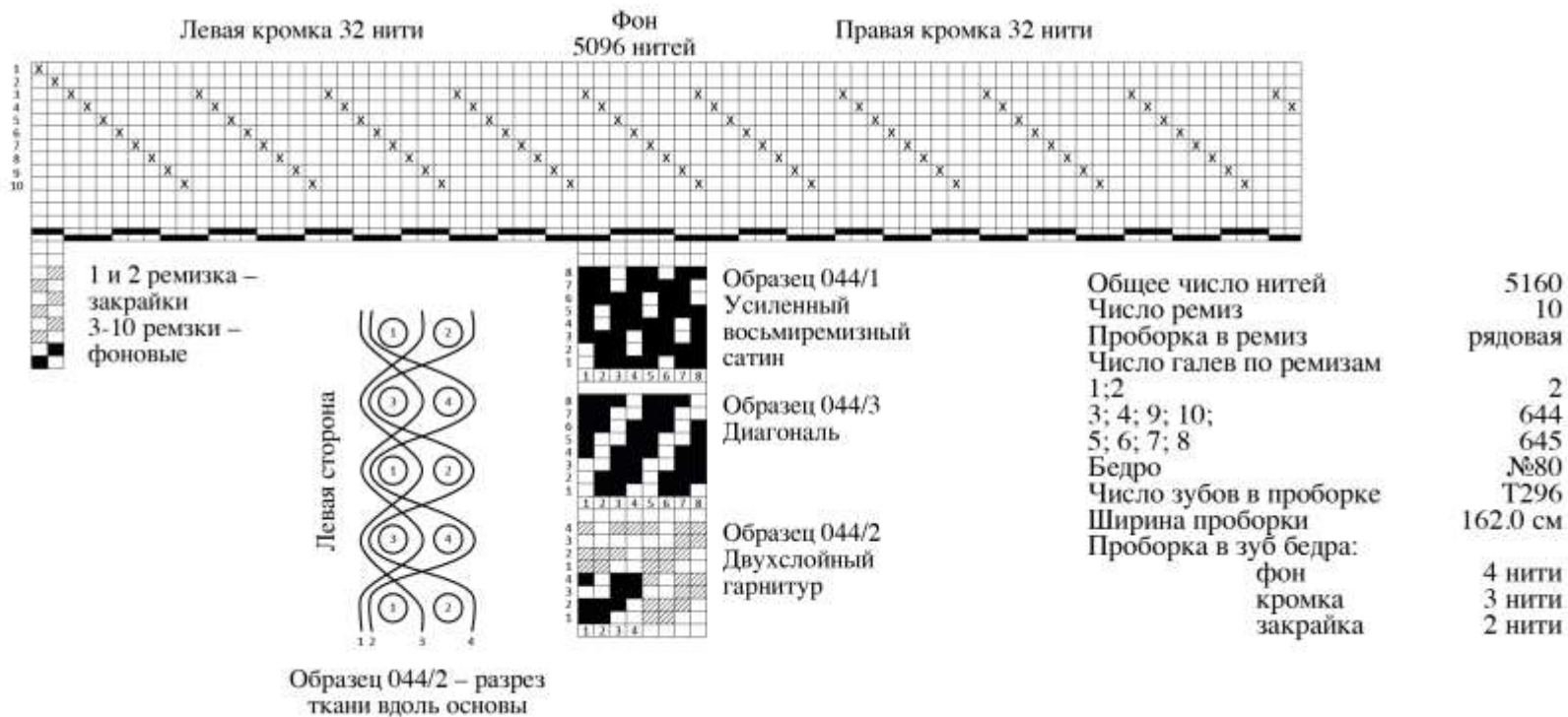


Рисунок 30 – Заправочный расчёт на выработку ткани. Образец 044

### 6.3.2 Выработка опытно-промышленных партий суровых огне- и термозащитных тканей

#### 6.3.2.1 Состав технологической цепочки. Параметры заправки оборудования

Выработка опытных партий проводилась в ткацком производстве ООО «Чайковская текстильная компания». Акт об изготовлении опытной партии представлен в Приложении Д.

Использовалось следующее технологическое оборудование:

- снование на ленточной сновальной машине СЛ-180-К2;
- ткачество на станках СТБ-2-180.

Процесс перематывания исключён, поскольку после процесса кручения на машинах двойной крутки VTS-07/2 нити поступали в ткацкое производство на конических бобинах. Технологические параметры снования представлены в таблице 80.

Таблица 80 – Технологические параметры снования

Наименование параметра	Значение параметра по заправкам		
	042	043	044
Число бобин в ставке	166	166	139
Число лент	27	30	38
Количество нитей фона	4302	4808	5096
Количество кромочных нитей	48	58	64
Рассадка фланцев, см	162	163	162
Угол подъёма конусов, градусов	22		
Скорость снования, м/мин	400±50		
Скорость перевивания, м/мин	25-50		
Натяжение одиночной нити, гс	15-20		
Плотность намотки нитей на навой, г/см <sup>3</sup>	0,5-0,55		

Выработка суровых тканей проводилась на трёх ткацких станках СТБ-2-180, заправочные параметры которых приведены в таблице 81.

Таблица 81 – Заправочные параметры станков СТБ-2-180

Наименование параметра	Значения параметра
Частота вращения главного вала, мин <sup>-1</sup>	200-215
Величины заступа, мм	40-45
градусов	27-32
Угол заводки торсионного вала, градусов	29
Толщина пластины тормоза утка, мм	0,08; 0,1
Заправочное натяжение нитей основы, сН	30-35

### 6.3.2.2 Анализ технологического процесса и качества

#### Выработанных тканей

До выработки опытной партии проводились предварительный отбор контрольных образцов и установка окончательной заправочной величины плотности по утку ( $P_y$ ) с фиксацией величины поверхностной плотности ( $G_M^2$ ) и ширины ткани ( $B_{TK}$ ) по каждому из заправочных вариантов.

В таблице 82 приведены расчётные и окончательно установленные значения этих показателей.

Таблица 82 – Значения расчётных и установленных показателей  $B_{TK}$ ;  $P_y$ ;  $G_M^2$ 

Варианты по заправкам	Ширина ткани, см ( $B_{TK}$ )		Плотность по утку, Н/10см ( $P_y$ )		Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup> ( $G_M^2$ )	
	расчётн.	установл.	расчётн.	установл.	расчётн.	установл.
042	155	157,8	177	182	250	230,7
043/1	155	160,2	170	179	300	297,6
043/2	155	159,3	170	176	300	295,0
044/1	155	158,8	200	237	340	351,9
044/2	155	158,5	200	215	340	340,0

После установки принятой величины плотности по утку проводилась непосредственно выработка опытных партий тканей, отбор образцов для дальнейших испытаний, наблюдения за обрывностью нитей основы и утка, учёт выработки и разбраковка суровых тканей (таблица 83).



Таблица 83 – Данные по наблюдениям на ткацком станке за обрывностью и производительностью, учёту выработки и разбраковки тканей

Показатели		Варианты по заправке		
		042	043	044
Объём выработки, м		192,0	269,0	266,0
В том числе:	1 сорт	–	269,0	–
	2 сорт	192,0	–	266,0
Обрывов на 1м ткани:	нити основы	0,26	б/о	0,37
	нити утка	0,1	б/о	б/о
Производительность станка, м/час		6,5	7,2	5,4
Суммарная ранжированная оценка результатов, баллы		7	10	5

Характеризуя в целом результаты выработки опытно-промышленной партии с позиции протекания процесса ткачества и качества разбракованных тканей, можно отметить следующие моменты:

- все нити обладают достаточно хорошей перерабатывающей способностью с точки зрения их обрывности в технологических процессах;
- при сновании вообще не было зафиксировано случаев обрыва. Однако нужно принять во внимание, что длина снования была небольшой (200-300 метров);
- обрывность нитей основы на ткацком станке находится на уровне величин при выработке стандартных хлопчатобумажных и смешанных одёжных тканей;
- по заправке 044 имеет место значительное выделение пуха, где основную долю составляет волокно НИТОКС®;
- стопроцентный объём ткани второго сорта по заправкам 042 и 044 обусловлен наличием большого количества пороков внешнего вида: «утолщения», «непрорядки»;
- доля ткацких пороков составляла от общей суммы баллов не более 30-20%.

В основном это «пролёты», и «недолёты», причиной появления которых является, в значительной степени, высокая величина электрического сопротивления нитей.

С учётом свойств перерабатываемого сырья разработаны предложения по модернизации оборудования ткацкого производства с целью:

- усовершенствования процесса, что обеспечивает более эффективное использование оборудования при выработке как огнезащитных, так и любых других тканей;
- улучшения условий переработки нитей, имеющих высокое значение электрического сопротивления и содержащих высокопрочное и высокомодульное волокно Русар®.

Основанием для предложений является ряд обстоятельств:

- процесс снования проводился на ленточной сновальной машине без возможности эмульсирования нитей и прокладки цен;
- на ткацких станках при переработке нитей, содержащих волокно НИТОКС®, имеет место значительное пуховыделение;
- переработка нитей, содержащих волокно Русар®, вызывает повышенный износ деталей и узлов, связанных с обрезкой нитей и ткани.

В соответствии с этим составлены следующие предложения по модернизации оборудования для выработки огнезащитных тканей:

- а) ленточная сновальная машина должна быть оснащена эмульсирующим устройством, обеспечивающим обработку нитей основы в процессе их перевивки в зоне между сновальным барабаном и навоем;
- б) установить устройство прокладки ценовых шнуров, что позволит снизить закрепленность нитей основы на ткацком станке;
- в) для привязки нитей основы следует применять узловязальные машины с ценовым или комбинированным отбором (в комплексе с пунктом б);
- г) увеличить периодичность заточки узловязателей на мотальных машинах и уточных ножниц на станках СТБ;
- д) установить уточные ножницы с повышенной прочностью режущей кромки.

### 6.3.3 Исследование физико-механических и специальных свойств суровых тканей и разработка технологических режимов их производства

Базой для проведения исследований явились результаты испытания суровых тканей в испытательном центре ЦНИХБИ – протокол испытаний №5В/9 от 14.09.2010 (Приложение Д) и результаты определения устойчивости к воздействию открытого пламени – протокол испытаний ООО НПП «АРМОКОМ-ЦЕНТР» № 3 от 30 августа (Приложение Д).

В таблице 84 приведены качественные характеристики по структурным, физико-механическим и эксплуатационным показателям.

Таблица 84 – Результаты испытания суровых огне- и термостойких тканей

Группы показателей Наименование характеристик		Варианты заправок				
		042	043/1; 043/2	044/1; (044/3)	044/2	
<b>Структурные</b>						
Ширина ткани, см		157,8	158,9	158,3	158,4	
Число нитей на 10 см	основа	279	305	326	326	
	уток	183	180	241	214	
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>		228	293	353	337	
Уработка нитей, %	основа	15,0	11,5	11,2	13,5	
	уток	1,5	3,2	2,0	3,0	
<b>Физико-механические</b>						
Разрывная нагрузка, Н	основа	3155	2690	3500	3000	
	уток	2220	1440	2530	2370	
Разрывное удлинение, %	основа	17,7	18,7	16,7	17,5	
	уток	6,7	6,5	6,8	7,2	
Раздирающая нагрузка, Н	основа	270	290	310	280	
	уток	320	230	290	310	
<b>Эксплуатационные</b>						
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> с);		95	36	70	48	
Стойкость к истиранию, циклы		стирание по сукну	9480	7900	11500	12400
		стирание по плоскости	2210	1780	1930	3010
Изменение линейных размеров в горячем воздухе, %	основа	-0,7	-0,7	-0,8	-1,0	
	уток	0,0	-0,5	-0,6	-0,3	
Гигроскопичность, %		7,0	15,0	9,0	9,0	

Сопоставление исходных данных для проектирования суровых тканей и предварительных заправочных расчётов с результатами испытаний показывает, что по разрывной нагрузке фактические значения очень близки к расчётным и более чем в 2 раза превосходят нормативные показатели.

Отклонения структурных показателей – ширина суровой ткани, число нитей основы на 10 см, достаточно малы и составляют от +2% до +2,5% и от +1,5% до +3,5%.

Величина плотности по утку на начальной стадии выработки опытной партии корректировалась с целью обеспечения нормальных технологических условий протекания процесса на ткацком станке и соответствия исходным требованиям по нормативной величине поверхностной плотности по утку. В результате такой корректировки поверхностная плотность превысила исходную величину на 3,8% для варианта 044/1 (044/3). Можно ожидать, что эта разница уменьшится за счёт потери волокна НИТОКС в процессе отделки.

По вариантам 043 и 044/2 поверхностная плотность находится в пределах номинала – отклонение составляет –2,3% и –0,9%.

Наибольший сдвиг от исходного номинала был произведён по варианту 042 от 250 г/м<sup>2</sup> до 228 г/м<sup>2</sup>, что не противоречит условиям ограничения верхнего предела и соответствует реальным показателям поверхностной плотности одёжных тканей.

Фактические значения разрывной и раздирающей нагрузки превышают исходные данные для проектирования в 2,2÷3,0 раза и 2,2÷2,5 раза соответственно.

По показателю воздухопроницаемости все ткани опытной партии вполне соответствуют исходным требованиям.

Результаты определения устойчивости к воздействию открытого пламени приведены в таблице 85.

Таблица 85 – Результаты определения устойчивости к воздействию открытого пламени

№ образца	Время воздействия открытого пламени	Примечание
042	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение неинтенсивное, с 1-ой по 5-ую секунду дым чёрного цвета, далее дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка отсутствует
042	120	Возгорание отсутствует Дымовыделение неинтенсивное, с 1-ой по 5-ую секунду дым чёрного цвета, далее дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка незначительная На 120-ой секунде прогар
044/1	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение неинтенсивное, с 1-ой по 3-ую секунду дым чёрного цвета, далее дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет. Усадка отсутствует
044/1	390	Возгорание отсутствует Дымовыделение неинтенсивное, с 1-ой по 3-ую секунду дым чёрного цвета, далее дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка незначительная На 390-ой секунде прогар
044/2	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение неинтенсивное, с 1-ой по 5-ую секунду дым чёрного цвета, далее дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка отсутствует
044/2	270	Возгорание отсутствует Дымовыделение неинтенсивное, с 1-ой по 3-ую секунду дым чёрного цвета, далее дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка незначительная На 270-ой секунде прогар

В таблице 86 приведены данные сравнения исходных и проектируемых показателей с результатами испытания тканей.

Основные функциональные характеристики – огнестойкость и стойкость к прожиганию должны получить полную оценку при испытании готовой ткани. Но

Таблица 86 – Сравнение исходных и проектируемых показателей с результатами испытания тканей

Варианты	Уровни сравнения	Показатели								
		$N_{\text{разр}} \text{ } ^\circ/\text{y}$	$N_{\text{разд}} \text{ } ^\circ/\text{y}$	Возд. пр.	$V_{\text{тк}}$	$G_{\text{м}}^2$	$P_o$	$P_y$	$a_o$	$a_y$
042	фактические	3155/2220	270/320	95	157,8	228	279	183	15,0	1,5
	исходные требования	1200/900	100-120/100-130	40*	–	250*	–	–	–	–
	проектируемые	3500/2300	–	–	155,0	250	283	177	10,0	4,5
043	фактические	2690/1440	290/230	36	158,9	293	305	180	11,5	3,2
	исходные требования	1200/900	100-120/100-130	40*	–	300*	–	–	–	–
	проектируемые	2460/1450	–	–	155,0	300	316	170	9,5	5,0
044/1	фактические	3500/2530	310/290	70	158,3	353	326	241	11,2	2,0
	исходные требования	1200/900	100-120/100-130	40*	–	340*	–	–	–	–
	проектируемые	3570/2640	–	–	155,0	340	335	200	11,0	4,0
044/2	фактические	3000/2370	280/310	48	158,4	337	326	214	13,5	3,0
	исходные требования	1200/900	100-120/100-130	40*	–	340*	–	–	–	–
	проектируемые	3570/2340	–	–	155,0	340	335	200	11,0	4,0
Обозначения показателей:				$G_{\text{м}}^2$ – поверхностная плотность, ткани, г/м <sup>2</sup> ; $P_o$ ; $P_y$ число нитей основы, утка на 10 см; $a_o$ ; $a_y$ уработка нитей основы, утка, %; <u>Примечание:</u> $G_{\text{м}}^{2*}$ – не более; $N_{\text{разр}} \text{ } ^\circ/\text{y}^*$ ; $N_{\text{разд}} \text{ } ^\circ/\text{y}^*$ ; Возд.пр.* – не менее.						
$N_{\text{разр}}$ – разрывная нагрузка, Н ( $\text{основа}/\text{уток}$ ); $N_{\text{разд}}$ – раздирающая нагрузка, Н ( $\text{основа}/\text{уток}$ ); Возд.пр. – воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> с); $V_{\text{тк}}$ – ширина ткани, см;										

показатели огнестойкости, полученные при испытании суровых тканей, позволяют прогнозировать соответствие готовых тканей исходным требованиям.

Суммируя проведенный анализ по всей совокупности показателей, можно сделать вывод, что разработанные проекты суровых тканей имеют хорошую воспроизводимость в промышленных условиях ткацкого производства, оснащенного типовым технологическим оборудованием. Предварительные заправочные расчёты, составленные на стадии проектирования, скорректированные с учётом результатов испытаний, представляют собой окончательные заправочные расчёты (таблицы 87- 90).

Таблица 87 – Заправочный расчет на выработку ткани.  
Образец 042 65% Русар®; 35% Кермель®

Наименование показателя	Величина показателя
Ширина суровой ткани, см	158,0
Линейная плотность основной пряжи, Т(№)	25текс х2 (40/2)
Линейная плотность уточной пряжи, Т(№)	25текс х2 (40/2)
Плотность ткани по основе, н/дм	279
Плотность ткани по утку, н/дм	183
Число нитей основы:	
всего	4350
фон	4302
кромки	44
закрайки	4*
Ширина проборки, см	162,0
Номер берда	90
Число зубьев берда в проборке	1458
Число нитей в зуб берда:	
фон	3
кромка	2
Количество ремиз:	
фон	6
закрайки	2
Уработка по основе, %	15,0
Уработка по утку, %	2,5
Масса основы в 100 пог. м ткани, кг	22,4
Масса утка в 100 пог. м ткани, кг	13,6
Масса пряжи в 100 пог. м. ткани, кг	36,0
Поверхностная плотность ткани, г/м <sup>2</sup>	228
Угары, %	2,0
Расход пряжи на выработку 100 пог. м ткани, кг	36,7
Переплетение	Саржа 2/1

Примечание: \* возможна выработка без закраек

Таблица 88 – Заправочный расчет на выработку ткани.

Образец 043 (043/1; 043/2); 75% хлопок; 25% Русар®

Наименование показателя	Величина показателя
Ширина суровой ткани, см	159,0
Линейная плотность основной пряжи, Т(№)	29 текс х2 (34/2)
Линейная плотность уточной пряжи, Т(№)	29текс х2 (34/2)
Плотность ткани по основе, н/дм	305
Плотность ткани по утку, н/дм	180
Число нитей основы:	
всего	4866
фон	4808
кромки	58
Ширина проборки, см	163,0
Номер берда	75
Число зубьев берда в проборке	1222
Число нитей в зуб берда:	
фон	4
кромка	3
Количество ремиз:	
фон	8(4)
Уработка по основе, %	11,5
Уработка по утку, %	2,5
Масса основы в 100 пог.м ткани, кг	30,1
Масса утка в 100 пог.м ткани, кг	16,6
Масса пряжи в 100 пог. м ткани, кг	46,6
Поверхностная плотность ткани, г/м <sup>2</sup>	293
Угары, %	2,0
Расход пряжи на выработку 100 пог. м ткани, кг	47,5
Переплетение	обр. 043/1 обр. 043/2
	саржа 3/1; неправильный 4-х ремизный сатин

Таблица 89 – Заправочный расчет на выработку ткани. Образец 044 (044/1; 044/3); 40% НИТОКС®; 40% Русар®; 20% Кермель®

Наименование показателя	Величина показателя
1	2
Ширина суровой ткани, см	158,2
Линейная плотность основной пряжи, Т(№)	29текс х2 (34/2)
Линейная плотность уточной пряжи, Т(№)	29текс х2 (34/2)
Плотность ткани по основе, н/дм	326
Плотность ткани по утку, н/дм	241
Число нитей основы:	
всего	5160
фон	5096
кромки	60
закрайки	4*
Ширина проборки, см	162,0
Номер берда	80
Число зубьев берда в проборке	1296



## Окончание таблицы 89

1	2	
Число нитей в зуб берда:	фон	4
	кромка	3
	закрайки	2
Количество ремиз:	фон	8
	закрайки	2
Уработка по основе, %		11,2
Уработка по утку, %		2,3
Масса основы в 100 пог. м ткани, кг		35,5
Масса утка в 100 пог. м ткани, кг		20,3
Масса пряжи в 100 пог. м ткани, кг		55,8
Поверхностная плотность ткани, г/м <sup>2</sup>		353
Угары, %		2,0
Расход пряжи на выработку 100 пог. м ткани, кг		56,9
Переплетение	усиленный восьмиремизный атлас	044/1
	диагональ (по рисунку)	044/3

Примечание: \*Возможна выработка без закраек.

Таблица 90 – Заправочный расчет на выработку ткани. Образец 044/2  
40% НИТОКС®; 40% Русар®; 20% Кермель®

Наименование показателя	Величина показателя	
Ширина суровой ткани, см	158,4	
Линейная плотность основной пряжи, Т(№)	29текс х2 (34/2)	
Линейная плотность уточной пряжи, Т(№)	29текс х2 (34/2)	
Плотность ткани по основе, н/дм	326	
Плотность ткани по утку, н/дм	214	
Число нитей основы:	всего	5160
	фон	5096
	кромки	60
	закрайки	4*
Ширина проборки, см	162,0	
Номер берда	80	
Число зубьев берда в проборке	1296	
Число нитей в зуб берда:	фон	4
	кромка	3
	закрайки	2
Количество ремиз:	фон	8
	закрайки	2
Уработка по основе, %		13,5
Уработка по утку, %		2,2
Масса основы в 100 пог. м ткани, кг		34,0
Масса утка в 100 пог. м ткани, кг		19,4
Масса пряжи в 100 пог. м ткани, кг		53,4
Поверхностная плотность ткани, г/м <sup>2</sup>		337
Угары, %		2,0
Расход пряжи на выработку 100 пог. м ткани, кг		54,5
Переплетение	двухслойный гарнитур (по рисунку)	

Примечание: \*Возможна выработка без закраек.

На основании проведенной работы разработаны «Технологические режимы производства суровых огнезащитных тканей из многокомпонентной пряжи на основе термо- и огнестойких волокон» (Приложение Д) применительно к типовому технологическому оборудованию отечественных текстильных предприятий. Для дальнейшей отработки режимов отделки по согласованию с потребителями были отобраны ткани образцов 042, 043, 044/1 и 044/2.

#### 6.4 Разработка оптимальных технологических параметров, рецептуры и режимов отделки огне- и термозащитных тканей

В данном разделе представлена технология отделки тканей из 100% огнестойких волокон и смесовой ткани, содержащей хлопковое волокно:

- 1) Ткань образец 042, содержащая волокна Русар® - 65% + Кермель – 35%.
- 2) Ткань образец 044, содержащая волокна НИТОКС® - 40% + Русар® - 40% + Кермель – 20%.

3) Смесовая ткань (образец 043), которая наряду с огнестойким волокном Русар® - 25% содержит хлопковое волокно – 75%. С целью придания огнестойкости хлопковой составляющей ткани были исследованы различные технологические режимы огнестойкой отделки и проведены сравнительные оценки качественных показателей готовых тканей.

##### 6.4.1 Разработка оптимальных технологических параметров, рецептуры и режимов отделки тканей, выработанных из 100% огнестойких волокон

Разработка оптимальных режимов заключительной отделки проводилась в двух направлениях:

- Разработка параметров мягкой отделки тканей (МО)
- Получение на ткани комплекса перманентных огне-, термозащитных и масло-, водоотталкивающих свойств (ТО+МВО).

#### 6.4.1.1 Разработка оптимального режима мягкой отделки тканей

Исследована целесообразность промывки суровых огнезащитных тканей от замасливателей, нанесенных в процессах прядения и ткачества.

Обработка образцов тканей осуществлялась в растворе смачивателя ЭМАП (ООО НПФ «Траверс», г. Москва) в концентрации 5 г/л в течение 30 минут, при температуре 40-50°C с последующей промывкой горячей и холодной водой.

В таблице 91 представлены результаты испытаний, характеризующие устойчивость к воздействию открытого пламени в течение 30 сек. образцов тканей суровых и промытых до и после 5 стирок. Оценку огнестойкости проводили по ГОСТ 19297-2003 «Ткани хлопчатобумажные с огнезащитной отделкой. Технические условия», п. 6.6 [129]. Стирку проводили с использованием синтетического моющего средства с концентрацией 3 г/л, при модуле ванны 1:30, и температуре воды 60 °С в течение 30 минут с последующим полосканием тёплой и холодной водой (ГОСТ 11209-85 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. ТУ», п. 3.15) [11] после чего оценивали огнестойкость.

При проведении лабораторных исследований помимо характеристик остаточного горения и остаточного тления, предусмотренных ГОСТ 19297-2003, измеряли высоту обугленной части образца. Чем меньше высота обугливания, тем огнестойкость выше (таблица 91).

Таблица 91 – Огнестойкость суровых и промытых тканей

Огнестойкость	Образец 042				Образец 044/1			
	Суровый		Промытый		Суровый		Промытый	
	исх.	п/5ст.	исх.	п/5ст.	исх.	п/5ст.	исх.	п/5ст.
Остаточное горение, с	0	0	0	0	0	0	0	0
Остаточное тление, с	0	0	0	0	0	0	0	0
Высота обугливания, мм	20	37	10	23	23	23	11	15

Как видно из таблицы 91, ткани непромытые и промытые, одинаково не горят и не тлеют, при выносе их из открытого пламени, как исходные, так и после

пяти стирок. Высота обугливания исходных тканей с промывкой несколько ниже, чем ткани без промывки. После пяти стирок высота обугливания увеличивается для образца 042. Принимая во внимание, что промывка при температуре 40-50 °С приводит к возникновению необратимых заломов на ткани, обработку образцов 042, 044/1 препаратом Анзал КС (ООО НПФ «Траверс» г. Москва) проводили без предварительной промывки.

Препарат Анзал КС применялся для заключительной отделки тканей с целью улучшения товарного вида и, в частности, грифа. Он представляет собой густую эмульсию белого цвета, на основе полимерных продуктов, хорошо смешивается с холодной водой, не образует пены в рабочем растворе, не вызывает пожелтения и изменения оттенка обработанных материалов.

В лабораторных условиях образцы суровой ткани пропитывали раствором препарата концентрацией 5 г/л (отжим 100%) с последующей сушкой при температуре 110-120 °С.

В таблице 92 представлены данные, характеризующие огнестойкость суровых тканей, отделанных Анзалом КС, в сравнении с неотделанными, до и после 5 химчисток. Образцы подвергали пятикратному воздействию перхлорэтилена, при температуре 40 °С в течение 30 минут по ГОСТ 27323-87 «Материалы текстильные. Методы испытаний устойчивости окраски к химчистке» [116].

Таблица 92 – Огнестойкость тканей, отделанных Анзалом КС

Огнестойкость	Образец 042				Образец 044/1			
	суровый		отделанный		суровый		отделанный	
	исх.	п/5 химчис.	исх.	п/5 химчис.	исх.	п/5 химчис.	исх.	п/5 химчис.
остаточное горение, с	0	0	0	0	0	0	0	0
остаточное тление, с	0	0	0	0	0	0	0	0
высота обугливания, мм	20	-	20	25	23	-	21	20

Как видно из таблицы 92, обработка ткани Анзалом КС не ухудшает огнестойкости, как исходной ткани, так и после 5 химчисток.

Обработка Анзалом КС может быть рекомендована для отделки суровых тканей, изготовленных из огнестойких волокон. Данная отделка не только улучшает товарный вид ткани (поверхность становится более гладкой), но позволяет уменьшить осыпаемость волокна НИТОКС® с ткани в процессе эксплуатации готовых изделий.

#### 6.4.1.2 Разработка оптимального режима отделки тканей, обеспечивающей комплекс огне-, термозащитных и масло-, водоотталкивающих свойств

Для придания масло- водоотталкивающих свойств (МВО) опытным огнезащитным тканям проводили обработку образцов препаратом Фоборит Р (ООО «НПФ Траверс» г. Москва).

Данный препарат представляет собой высокоэффективный фторорганический катионоактивный продукт. Выпускается в виде эмульсии белого цвета, легко смешивается с холодной водой, рН около 6, не изменяет первоначальную окраску материала, не содержит органических растворителей, не воспламеняется, не обладает раздражающим запахом, сохраняет воздухопроницаемость волокон.

Обработку ткани в лабораторных условиях осуществляли на лабораторном аппарате непрерывного действия фирмы Бенц по следующей схеме: двойная пропитка при температуре 20-22°C, в течение 30 секунд в ванне, содержащей Фоборит Р X г/л, сушка при 120°C в течение 3 минут, термообработка, рН ванны 4,5-5 (за счёт добавления уксусной кислоты), отжим ткани после пропитки -100%.

С целью выбора оптимальных параметров обработки исследовали влияние на маслоотталкивающие свойства следующих факторов:

- предварительная промывка суровых тканей с применением смачивателя ЭМАП;
- концентрация препарата в пропиточной ванне: 60 г/л и 80 г/л;

- условия термофиксации препарата на ткани: 5 минут и 10 минут при 150°C, 1 минута при 170 °С.

Маслоотталкивающие свойства оценивали по методике ЗМ (ф. «ЗМ», США) [130]. В качестве тест-жидкостей использовали смесь n-гептана и вазелинового масла. Оценка маслоотталкивающих свойств, проводилась в условных единицах. Оценки от 150 до 130 условных единиц характеризуют превосходное маслоотталкивание, от 120 до 90 условных единиц – хорошее, от 80 до 60 условных единиц – умеренное, 50 условных единиц – недостаточное.

Оценивали маслоотталкивающие и огнестойкие свойства, как исходной ткани, так и после 5 стирок.

В таблицах 93, 94 представлены результаты маслоотталкивающих и огнестойких свойств тканей, обработанных препаратом Фоборит Р в концентрации 60 г/л при условиях термофиксации 150 °С в течение 5 мин.

Таблица 93 – Маслоотталкивающие и огнезащитные свойства образца 042

Показатель	Исходная ткань		После 5 стирок	
	без промывки	с промывкой	без промывки	с промывкой
маслоотталкивание, условные единицы	110	70-80	100	60-70
огнестойкость:				
остаточное горение, с	0	0	0	0
остаточное тление, с	0	0	0	2
высота обугливания, мм	25	20	15	10

Таблица 94 – Маслоотталкивающие и огнезащитные свойства образца 044/1

Показатель	Исходная ткань		После 5 стирок	
	без промывки	с промывкой	без промывки	с промывкой
маслоотталкивание, условные единицы	90	70	80	60
огнестойкость:				
остаточное горение, с	0	0	0	0
остаточное тление, с	0	0	0	0
высота обугливания, мм	19	17	13	17

Как видно из таблиц 93 и 94, обработка фторорганическим препаратом Фоборит Р тканей, изготовленных из огнестойких волокон, обеспечивает придание им маслоотталкивающих свойств. Полученные показатели маслоотталкивания на суровых тканях несколько выше, чем на предварительно

промытых. Эта зависимость наблюдается и после 5 стирок. Что касается влияния стирок на маслоотталкивание, то данный показатель снижается: со 110 ус. ед. до 100 ус. ед. и с 70-80 ус. ед. до 60-70 ус. ед. (таблица 116), с 90 ус. ед. до 80 ус. ед., и с 70 ус. ед. до 60 ус. ед. (таблица 117), т.е. данный показатель снижается на 10 ус. ед. на обеих исследуемых тканях.

Ткани, обработанные Фоборитом Р, сохраняют огнезащитные свойства как первоначально, так и после 5 стирок.

Принимая во внимание, что при выбранных условиях отделки получены недостаточно хорошие показатели по маслоотталкиванию, особенно после 5 стирок, исследовали целесообразность увеличения концентрации препарата до 80 г/л и повышения продолжительности термообработки при 150°С до 10 минут.

Полученные результаты определения маслоотталкивающих свойств до и после 5 стирок, представлены в таблицах 95 и 96.

Таблица 95 – Маслоотталкивающие свойства образца 042 при концентрации Фоборита Р 80 г/л

Маслоотталкивание, условные единицы							
Продолжительность термообработки, минуты							
5,0				10,0			
Образец до стирки		Образец после 5 стирок		Образец до стирки		Образец после 5 стирок	
без пром.	с пром.	без пром.	с пром.	без пром.	с пром.	без пром.	с пром.
120	100	80	60	120	110	90	80

Таблица 96 – Маслоотталкивающие свойства образца 044/1 при концентрации Фоборита Р 80 г/л

Маслоотталкивание, условные единицы							
Продолжительность термообработки, минуты							
5,0				10,0			
Образец до стирки		Образец после 5 стирок		Образец до стирки		Образец после 5 стирок	
без пром.	с пром.	без пром.	с пром.	без пром.	с пром.	без пром.	с пром.
100	80	70	60	100	90	80	60

Сравнительный анализ результатов, представленных в таблицах 93, 94, 95 и 96 показывает, что увеличение концентрации Фоборита Р в ванне с 60 г/л до 80 г/л приводит к улучшению маслоотталкивания ткани: для образца 042 со 110

условных единиц до 120 условных единиц для суровой ткани и с 70-80 условных единиц до 100 условных единиц для предварительно промытой ткани; для образца 044/1 – с 90 условных единиц до 100 условных единиц для суровых тканей и с 70 условных единиц до 80 условных единиц на промытой ткани. Повышение продолжительности термофиксации при 150°C с 5 минут до 10 минут (таблицы 95, 96) незначительно улучшает маслоотталкивающие свойства как исходной ткани, так и после 5 стирок. Во всех случаях лучшие результаты получены на суровой ткани по сравнению с предварительно промытой.

Маслоотталкивающие свойства тканей, обработанных при концентрации Фоборита Р 80 г/л и термофиксации при 150°C в течение 5-10 минут, ухудшаются после стирок и составляют не более 60-80 условных единиц. С целью дальнейшего улучшения маслоотталкивающих свойств тканей исследована целесообразность проведения термообработки при 170°C в течение 1 минуты. Исследования проводились только на суровых тканях. Полученные результаты определения маслоотталкивающих свойств исходной ткани и после 5 стирок, а также после 5 химчисток представлены в таблице 97.

Таблица 97 – Маслоотталкивающие свойства тканей, термофиксированных при 170 °С в течение 1 мин

Маслоотталкивание, условные единицы					
Образец 042			Образец 044/1		
исходная ткань	после 5 стирок	после 5 химчисток	исходная ткань	после 5 стирок	после 5 химчисток
130	100	110	110	90	100

Как видно из таблицы 97, отделка тканей Фоборитом Р в концентрации 80 г/л с термофиксацией при 170°C позволяет получить хорошие маслоотталкивающие свойства, сохраняющиеся после 5 стирок и после 5 химчисток.

В таблице 98 приведены результаты огнезащитных свойств тканей, обработанных Фоборитом Р в концентрации 80 г/л и термофиксированных при 170 °С в течение 1 мин, как исходных, так и после 5 стирок и 5 химчисток.



Таблица 98 – Огнестойкость тканей, обработанных Фоборитом Р

Огнестойкость	Образец 042			Образец 044/1		
	исходная ткань	после 5 стирок	после 5 химчисток	исходная ткань	после 5 стирок	после 5 химчисток
Остаточное горение, с	0	0	0	0	0	0
Остаточное тление, с	0	0	0	0	0	0
Высота обугливания, мм	10	12	27-28	16	10	25

Как видно из таблицы 98, исследуемые ткани обладают хорошей огнестойкостью, не ухудшающейся после 5 стирок. После 5 химчисток наблюдается лишь некоторое увеличение высоты обугливания.

#### 6.4.2 Разработка оптимальных технологических параметров, рецептуры и режимов отделки смешанной ткани, состоящей из хлопка (75%) и огнестойкого волокна Русар® (25%)

Для придания огнезащитных свойств данной ткани необходимо защитить хлопковую составляющую. Для этих целей был использован препарат Фогинол.

Данный препарат предназначен для придания эффекта огнезащиты текстильным материалам из целлюлозных волокон и их смесей с синтетическими (до 50%). Предварительно в лабораторных условиях были исследованы различные технологические режимы подготовки этой ткани.

Уровень защитных свойств тканей из хлопка зависит во многом не только от природы и свойств применяемых препаратов при специальных видах отделок, но и от качества подготовки хлопка и степени очистки его от сопутствующих веществ и механических примесей, так как уровень этих показателей влияет при отделке на способность препаратов образовывать высокомолекулярные соединения и вступать в химические взаимодействия с целлюлозой. Кроме этого, от степени подготовки зависит устойчивость защитных свойств тканей к стиркам и химчисткам.

## 6.4.2.1 Подготовка смешанной ткани

Подготовка ткани образец 043 осуществлялась по трем режимам:

## I. Технологический режим отварки опытной ткани

## 1. Пропитка ткани раствором, содержащим:

Едкий натр (100%)	60 г/л
Смачиватель ЭМАП (ООО «НПФ «Траверс», г. Москва)	5 г/л
Препарат Гинтол (ООО «НПФ «Траверс», г. Москва)	3 г/л
Комплексообразователь Фиолент (ООО «НПФ «Траверс», г. Москва)	2 г/л

2. Запаривание в среде насыщенного пара при 100 °С в течение 1 часа.

3. Промывка горячей и холодной водой.

4. Кисловка серной кислотой концентрацией 5 г/л.

5. Промывка холодной и горячей водой.

6. Сушка.

## II. Технологический режим совмещенной отварки и мерсеризации опытной ткани

## 1. Пропитка ткани раствором, содержащим:

Едкий натр (100%)	200 г/л
Смачиватель ЭМ-31 (ООО «НПФ «Траверс», г. Москва)	4 г/л
Препарат Гинтол (ООО «НПФ «Траверс», г. Москва)	3 г/л
Комплексообразователь Фиолент (ООО «НПФ «Траверс», г. Москва)	2 г/л

2. Запаривание в среде насыщенного пара при 100 °С в течение 1,5 часов.

3. Промывка горячей и холодной водой.

4. Кисловка серной кислотой концентрацией 7 г/л.

5. Промывка холодной и горячей водой.

6. Сушка.

## III. Технологический режим отварки и беления опытной ткани

## Отварка

## 1. Пропитка ткани раствором, содержащим:

Едкий натр (100%)	60 г/л
Смачиватель ЭМАП (ООО «НПФ «Траверс», г. Москва)	5 г/л

Препарат Гинтол (ООО «НПФ «Траверс», г. Москва) 3 г/л

Комплексообразователь Фиолент (ООО «НПФ «Траверс», г. Москва) 2 г/л

2. Запаривание в среде насыщенного пара при 100 °С в течение 1 часа.

3. Промывка горячей и холодной водой.

4. Кисловка серной кислотой концентрацией 5 г/л.

5. Промывка холодной и горячей водой.

#### Беление

1. Пропитка мокроотжатой ткани раствором, содержащим:

Едкий натр (100%) 4 г/л

Смачиватель ЭМ-31 (ООО «НПФ «Траверс», г. Москва) 1 г/л

Диарин (ООО «НПФ «Траверс», г. Москва) 0,2 мл/л

Пероксид водорода (100%) 10 г/л

2. Запаривание в среде насыщенного пара при 100 °С в течение 1 часа.

3. Промывка горячей и холодной водой.

4. Сушка.

#### 6.4.2.2 Заключительная огнезащитная отделка смешанной ткани

С целью выбора оптимальной рецептуры заключительной отделки огнезащитным препаратом на лабораторной установке фирмы Бенц (Швейцария) в опытном производстве ОАО «ЦНИТИ» осуществляли обработку образцов подготовленной ткани по следующей схеме: пропитка при температуре 20-22°С в ванне, содержащей Фогинол (отжим 90%), сушка при 120°С в течение 3 минут – термофиксация при 150°С в течение 5 минут.

В таблице 99 приведены рецептуры аппретов, содержащих Фогинол.

Таблица 99 – Рецептура аппретов на основе Фогинола

Содержание препарата, г/л	Рецепт 1	Рецепт 2	Рецепт 3
1	2	3	4
Фогинол-2	400	400	400
Флир М	-	50	50
Хлористый магний MgCl <sub>2</sub> • 6H <sub>2</sub> O	-	15	20

## Окончание таблицы 99

1	2	3	4
Смачиватель ЭМ-31	2	2	2
Фосфорная кислота 85%-я	-	20	20
pH аппрета	6,0	6,0	4,0

Рецепт 2 отличается от рецепта 1 введением термореактивной смолы Флир М (ООО «НПФ «Траверс» г. Москва).

Препарат Флир М был использован с целью получения огнестойкости ткани устойчивой к стиркам.

Флир М – препарат для малоформальдегидной высококачественной отделки текстильных материалов из целлюлозных волокон и их смесей с синтетическими.

По сравнению с рецептом 2 в рецепте 3 увеличено содержание хлористого магния и за счёт добавления уксусной кислоты значение pH аппрета доведено до 4,0. В случае использования фосфорной кислоты требовалась тщательная промывка тканей тёплой и холодной водой с промежуточной нейтрализацией горячим (60°C) раствором кальцинированной соды 15 г/л до pH ткани 7.

Результаты отделки, представленные в таблице 100, оценивали по огнестойкости как исходной ткани, так и после 5 стирок и 5 химчисток.

Таблица 100 – Огнестойкость ткани, обработанная препаратом Фогинол

Показатель огнестойкости	Рецепт 1			Рецепт 2			Рецепт 3		
	Исходная ткань	После		Исходная ткань	После		Исходная ткань	После	
		5 стирок	5 химчисток		5 стирок	5 химчисток		5 стирок	5 химчисток
Остаточное горение, с	0	Образец полностью сгорел	0	0	Образец полностью сгорел	0	0	Образец полностью сгорел	0
Остаточное тление, с	0		0	0		0	0		0
Высота обугливания, мм	57		65	53		63	40		45

Как видно из таблицы 100, препарат Фогинол, как индивидуально (рецепт 1), так и в смеси с термореактивной смолой (рецепты 2 и 3) обеспечивает на ткани огнестойкость, т.е. ткани не горят и не тлеют после выноса из пламени.

Однако, достигнутая огнестойкость неустойчива к стиркам, но устойчива к химчисткам. После 5 химчисток ткань не горит и не тлеет после выноса из

открытого пламени. Высота обугливания в среднем увеличивается на 10 мм по сравнению с исходной тканью. Следовательно, препарат Фогинол может быть использован для придания огнестойкости смешанной ткани, содержащей хлопок и огнестойкое волокно Русар<sup>®</sup>, которая, подвергается только химчисткам.

На основании исследований выявлено, что режим предварительной подготовки ткани существенно не влияет на результаты огнестойкой отделки препаратом Фогинол.

Так как опытная ткань предназначена для спецодежды, которая окрашивается, главным образом, в темные тона, то операцию отбеливания её в производственных условиях можно исключить.

С целью получения устойчивых к стиркам и химчисткам специальных отделок и требуемой для костюмных тканей усадки после мокрых обработок целесообразно ткань подвергать мерсеризации.

Исходя из выше изложенного, в качестве подготовки был выбран технологический режим, включающий операции отварки и мерсеризации.

Для получения на смешанной ткани огнестойкости, устойчивой не только к химчисткам, но и к стиркам исследовали режим огнестойкой отделки по технологии «Пироватекс» с использованием препарата Афламмит<sup>®</sup> КWB (фирма Тор, Германия). Преимущества этой технологии изложены в Главе 1, раздел 1.2.

В таблице 101 представлена исследованная рецептура аппретов на основе Афламмит<sup>®</sup> КWB.

Таблица 101 –Рецептура аппретов на основе Афламмит<sup>®</sup> КWB

Содержание препарата, г/л	Рецепт 1	Рецепт 2	Рецепт 3
Афламмит КWB	400	400	400
Квекодур ДМ 70	40	-	-
Фосфорная кислота 85%	20	20	-
Смачиватель ЭМ-31	2,0	2,0	2,0
рН аппрета	3,5	3,0	3,0

Совместно с препаратом Афламмит<sup>®</sup> КWB использовали Квекодур ДМ 70 - терморезистивную меламин-формальдегидную смолу, которую рекомендуется

вводить в аппрет для комплексной отделки «лёгкий уход». Фосфорную кислоту использовали в качестве катализатора.

Обработка образцов ткани осуществлялась на пилотной лабораторной установке фирмы Бенц (Швейцария), по следующей схеме: двукратная пропитка по 30 сек. при температуре 20-22°C (отжим приблизительно 90%), сушка при температуре 120°C в течение 3 минут – термофиксация при 150°C в течение 5 минут. Затем образцы промывали тёплой и холодной водой с промежуточной нейтрализацией горячим (60°C) раствором кальцинированной соды 15 г/л до pH ткани 7.

Результаты определения огнестойкости ткани до и после 5 стирок и 5 химчисток представлены в таблице 102.

Таблица 102 – Огнестойкость ткани, обработанной препаратом Афламмит КWB

Показатель огнестойкости	Рецепт 1		Рецепт 2		Рецепт 3	
	Исход-ная ткань	После 5-ти стирок/химчисток	Исход-ная ткань	После 5-ти стирок/химчисток	Исход-ная ткань	После 5-ти стирок/химчисток
Остаточное горение, с	0	0	0	0	0	0
Остаточное тление, с	0	0	0	0	0	0
Высота обугливания, мм	20	18/19	34	30/30	27	24/26

Как видно из таблицы 102, обработка ткани огнезащитным препаратом Афламмит® КWB по всем трём рецептам позволяет получить на ткани огнестойкость, устойчивую к пяти стиркам и пяти химчисткам.

Таким образом:

- В лабораторных условиях разработаны оптимальные режимы огнезащитной отделки смешанной ткани, содержащей хлопок (75%) и огнестойкое волокно Русар® (25%).
- Применение огнезащитного препарата типа Фогинол обеспечивает получение огнестойкости устойчивой только к химчисткам.

- Перманентные к стиркам и химчисткам огнестойкие свойства на смешанной ткани из хлопка и Русара® обеспечиваются в результате огнестойкой отделки по технологии «Пироватекс» с использованием реакционноспособных соединений фосфора типа Афламмит® KWB.

#### 6.4.3 Выработка готовых опытно-промышленных партий огне- и термозащитных тканей

По разработанным в лабораторных условиях ориентировочным технологическим режимам и установленным оптимальным параметрам подготовки и специальной отделки тканей, содержащих огнестойкие волокна, была проведена их отделка на 2-х промышленных предприятиях отрасли: ООО «Чайковская текстильная компания» и ЗАО ПК «Нордтекс» филиал в г. Родники «Родники-Текстиль». Акты об отделке опытных партий представлены в Приложении Д.

Сетка опытов представлена ниже:

Ткани образец 042 и 044/1 – отделка МО, МВО, стирки и химчистка.

Ткань образец 044/2 – отделка МО, стирка и химчистка.

Ткань образец 043:

- огнестойкая отделка препаратами «Фогинол», химчистка;
- огнестойкая отделка по технологии «Пробан», стирка и химчистка;
- огнестойкая отделка по технологии «Пироватекс», стирка и химчистка.

Таким образом, на тканях, выработанных из огнестойких волокон (образец 042 и 044), были апробированы технологии мягкой отделки (МО) и отделки МВО (масло-, водоотталкивания).

На ткани, содержащей огнестойкое волокно Русар® (25%) и хлопковое волокно (75%) (образец 43), были апробированы технологии отварки, мерсеризации и технологии огнестойкой отделки с применением операции термофиксации следующими препаратами: отечественным препаратом Фогинол (ООО НПФ «Траверс», г. Москва) и препаратом Афламмит® KWB (фирма Thor,

Германия) по технологии «Пироватекс». Кроме того, в условиях отделочного производства ЗАО ПК «Нордтекс» филиал в г. Родники «Родники-Текстиль» ткань, содержащая огнестойкое волокно и хлопок, была отделана по технологии «Пробан» препаратом Афламмит SAP-G (фирма Thor, Германия) и дополнительно проводилась огнестойкая отделка препаратом Фогинол без операции термофиксации.

Отделка огне-, термозащитных тканей осуществлялась на действующем технологическом оборудовании предприятия с учетом требований к свойствам, заложенным в главе 1, таблица 11:

- Огнестойкость – текстильные материалы не должны гореть и тлеть при удалении их из пламени после выдерживания их в пламени в течение 30 сек.
- Стойкость к прожиганию – не менее 50 - 100 сек.
- Значение кислородного индекса (КИ) - не менее 36%.
- Разрывная нагрузка: по основе – 1000 - 1200 Н, по утку – 900 – 1000 Н.
- Раздирающая нагрузка: по основе – 100 - 120 Н, по утку – 100 – 130 Н.
- Гигроскопичность, не менее 10%.
- Воздухопроницаемость – не менее 40 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>с)
- Устойчивость к воздействию теплового потока величиной 8,0 кВт/м<sup>2</sup> – более 780 с (уровень защиты от теплового излучения – 2 балла).
- Суммарное тепловое сопротивление – 0,340 м<sup>2</sup>°С/Вт (уровень защиты 1,2).
- Устойчивость к воздействию пламени будет сохраняться после 5-ти и более химических чисток спецодежды.

Описание отделок суровых тканей, содержащих 100% огнестойкие волокна и тканей, состоящих из хлопка и огнестойкого волокна (хлопок 75% и Русар<sup>®</sup> 25%) приведено в Приложении Д.

На основании проведенных исследований разработаны технологические режимы отделки для производства огне- и термозащитных тканей (Приложение Д).

Аналізу полученных физико-механических, специальных и гигиенических свойств готовых тканей посвящена глава 7.



Результаты исследований по технологии производства готовых тканей с использованием кардной системы прядения хлопка защищены тремя патентами РФ [131,132,133], из которых в двух патентах [131,132] автор работы является первым автором.

## 6.5 Выводы по главе 6

1. Выбран ассортимент химических волокон, имеющих высокий кислородный индекс, со специальными свойствами, рекомендуемыми для производства текстильных материалов весом 250-350 г/м<sup>2</sup> для спецодежды. Оценка физико-механических и специальных свойств опытных партий волокон показала:
  - параарамидные термостабилизированные волокна Русар<sup>®</sup> являются высокопрочными, высококомодульными, огнестойкими;
  - термоокисленное полиакрилонитрильное волокно НИТОКС<sup>®</sup> отличается высокой огнестойкостью, с которой не могут сравниться другие волокна;
  - метапараарамидное волокно Кермель<sup>®</sup> обладает высокой термостойкостью.
2. Наряду с высокими физико-механическими свойствами и удовлетворительной прядильной способностью каждое выбранное волокно характеризуется своими специфическими свойствами, которые в сочетании с другими волокнами могут создавать уникальные смеси.
3. Выработанные опытно-промышленные партии пряжи линейных плотностей 25 текс х 2 ÷ 29 текс х 2 и 18,5 текс х 2 ткацкого назначения из оптимальных составов сырья на основе использования высокопрочных, высококомодульных огне-, термостойких химических волокон, имеющих высокий кислородный индекс и натурального волокна – хлопка характеризуются удовлетворительными показателями качества и отличаются высокими показателями по прочности (до 53,4 сН/текс) и огнестойкости (КИ до 36%), что обеспечивается за счёт использования высокопрочных и высококомодульных химических волокон.
4. Разработаны технологии выработки указанного ассортимента пряжи из разных составов сырья по кардной системе прядения хлопка и технологические режимы её производства.
5. На основе базовых заправок и исходных данных разработаны три, существенно отличающиеся по структуре, поверхностной плотности и сырьевому составу ткани.

6. По структурным, физико-механическим, эксплуатационным и функциональным показателям выработанные суровые ткани соответствуют исходным требованиям и заправочным расчётам.
7. Прочностные показатели суровых тканей в два и более раз превосходят исходный нормативный уровень.
8. Разработанные технологические режимы обеспечивают выработку спроектированных термо- и огнезащитных тканей в заданном диапазоне свойств на типовом технологическом оборудовании.
9. Установлено, что предварительная промывка огнезащитных суровых тканей нецелесообразна, так как воздействие при температуре 40-50<sup>0</sup>С приводит к возникновению необратимых заломов на ткани и снижению показателей огнестойкости (увеличение высоты обугливания).
10. Разработаны оптимальные режимы заключительной отделки опытных партий тканей из 100% огнестойких волокон, обладающих перманентными огнезащитными свойствами. Для улучшения товарного вида тканей из 100% огнестойких волокон рекомендуется проводить их заключительную отделку в суровом виде препаратом Анзал КС.
11. Для придания тканям перманентных к стиркам и химчисткам маслоотталкивающих свойств в комплексе с огне-, термозащитными свойствами рекомендуется проводить отделку тканей в суровом виде фторорганическим препаратом типа Фоборит Р в концентрации 80 г/л с термофиксацией при температуре не ниже 170<sup>0</sup>С в течение 1-1,5 минут (отделка МВО).
12. Разработаны оптимальные режимы огнезащитной отделки смешанной ткани, содержащей хлопок (75%) и огнестойкое волокно Русар<sup>®</sup> (25%).
13. Установлено, что применение огнезащитного препарата типа Фогинол обеспечивает получение огнестойкости, устойчивой только к химчисткам.
14. Установлено, что перманентные к стиркам и химчисткам огнестойкие свойства смешанной ткани из хлопка и Русар<sup>®</sup> обеспечиваются в результате

огнестойкой отделки по технологии «Пироватекс» с использованием реакционноспособных соединений фосфора.

15. Установлено влияние операции термофиксации при отделке смешанной пряжи на осыпаемость хлопковой составляющей ткани. Исключение операции термофиксации позволяет устранить этот дефект.

**ГЛАВА 7. КОМПЛЕКСНЫЕ МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ,  
ГИГИЕНИЧЕСКИХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ЗАЩИТНЫХ  
СВОЙСТВ ОГНЕ- И ТЕРМОЗАЩИТНЫХ ТКАНЕЙ**

Комплексные материаловедческие исследования готовых огне- и термозащитных тканей образцов 044/1, 044/2, 042 и 043 проведены по результатам анализа их физико-механических, гигиенических и специальных свойств. Сырьевой состав, виды переплетения и отделки тканей представлены в таблице 103.

Таблица 103 – Сырьевой состав, виды переплетения и отделки образцов огне-, термозащитных тканей разных образцов

Номер образца (артикул ткани)	Процентное содержание компонентов				Вид переплетения	Вид отделки
	Русар®	НИТОКС®	Кермель®	хлопок		
1. 044/1	40	40	20	-	усиленный восьмиремизный атлас	МО, МВО МО
2. 044/2	40	40	20	-	двухслойная ткань	МО, МВО
3. 042	65	-	35	-	саржа 2/1	ТА, ТА+МВО, ТО «ПРВ» и ТО «ФОГ»
4. 043	25	-	-	75	саржа 3/1	

В аккредитованном испытательном центре «ЦНИХБИ» были определены физико-механические и гигиенические свойства готовых огнезащитных тканей (образцы 042, 043, 044) с различными типами отделок до и после стирки, до и после химчистки (Приложение Е).

Специальные свойства тканей определяли в лабораториях научно-исследовательского института охраны труда ООО «НИИОТ в г. Иваново» (Приложение Е) и НПП «АРМОКОМ-ЦЕНТР» (Приложение Е), как на готовых тканях, а также на тканях после пяти стирок и после пяти химчисток.

В лаборатории ООО «Чайковский текстиль» образцы 042, 044/1 с отделкой МО и МВО подвергали пяти стиркам при температуре 60 °С в течение 30 минут в растворе моющего средства 3 г/л, с последующим трехкратным полосканием и

отжимом 500-600 обор/мин. Затем следовали сушка на воздухе и глажение с двух сторон. Образец 043 с отделкой ТО «ПРВ» также стирали по тому же режиму, что и образцы 042 и 044/1. В лабораторных условиях ЗАО ПК «Нордтекс» филиал в г. Родники «Родники-Текстиль» образец 043 с отделками ТА и ТА+МВО стирали по той же методике, что и на ООО «Чайковский текстиль».

Отмечено, что на всех тканях после стирок образуются необратимые, ярко выраженные заломы, которые невозможно удалить глажением, что ухудшает внешний вид этих тканей. Поэтому данные ткани целесообразно подвергать химчисткам.

Химчистку всех образцов проводили в лабораторных условиях НИИЦ маскировки «ФГУ 3 ЦНИИ Минобороны России» в соответствии с ГОСТ Р 51108-97 «Услуги бытовые. Химическая чистка. Общие технические условия» [115]. Представленные образцы подвергали пятикратному воздействию раствора Нефрас С-2-80/120 ТУ 38.401-67-108-92 при температуре 40°C в течение 30 мин. с перерывом между воздействиями в течение 24 часов.

#### 7.1 Анализ физико-механических и гигиенических свойств огне- и термозащитных тканей, содержащих 100% огнестойкие волокна

##### 7.1.1 Анализ физико-механических и гигиенических свойств огне- и термозащитной ткани, содержащей огнестойкие волокна

Русар® (65%) и Кермель® (35%)

Сравнительные данные физико-механических и гигиенических свойств готовой ткани образец 042 с отделкой МО (мягкая отделка) и МВО (масло-, водоотталкивающая отделка) до и после стирки представлены в таблице 104.

Из данных таблицы 104 следует, что огнезащитная ткань суровая, с отделками МО и МВО и после химчистки имеют одинаковую ширину 159 см, которая уменьшается только после стирки на 1 см по сравнению с исходной тканью с указанными видами отделок. Толщина тканей в среднем составляет 0,6 мм.

Таблица 104 – Физико-механические и гигиенические свойства огнезащитной ткани (образец 042)

Наименование образца	Наименование качественной характеристики																	
	Ширина см	Толщина, мм	Поверхностная плотность г/м <sup>2</sup>	Количество нитей на 10 см		Разрывная нагрузка, Н		Раздирающая нагрузка, Н		Удлинение при разрыве, %		Изменение линейных размеров после мокрых обработок, %		Изменение линейных размеров в горячем воздухе, %		Стойкость к истиранию (по сукну), циклы	Воздухопроницаемость дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> с	Гигроскопичность, %
				основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток			
042 суровый	159,0	0,65	228,0	279	183	3155,0	2220,0	270,0	320,0	17,7	6,7			-0,7	0,0	9480	95	7,0
042МО	158,9	0,57	227,6	264	183	3211,2	2245,4	231,5	247,2	19,3	6,5	-1,3	-0,7	+0,2	+0,5	10130	98	6,7
042МОс	157,6	0,60	233,3	283	187	3329,6	2342,0	206,3	225,4	20,7	7,1	-0,7	0,0	+0,5	+0,2	11445	79	8,1
042МО после химчистки	159,2	0,62	225,7	278	186	3208,5	2295,4	214,6	267,5	18,1	16,5	-2,0	-1,2	0,0	0,0	10982	104	7,8
042МВО	159,1	0,58	228,0	284	189	3367,6	2144,5	335,2	320,6	19,9	6,5	-0,8	-0,5	-0,5	-0,2	9258	82	6,2
042МВОс	158,0	0,62	239,0	281	186	3553,0	2358,2	290,0	291,0	22,8	7,8	-0,7	-0,3	-0,2	0,0	10492	98	7,3
042МВО после химчистки	159,3	0,62	222,3	274	182	3291,8	2301,4	226,4	266,5	18,0	5,8	-1,9	-1,0	-0,5	0,0	14107	114	7,1
ТЗ						1000-1200	900-1000	100-120	100-130			-3,5	±2,0				не менее 40	не менее 10

Поверхностная плотность суровой и готовой ткани с отделкой МО и МВО остается также без изменений и составляет 228 г/м<sup>2</sup>. После стирки этот показатель увеличивается для ткани с отделкой МО на 2,2%, с отделкой МВО – на 5,3 % по сравнению с тканями без стирки. После химчистки поверхностная плотность изменяется незначительно и составляет 226 г/м<sup>2</sup> у ткани с отделкой МО и 222 г/м<sup>2</sup> с отделкой МВО.

Количество нитей у суровой ткани по основе составляет 279 нитей, по утку – 183 нити. При отделке МО количество нитей по основе уменьшается на 15 нитей по сравнению с суровой тканью, по утку остается неизменным – 183 нити, после стирки количество нитей по основе увеличивается на 19 нитей и по утку увеличивается на 4 нити по сравнению с тканью до ее стирки. По сравнению с показателями суровой ткани при отделке МВО количество нитей по основе увеличивается на 5 нитей, по утку на 6 нитей. Количество нитей у ткани с отделкой МВО после стирки уменьшается на 3 нити по основе и утку, по сравнению с исходной готовой тканью. Изменение количества нитей по основе и утку у тканей с отделками МО и МВО после их химчистки находится в пределах допуска этого показателя.

Разрывная нагрузка у суровой ткани составляет по основе 3155 Н, по утку – 2220 Н. Отделка МО увеличивает разрывную нагрузку по сравнению с суровой тканью на 56 Н по основе и на 25 Н по утку. Стирка увеличивает этот показатель по сравнению с тканью до стирки по основе на 119 Н, а по утку этот показатель незначительно уменьшается (3 Н). Отделка МВО по сравнению с суровой тканью увеличивает разрывную нагрузку по основе на 212 Н, по утку на 76 Н. Стирка увеличивает этот показатель по сравнению с готовой тканью по основе на 185 Н, по утку на 214 Н. Химчистка незначительно изменяет данный показатель, как по основе, так и по утку. Графическая зависимость разрывной нагрузки по основе и утку от вида отделки готовой ткани (образец 042) представлена на рисунке 31.



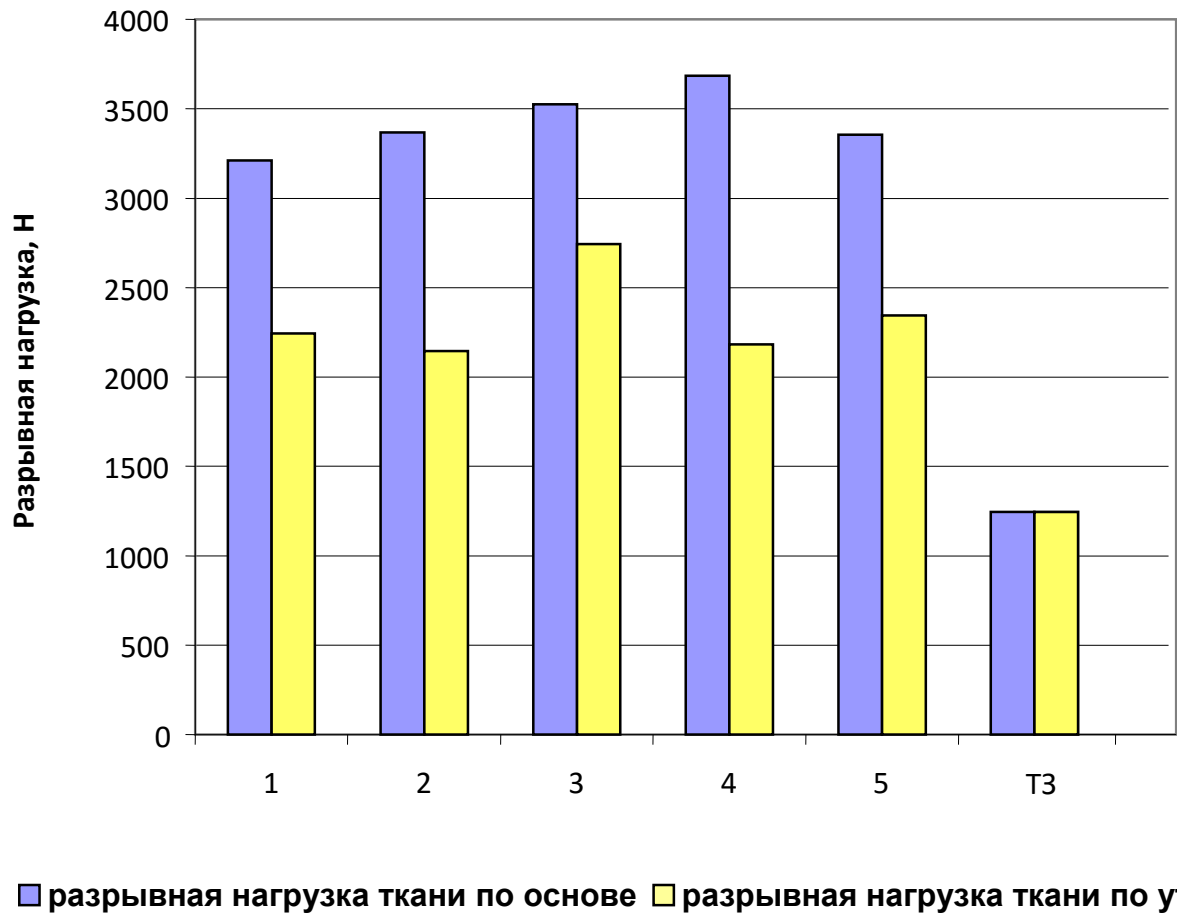


Рисунок 31 – Зависимость разрывной нагрузки от вида отделки готовой ткани

1 - обр.042 с отделкой МО; 2 - обр.042 с отделкой МВО; 3 - обр.044/1 с отделкой МО; 4 - обр.044/1 с отделкой МВО; 5 - обр.044/2 с отделкой МО

Раздирающая нагрузка готовой ткани с отделкой МО по сравнению с суровой тканью уменьшается на 38 Н по основе и по утку на 127 Н. Стирка еще уменьшает раздирающую нагрузку на 26 Н по основе и по утку на 22 Н. Отделка МВО по сравнению с суровой тканью увеличивает раздирающую нагрузку по основе на 55 Н, по утку раздирающая нагрузка остается неизменной. Стирка и химчистка уменьшают раздирающую нагрузку по сравнению с исходной тканью соответственно по основе на 45 Н и 17 Н. По утку стирка уменьшает раздирающую нагрузку на 22 Н, а химчистка увеличивает этот показатель на 21 Н. Графическая зависимость раздирающей нагрузки по основе и утку от вида отделки готовой ткани (образец 042) представлена на рисунке 32.

После стирки удлинение при разрыве увеличивается на 3% по основе и на 1% по утку по сравнению с показателем ткани до стирки. Химчистка уменьшает этот показатель по основе на 2%, по утку на 1% по сравнению с тканью до химчистки.

Показатель усадки ткани после стирки (изменение линейных размеров после мокрых обработок) имеют следующие показатели:

- с отделкой МО по основе – (-1,3%), по утку – (-0,7%);
- с отделкой МВО по основе – (-0,8%), по утку – (-0,5%).

Из полученных показателей следует, что ткань (образец 042) обладает низкими показателями усадки, как по основе, так и по утку, которые сохраняются у ткани после ее стирки и химчистки.

Изменение размеров в горячем воздухе у суровой ткани (-0,7%) по основе и по утку (0,0%), а в готовом виде:

- с отделкой МО ткань имеет значение данного показателя по основе (+0,2%), по утку (+0,5%),
- с отделкой МВО по основе (-0,5%), по утку (-0,5%).

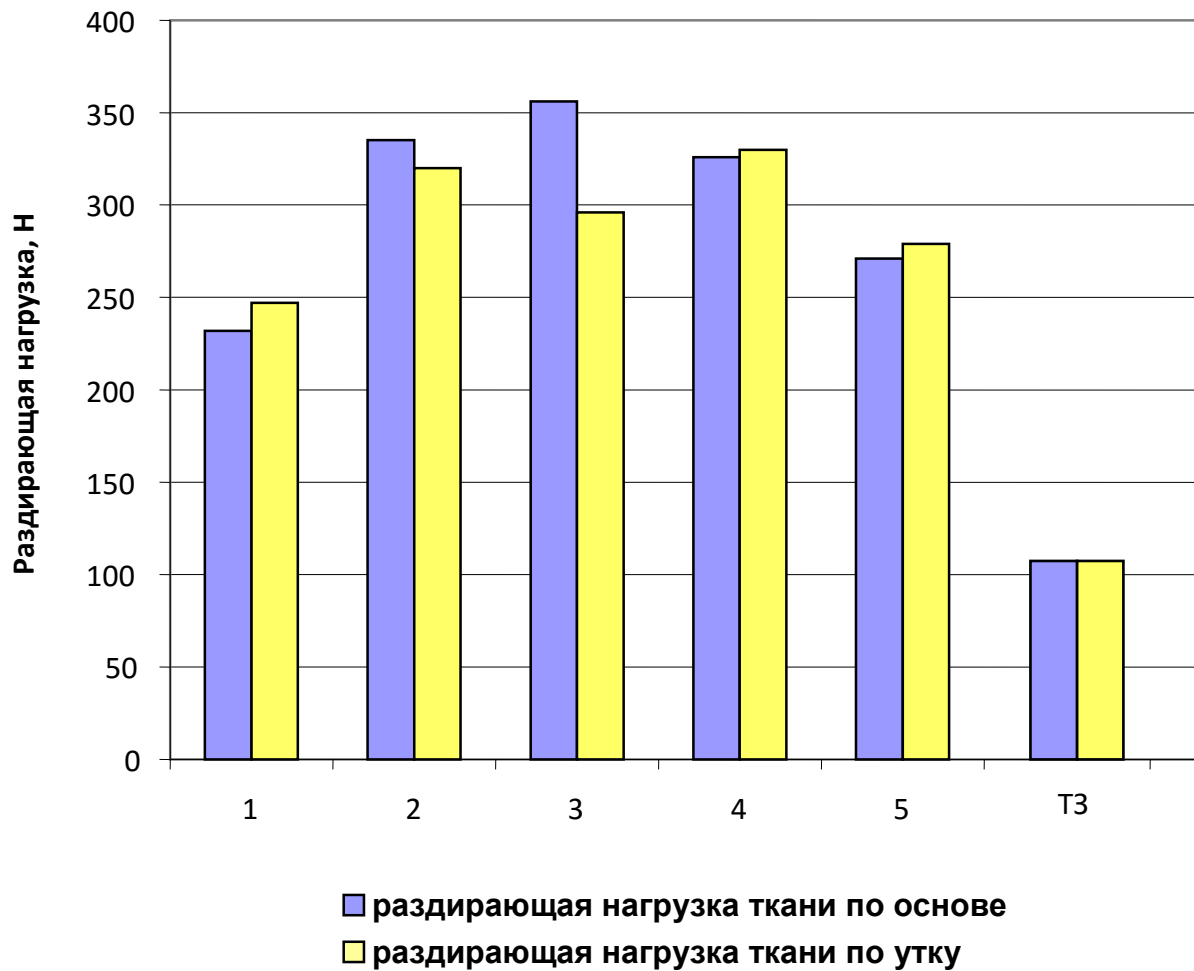


Рисунок 32 – Зависимость раздирающей нагрузки готовой ткани от вида отделки ткани

1 -обр.042 с отделкой МО; 2 - обр.042 с отделкой МВО; 3 - обр.044/1 с отделкой МО; 4 - обр.044/1 с отделкой МВО; 5 - обр.044/2 с отделкой МО

Химчистка практически не влияет на изменение линейных размеров ткани в горячем воздухе: с отделкой МО 0,0% как по основе, так и по утку, с отделкой МВО – (-0,5%) по основе и утку 0,0%.

Таким образом, происходит незначительное изменение размеров тканей с отделками МО и МВО как после мокрых обработок, так и после воздействия горячего воздуха.

Показатель стойкости к истиранию у суровой ткани партии 042 составляет 9480 циклов, с отделкой МО – 10130 циклов, с отделкой МВО – 9258 циклов. Ткань с отделкой МО и отделкой МВО сохраняет такие же высокие показатели после стирки и химчистки.

Воздухопроницаемость ткани с отделкой МО составляет  $98 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ , с отделкой МВО –  $82 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ . Этот показатель уменьшается у ткани с отделкой МО до  $79 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$  после ее стирки за счет уплотнения ткани по основе и утку. У ткани с отделкой МВО после стирки этот показатель увеличивается с  $82 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$  до  $98 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ . После химчистки воздухопроницаемость у ткани с отделкой МО увеличивается и составляет  $104 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ , у ткани с отделкой МВО –  $114 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ .

Гигроскопичность ткани с отделкой МО и отделкой МВО составляет 6-7 %, которая повышается до 7-8 % после стирки и химчистки.

На рисунке 33 представлена зависимость гигиенических свойств (воздухопроницаемость, гигроскопичность) готовых тканей, образец 042 и образец 044/1 от вида отделки.

Таким образом, проведенный анализ физико-механических и гигиенических показателей готовой ткани (образец 042) с отделками МО и МВО показал, что вид отделки не значительно влияет на исследованные показатели.

В процессе различных отделок данной ткани ширина ее практически не изменяется по сравнению с суровой тканью и составляет 158-159 см. Стирки и химчистки не оказывают влияния на изменения ширины.

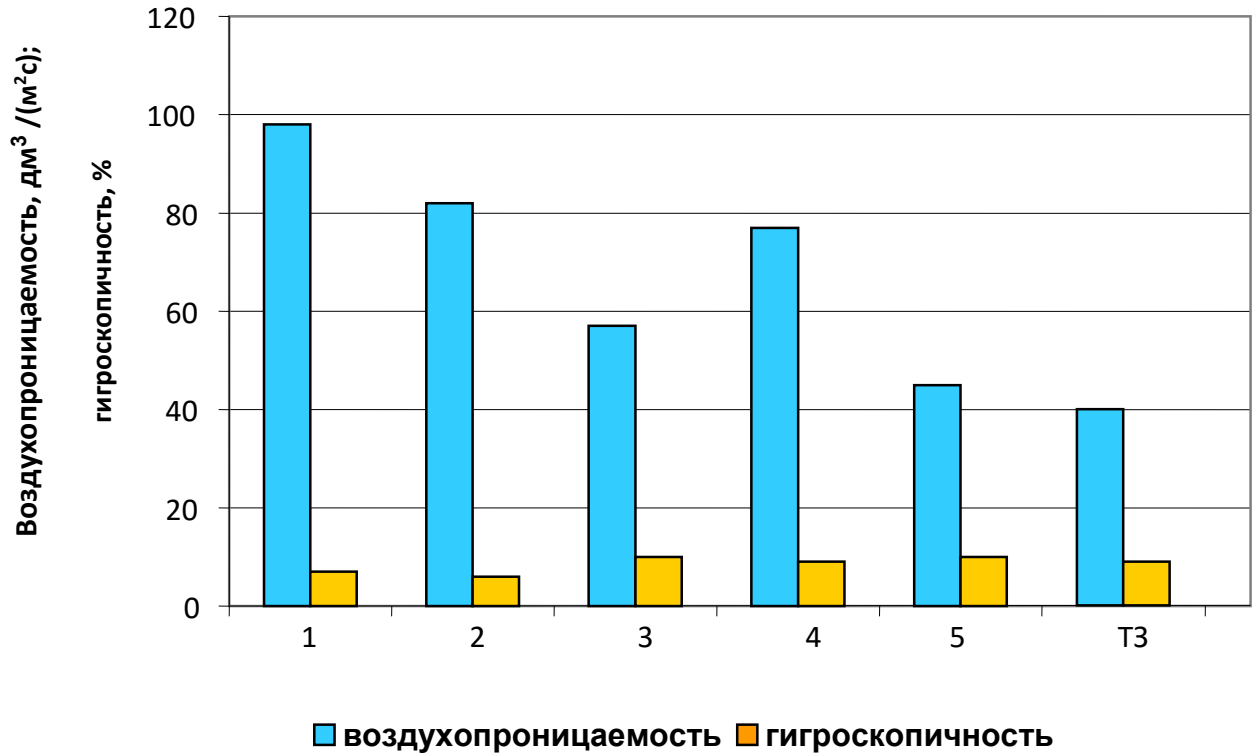


Рисунок 33 – Зависимость гигиенических свойств ткани от вида отделки ткани

1 - обр.042 с отделкой МО; 2 - обр.042 с отделкой МВО;  
3 - обр.044/1 с отделкой МО; 4 - обр.044/1 с отделкой МВО;  
5 - обр.044/2 с отделкой МО

Ткань (образец 042) обладает высокими прочностными показателями, превышающими требования ТЗ:

- разрывная нагрузка составляет в среднем по основе 3 000 Н, по утку 2 000 Н. (Требования ТЗ: по основе 1 000 – 1 200 Н, по утку 900 – 1200 Н), что практически в 3 раза выше требований ТЗ по основе и в 2 раза по утку;

- раздирающая нагрузка составляет по основе 230 – 330 Н, по утку 240 – 320 Н. (требования ТЗ: по основе 100-120 Н, по утку 100-130 Н), что почти в 2,5 – 3 раза выше требований ТЗ, как по основе, так и по утку;

- стойкость к истиранию по сукну составляет 9 000 – 10 000 циклов.

Воздухопроницаемость находится в пределах 82 – 98  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ . Требования ТЗ: не менее 40 и не более 100  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ .

Гигроскопичность составляет 6-7%. Требования ТЗ: не менее 10%. Пониженные значения гигроскопичности связано с тем, что ткань выработана из гидрофобных синтетических волокон.

#### 7.1.2 Анализ физико-механических и гигиенических свойств огне- и термозащитной ткани, содержащей огнестойкие волокна

НИТОКС® (40%), Русар® (40%), Кермель® (20%)

В таблице 105 представлены физико-механические и гигиенические показатели ткани образец 044 структура 1 (усиленный атлас) с отделкой МО (мягкая отделка), МВО (масло-, водоотталкивающая отделка) и образец 044 структура 2 (двухслойная) с отделкой МО до и после стирки.

Из данных таблицы 105 следует, что огнезащитная ткань структура 1 суровая и с отделкой МО имеют одинаковую ширину 158 см, а с отделкой МВО – 159 см, которая уменьшается после стирки ткани с отделкой МО на 3 см, ткани с отделкой МВО на 2 см. У ткани обр. 044 структура 2 с отделкой МО ширина составляет 159 см.

Таблица 105 – Физико-механические и гигиенические свойства огнезащитной ткани обр. 044 (структуры 1 и 2)

Наименование образца	Наименование качественной характеристики																	
	Ширина, см	Толщина, мм	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Количество нитей на 10 см		Разрывная нагрузка, Н		Раздирающая нагрузка, Н		Удлинение при разрыве, %		Изменение линейных размеров после мокрых обработок, %		Изменение линейных размеров в горячкм воздухе, %		Стойкость к истиранию (по сукну), циклы	Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> сек.	Гигроскопичность, %
				ос-нова	уток	ос-нова	уток	ос-нова	уток	ос-нова	уток	ос-нова	уток	ос-нова	уток			
044/1 суровый	158,3	0,96	353	326	241	3500	2530,0	310,0	290,0	16,7	6,8	-	-	-0,8	-0,6	11500	70	9
044/1МО	158,2	0,88	356,6	335	243	3524,1	2743,5	355,7	296,3	16,3	8,2	-2,7	-1,3	-0,7	0,0	12072	57	9,9
044/1МОс	154,9	0,94	358,4	333	252	3740,2	2530,9	327,6	245,0	18,8	9,9	-0,2	-0,2	0,0	0,0	11405	50	10,1
044/1МО после химчистки	158,2	0,95	362,3	326	234	3696,9	2647,0	330,3	292,0	16,0	7,4	-3,3	-1,3	-0,8	-0,8	12198	26	9,3
044/1МВО	159,1	0,91	350,1	320	237	3685,7	2182,0	326,3	329,6	17,5	6,8	-0,5	-0,8	-0,3	0,0	10924	77	8,5
044/1МВОс	156,6	0,96	358,0	325	236	3513,8	2403,4	341,0	342,0	18,5	9,0	-0,5	0,0	-0,2	0,0	9618	55	9,2
044/1МВО после химчистки	158,6	0,94	355,7	330	234	3681,4	2026,6	335,2	332,2	17,5	7,1	-3,1	-1,4	-1,0	-0,5	11368	76	8,4
044/2 суровый	158,4	0,9	337,0	326	214	3000,0	2370,0	280,0	310,0	17,5	7,2	-	-	-1,0	-0,3	12400	48	9,0
044/2МО	158,8	0,85	337,6	326	207	3354,4	2343,4	271,0	278,6	21,3	7,2	-3,0	-2,0	-0,7	0,0	11061	45	10,0
044/2МО после химчистки	159,0	0,89	341,1	328	213	3113,3	2315,5	262,6	265,6	20,3	6,4	-3,8	-2,6	-0,7	-0,7	13160	48	9,2
ТЗ						1000-1200	900-1200	100-120	100-130			-3,5	±2,0				не менее 40	не менее 10

Толщина ткани образца 044 структура 1 с отделкой МО составляет 0,88 мм, после стирки толщина увеличивается до 0,94 мм. Толщина ткани образца 044 структура 1 с отделкой МВО составляет 0,91 мм, после стирки увеличивается до 0,96 мм.

Толщина ткани образца 044 структура 2 с отделкой МО – 0,85 мм. Таким образом, толщина ткани образца 044 1 и 2 структур как суровая, так и с различными отделками, а также после стирки и химчистки, находится в пределах значений 0,9-1,0 мм.

Поверхностная плотность суровой ткани образца 044 структура 1 – 353 г/м<sup>2</sup>, с отделкой МО 357 г/м<sup>2</sup>, а после стирки - 358 г/м<sup>2</sup>, т.е. незначительно изменяется. Поверхностная плотность готовой ткани образец 044 структура 1 с отделкой МВО - 350г/м<sup>2</sup>, после стирки этот показатель увеличивается на 2,3 %. Поверхностная плотность ткани структуры 2 как суровой, так и с отделкой МО практически одинаковая и соответственно 337 г/м<sup>2</sup> и 338 г/м<sup>2</sup>. А после химчистки поверхностная плотность готовых тканей повышается за счет уплотнения структуры до 341 г/м<sup>2</sup>.

Количество нитей у суровой ткани образца 044 структура 1 по основе составляет 326 нитей, по утку – 241 нить. После отделки МО количество нитей по основе уменьшается на 9 нитей по сравнению с суровой тканью, по утку составляет - 243 нити, после стирки количество нитей по основе уменьшается всего на 2 нити, по утку увеличивается на 9 нитей по сравнению с отделанной тканью.

После химчистки имеет место снижение количества нитей по основе на 7 нитей и по утку на 8 нитей.

В сравнении с показателями суровой ткани после отделки МВО количество нитей по основе уменьшается на 5 нитей, а по утку на 4 нити. Количество нитей у ткани с отделкой МВО после стирки увеличивается по основе на 5 нитей, а по утку остается практически без изменения, по сравнению с готовой тканью. После химчистки количество нитей по основе увеличивается на 10 нитей, а по утку снижается на 3 нити.



У суровой ткани образца 044 структуры 2 количество нитей по основе составляет 337 нитей, по утку 326 нитей. После отделки МО количество нитей как по основе, так и по утку остается прежним. После химчистки количество нитей по основе увеличивается на 2 нити, по утку на 6 нитей по сравнению с готовой тканью.

Разрывная нагрузка у суровой ткани образца 044 структуры 1 составляет по основе 3500 Н, по утку – 2530 Н. Отделка МО увеличивает разрывную нагрузку по сравнению с суровой тканью на 24 Н по основе и на 213 Н по утку. На рисунке 31 приведена графическая зависимость разрывной нагрузки по основе и утку готовых тканей образца 044 структуры 1 и 2 от вида отделки. Стирка увеличивает этот показатель по основе на 216 Н по сравнению с готовой тканью, а по утку этот показатель уменьшается на 213 Н. После химчистки уменьшается показатель разрывной нагрузки по основе на 43 Н и увеличивается на 117 Н по утку. Отделка МВО по сравнению с суровой тканью увеличивает разрывную нагрузку по основе на 185 Н, по утку уменьшает на 348 Н. Стирка уменьшает этот показатель по сравнению с готовой тканью по основе на 172 Н, и увеличивает по утку на 121 Н. Химчистка практически не изменяет разрывную нагрузку по основе и уменьшает ее на 155 Н по утку.

У суровой ткани образца 044 структуры 2 разрывная нагрузка по основе 3000 Н, по утку – 2370 Н. Отделка МО увеличивает этот показатель по основе на 354 Н и уменьшает его по утку на 27Н. Химчистка увеличивает показатель разрывной нагрузки по основе на 113 Н и уменьшает его на 54 Н.

Раздирающая нагрузка готовой ткани образца 044 структуры 1 с отделкой МО по сравнению с суровой тканью увеличивается на 46 Н по основе и по утку на 6 Н. Графическая зависимость раздирающей нагрузки по основе и утку от вида отделки готовых тканей представлена на рисунке 32. Стирка уменьшает раздирающую нагрузку на 29 Н по основе и по утку на 51 Н. Химчистка увеличивает показатель на 20Н по основе и на 4 Н по утку.

Отделка МВО по сравнению с суровой тканью увеличивает раздирающую нагрузку по основе на 16 Н, по утку на 40 Н. Стирка ткани образца 044 структуры

1 с отделкой МВО увеличивает раздирающую нагрузку по основе на 15 Н и по утку на 12 Н по сравнению с исходной тканью. Химчистка увеличивает показатель на 9 Н по основе и практически не изменяет его по утку.

У ткани образца 044 структуры 2 раздирающая нагрузка после отделки МО уменьшается по основе на 9 Н, по утку на 31 Н по сравнению с суровой тканью той же структуры. Химчистка снижает показатель на 17 Н по основе и на 44 Н по утку.

Удлинение при разрыве составляет у суровой ткани по основе 17%, по утку 7%. У ткани с отделкой МО этот показатель остался практически без изменения по основе (16%) и утку (8%). Стирка увеличивает этот показатель, по основе на 3 % и по утку на 2% по сравнению с тканью до стирки. Химчистка не оказывает влияния на данный показатель. У ткани с отделкой МВО удлинение при разрыве по сравнению с суровой тканью практически не изменяется. После стирки удлинение при разрыве у ткани с отделкой МВО увеличивается на 1% по основе и на 2 % по утку по сравнению с показателем ткани до стирки. Химчистка практически не влияет на данный показатель.

Отделка МО у ткани образца 044 структуры 2 увеличивает удлинение при разрыве по основе на 3%, а по утку оставляет его без изменения по сравнению с суровой тканью. Химчистка также не влияет на исследуемый показатель удлинение при разрыве.

Показатель усадки ткани образца 044 структуры 1 (изменение линейных размеров после мокрых обработок) имеют низкие значения:

- с отделкой МО по основе – (- 2,7%), по утку – (-1,3%);

- с отделкой МВО по основе – (-0,5%), по утку – (-0,8%).

Стирка приводит к еще большему снижению данного показателя - (-0,2%) как по основе так и по утку.

Показатель усадки ткани образца 044 структуры 2 с отделкой МО (изменение линейных размеров после мокрых обработок) имеют следующие показатели по основе (-3,0), по утку (-2,0).

Изменение размеров в горячем воздухе у анализируемых тканей образца 44 структуры 1 и 2 следующие значения:

- у ткани структура 1 (-0,8%) по основе и по утку (-0,6%),
- с отделкой МО ткань имеет значение данного показателя по основе и по утку (0,0%),
- с отделкой МВО по основе (-0,3%), по утку 0,0%.

У ткани структуры 2 в суровье изменения размеров составляют по основе (-1,0%), по утку (-0,3%), отделка МО изменяет изменения в горячем воздухе по основе до (-0,7%), по утку до 0%.

Показатель стойкости к истиранию у суровой ткани партии 044 структура 1 составляет 11500 циклов, с отделкой МО – 12072 цикла, с отделкой МВО – 10924 цикла. Ткань с отделкой МО и отделкой МВО сохраняет такие же высокие показатели и после стирки соответственно 11405 циклов и 9618 циклов.

Показатель стойкости к истиранию у суровой ткани образца 044 структуры 2 составляет 12400 циклов, после отделки – 11061 цикл.

Воздухопроницаемость ткани образца 044 структуры 1 с отделкой МО составляет  $57 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ , с отделкой МВО -  $77 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ . Этот показатель уменьшается после ее стирки за счет уплотнения ткани по основе и утку с отделкой МО до  $50 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ , с отделкой МВО до  $55 \text{ дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ . На рисунке 33 представлена графическая зависимость воздухопроницаемости ткани образца 044 структуры 1 и 2 от вида отделки.

Гигроскопичность ткани образца 044 структуры 1 с отделкой МО – 10%, с отделкой МВО составляет 9%, которая остается у ткани и после ее стирки и химчистки. Гигроскопичность ткани структуры 2 с отделкой МО – 10%, как и у ткани структуры 1 с той же отделкой. Графическая зависимость гигроскопических свойств готовых тканей образца 044 структуры 1 и 2 представлены на рисунке 33.

На основании проведенных материаловедческих исследований тканей образцов 044 структуры 1 и 2, выработанных из огнестойких волокон, следует, что ткани обладают:

- высокими показателями разрывной нагрузки от 3000Н до 3500 Н по основе и от 2200Н до 2700 Н по утку (ТЗ по основе 1000Н - 1200Н, по утку 900-1200Н);

- высокими показателями раздирающей нагрузки - от 206 Н до 340 Н по основе и по утку от 225 Н до 320 Н (ТЗ по основе -100Н-120Н, по утку – 100Н-130Н);

- отделки тканей, как МО (мягкая отделка), так и МВО (масло-, водоотталкивающая отделка) не снижают показатели разрывной и раздирающей нагрузок, оставляя их на уровне разрывных нагрузок суровых тканей;

- ткани с отделками МО и МВО после стирки и химчистки имеют практически те же показатели разрывной и раздирающих нагрузок;

- истирание тканей по плоскости составляет от 9250 циклов до 12400 циклов, этот показатель остается высоким и после воздействия стирки и химчистки;

- гигиенические свойства тканей характеризуются следующими показателями:

- а) воздухопроницаемость составляет от 45  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$  до 77  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$  (ТЗ не более 100  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ );

- б) гигроскопичность – 10% (ТЗ не менее 10%);

- в) изменение линейных размеров после стирок составляет (-0,5% – (-2,7%) по основе и по утку от (-1,3%)- (-0,8%). Эти ткани удовлетворяют требованиям НТД по усадкам для изделий костюмного ассортимента: усадка по основе (-3,5%), по утку ( $\pm 2\%$ ).

Ткани образцов 044 структуры 1 и структуры 2 практически идентичны по физико-механическим и гигиеническим свойствам.

## 7.2 Анализ физико-механических и гигиенических свойств смешанной огне- и термозащитной ткани, содержащей хлопок (75%) и огнестойкое волокно Русар® (25%)

В таблице 106 приведены сравнительные данные физико-механических и гигиенических свойств ткани образца 043 с различными огнестойкими отделками.

### 7.2.1 Анализ физико-механических и гигиенических свойств смешанной ткани с огнестойкой отделкой препаратом Фогинол

Из данных, представленных в таблице 106, следует, что ширина ткани, отделанной препаратом Фогинол, как с термофиксацией, так и без нее, составляет 153 см и в результате отделочных операций она уменьшилась по сравнению с суровой тканью на 6 см (ширина суровой ткани образца 043 – 159 см).

Толщина ткани находится в интервале от 0,66 до 0,76 мм.

Поверхностная плотность отделанных тканей увеличилась по сравнению с суровой тканью (293 г/м<sup>2</sup>) с отделкой препаратом Фогинол без термофиксации на 4,4% (306 г/м<sup>2</sup>), а с термофиксацией на 9,5% (321 г/м<sup>2</sup>).

Готовая ткань, отделанная Фогинолом, по сравнению с суровой уплотнилась по основе, как без термофиксации, так и с термофиксацией. Количество нитей по утку уменьшилось на 6 нитей, как с термофиксацией, так и без нее.

Разрывная нагрузка готовой ткани по сравнению с суровой уменьшилась, как по основе, так и по утку:

без термофиксации по основе на 227 Н (с 2690 Н до 2463 Н), по утку на 243 Н (с 1440 Н до 1197 Н)

с термофиксацией по основе на 483 Н (с 2690 Н до 2207 Н), по утку на 289 Н (с 1440 Н до 1151 Н).

Следует отметить, что разрывная нагрузка у ткани с термофиксацией снижена по основе в 2 раза, по утку в 1,2 раза по сравнению с тканью без термофиксации.

Таблица 106 - Физико-механические и физико-химические свойства огнезащитной ткани (образец 043)

Наименование образца	Наименование качественной характеристики																	
	Ширина, см	Толщина, мм	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Количество нитей на 10 см		Разрывная нагрузка, Н		Раздирающая нагрузка, Н		Удлинение при разрыве, %		Изменение линейных размеров после мокрых обработок, %		Изменение линейных размеров в горячем воздухе, %		Стойкость к истиранию (по сукну), циклы	Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> с)	Гигроскопичность %
				основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
043 суровый	159,0	0,8	293,0	305	180	2690,0	1440,0	290,0	230,0	19,0	6,0	-	-	-0,7	-0,5	7900	36	15,0
043ТО «Фог» (без термофиксации)	153,4	0,76	305,6	322	174	2463,0	1197,4	163,7	118,6	8,8	9,1	-2,7	-0,6	-2,0	-0,3	5646	32	19,9
043ТО «Фог» (с термофиксацией)	153,2	0,66	321,0	316	174	2206,8	1151,4	96,0	78,4	10,6	8,4	-2,7	0,4	-0,8	0,0	4043	32	20,2
043ТО «Фог» после химчистки	153,2	0,71	321,0	-	-	2557,1	1157,6	162,2	131,4	9,1	9,0	-	-	-1,0	-0,5	6193	30	20,3
043ТА	153,0	0,63	335,5	321	171	2284,8	1271,8	104,0	90,3	6,9	8,1	-2,5	0,0	-0,2	0,0	8079	26	15,9
043ТА после стирки	153,6	0,77	342,0	318	172	2117,2	1293,2	80,4	81,3	10,2	8,5	-1,9	-0,3	-0,7	-0,3	9664	23	15,6
043ТА после химчистки	153,6	0,67	338,0	-	-	2389,3	1248,8	118,4	107,2	6,0	8,7	-	-	0,0	0,0	7198	28	14,9
043ТА+МВО	155,0	0,66	324,0	314	172	2553,2	1223,6	85,3	85,3	7,5	7,4	-3,3	-1,2	-0,5	-0,8	7256	27	14,0
043ТА+МВО после стирки	151,0	0,80	340,9	324	174	2173,0	1203,5	72,5	55,9	10,4	19,9	-1,8	-0,2	-0,8	0,0	7901	25	14,9

## Окончание таблицы 106

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
043ТА+ МВО после химчистки	155,0	0,7	334,0	-	-	2127,9	1182,3	87,6	84,0	6,3	6,9	-	-	-0,2	-0,1	5789	23	15,0	
043ТО «ПРВ»	153,0	0,66	309,6	320	173	2040,3	1066,3	64,7	53,9	8,0	7,9	-8,8	-1,5	-0,7	-0,5	5960	21	14,8	
043ТО «ПРВ» после стирки	149,9	0,92	356,5	326	190	1718,2	1105,2	30,4	38,2	18,6	9,5	-1,6	-0,3	-0,5	-0,3	5613	23	13,9	
043ТО «ПРВ» после химчистки	153,8	0,66	326,5	-	-	2121,6	907,0	113,8	68,7	8,5	7,7	-	-	-0,9	+0,3	6872	21	15,8	
ТЗ						1000- 1200	900 -1200	100- 120	100-130			-3,5	±2,0					не < 100	не < 10

Однако готовые ткани имеют высокие значения изучаемого показателя (Требование ТЗ: основа 1 000Н-1200 Н, уток – 900 Н-1200 Н).

Та же тенденция к снижению прослеживается по показателю раздирающей нагрузки как по сравнению с суровой тканью, так и с тканью без термофиксации.

Показатель раздирающей нагрузки по основе снижается у ткани с термофиксацией на 194 Н (67%) по сравнению с суровой тканью, по утку на 152 Н (67%). Показатель раздирающей нагрузки по основе у ткани без термофиксации снижается на 126 Н (43%), а по утку на 111 Н (48%).

Тем не менее данный показатель имеет значения превышающие требования ТЗ: по основе -100 Н-120Н, по утку – 100 Н-130Н.

Показатель удлинения при разрыве по основе по сравнению с суровой тканью соответственно снижается у ткани без термофиксации на 10%, с термофиксацией на 8%. По утку этот показатель увеличивается соответственно на 3% и 2%.

Готовая ткань, как без термофиксации, так и с термофиксацией, имеет усадку после мокрых обработок: по основе (-2,7%), по утку (0,4-0,6%), т.е. по показателю усадки она соответствует требованиям НТД для костюмного ассортимента.

Показатель изменения линейных размеров при действии горячего воздуха у ткани без термофиксации, основа (-2,0%), уток (-0,3%) хуже, чем у ткани с термофиксацией, основа (-0,8%), уток (0,0%).

Показатель истирания ткани по плоскости уменьшается по сравнению с суровой тканью для ткани без термофиксации на 28,5%, с термофиксацией на 48,8%.

Воздухопроницаемость ткани как без термофиксации, так и с термофиксацией составляет 32  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ , у суровой ткани - 36  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ .

Гигроскопичность у тканей с отделкой Фогинол как без термофиксации так и с термофиксацией составляет 20%. Такой высокий показатель объясняется наличием в сырьевом составе ткани хлопкового волокна (75%), который обладает гидрофильностью.



## 7.2.2 Анализ физико-механических и гигиенических свойств смешанной ткани с огнестойкой отделкой по технологии «Пробан» (ТА)

В таблице 106 представлены показатели ткани с отделкой «Пробан» (ТА), показатели устойчивости ее к стиркам и химчисткам, показатели комплексной отделки «Пробан» с отделкой масло-, водоотталкивающей (ТА+МВО), а также показатели устойчивости комплексной отделки к стиркам и химчисткам.

### Отделка ТА

Из анализа представленных данных следует, что ширина ткани с отделкой ТА составляет 153 см и по сравнению с суровой тканью она уменьшается также на 6 см, как и в первом случае. Толщина ткани составляет 0,6 мм. После стирки толщина ткани возрастает до 0,77мм. Поверхностная плотность готовой ткани с отделкой ТА увеличилась на 15% (336 г/м<sup>2</sup>) по сравнению с суровой тканью (293 г/м<sup>2</sup>), и также после стирок она увеличилась на 5% по сравнению с готовой тканью (342 г/м<sup>2</sup>).

Количество нитей по сравнению с суровой тканью по основе увеличилось на 16 нитей, а по утку их количество уменьшилось на 9 нитей. После стирок происходит разуплотнение ткани по основе на 3 нити и незначительное уплотнение по утку всего на 1 нить.

Разрывная нагрузка у готовой ткани по сравнению с суровой уменьшилась по основе на 15%, по утку на 12%. Стирки по сравнению с готовой тканью снижают разрывную нагрузку по основе на 7%, а по утку она возрастает на 1,6%, очевидно это связано с уплотнением ткани, как по основе, так и по утку.

Показатели раздирающей нагрузки по сравнению с суровой тканью также уменьшились по основе на 64%, по утку на 61%. После стирки этот показатель также уменьшается по сравнению с готовой тканью по основе на 24 Н, по утку на 9Н. Химические чистки на изменение показателей разрывной нагрузки, раздирающей нагрузки и показателя истирание по плоскости влияют незначительно.

Удлинение при разрыве по основе уменьшилось на 12%, по утку возросло на 2%. Стирки изменяют показатель удлинения не значительно по основе на 3%, а по утку он остается как у готовой ткани.

По показателю усадки после стирки (изменение линейных размеров) ткань с отделкой ТА соответствует требованиям НТД для костюмного ассортимента (основа (-2,5%), уток 0,0%). Изменение размеров ткани в горячем воздухе практически нет: основа (-0,2%), уток 0,0%. Изменение линейных размеров после стирки и после воздействия горячего воздуха по сравнению с готовой тканью изменяется незначительно.

Показатель истирания по плоскости составляет 8079 циклов и по сравнению с суровой тканью возрастает у готовой ткани на 2%. Показатель истирания по плоскости у ткани после стирки возрастает по сравнению с готовой на 1585 циклов.

Воздухопроницаемость уменьшается с 36  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$  у суровой ткани до 26  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$  у готовой ткани. Воздухопроницаемость после стирки уменьшается на 3  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ . (ТЗ не менее 40 и не более 100  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ ).

Гигроскопичность составляет 16% у готовой ткани и ткани после стирки (ТЗ не менее 10%).

#### Комплексная отделка ТА+МВО

Готовая ткань с комплексной отделкой (ТА+МВО) имеет ширину 155 см, которая после стирки уменьшается на 4 см. Толщина готовой ткани 0,66 мм, стирка увеличивает ее до 0,80 мм. Поверхностная плотность готовой ткани по сравнению с суровьем увеличивается на 10%, стирки увеличивают ее по сравнению с готовой тканью на 5%.

Количество нитей у готовой ткани по основе увеличивается на 9 нитей, а по утку их количество уменьшается на 8 нитей. Количество нитей по основе у ткани после стирки возрастает по сравнению с готовой тканью на 10 нитей, уток практически не изменяется (увеличение всего на 2 нити).

Разрывная нагрузка готовой ткани падает по сравнению с суровой по основе на 5%, по утку на 15%. После стирок происходит падение разрывной нагрузки по сравнению с готовой тканью на 15%, по утку на 1,7%.

Однако во всех вариантах готовая ткань имеет значения разрывной нагрузки, превышающих требования ТЗ: основа 1 000Н-1200 Н, уток – 900 Н-1200 Н.

Раздирающая нагрузка в сравнении с суровой тканью значительно уменьшилась по основе на 70%, по утку на 63%. Стирки привели к дальнейшему падению раздирающей нагрузки по сравнению с суровой тканью, как по основе, так и по утку на 75%. Химчистки на прочностные показатели исследуемой ткани с отделкой ТА+МВО по сравнению с готовой тканью изменяется незначительно.

В результате отделочных операций произошло изменение показателя удлинения при разрыве, которое по основе уменьшилось на 11%, а по утку увеличилось на 1%. Величина этого показателя после стирок стала 10%, как по основе, так и по утку.

Усадки после стирок готовой ткани соответствуют требованиям НТД для костюмного ассортимента и составляют по основе (-3,3%), по утку (-1.2%). Изменение размеров ткани после воздействия горячего воздуха незначительно и находится в пределах от 0,5% до 0,8%.

Стойкость к истиранию по плоскости по сравнению с показателем суровой ткани падает в результате отделки всего на 8%. Стирка не сказывается на изменении этого показателя: у ткани после стирки он составляет 7901 цикл, у суровой ткани -7900 циклов.

Воздухопроницаемость у ткани с комплексной отделкой ТА+МВО составляет 27  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ , после стирки 25  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ . По сравнению с суровой тканью произошло незначительное снижение воздухопроницаемости (воздухопроницаемость суровой ткани – 36  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ ) (ТЗ не менее 40 и не более 100  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ ). Гигроскопичность готовой ткани и после стирки находится в пределах 14-15%, что обеспечивает необходимые гигиенические свойства ткани. (ТЗ не менее 10%).

### 7.2.3 Анализ физико-механических и гигиенических свойств смешанной ткани с огнестойкой отделкой по технологии «Пироватекс» (ТО «ПРВ»)

В таблице 106 представлены показатели ткани с отделкой ТО «ПИРОВАТЕКС» (ТО «ПРВ»), показатели устойчивости ее к стиркам и химчисткам.

Ширина готовой ткани с отделкой ТО «ПРВ» составляет 153 см, что на 6 см меньше, чем у суровой ткани. Стирка уменьшает ширину еще на 3 см, ее толщина составляет 0,66 мм, после стирки толщина увеличивается на 0,26 мм. Поверхностная плотность составляет 310 г/м<sup>2</sup>, что на 9% выше, чем у суровой ткани. Стирка увеличивает этот показатель по сравнению с суровой тканью на 22%.

Количество нитей в результате отделки по сравнению с суровой тканью увеличилось на 15 нитей по основе, а по утку уменьшилось на 7 нитей. После стирки количество нитей увеличилось на 6 нитей по основе и по утку на 17 нитей по сравнению с готовой тканью.

Разрывная нагрузка ткани с отделкой ТО «ПРВ» по сравнению с суровой тканью уменьшилась в среднем как по основе, так и по утку на 25%. У ткани после стирки этот показатель по сравнению с готовой тканью по основе уменьшился на 16%, а по утку увеличился на 4%.

Раздирающая нагрузка готовой ткани с отделкой ТО «ПРВ» уменьшилась по сравнению с суровой тканью по основе и по утку на 77%. Процесс стирки еще больше уменьшил разрывную нагрузку по сравнению с готовой тканью по основе и утку примерно в 1,5-2 раза.

Удлинение при разрыве составляет 8% как по основе, так и по утку, после стирки удлинение увеличивается по основе до 19% (как у суровой ткани) и до 10% по утку (на 4% больше, чем у суровой ткани).

Изменение линейных размеров после мокрых обработок у ткани с отделкой ТО «ПРВ» по основе составляет (-8,8%). Очевидно в результате огнезащитной

отделки в среде фосфорной кислоты и наличие операции термофиксации при 172 °С происходит дальнейшее деструктирование хлопковой составляющей ткани (падение разрывной и раздирающей нагрузки по основе и утку соответственно на 25% и 77%), что сказывается на усадке после стирки.

После воздействия горячего воздуха наблюдается незначительные изменения размеров ткани 0,5-0,7%, после стирки они практически не изменяются.

Стойкость к истиранию составляет у готовой ткани 5960 циклов, по сравнению с суровой тканью этот показатель уменьшился на 25%, а после стирки он уменьшился на 29%, т.е. по сравнению с готовой тканью на 4%.

Воздухопроницаемость у ткани с отделкой ТО «ПРВ» 21 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>с), стирки увеличивают этот показатель до 23 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>с). (ТЗ не менее 40 и не более 100 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>с))

Гигроскопичность у ткани с отделкой ТО «ПРВ» составляет 15%, после стирки 14%. Эти показатели удовлетворяют требованиям ТЗ – не менее 10%.

#### 7.2.4 Сравнительный анализ физико-механических и гигиенических свойств ткани различных способов отделки, содержащей 75% хлопкового волокна и 25% волокна Русар®

На рисунках 34-36 представлены графические зависимости, характеризующие основные физико-механические и гигиенические свойства готовой ткани образца 043 с различными огнестойкими отделками.

Анализ физико-механических и гигиенических свойств ткани образца 043 с различными видами огнезащитных отделок позволяет сделать следующие выводы:

1. В процессе отделок ткани образца 043 имеет место увеличение ее поверхностной плотности соответственно:

- с отделкой ТО «Фог» без термофиксации на 4,4%,
- с отделкой ТА на 10-15%,
- с отделкой ТО «ПРВ» на 9%.

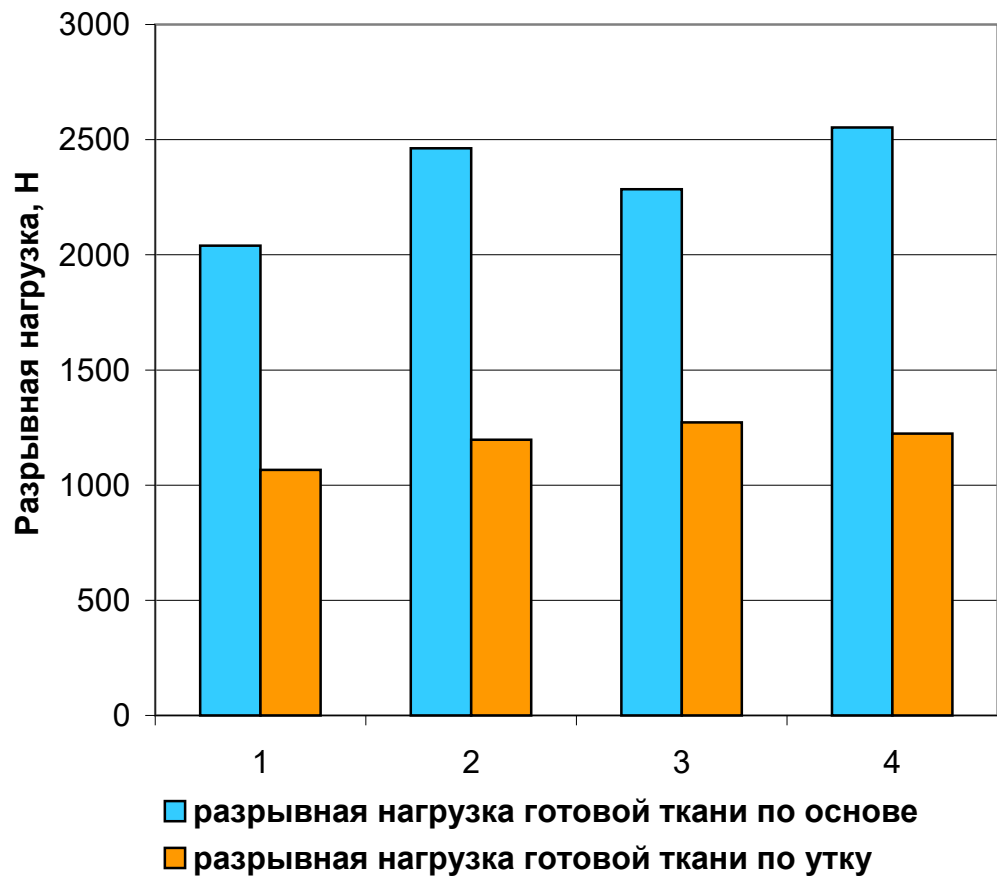


Рисунок 34 – Зависимость разрывной нагрузки готовой ткани  
обр. 043 от вида отделки

1 - отделка ТО "ПРВ"; 2 - отделка ТО "Фог."; 3 - отделка ТА; 4 -  
отделка ТА+МВО

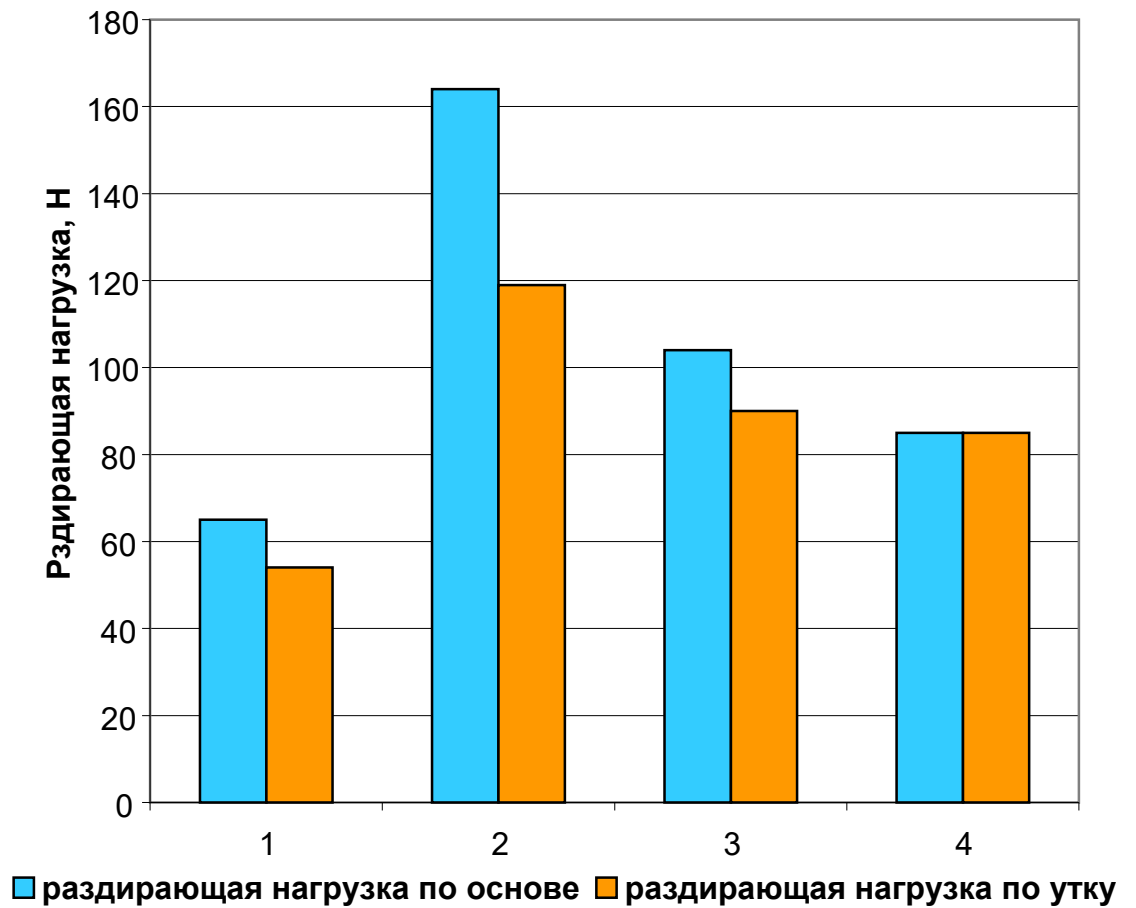


Рисунок 35 – Зависимость раздирающей нагрузки готовой ткани обр.043 от вида отделки

1 - отделка ТО "ПРВ"; 2 - отделка ТО "Фог."; 3 - отделка ТА; 4 - отделка ТА+МВО

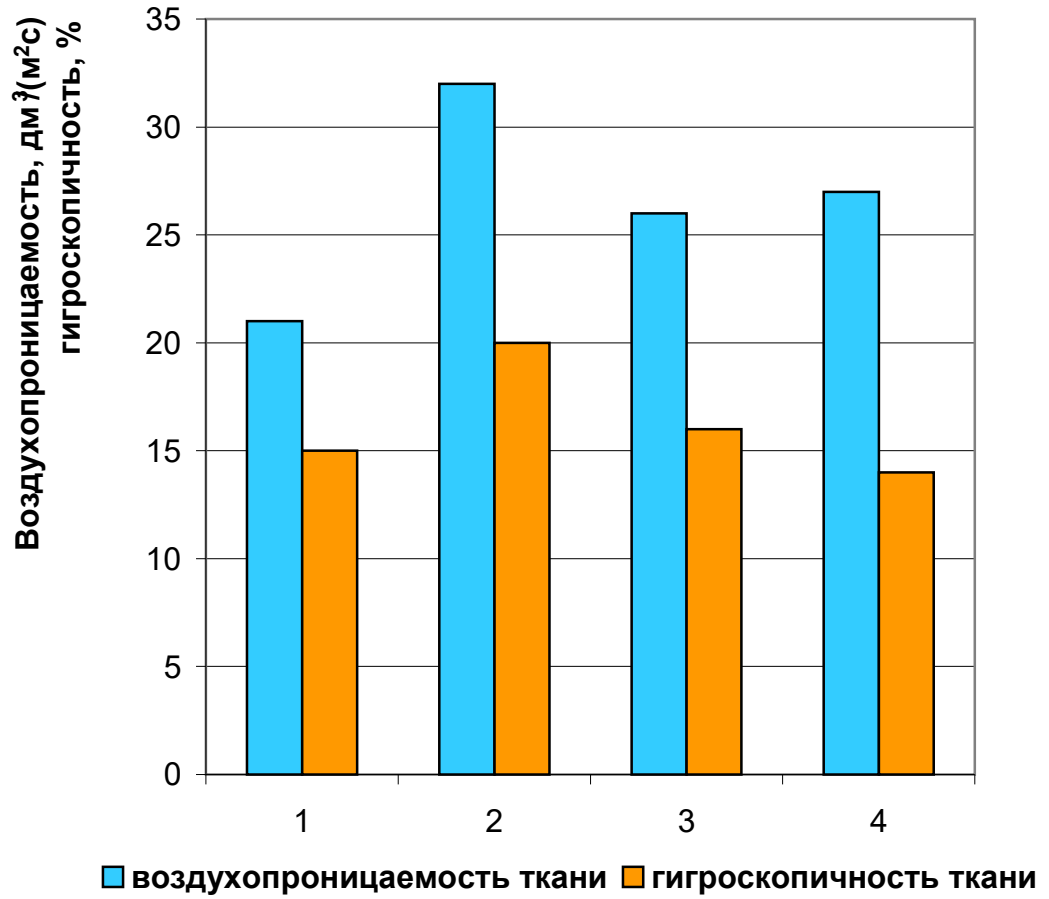


Рисунок 36 – Зависимость воздухопроницаемости и гигроскопичности готовой ткани обр.043 от вида отделки

1 -отделка ТО "ПРВ"; 2 -отделка ТО "Фог."; 3 - отделка ТА;  
4 - отделка ТА+МВО



2. Ткань в суровом виде обладает высокими показателями разрывной нагрузки: по основе - 2690 Н и по утку – 1440 Н.

3. После заключительной отделки по разным режимам наблюдается падение разрывной нагрузки:

- отделка ТО «Фог»

без термофиксации по

основе на 8%, утку на 17%

с термофиксацией по

основе на 17%, утку на 20%

- отделка ТА

по основе на 15%, по утку на 12%

- отделка ТА+МВО

по основе на 5%, по утку на 15%

- отделка ТО «ПРВ»

по основе на 25%, по утку на 25%.

Таким образом, самое большое падение разрывных нагрузок наблюдается у ткани с отделкой ТО «ПРВ» на 25%. Ткань с отделкой ТО «Фог» без термофиксации имеет самые низкие значения падения разрывной нагрузки (на 8% по основе и на 17% по утку). Ткань с отделкой ТА+МВО имеет падение прочности 5% по основе и 15% по утку.

4. Прочность ткани с различными видами отделок по раздирающей нагрузке также падает по сравнению с суровой тканью:

- отделка ТО «Фог»

без термофиксации

по основе на 43%, утку на 48%

с термофиксацией по

основе на 67%, утку на 67%

- отделка ТА

по основе на 64%, по утку на 61%.

- отделка ТА+МВО

по основе на 70%, по утку на 63%.

- отделка ТО «ПРВ»

по основе на 77%, по утку на 77%.

Показатель раздирающей нагрузки с отделкой ТО «Фог» выше у ткани без термофиксации: падение в сравнении с суровой тканью на 43-48%. Все остальные виды исследуемых отделок дают большое падение раздирающей нагрузки 63-77%. Показатель раздирающей нагрузки у ткани с отделкой ТО «Фог» без термофиксации: по основе 164 Н, по утку 119 Н. (ТЗ по основе -100-120Н, по утку – 100-130Н).

По прочностным показателям (разрывной и раздирающей нагрузке) требованиям ТЗ соответствует готовая ткань с отделкой ТО «Фог» без термофиксации.

5. Изменение линейных размеров после стирок составляет (-3,3%) – (-2,5%) по основе и (-1,5%) – (-0,6%) по утку, что соответствует требованиям НТД по усадкам для костюмного ассортимента: усадка по основе -3,5%, по утку  $\pm 2,0\%$ .

6. Ткани обладают высокой стойкостью к истиранию по плоскости (по сукну): от 5556 циклов до 8080 циклов.

7. Воздухопроницаемость тканей колеблется от 21 до 32  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$  (согласно ТЗ – не менее 40  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$  - не более 100  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ ).

8. Гигроскопичность тканей составляет 14-20% (согласно ТЗ – не менее 10%).

9. После стирок имеет место снижение прочности тканей на разрыв только по основе на 7-16% и на раздир на 15-54% по основе и по утку на 10-34%. Все остальные качественные характеристики меняются незначительно.

Анализ физико-механических свойств разработанных тканей показывает, что по разрывным и раздирающим нагрузкам новые ткани превышают технические требования, изложенные в ТРТС 019/2011 и ГОСТ 12.4.250-2013 [134,135].

### 7.3 Исследование специальных свойств огне- и термозащитных тканей

В таблице 107 и на рисунках 37-40 представлены результаты испытаний, проведенных в лабораториях научно-исследовательского института охраны труда

ООО «НИИОТ в г. Иваново», характеризующие специальные огне- и теплозащитные свойства готовых тканей, Приложение Е.

Таблица 107 – Огне- и теплозащитные свойства готовых тканей

Вид обработки	Огнестойкость (контакт с пламенем 30 с)		Кислородный индекс, %	Стойкость к прожиганию, сек.	Удельное поверхностное электрическое сопротивление Ом	Уровень защиты от конвективной теплоты, балл (суммарное тепловое сопротивление), м <sup>2</sup> ·°C/Вт)
	Остаговое горение, сек	Остаговое тление, сек.				
1	2	3	4	5	6	7
Образец 042 отделка МО						
Суровая ткань	0	0	36	63,1	0,9х 10 <sup>11</sup>	1(0,233)
Готовая ткань	0	0	37	75,9	1,18 х 10 <sup>12</sup>	1(0,238)
После стирок	0	0	37	82,5	2,3 х 10 <sup>11</sup>	1(0,237)
После химчисток	0	0	37	69,7	8,9 х 10 <sup>11</sup>	1(0,241)
Образец 042 отделка МВО						
Готовая ткань	0	0	37	64,1	1,05 х 10 <sup>11</sup>	1(0,236)
После стирок	0	0	38	79,5	2,6 х 10 <sup>11</sup>	1(0,236)
После химчисток	0	0	37	63,3	0,58 х 10 <sup>11</sup>	1(0,240)
Образец 044/1 отделка МО						
Суровая ткань	0	0	37	95,3	3,3 х 10 <sup>11</sup>	2(0,257)
Готовая ткань	0	0	38	80,5	0,9 х 10 <sup>11</sup>	2(0,253)
После стирок	0	0	38	101,6	1,98 х 10 <sup>11</sup>	2(0,253)
После химчисток	0	0	37	79,1	1,48 х 10 <sup>10</sup>	2(0,254)
Образец 044/1 отделка МВО						
Готовая ткань	0	0	36	80,0	3,2 х 10 <sup>10</sup>	2(0,252)
После стирок	0	0	37	88,6	1,04 х 10 <sup>11</sup>	2(0,257)
После химчисток	0	0	37	106,7	1,98 х 10 <sup>10</sup>	2(0,258)
Образец 044/2 отделка МО						
Суровая ткань	0	0	37	117,5	1,2 х 10 <sup>11</sup>	2(0,252)

## Окончание таблицы 107

1	2	3	4	5	6	7
Готовая ткань	0	0	38	121,3	$1,45 \times 10^{11}$	2(0,258)
После химчисток	0	0	38	93,9	$8,9 \times 10^{10}$	2(0,252)
Образец 043 отделка ТО «Фог»						
Готовая ткань	0	0	44	57,1	$3,05 \times 10^8$	2(0,278)
После химчисток	0	0	43	40,4	$4,6 \times 10^8$	1(0,210)
Образец 043 отделка ТА						
Готовая ткань	0	0	40	32,9	$7,2 \times 10^{10}$	2(0,289)
После стирок	0	0	41	68,3	$8,57 \times 10^{10}$	2(0,282)
После химчисток	0	0	40	40	$1,05 \times 10^{11}$	2 (0,252)
Образец 043 отделка ТА+МВО						
Готовая ткань	0	0	40	39,6	$9,5 \times 10^{10}$	2(0,282)
После стирок	0	0	40	65,4	$2,77 \times 10^{11}$	2(0,282)
После химчисток	0	0	40	37,7	$2,37 \times 10^{11}$	2(0,250)
Образец 043 отделка ТО «ПРВ»						
Готовая ткань	0	0	41	25,8	$5,27 \times 10^{10}$	2(0,258)
После стирок	0	0	41	56,6	$6,6 \times 10^{10}$	2(0,257)
После химчисток	0	0	40	29,2	$2,97 \times 10^{10}$	1(0,225)
ТЗ	0	0	не менее 36	не менее 100	не более $10^7$	2 (0,340)

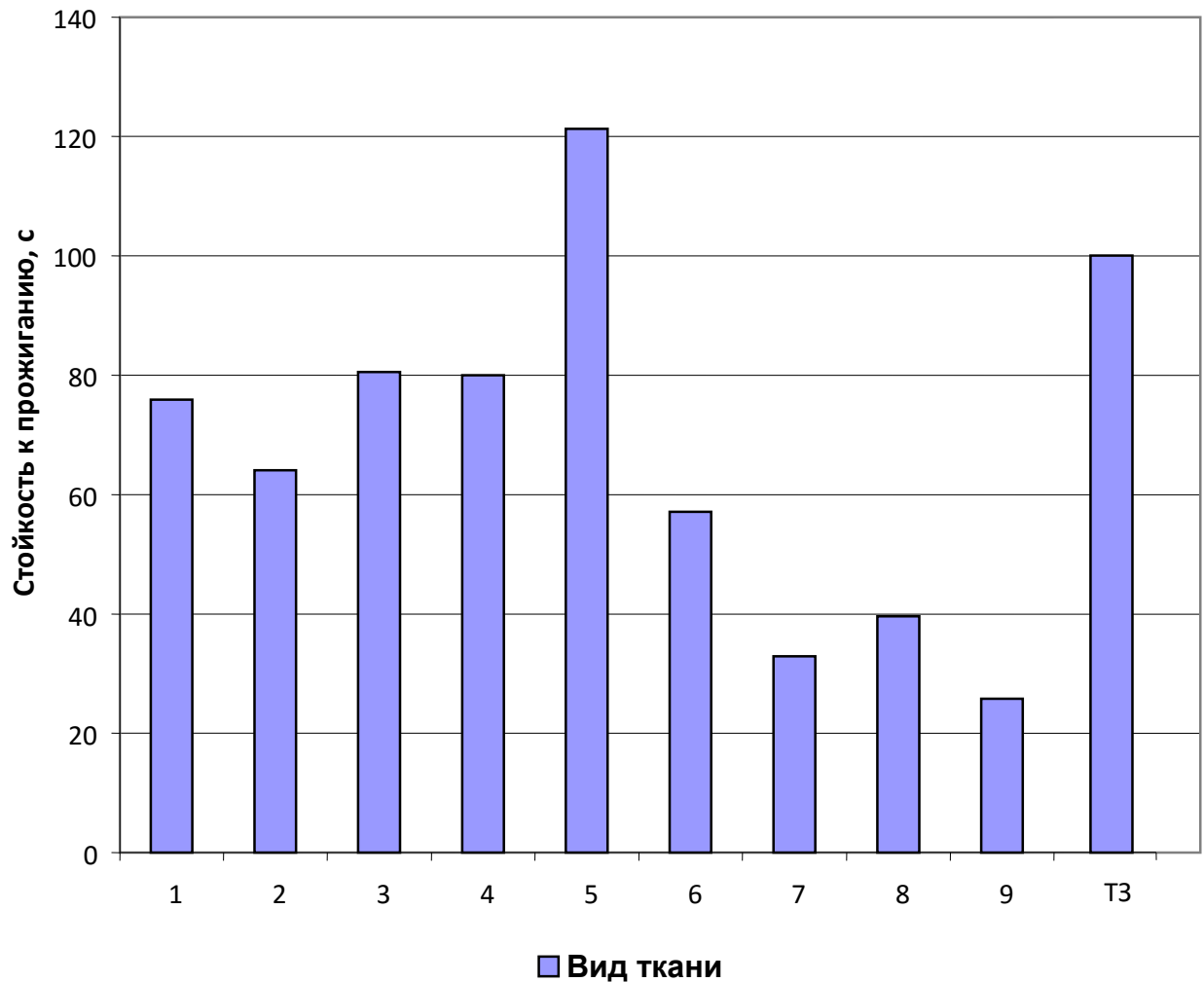


Рисунок 37 – Зависимость стойкости к прожиганию от вида отделки готовой ткани

**1 - обр.042, отделка МО; 2 - обр. 042, отделка МВО; 3 - обр. 044/1, отделка МО; 4 -обр. 044/1, отделка МВО; 5 - обр.044/2, отделка МО; 6 - обр. 043, отделка ТО "Фог."; 7 - обр. 043, отделка ТА; 8 - обр. 043, отделка ТА+МВО; 9 -обр. 043, отделка ТО "ПРВ"**

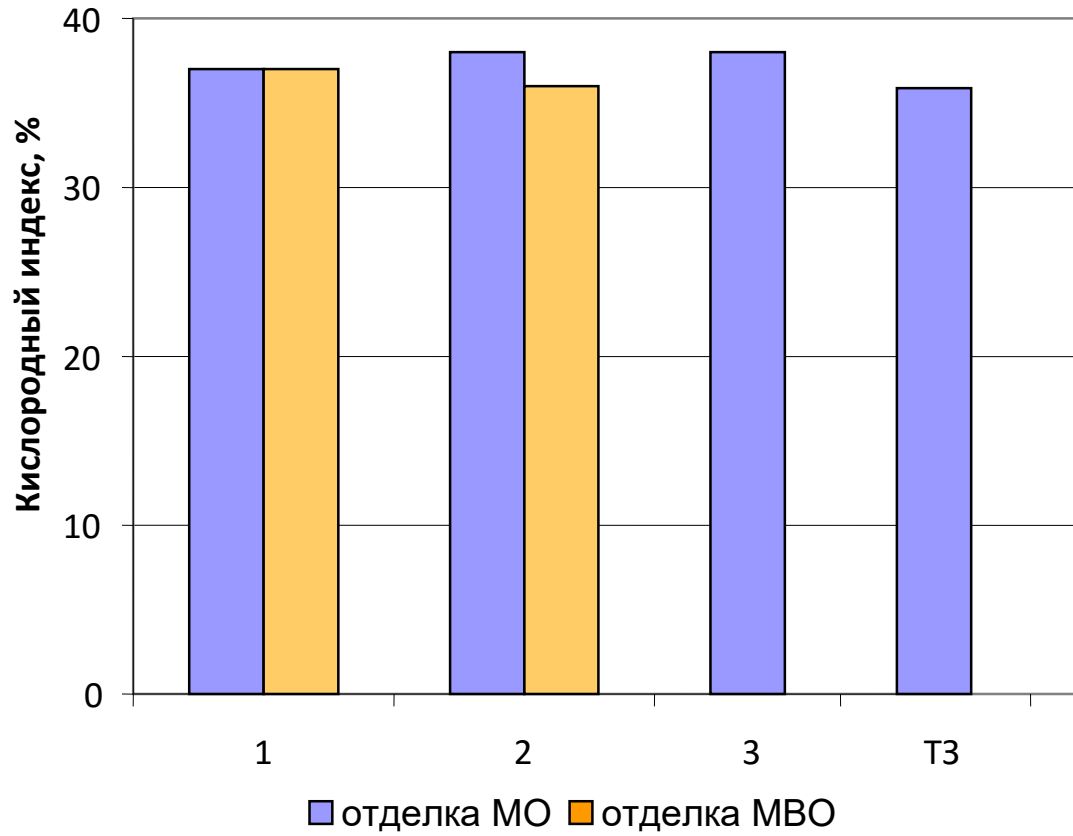


Рисунок 38 – Зависимость кислородного индекса от вида отделки ткани

**1 -обр.042; 2 - обр.044/1; 3 - обр.044/2**

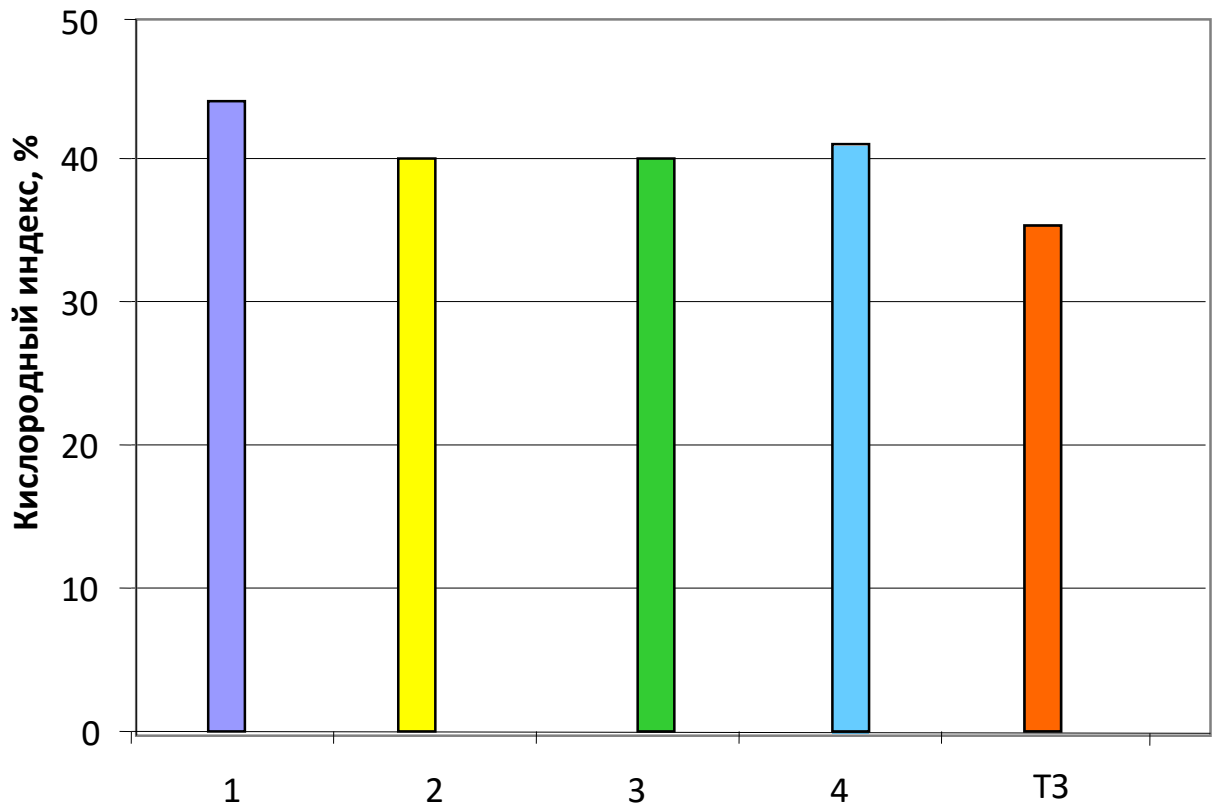


Рисунок 39 – Зависимость кислородного индекса от вида отделки готовой ткани обр.043

■ 1 -отделка ТО "Фог."    ■ 2 - отделка ТА  
■ 3 - отделка ТА+МВО    ■ 4 - отделка ТО+"ПРВ"

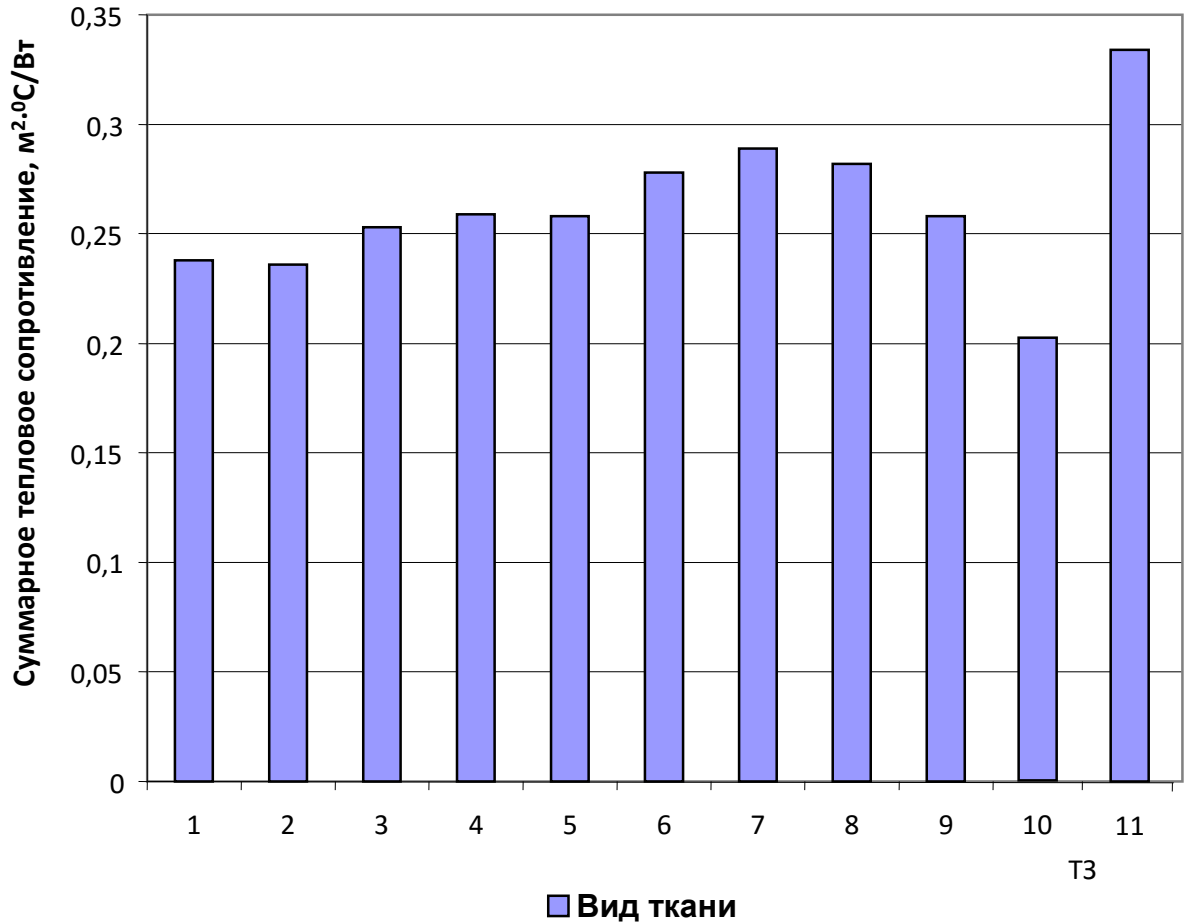


Рисунок 40 – Зависимость суммарного теплового сопротивления от вида отделки готовой ткани

1 - обр.042, отделка МО; 2 -обр. 042, отделка МВО; 3 - обра.044/1, отделка МО;  
 4 -обр.044/1, отделка МВО; 5 - обр.044/2, отделка МО; 6 - обр.043, отделка ТО  
 "Фог."; 7 - обр. 043, отделка ТА; 8 -обр. 043, отделка ТА+МВО; 9 - обр.043,  
 отделка ТО "ПРВ"



Испытания проводились по показателям:

1. Огнестойкость, по ГОСТ 112-09-85 [11].
2. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97 [5].
3. Значение кислородного индекса, по ГОСТ 12.1.044-89 [78].
4. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100<sup>0</sup>С поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление пакета (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 20489-75 [109].
5. Удельное поверхностное электрическое сопротивление, по ГОСТ 19616-74 [110].
6. Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.074-79 [111].
7. Уровень защиты от теплового излучения (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.221-2002 [27].
8. Разрывная нагрузка материала до и после теплового излучения интенсивностью 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, по ГОСТ 3813-72 [136].
9. Стойкость к истиранию до и после теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, по ГОСТ 18976-73 [120].

Данные приведены для суровых и готовых тканей, а также для тканей после 5 стирок и после 5 химчисток (Приложение Е).

Как видно из таблицы 107 все варианты образцов обладают огнестойкостью (остаточное горение и тление отсутствуют) и имеют высокие показатели кислородного индекса (КИ) – 36-44% (согласно ТЗ – КИ не менее 36 %).

Удельное поверхностное электрическое сопротивление для всех тканей имеет показатель 10<sup>11</sup> Ом, что значительно ниже допустимого показателя для материалов, предназначенных для изготовления спецодежды, который должен быть не более 10<sup>7</sup>Ом.

У готовых опытных тканей, выработанных из 100% огнестойких волокон (обр.042, 044/1, 044/2) с различными отделками, а также после стирок и химчисток кислородный индекс равняется 37-38%.

Стойкость к прожиганию у готовых тканей практически всех образцов с различными видами отделок не соответствуют ТЗ. Пониженное значение показателя стойкости к прожиганию объясняется недостаточно высокой поверхностной плотностью тканей и их структурой. Только готовая ткань образца 044/1 и образца 044/2 имеет показатель стойкости к прожиганию, равный соответственно 101,6 сек. и 121 сек., и соответствует требованию ТЗ, не менее 100 сек. Эта ткань по своей структуре двухслойная и имеет толщину 0,98 мм.

Уровнем теплозащиты 2 балла (ТЗ – 2 балла) обладают все ткани кроме ткани обр.042 с отделками МО и МВО, для которых этот показатель равен 1 баллу.

Показатель суммарного теплового сопротивления для исследуемых тканей находится в интервале от  $0,236 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$  (образец 042 с отделкой МВО) до  $0,259 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$  (образец 044/1 отделка МВО) по ТЗ -  $0,340 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

Наибольшее значение суммарного теплового сопротивления имеет ткань обр.043 с отделкой ТА, для которой он равен  $0,289 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

После стирок и химчисток все исследуемые показатели практически не меняются, а в некоторых случаях улучшаются, особенно по показателю стойкости к прожиганию для обр.043 с отделками ТА, ТА+МВО, ТО «ПРВ» приблизительно в 1,5- 2 раза.

Огне- и теплозащитные свойства готовой ткани обр.042 (с отделками МО и МВО) характеризуются:

- кислородный индекс (КИ) равен 37% (ТЗ не менее 36%);
- стойкость к прожиганию у готовой ткани составляет - 76-64 сек., что ниже требований ТЗ (не менее 100 сек.);
- уровень защиты от конвективной теплоты равняется 1 баллу (ТЗ - 2 балла);
- суммарное теплое сопротивление составляет  $0,236-0,238 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$  (ТЗ –  $0,340 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ );
- стирки и химчистки не оказывают существенного влияния на данные показатели.

По результатам исследований огне- и теплозащитных свойств, полученным от ООО «НИИОТ», готовая ткань образца 042 с отделками МО и МВО отвечает требованиям ТЗ по показателям: огнестойкости и КИ (Приложение Е).

Не отвечает требованиям ТЗ по показателям: стойкости к прожиганию 76-64 сек (ТЗ не менее 100 сек), уровнем защиты от конвективной теплоты равняется 1 баллу (по ТЗ - 2 балла), суммарным тепловым сопротивлением, который составляет 0,236-0,238 м<sup>2</sup>°С/Вт (ТЗ - 0,340 м<sup>2</sup>°С/Вт).

Огне- и теплозащитные свойства готовой ткани образца 044/1 (с отделками МО и МВО) характеризуются:

- кислородный индекс (КИ) равен 36-38% (Требования ТЗ не менее 36%);
- стойкость к прожиганию у готовой ткани составляет 80 сек (ТЗ не менее 100 сек);
- уровень защиты от конвективной теплоты равняется 2 баллам (ТЗ - 2 балла);
- суммарное тепловое сопротивление составляет 0,253-0,259 м<sup>2</sup>°С/Вт (ТЗ - 0,340 м<sup>2</sup>°С/Вт);
- стирки и химчистки не оказывают существенного влияния на данные показатели.

По результатам исследований огне- и теплозащитных свойств, полученным от ООО «НИИОТ», готовая ткань образца 044/1 с отделками МО и МВО отвечает требованиям ТЗ по показателям: огнестойкости, КИ, уровнем защиты от конвективной теплоты.

Не отвечает требованиям ТЗ по показателям: стойкости к прожиганию 80 сек (ТЗ не менее 100 сек), суммарным тепловым сопротивлением, который составляет 0,236-0,238 м<sup>2</sup>°С/Вт (ТЗ - 0,340 м<sup>2</sup>°С/Вт).

Огне- и теплозащитные свойства готовой ткани образца 044/2 (с отделкой МО) характеризуются:

- кислородный индекс (КИ) равен 38% (не менее 36%);
- стойкость к прожиганию у готовой ткани составляет 121 сек (не менее 100 с)

- уровень защиты от конвективной теплоты равняется 2 баллам (по ТЗ этот показатель 2 балла);

- суммарное тепловое сопротивление составляет 0,258 м<sup>2</sup>°С/Вт (Требования ТЗ - 0,340 м<sup>2</sup>°С/Вт);

- стирки и химчистки не оказывают существенного влияния на данные показатели.

По результатам исследований огне- и теплозащитных свойств, полученным от ООО «НИИОТ», готовая ткань образца 044/2 с отделкой МО отвечает требованиям ТЗ по показателям: огнестойкости, КИ, уровнем защиты от конвективной теплоты, стойкостью к прожиганию.

Не отвечает требованиям ТЗ по показателю суммарного теплового сопротивления, который составляет 0,258 м<sup>2</sup>°С/Вт (ТЗ - 0,340 м<sup>2</sup>°С/Вт).

Огне- и теплозащитные свойства готовой ткани образца 043 (с отделкой ТО «Фог.») характеризуются:

- кислородный индекс (КИ) равен 44% (ТЗ не менее 36%);

- стойкость к прожиганию у готовой ткани составляет 57 сек (ТЗ не менее 100 сек);

- уровень защиты от конвективной теплоты равняется 2 баллам (по ТЗ этот показатель 2 балла);

- суммарное тепловое сопротивление составляет 0,278 м<sup>2</sup>°С/Вт (Требования ТЗ - 0,340 м<sup>2</sup>°С/Вт);

- химчистки не оказывают существенного влияния на данные показатели.

Огне- и теплозащитные свойства готовой ткани образца 043 (с отделкой ТА) характеризуются:

- кислородный индекс (КИ) равен 40% (ТЗ не менее 36%);

- стойкость к прожиганию у готовой ткани составляет 33 сек (ТЗ не менее 100 сек);

- уровень защиты от конвективной теплоты равняется 2 баллам (по ТЗ этот показатель 2 балла);

- суммарное тепловое сопротивление составляет 0,289 м<sup>2</sup>°С/Вт (Требования ТЗ - 0,340 м<sup>2</sup>°С/Вт);

- стирки и химчистки не оказывают существенного влияния на данные показатели.

Огне- и теплозащитные свойства готовой ткани образца 043 (с отделкой ТА+МВО) характеризуются:

- кислородный индекс (КИ) равен 40% (ТЗ не менее 36%);

- стойкость к прожиганию у готовой ткани составляет 40 сек (ТЗ не менее 100 сек);

- уровень защиты от конвективной теплоты равняется 2 баллам (по ТЗ этот показатель 2 балла);

- суммарное тепловое сопротивление составляет 0,282 м<sup>2</sup>°С/Вт (Требования ТЗ - 0,340 м<sup>2</sup>°С/Вт);

- стирки и химчистки не оказывают существенного влияния на данные показатели.

Огне- и теплозащитные свойства готовой ткани образца 043 (с отделкой ТО «ПРВ») характеризуются:

- кислородный индекс (КИ) равен 41% (ТЗ не менее 36%);

- стойкость к прожиганию у готовой ткани составляет 26 сек (ТЗ не менее 100 сек);

- уровень защиты от конвективной теплоты равняется 2 баллам (по ТЗ этот показатель 2 балла);

- суммарное тепловое сопротивление составляет 0,258 м<sup>2</sup>°С/Вт (Требования ТЗ - 0,340 м<sup>2</sup>°С/Вт);

- стирки и химчистки не оказывают существенного влияния на данные показатели.

Ткань образца 043 с отделкой ТО «ПРВ» стойкость к прожиганию имеет самое низкое значение 26 сек.

По результатам исследований огне- и теплозащитных свойств, полученным от ООО «НИИОТ в г. Иваново», готовая ткань образца 043 характеризуется:

- с отделками ТО «Фог», ТА, ТА+МВО, ТО «ПРВ» отвечает требованиям ТЗ по показателям: огнестойкости, КИ, уровнем защиты от конвективной теплоты. У ткани с отделкой ТО «ПРВ» показатель уровня защиты от конвективной теплоты после химчисток уменьшается до 1 балла.

Ткани образца 043 со всеми отделками не отвечают требованиям ТЗ по показателям: стойкости к прожиганию 26-57 сек (ТЗ не менее 100 сек), суммарным тепловым сопротивлением, который составляет 0,236-0,238 м<sup>2</sup>°С/Вт (ТЗ - 0,340 м<sup>2</sup>°С/Вт) и практически не меняется после стирок.

После стирок наблюдается повышение стойкости к прожиганию приблизительно в 2 раза, что может быть обусловлено уплотнением ткани вследствие усадки. Уровень защиты от конвективной теплоты составляет 2 балла для всех тканей с разными видами отделок как готовых, так и после стирок.

На основании проведенных испытаний и заключения ООО «НИИОТ в г. Иваново», ткани образцов 044/1, 044/2, 042 можно рекомендовать для изготовления (Приложение Е):

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87) [103,137];
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100°С;
- специальной одежды, предназначенной от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
- средств защиты рук (рукавиц, вачег) для защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, окалины.

На основании проведенных испытаний и заключения ООО «НИИОТ в г. Иваново», ткани образца 043 можно рекомендовать только для изготовления (Приложение Е):

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87) [103,137];

- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100°C;
- средств защиты рук (рукавиц, вачег) для защиты от теплового излучения.

Таким образом, из анализа огне- и теплозащитных свойств готовых тканей следует, что:

- ткани, выработанные из 100% огнестойких волокон (образцы 042 и 044 структуры 1 и 2), обладают одинаковой огнестойкостью, одинаковыми значениями кислородного индекса (36-37%), удельным поверхностным электрическим сопротивлением. Стойкость к прожиганию для этих тканей образца 044/1 выше, чем у образца 042, но ниже, чем у образца 044/2. По уровню защиты от конвективного тепла у образца 044 структура 1 и структура 2 выше, чем у образца 042 (1 балл) и составляет 2 балла.

- смешанная ткань со всеми видами отделок, содержащая 75% хлопкового волокна и 25% огнестойкого волокно Русар<sup>®</sup>, по сравнению с тканями из 100% огнестойких волокон, имеет более высокие значения кислородного индекса (40-44%), но более низкие значения показателя стойкости к прожиганию (26-57 сек.) при прочих равных исследуемых показателях: огнестойкость, удельное электрическое сопротивление, уровень защиты от конвективного тепла – 2 балла, суммарное тепловое сопротивление.

В таблице 108 представлены результаты испытаний огнестойкости тканей, проведенных в НПП «АРМОКОМ-ЦЕНТР» по «Методике экспериментального исследования стойкости текстильных материалов к воздействию открытого пламени» от 25.08.2008 г. (Приложение Е).

Таблица 108 – Результаты испытаний тканей на огнестойкость

№ образец вид отделки	Время воздействия открытого пламени, сек	Описание результатов экспериментального исследования
1	2	3
042 с отделкой МО	30	Возгорание отсутствует. Дымовыделение неинтенсивное, дым белого цвета. Остаточного горения нет. Остаточного тления нет. Усадка отсутствует. Высота обугливания – 7,0 см.
	105	Возгорание отсутствует. Дымовыделение неинтенсивное, дым белого цвета. Остаточного горения нет. Усадка незначительная. На 105 секунде прогар. Высота обугливания – 9,5 см.
042 с отделкой МВО после стирок	30	Возгорание отсутствует. Дымовыделение неинтенсивное, дым белого цвета. Остаточного горения нет. Остаточного тления нет. Усадка отсутствует. Высота обугливания – 7,5 см.
	115	Возгорание отсутствует. Дымовыделение неинтенсивное, дым белого цвета. Остаточного горения нет. Усадка незначительная. На 115 секунде прогар. Высота обугливания – 10,0 см.
044/1 с отделкой МО	30	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета. Остаточного горения нет. Остаточного тления нет. Усадка отсутствует. Высота обугливания – 8,5 см.
	370	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета. Остаточного горения нет. Усадка незначительная. На 370 секунде прогар. Высота обугливания – 10,0 см.
044/1 с отделкой МО после стирок	30	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета. Остаточного горения нет. Остаточного тления нет. Усадка отсутствует. Высота обугливания – 9,0 см.
	365	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета. Остаточного горения нет. Усадка незначительная. На 365 секунде прогар. Высота обугливания – 10,5 см.
044/1 с отделкой МВО	30	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета. Остаточного горения нет. Остаточного тления нет. Усадка отсутствует. Высота обугливания – 9,5 см.
	380	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета. Остаточного горения нет. Усадка незначительная. На 380 секунде прогар. Высота обугливания – 11,0 см.



## Продолжение таблицы 108

1	2	3
044/1 с отделкой МВО после стирок	30	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета. Остаточного горения нет. Усадка отсутствует. На 370 секунде прогар. Высота обугливания – 10,0 см.
	375	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета. Остаточного горения нет. Усадка незначительная. На 375 секунде прогар. Высота обугливания – 11,5 см
044/2 с отделкой МО	30	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета. Остаточного горения нет. Усадка отсутствует. Высота обугливания – 9,0 см.
	260	Возгорание отсутствует. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета. Остаточного горения нет. Усадка незначительная. Высота обугливания – 10,5 см.
043 с отделкой ТО «Фог»	30	Пламя выходит на наружную сторону. Дымовыделение интенсивное до 20 секунды, дым белого цвета, запах жженой бумаги. Остаточного горения нет. Остаточного тления нет. Усадка незначительная. Высота обугливания – 11,0 см. Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению.
043 с отделкой ТА	30	Пламя выходит на наружную сторону. Дымовыделение самое интенсивное из всех представленных образцов, дым белого цвета, запах жженой бумаги. Остаточного горения нет. Остаточного тления нет. Усадка незначительная. Высота обугливания – 11,5 см. Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению.
043 с отделкой ТА после стирок	30	Пламя выходит на наружную сторону. Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета, запах жженой бумаги. Остаточного горения нет. Остаточного тления нет. Усадка незначительная. Высота обугливания – 11,0 см. Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению.
043 с отделкой ТА+МВО	30	Пламя выходит на наружную сторону. Дымовыделение интенсивное до 20 секунды, дым белого цвета, запах жженой бумаги. Остаточного горения нет. Остаточного тления нет. Усадка незначительная. Высота обугливания – 11,0 см. Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению.

## Окончание таблицы 108

1	2	3
043 с отделкой ТА+МВО после стирок	30	Пламя выходит на наружную сторону. Дымовыделение интенсивное до 20 секунды, дым белого цвета, запах жженой бумаги. Остаточного горения нет. Остаточного тления нет. Усадка незначительная. Высота обугливания – 11,0 см. Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению.
043 с отделкой ТО «ПРВ»	30	Пламя выходит на наружную сторону. Дымовыделение неинтенсивное до 20 секунды, дым белого цвета, запах жженой бумаги. Остаточного горения нет. Остаточного тления нет. Усадка незначительная. Высота обугливания – 11,0 см. Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению
043 с отделкой ТО «ПРВ» после стирок	30	Пламя выходит на наружную сторону. Дымовыделение неинтенсивное до 20 секунды, дым белого цвета, запах жженой бумаги. Остаточного горения нет. Остаточного тления нет. Усадка незначительная. Высота обугливания – 11,0 см. Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению.

Из полученных в НПП «АРМОКОМ-ЦЕНТР» данных экспериментального исследования устойчивости тканей к воздействию открытого пламени, представленных в таблице 108 следует, что:

У всех анализируемых образцов нет остаточного горения и тления. Образец 042 имеет неинтенсивное дымовыделение. Время прогара не менее 105 секунд. Образец 044 имеет интенсивное дымовыделение, время прогара для него в 3 раза выше и составляет не менее 365 секунд.

Образец 043 характеризуется огнезащитными свойствами по отсутствию остаточного горения и остаточного тления. Дымовыделение интенсивное для образца 043 с отделками ТО «Фог», ТА, ТА+МВО. Неинтенсивное дымовыделение характерно для отделки ТО «ПРВ».

Все образцы характеризуются высотой обугливания от 7см до 11,0 см.

Стирки незначительно влияют на величины анализируемых огнезащитных показателей тканей.

Проведены испытания на заводе ОАО «Ижсталь» и компании Мечел в сталеплавильном цехе. На образцы тканей, расположенных под углом выливали

расплавленный металл (сталь) и наблюдали за поведением образцов. Результаты приведены в Акте (Приложение Е).

На основании данных только на образцах, содержащих волокно НИТОКС® (образец 044/1 МВО и МО) металл быстро скатывается, не прилипает и не прожигает ткань. На всех остальных образцах отмечено прилипание и прожигание ткани, но при этом ткань не горит. Эти опыты ещё раз доказывают высокие огнестойкие свойства окисленного полиакрилонитрильного волокна НИТОКС®.

#### 7.4 Анализ масло-, водоотталкивающих свойств огне-, термозащитных тканей и прочности их окраски

Для получения комбинированной огне-, термо и масло-, водоотталкивающей отделки часть тканей подвергали дополнительно обработке фторорганическим соединением.

Маслоотталкивающие свойства оценивали по двум методам: 3М-test (в усл. ед.) и ААТСС-test 118-2002 (в балл) [130]. Маслоотталкивание характеризуется способностью текстильного материала смачиваться масляными жидкостями. В методе 3М-test в качестве тест-жидкости используют смесь н-гептана и вазелинового масла (11 тест-жидкостей). Оценки от 150 до 130 условных единиц характеризуют превосходное маслоотталкивание, от 120 до 90 условных единиц – хорошее, от 80 до 60 условных единиц – умеренное, 50 условных единиц – недостаточное.

В методе ААТСС-test 118-2002 [130] в качестве тест-жидкостей используется набор жидких углеводородов с различным поверхностным натяжением. Уровень маслоотталкивания – это наибольший номер, жидкость которого не прошла на изнаночную сторону ткани за 30 сек. Номер тест-жидкости соответствует количеству баллов от 0 до 8.

Водоотталкивающие свойства оценивали по ГОСТ 30292-96 (ИСО 4920-81) «Полотна текстильные. Метод испытания дождеванием», п. 7.10 [138]. Степень

водоотталкивания оценивается в условных единицах (усл.ед.) в зависимости от состояния намокшей поверхности от 100 усл.ед. до 0 усл.ед.

В таблице 109 и на рисунках 41 и 42 представлены данные, характеризующие масло- и водоотталкивающие свойства тканей с отделкой МВО как готовых, так и после 5 стирок и после 5 химчисток.

Таблица 109 – Масло и водоотталкивающие свойства готовых тканей

Вид обработки	Маслоотталкивание		Водоотталкивание, усл. ед.
	По методике 3М, усл.ед.	По методу ААТСС 118-2002, балл	
Обр. 042 отделка МВО			
Готовая ткань	110	5	90
После 5 стирок	110	5	70
После 5 химчисток	100	3	70
Обр. 044/1 отделка МВО			
Готовая ткань	110	5	70
После 5 стирок	110	5	70
После 5 химчисток	90	2	60-70
Обр. 043 отделка ТА+МВО			
Готовая ткань	110	5	100
После 5 стирок	отсутствует полностью 0	0	0
После 5 химчисток	110	5	90

Как видно из таблицы 109, все ткани обладают в готовом виде хорошим маслоотталкиванием (110 усл.ед. или 5 баллов). После 5 стирок маслоотталкивающие свойства образцов 042 и 044/1 сохраняются, а после 5 химчисток несколько снижается (со 110 усл.ед. или с 5 баллов до 100 усл.ед. или 3 баллов для образца 042 и до 90 усл.ед. или 2 баллов для образца 044/1). Маслоотталкивающие свойства образца 043 (ТА+МВО) сохраняются после 5 химчисток, но полностью пропадают после 5 стирок.

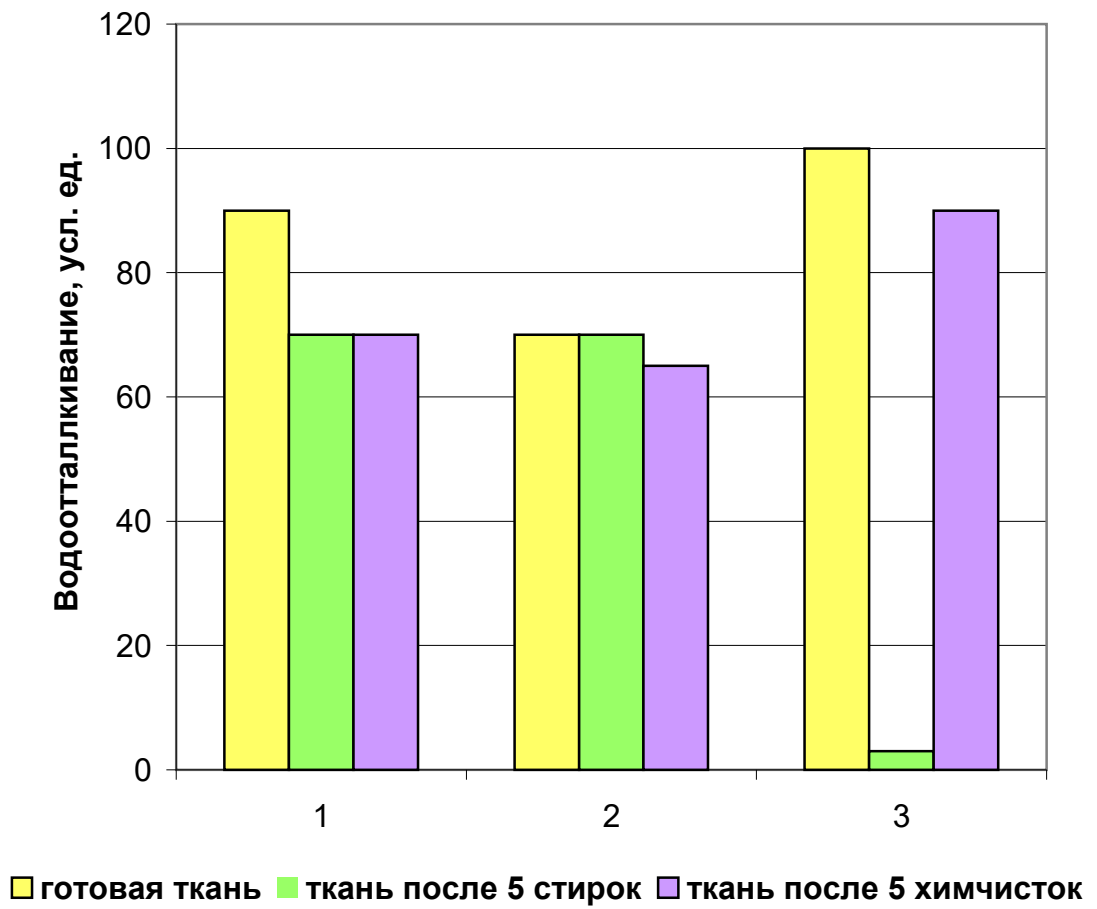


Рисунок 41 – Зависимость водоотталкивания готовой ткани от стирок и химчисток

**1 -обр.042, отделка МВО; 2 - обр. 044/1, отделка МВО;  
3 -обр. 043, отделка ТА+МВО**

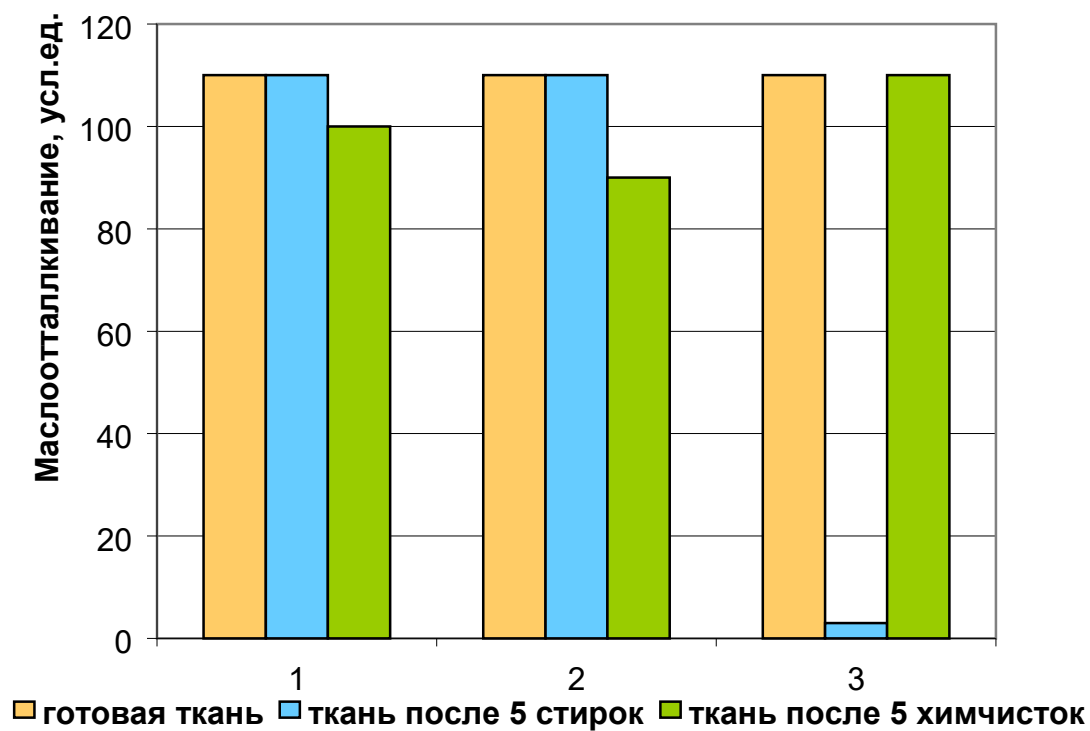


Рисунок 42 – Зависимость маслоотталкивания готовых тканей от стирок и химчисток

1 -обр.042, отделка МВО; 2 -обр.044/1, отделка МВО; 3 -  
обр.043, отделка ТА+МВО

Все исследованные ткани с отделкой МВО обладают хорошим водоотталкиванием (100-70 усл.ед.), которые несколько снижаются после 5 химчисток и 5 стирок для образцов 042 и 044/1. Водоотталкивание образца 043 после стирок не сохраняется (0 баллов).

В таблице 110 представлены показатели устойчивости окраски готовых тканей к физико-химическим воздействиям.

Таблица 110 – Показатели устойчивости окраски тканей к физико-химическим воздействиям

Ткань, вид отделки	Показатели устойчивости окраски (балл) к воздействию		
	стирки №3 (60°C)	сухого трения	органического растворителя
Образец 043 отделка ТО «Фог»	-	4	4
Образец 043 отделка ТА	4/4	3	4
Образец 043 отделка ТА+МВО	4/4	3	4
Образец 043 отделка ТО «ПРВ»	4/4	3	4
Образец 042 отделка МО	5/5	4	5
Образец 042 отделка МВО	5/5	4	5
Образец 044/1 отделка МО	4/4	3	4
Образец 044/1 отделка МВО	4/4	3	4

Как видно из таблицы 110, согласно ГОСТ 12930-67 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные зашитые для спецодежды. Нормы устойчивости окраски» [139], образец 043 с отделками ТО «Фог.», ТА, ТА+МВО, ТО «ПРВ» и образец 0,44/1 с отделками МО и МВО отвечают степени устойчивости окраски «прочная», образец 042 с отделками МО и МВО степени устойчивости окраски «особо прочная».

Кроме того, на тканях образца 043 с отделками ТА и ТО «ПРВ» было определено количество свободного формальдегида по ГОСТ 25617-83 «Ткани и изделия льняные, полульняные, хлопчатобумажные и смешанные. Методы химических испытаний» [140].

Получены следующие результаты:

- с отделкой ТА – 881,1 мкг/г

- с отделкой ТО «ПРВ» - 31,1 мкг/г

Содержание свободного формальдегида на ткани с отделкой ТО «ПРВ» почти в 30 раз меньше, чем у ткани с отделкой ТА. Следовательно, по этому показателю ткани с отделкой ТО «ПРВ» более гигиеничны, хотя по ГОСТ 30386-95 «Материалы текстильные. Предельно допустимые концентрации свободного формальдегида» [141] допускается для 3-его слоя одежды количество свободного формальдегида на ткани до 1000 мкг/г.

### 7.5 Сравнительный анализ свойств огнезащитных тканей различных способов производства

Данный раздел посвящен исследованию и сравнительному анализу физико-механических, физико-химических и огнестойких свойств разработанных огнезащитных тканей различных способов производства, проведённому лично автором:

вариант 1 – сочетание огнестойких и натуральных волокон с огнестойкой пропиткой (обр. 043 – 75% хлопка, 25% Русар®);

варианты 2 и 3 – смесь огнестойких волокон (№2 – 044/2 – 40% НИТОКС®, 40% Русар®, 20% Кермель; №3 – 042 – 65% Русар®, 35% Кермель®).

Физико-механические и гигиенические характеристики тканей представлены в таблице 111, огнестойкие свойства – в таблице 112. Исследованы свойства полученных готовых тканей и после 5 химических чисток.

Зависимости разрывной и раздирающей нагрузки, стойкости к истиранию, стойкости к прожиганию и кислородного индекса от вида ткани представлены в виде диаграмм на рисунках 43-47.



Таблица 111 – Физико-механические и гигиенические свойства огнезащитных тканей

Варианты	Наименование качественной характеристики																	
	Ширина, см	Толщина, мм	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Количество нитей на 10 см		Разрывная нагрузка, Н		Раздирающая нагрузка, Н		Удлинение при разрыве, %		Изменение линейных размеров после мокрых обработок, %		Изменение линейных размеров в горячем воздухе, %		Стойкость к истиранию	Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·сек	Гигроскопичность, %
				основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток			
Вариант 1 (образец 043) до химчистки после химчистки	153	0,76	306	322	174	2463	1197	164	119	9	9	-2,7	-0,6	-2,0	-0,3	5646	32	20
	153	0,71	321	-	-	2557	1158	162	131	9	9	-	-	-1,0	-0,5	6193	30	20
Вариант 2 (образец 044/2) до химчистки после химчистки	159	0,85	338	326	207	3354	2343	271	279	21	7	-3,0	-2,0	-0,7	0,0	11061	45	10
	159	0,89	341	328	213	3113	2316	263	266	20	6	-3,5	-2,6	-0,7	-0,7	13160	48	9
Вариант 3 (образец 042) до химчистки после химчистки	159	0,58	228	284	189	3368	2144	335	320	20	7	-0,8	-0,5	-0,5	-0,2	9258	82	6
	159	0,62	222	274	182	3292	2301	226	267	18	6	-1,9	-1,0	-0,5	0,0	14107	114	7

Таблица 112 – Огне- и термостойкие свойства тканей

Показатели свойств	Образец ткани					
	Вариант 1 (образец 043)		Вариант 2 (образец 044/2)		Вариант 3 (образец 042)	
	готовая ткань	после химчистки	готовая ткань	после химчистки	готовая ткань	после химчистки
Огнестойкость, с						
- остаточное горение	0	0	0	0	0	0
- остаточное тление	0	0	0	0	0	0
Стойкость к прожиганию, с	57,0	40,4	121,3	93,9	64,1	63,3
Кислородный индекс, %	44	43	38	38	37	37
Уровень защиты от конвективной теплоты, балл	2	1	2	2	1	1
Суммарное тепловое сопротивление пакета, м <sup>2</sup> °С/Вт	0,278	0,210	0,258	0,252	0,236	0,240
Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом	3,95 x 10 <sup>8</sup>	4,6 x 10 <sup>8</sup>	1,45 x 10 <sup>11</sup>	8,9 x 10 <sup>10</sup>	1,05 x 10 <sup>11</sup>	0,53 x 10 <sup>11</sup>
Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м <sup>2</sup> , %	95	-	95	-	95	-
Уровень защиты от теплового излучения, балл	1	-	1	-	1	-

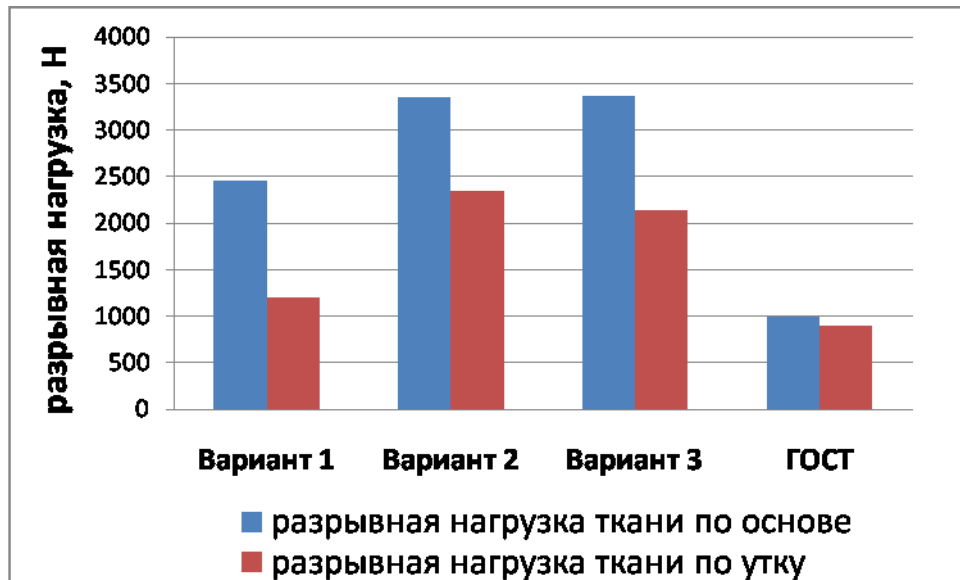


Рисунок 43 – Зависимость разрывной нагрузки от вида ткани

Вариант 1 – огнестойкие и натуральные волокна, пропитка, обр. 043

Вариант 2 – огнестойкие волокна 100%, обр. 044/2

Вариант 3 – огнестойкие волокна 100%, обр. 042

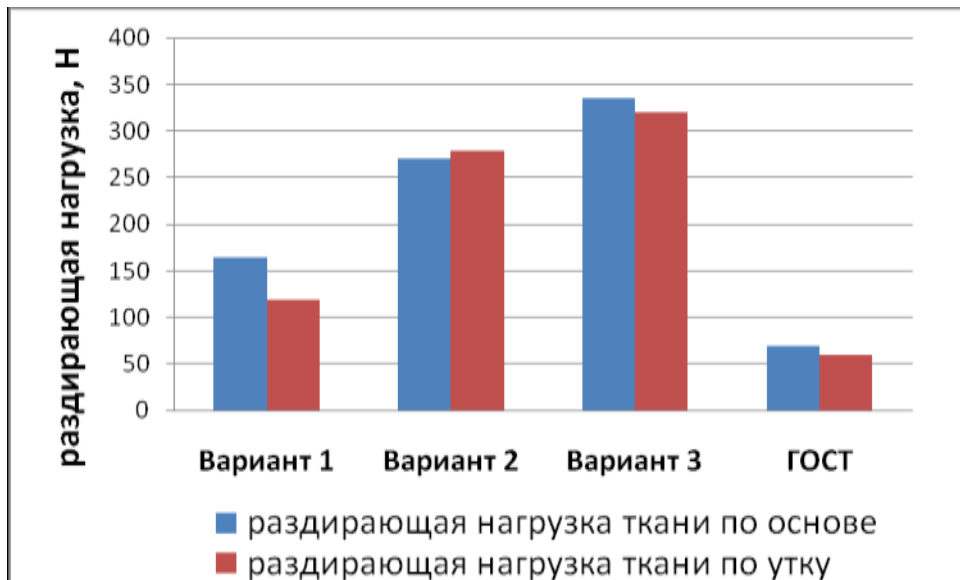


Рисунок 44 – Зависимость раздирающей нагрузки от вида ткани

Вариант 1 – огнестойкие и натуральные волокна, пропитка, обр. 043

Вариант 2 – огнестойкие волокна 100%, обр. 044/2

Вариант 3 – огнестойкие волокна 100%, обр. 042

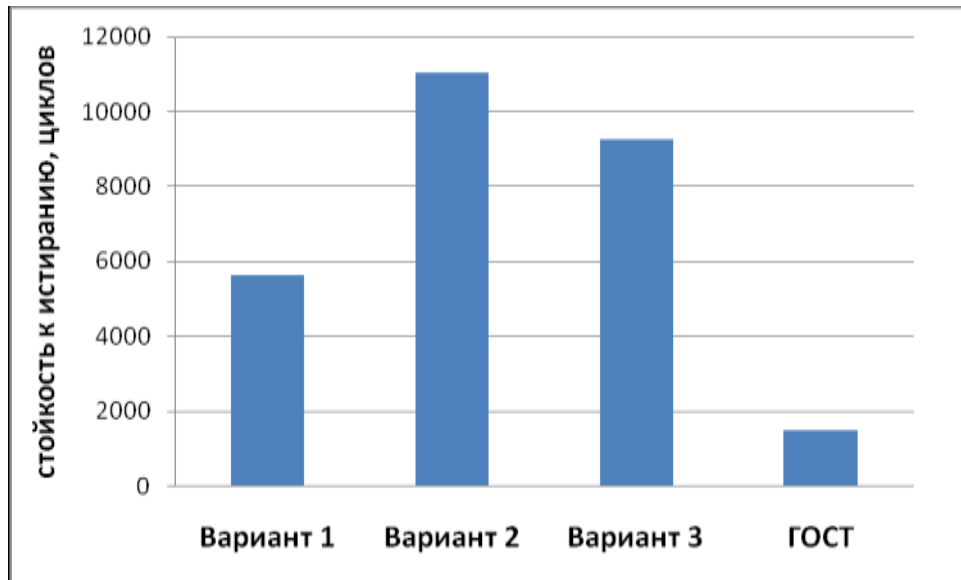


Рисунок 45 – Стойкость к истиранию

Вариант 1 – огнестойкие и натуральные волокна, пропитка, обр. 043

Вариант 2 – огнестойкие волокна 100%, обр. 044/2

Вариант 3 – огнестойкие волокна 100%, обр. 042

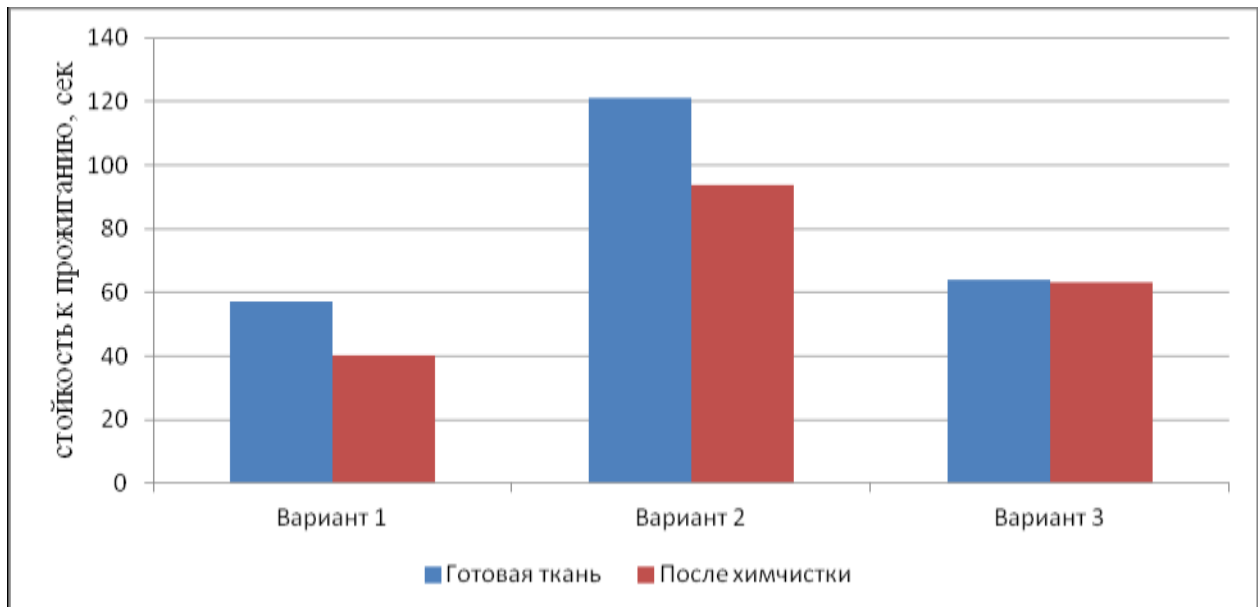


Рисунок 46 – Стойкость к прожиганию

Вариант 1 – огнестойкие и натуральные волокна, пропитка, обр. 043

Вариант 2 – огнестойкие волокна 100%, обр. 044/2

Вариант 3 – огнестойкие волокна 100%, обр. 042

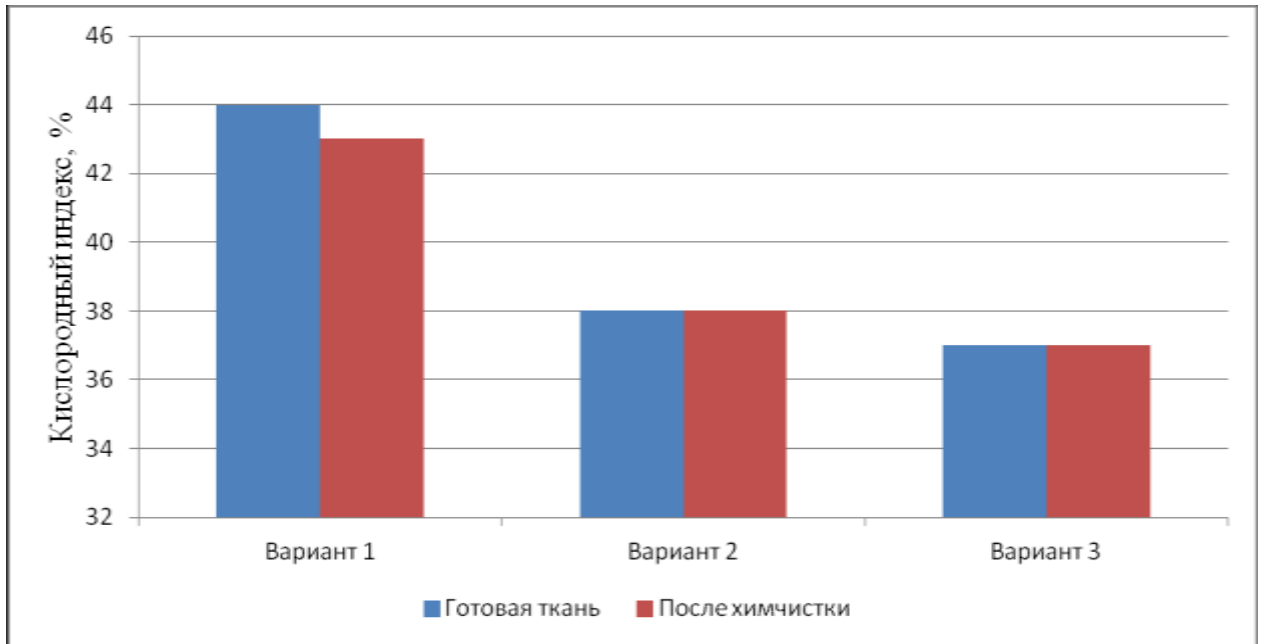


Рисунок 47 – Кислородный индекс

Вариант 1 – огнестойкие и натуральные волокна, пропитка, обр. 043

Вариант 2 – огнестойкие волокна 100%, обр. 044/2

Вариант 3 – огнестойкие волокна 100%, обр. 042

Анализ физико-механических и гигиенических свойств тканей, полученных различными способами в сравнении с ГОСТ 12.4.105-81 и ГОСТ 12.4.221-2002 [6,27] показал превышение практически всех показателей, как по основе, так и по утку, за исключением показателя «гигроскопичности» у ткани варианта 3.

Так, увеличение разрывной нагрузки тканей варианта 1 превышает требования ГОСТ по основе 2,0 раза, по утку – в 1,3 раза у тканей вариантов 2 и 3 – по основе 3,0 раза, по утку – 2,5 раза. Такая тенденция наблюдается и по показателю «раздирающая нагрузка». Стойкость к истиранию превышает показатели ГОСТ у ткани варианта 1 в 3,7 раза, а у тканей вариантов 2 и 3 – в 6 раз.

Кроме того, после химчистки свойства тканей по всем вариантам не изменяются, а по показателю «стойкость к истиранию» - возрастают.

Если сравнить ткани варианта 1 и вариантов 2 и 3, то отмечается повышение прочностных показателей и стойкости к истиранию у тканей, выработанных из 100% огнестойких волокон.

Для тканей спецодежды немаловажное значение имеют и потребительские свойства, такие как, воздухопроницаемость, гигроскопичность и удельное электрическое сопротивление. Анализ тканей показал, что наилучшие гигиенические свойства обеспечивают ткани, произведённые из смеси натуральных и огнестойких химических волокон в сочетании с пропиткой.

Анализ специальных защитных свойств показал:

- все ткани обладают огнестойкостью, т.е. не горят и не тлеют при удалении из пламени после выдерживания их в пламени в течение 30 сек, что соответствует показателям ГОСТ;

- все ткани имеют высокие значения КИ (кислородного индекса) от 36-44%, что отвечает требованиям ГОСТ – не менее 28%.

Анализ огне-, термостойких свойств разработанных тканей также наглядно показывает превышение достигнутых показателей по огнестойкости и стойкости к прожиганию по показателям ГОСТ 12.4.105-81 [6] (таблица 112). Отмечен высокий кислородный индекс (КИ) всех разработанных тканей. В то же время у тканей с пропиткой КИ выше на 15% по сравнению с тканями из 100% огнестойких химических волокон. Следует отметить, что стойкость к прожиганию у тканей 2 и 3 вариантов из 100% огнестойких волокон выше в 1,1-2 раза, чем у тканей варианта 1 из огнестойких и натуральных волокон в сочетании с пропиткой. Кроме того, что существенно, стойкость к прожиганию у тканей после 5 химчисток снижается, но только у ткани с пропиткой (вариант 1) этот показатель отмечается ниже требований ГОСТ, что подтверждает преимущество использования тканей из 100% огнестойких волокон для особо жёстких условий эксплуатации.

Таким образом, разработанная серия огнезащитных тканей как из 100% огнестойких химических волокон отечественного производства, так и смеси натуральных и огнестойких химических волокон в сочетании с огнезащитной пропиткой отечественными препаратами обладает достаточно высоким комплексом прочностных, огнестойких и гигиенических свойств.

Практически все ткани сохраняют свои показатели после пяти химчисток и рекомендуются к использованию в зависимости от предъявляемых требований в эксплуатации.

Результаты исследований еще раз подтверждают преимущества и недостатки разных способов достижения огнезащитности тканей (таблица 10).

Результаты исследований, полученные в данной работе, были использованы при разработке:

- ГОСТ Р 12.2.297-2013 ССБТ. Одежда специальная для защиты от повышенных температур, теплового излучения, конвективной теплоты, выплесков расплавленного металла, контакта с нагретыми поверхностями, кратковременного воздействия пламени. Технические требования и методы испытаний [142];
- межгосударственного стандарта ГОСТ 11209-2014 Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний [143].

Подтверждающие акты приведены в Приложении Ж.

В данной работе проведён технико-экономический анализ производства разработанных тканей (Приложение З).

Учитывая, что стоимость тканей, произведённых из 100% химических огнестойких волокон, выше стоимости тканей, произведённых из смеси натуральных и огнестойких химических волокон с огнезащитной пропиткой, у потребителя есть возможность из серии разработанных тканей осуществить выбор, учитывая фактор «цена – качество».

## 7.6 Выводы по главе 7

1. Из анализа полученных физико-механических показателей следует, что разработанные ткани имеют высокий запас прочности, превышающий требования ТЗ: разрывная и раздирающая нагрузки превышают в 2-3 раза по основе и до 2,5 раз по утку. Значительный запас прочности получен за счёт использования волокна Русар<sup>®</sup>, изготовленного из термостойкой нити, прочность которого на порядок выше, чем прочность остальных компонентов смесей.
2. Разработанным требованиям по гигиеническим свойствам соответствуют ткани:
  - по гигроскопичности (ТЗ – не менее 10%) отвечает огне-, термозащитная ткань (75% хлопок, 25% Русар<sup>®</sup>), гигроскопичность которой составляет 15-20%, и трёхкомпонентная огне- термозащитная ткань (НИТОКС 40%, Русар 40%, Кермель 20%), содержащая 100% огнестойкие волокна – 10%;
  - по воздухопроницаемости (ТЗ не менее 40 и не более 100 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>с)) также соответствуют указанные ткани (воздухопроницаемость – от 20 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>с) до 98 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>с)).
3. В результате проведённых исследований установлено, что все разработанные готовые ткани обладают огнестойкостью (остаточное горение и тление отсутствуют), имеют высокий показатель кислородного индекса (37-44%).
4. Установлено, что ткани, содержащие смесь хлопка и огнестойкого волокна Русар<sup>®</sup>:
  - способны к возгоранию и к выходу пламени на наружную сторону;
  - все огнестойкие отделки обеспечивают отсутствие остаточного горения и тления;
  - после воздействия открытого пламени становятся хрупкими и подвержены разрушению;
  - наименее интенсивное дымовыделение наблюдается у тканей с отделкой «Пироватекс».



5. Использование в ткани термоокисленного волокна НИТОКС® позволяет увеличить стойкость к воздействию открытого пламени – время прогара – 365 сек, что в 3,5 раза выше в сравнении с двухкомпонентной тканью (Русар®, Кермель®), однако способствует интенсивному дымовыделению и рекомендуются для создания одежды, используемой вне защитного пространства.
6. По показателю стойкости к прожиганию отвечает требованиям ТЗ (не менее 100 сек) ткань (толщина ткани – 0,98 мм) образца 044/2 – 121 сек. По показателю стойкости к прожиганию ткани образца 042 с отделкой МО (стойкость к прожиганию -76 сек) и отделкой МВО (стойкость к прожиганию - 64 сек), образца 044/1 с отделками МО и МВО (стойкость к прожиганию - 80 сек), а также образца 043 с отделкой препаратом Фогинол (стойкость к прожиганию - 57 сек.) отвечают требованиям ГОСТ 12.4.105-81 «ССБТ Ткани и материалы для спецодежды сварщиков. ОТУ»: не менее 45-60 сек в зависимости от условий микроклимата.
7. По уровню защиты от конвективной теплоты все ткани удовлетворяют требованиям (2 балла), за исключением двухкомпонентной ткани, содержащей огнестойкие волокна Русар® и Кермель (1 балл), что объясняется меньшим весом 1 м<sup>2</sup>. Суммарное тепловое сопротивление для всех тканей находится в пределах 0,25-0,29 м<sup>2</sup>°С/Вт (ТЗ – 0,340 м<sup>2</sup>°С/Вт). Согласно ГОСТ 12.4.221-2002 «ССБТ Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты. ОТТ» суммарное тепловое сопротивление должно быть в пределах 0,25-0,35 м<sup>2</sup>°С/Вт, что соответствует уровню защиты от конвективной теплоты – 2 балла.
8. Термоизолирующие свойства всех образцов огне- и термозащитных тканей удовлетворительные и составляют не менее 35 секунд при нагревании тена до 300°С.
9. Для тканей с масло- и водоотталкивающей отделкой достигаются хорошие перманентные показатели по маслоотталкиванию 100-110 усл.ед. и водоотталкиванию 70-100 усл.ед.

10. По показателям устойчивости окраски тканей к физико-химическим воздействиям разработанные ткани отвечают степени устойчивости окраски «прочная и «особо прочная».
11. Стирки и химчистки не ухудшают физико-механические, гигиенические и специальные защитные свойства готовых огне-, термозащитных тканей.
12. Только вложение окисленного полиакрилонитрильного волокна НИТОКС® в смесь обеспечивает скатывание металла с поверхности ткани, при этом он не прилипает и не прожигает ткань.
13. Сравнительный анализ способов достижения огнезащиты тканей показывает, что стойкость к прожиганию у тканей после 5 химчисток снижается и у ткани с пропиткой этот показатель отмечается ниже требований, что подтверждает преимущество использования тканей из 100% огнестойких волокон.
14. Анализ совокупности физико-механических, гигиенических и специальных свойств разработанных тканей позволил рекомендовать их с учётом показателей по структуре, поверхностной плотности и сырьевому составу следующим образом:
  - ткани из 100% огнестойких волокон для изготовления:
    - специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до  $2,0 \text{ кВт/м}^2$  (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87);
    - специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до  $100^\circ\text{C}$ ;
    - специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
    - средств защиты рук (рукавиц, вачег) для защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, окалины.
  - ткани из смеси огнестойкого волокна и хлопка для изготовления:
    - специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до  $2,0 \text{ кВт/м}^2$  (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87);

- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100<sup>0</sup>С;
- средств защиты рук (рукавиц, вачег) для защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, окалины.

## ГЛАВА 8. ВЫБОР СОСТАВОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПАКЕТОВ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ СПЕЦОДЕЖДЫ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Разнообразие климатических условий на территории РФ обуславливает необходимость создания спецодежды с различными теплофизическими параметрами. Конструкция одежды должна обеспечивать комфортные условия труда в течение всего рабочего времени. В основе специальной одежды лежит понятие «Пакета теплозащитных материалов».

Специальная одежда бывает: однослойной, т.е. изготавливается из одного слоя материалов; многослойной, в которой между внешней и внутренней поверхностями располагается несколько слоёв материалов: в летней одежде – ткань верха, подкладка, а в зимней одежде – и утепляющая подкладка.

Пакетом теплозащитных материалов называется совокупность нескольких слоёв материала в многослойной одежде. Она, как правило, состоит из: ткани верха, ткани ветрозащитной, одного или нескольких слоёв утеплителя и материала подкладки.

Количество и состав слоёв рассчитываются для конкретных климатических условий и определяются категорией выполняемой работы. В зимней спецодежде, как правило, бывает три слоя: материал верха, утеплитель, подкладка или четыре слоя: материал верха, ветрозащитная ткань, утеплитель, подкладка.

Вторым слоем спецодежды в зимней спецодежде должна быть лёгкая, мягкая, дешёвая ветрозащитная прокладка, обладающая малой (практически нулевой) воздухопроницаемостью и необходимой прочностью. Необходимость в ветрозащитной прокладке отпадает, если в качестве основной ткани используется плотная ткань, имеющая достаточно малую воздухопроницаемость – от 7 до 10  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ .

Теплоизоляционный слой, состоящий из утепляющей прокладки, должен обладать достаточной толщиной, малой объёмной массой, высокой стабильностью толщины, быть лёгким, пористым и гигроскопичным. Толщина теплоизоляционной прокладки (или количество слоёв её) должна устанавливаться в зависимости от климатических условий, времени года (осень-зима), условий

труда, конструкции одежды. При выборе утеплителя учитываются параметры воздухопроницаемости и суммарного теплового сопротивления. Они выбираются в зависимости от конкретного климатического пояса и категории работ. Следующий слой одежды – подкладка – должен иметь гладкую поверхность с малым коэффициентом трения, чтобы одежду можно было легко одевать и снимать, повышенную устойчивость к сухому и мокрому трению, соответствовать по цвету покровной ткани.

Защитные свойства пакета материалов для спецодежды оцениваются по критерию суммарного теплового сопротивления. Суммарное тепловое сопротивление – это способность комплекта одежды (бельё, тёплая одежда, зимняя специальная одежда) препятствовать охлаждению организма под воздействием ветра и холодного атмосферного воздуха в условиях работы. Верх костюма может эксплуатироваться в комплекте с пристёгивающейся утепляющей подкладкой или с утеплённым бельём, или с тем и с другим. Для каждого климатического пояса этот показатель различен, т.к. в каждом климатическом поясе наблюдается свой температурный режим, различная влажность воздуха, скорость ветра.

В рамках данной работы выбор составов пакетов проводился для летних и зимних моделей спецодежды сварщиков и металлургов, для изготовления спецодежды пожарного и водителей бронетанковой военной техники.

#### 8.1 Выбор составов и исследование пакетов для моделей спецодежды сварщиков и металлургов

Исследования пакетов проводились совместно со специалистами ООО фирма «Чайковский партнёр» [124] по номенклатуре специальных показателей в соответствии с требованиями, указанными в нормативно-технической документации (ГОСТы – 12.4.105-81; 12.4.221-2002; 11209-85 и др.) и техническом задании на данную работу [6,11,27].

Испытания пакетов проводились в условиях испытательного центра ООО «НИИОТ в г. Иваново».

Кроме того, были проведены производственные испытания пакетов на устойчивость их к брызгам и потокам расплавленного металла на металлургическом заводе.

### 8.1.1 Выбор составов пакетов для зимних моделей спецодежды сварщиков и металлургов и проведение их испытаний

Для комплектации пакетов для зимней спецодежды использовался материал верха, состоящий в основном из разработанных тканей, утеплители разного ассортимента, представляющие собой нетканый материал, подкладка – ткань из 100% хлопка и при необходимости накладка – из разработанных тканей. Для всех пакетов для имитации белья использовалось также огне-, термозащитное полотно, разработанное в данной работе и изготовленное на ЗАО «КРАСНАЯ ЗАРЯ», в качестве нижнего слоя, для зимней спецодежды использовалось футерованное полотно с поверхностной плотностью 260г/м<sup>2</sup>. Всего было составлено 27 пакетов для зимней спецодежды (таблица 113).

Таблица 113 – Характеристика составов пакетов для зимних моделей спецодежды сварщиков и металлургов

№ пакета	Материал верха		Накладка		Утеплитель	
	Вид ткани	Отделка ткани	Вид ткани	Отделка ткани	Вид	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7
1	044/1	МВО	-	-	Русар	200
1а	044/1	МВО	-	-	Шерстон	230
1б	044/1	МВО	-	-	Холлофайбер ТЭК	150
2	100 хлопок	ТО	044/1	МВО	Русар	200
2а	100 хлопок	ТО	044/1	МВО	Шерстон	230
2б	100 хлопок	ТО	044/1	МВО	Холлофайбер ТЭК	150
3	044/1	МВО	044/1	МВО	Русар	200
3а	044/1	МВО	044/1	МВО	Шерстон	230
3б	044/1	МВО	044/1	МВО	Холлофайбер ТЭК	150
4	042	МВО	-	-	Русар	200
4а	042	МВО	-	-	Шерстон	230

## Окончание таблицы 113

1	2	3	4	5	6	7
4б	042	МВО	-	-	Холлофайбер ТЭК	150
5	100 хлопок	ТО	042	МВО	Русар	200
5а	100 хлопок	ТО	042	МВО	Шерстон	230
5б	100 хлопок	ТО	042	МВО	Холлофайбер ТЭК	150
6	042	МВО	042	МВО	Русар	200
6а	042	МВО	042	МВО	Шерстон	230
6б	042	МВО	042	МВО	Холлофайбер ТЭК	150
7	043	ТО «ФОГ»	-	-	Русар	200
7а	043	ТО «ФОГ»	-	-	Шерстон	230
7б	043	ТО «ФОГ»	-	-	Холлофайбер ТЭК	150
8	100 хлопок	ТО	043	ТО «ФОГ»	Русар	200
8а	100 хлопок	ТО	043	ТО «ФОГ»	Шерстон	230
8б	100 хлопок	ТО	043	ТО «ФОГ»	Холлофайбер ТЭК	150
9	043	ТО «ФОГ»	043	ТО «ФОГ»	Русар	200
9а	043	ТО «ФОГ»	043	ТО «ФОГ»	Шерстон	230
9б	043	ТО «ФОГ»	043	ТО «ФОГ»	Холлофайбер ТЭК	150

Пакеты по составу можно условно разделить на серии.

I серия – пакеты без накладок, в качестве материала верха использовались разработанные образцы тканей 044/1, 042 и 043. Ткани образцов 044/1 и 042 имели маслородосталкивающую отделку – МВО, ткань образца 044/2 – отделку МО, а ткани образца 043 – огнезащитную отделку – ТО «ФОГ».

Для каждого из указанных образцов тканей использовались три вида утеплителей - нетканого материала из разного вида сырья и разной поверхностной плотности: Русар – 200 г/м<sup>2</sup>, шерстон - 230 г/м<sup>2</sup> и холлофайбер ТЭК – 150 г/м<sup>2</sup>.

Состав волокон в утеплителях: Русар – 100% параарамидное волокно; Шерстон – 65% шерсти, 35% хлопка; холлофайбер ТЭК - 100% полиэфирного

огнестойкого волокна. Эта инновационная российская разработка на уровне мировых лидеров утеплителей обеспечивает высокий теплоизоляционный эффект.

Результаты испытаний пакетов, состоящих из указанных тканей и утеплителей приведены в таблице 114.

Таблица 114 – Результаты испытаний утепленных пакетов

№ пакета	Наименование ткани, № образца	Уровень защиты от конвективной теплоты, балл (суммарное тепловое сопротивление, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ )	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Уровень защиты от теплового излучения, балл	Стойкость к прожиганию, с	Водоупорность, мм вод. ст.
1	2	3	4	5	6	7
1	044/1 МВО Русар	3 (0,414)	42,0	2	198,2	120
1а	044/1 МВО шерстон	3 (0,425)	47,5	2	142,1	110
1б	044/1 МВО холлофайбер ТЭК	4 (0,482)	51,0	2	112,7	110
2	100 ХлТО + 044/1 МВО давальческий	3 (0,418)	17,8	2	280,1	190
2а	100 ХлТО + 044/1 МВО шерстон	3 (0,442)	18,4	2	241,0	190
2б	100 ХлТО + 044/1 МВО холлофайбер ТЭК	4 (0,540)	17,8	2	230,1	180
3	044/1 МВО + 044/1 МВО Русар	4 (0,473)	28,6	2	368,8	140
3а	044/1 МВО + 044/1 МВО шерстон	4 (0,516)	27,8	2	358,3	140
3б	044/1 МВО + 044/1 МВО холлофайбер ТЭК	4 (0,505)	30,6	2	282,9	140
4	042 МВО Русар	4 (0,476)	64,0	2	164,2	100
4а	042 МВО шерстон	3 (0,442)	61,5	2	138,3	100
4б	042 МВО холлофайбер ТЭК	4 (0,491)	71,5	2	88,6	100
5	100 ХлТО + 042 МВО Русар	4 (0,457)	20,4	2	273,6	190
5а	100 ХлТО + 042 МВО шерстон	3 (0,445)	21,0	2	191,0	190
5б	100 ХлТО + 042 МВО холлофайбер ТЭК	4 (0,523)	19,4	2	159,8	180
6	042 МВО + 042 МВО давальческий	4 (0,467)	40,5	2	242,0	130
6а	042 МВО + 042 МВО шерстон	4 (0,493)	42,0	2	248,9	120



## Окончание таблицы 114

1	2	3	4	5	6	7
6б	042 МВО + 042 МВО холлофайбер ТЭК	3 (0,444)	43,5	2	168,7	120
7	043 ТО «ФОГ» Русар	3 (0,372)	27,0	2	121,0	-
7а	043 ТО «ФОГ» шерстон	3 (0,423)	31,0	2	80,6	-
7б	043ТО «ФОГ» холлофайбер ТЭК	4 (0,478)	29,0	2	73,3	-
8	100 ХлТО + 043 ТО «ФОГ» Русар	3 (0,424)	14,4	2	262,3	-
8а	100 ХлТО + 043 ТО «ФОГ» шерстон	3 (0,379)	15,6	2	158,7	-
8б	100 ХлТО + 043 ТО «ФОГ» холлофайбер ТЭК	4 (0,463)	15,6	2	137,0	-
9	043 ТО«ФОГ»+ 043 ТО «ФОГ» Русар	4 (0,457)	16,2	2	218,4	-
9а	043 ТО«ФОГ»+ 043 ТО «ФОГ» шерстон	4 (0,479)	17,8	2	137,8	-
9б	043 ТО«ФОГ»+ 043 ТО «ФОГ» холлофайбер ТЭК	3 (0,443)	17,4	2	129,4	-

Пакеты без накладок: номера пакетов с использованием образцов 044/1 – 1, 1а, 1б, образцов 042- 4, 4а, 4б, образцов 043- 7а, 7б.

II серия – пакеты с накладками – кроме материала верха в состав пакетов входила накладка. В качестве накладки использовалась та же ткань, что и для материала верха, т.е. ткань каждого образца дублировалась. При этом в состав пакетов также входили три вида утеплителей, указанные выше.

В данном случае номера пакетов, указанные в таблице 113, следующие: с использованием тканей образцов 044/1 – 3, 3а, 3б, образцов 042- 6, 6а, 6б и образцов 043 – 9, 9а и 9б.

Кроме того, для пакетов, в состав которых входили накладки в качестве материала верха, использовалась ткань из 100% хлопка с огнезащитной отделкой, а в качестве накладок использовались ткани образцов 044/1, 042 и 043, согласно таблицы 113 номера пакетов – 2, 2а, 2б (в качестве накладки ткань образца 044/1), 5, 5а и 5б (накладка – ткань образца 042) и 8, 8а и 8б (накладка – ткань образца 043).

Для этих пакетов также использовались 3 вида утеплителей.

Протоколы испытаний пакетов ООО «НИИОТ в г. Иваново» приведены в Приложении И.

Анализ полученных результатов позволил установить следующее.

Основными показателями качества спецодежды для сварщиков, металлургов и других работников, чьи условия труда связаны с повышенными температурами, является суммарное тепловое сопротивление, характеризующее уровень защиты от конвективной теплоты.

Ткани образцов 044/1 и 042 имеют суммарное тепловое сопротивление на уровне 0,259-0,236, которое практически не меняется после стирок и химчисток. Суммарное тепловое сопротивление ткани образца 043-0,278, но после химчисток – 0,210.

Сравнивая суммарное тепловое сопротивление пакетов всех вариантов видно, что по сравнению с тканями оно повышается почти в два раза и составляет от 0,372 (с образцом ткани 043) до 0,516 (с образцом ткани 044/1).

Самое высокое суммарное сопротивление имеют пакеты с использованием ткани образца 044/1 в качестве материала верха и накладки.

При использовании в качестве накладок на огнезащитную ткань из 100% хлопка разработанных тканей также получены высокие значения суммарного теплового сопротивления пакетов.

Уровень защиты от конвективной теплоты пакетов высокий и составляет 3-4 балла вместо 1-2 баллов у тканей.

Оценка вида использованных утеплителей показала, что лучшие результаты по защите от конвективной теплоты по убывающей обеспечивают холлофайбер ТЭК, затем шерстон и только потом нетканый материал из волокна Русар®.

Устойчивость к тепловому излучению у всех пакетов одинаковая, уровень защиты составляет 2 балла, что является удовлетворительным показателем.

Испытания по определению уровня защиты от теплового излучения проводились при тепловом излучении 5,0 кВт/м<sup>2</sup> в течение 780 секунд.

Все пакеты имеют высокие показатели огнезащитных свойств. Стойкость к прожиганию (с) самая высокая при использовании накладок из тех же тканей, что

и ткань верха, и составляет: с использованием ткани образца 044/1- до 368,8, до 248,9 – у ткани образца 042 и до 218,4 у ткани образца 043.

Стойкость к прожиганию пакетов, состоящих из материала верха и утеплителя, составляет: до 198,2 с использованием ткани образца 044/1, до 164,2 с – с использованием образца ткани 042 и до 121 с – с использованием ткани образца 043.

Стойкость к прожиганию пакетов, в состав которых входит ткань из 100 хлопка, а накладки из разработанных тканей, составляет – 280,1 с (накладки из ткани образца 044/1), 273,6 с (накладка из ткани образца 042) и 262,3 с (накладка из образца 043).

Стойкость к прожиганию во всех случаях получена самой высокой при использовании в качестве утеплителя – нетканого материала из волокна Русар®.

Анализ результатов испытаний пакетов по показателям воздухопроницаемость и водоупорность (при наличии маслородоотталкивающей отделки) с огнезащитными тканями разных образцов по данным лаборатории СИЗ ООО «НИИОТ в г. Иваново» показал следующее:

- С тканью образца 044/1.

Воздухопроницаемость пакетов №2, 2а, 2б, 3, 3а, 3б в норме и составляет от 17,8 до 30,6  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$  (норматив согласно ГОСТ Р 12.4.236-2007 – не более 40  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$  [144]. В целом норматив воздухопроницаемости определяется климатическим поясом. Воздухопроницаемость пакетов № 1, 1а, 1б составляет 42,0-51,0  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ , что не соответствует норме. В этих пакетах необходимо применение ветрозащитной прокладки.

Все пакеты не имеют водоупорных и водоотталкивающих свойств. При проведении испытаний на водоупорность наблюдалась 100% смачиваемость поверхности наружного слоя пакетов, фильтрация пакетов. Показатели водоупорности пакетов №1, 1а, 1б (110-120 мм вод. столба), пакетов № 2, 2а, 2б (180-190 мм вод. столба), пакетов № 3. 3а, 3б (140 мм вод. столба) достигнуты за счёт плотности ткани верха, второго слоя ткани и теплозащитного слоя.

Нормативов показателя водоупорности пакетов не существует. Водоупорность пакетов определяется, как правило, водоупорностью ткани верха, которая должна иметь водоупорность не менее 180-200 мм. вод. ст. (200 – для одежды, эксплуатируемой на открытом воздухе).

- С тканью образца 042.

Воздухопроницаемость пакетов №5, 5а, 5б в норме и составляет от 19,4 до 21  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$  (норматив согласно ГОСТ Р 12.4.236-2007 – не более 40  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ ). Воздухопроницаемость пакетов № 4, 4а, 4б, 6, 6а, 6б составляет 40,5-71,5  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ , что не соответствует норме. В этих пакетах необходимо применение ветрозащитной прокладки.

Все пакеты не имеют водоупорных и водоотталкивающих свойств. При проведении испытаний на водоупорность наблюдалась 100% смачиваемость поверхности наружного слоя пакетов, фильтрация пакетов. Показатели водоупорности пакетов № 4, 4а, 4б (100 мм вод. столба), пакетов № 5, 5а, 5б (180-190 мм вод. столба) достигнуты за счёт плотности ткани верха, второго слоя ткани и теплозащитного слоя.

Нормативов показателя водоупорности пакетов не существует. Водоупорность пакетов определяется, как правило, водоупорностью ткани верха.

- С тканью образца 043.

Воздухопроницаемость пакетов №7, 7а, 7б, 8а, 8б в норме и составляет от 14,4 до 31  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$  (норматив согласно ГОСТ Р 12.4.236-2007 – не более 40  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ ) [144]. Воздухопроницаемость пакетов № 9, 9а, 9б составляет 40,5-43,5  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$ , что не соответствует норме. В этих пакетах необходимо применение ветрозащитной прокладки.

Таким образом, на основании проведённых испытаний пакетов зимних для спецодежды по всем специальным показателям были выданы следующие рекомендации (Заключения приведены в Приложении И).

Пакеты зимние с огнезащитными тканями образцов 044/1, 042 и 043 и хлопчатобумажной тканью образца 100ХлГО можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 5,0 кВт/м<sup>2</sup> включительно;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100<sup>0</sup>С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
- специальной одежды, предназначенной для комплексной защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, конвективной теплоты.

#### 8.1.2 Выбор составов пакетов для летних моделей спецодежды сварщиков и металлургов и проведение их испытаний

Для летних моделей спецодежды были разработаны 18 составов пакетов следующих вариантов (таблица 115):

- пакеты, состоящие из материала верха, в качестве которого использовались разработанные огне, термозащитные ткани образцов 044/1 с отделкой МО и МВО, 044/2 с отделкой МО, 043 ТО «ФОГ» и ткани из 100% хлопка с огнезащитной отделкой ТО;
- пакеты, состоящие из материала верха и накладок, в качестве которых использовались разработанные ткани указанных образцов.

Таблица 115 – Характеристика составов пакетов для летних моделей спецодежды сварщиков и металлургов

№ пакета	Материал верха		Накладка	
	Вид ткани	Отделка ткани	Вид ткани	Отделка ткани
1	2	3	4	5
1	044/2	МО	-	-
1а	100Хл	ТО	044/2	МО
1б	044/2	МО	044/2	МО
2	044/1	МО	-	-
2а	100Хл	ТО	044/1	МО
2б	044/1	МО	044/1	МО
3	044/1	МВО	-	-
3а	100Хл	ТО	044/1	МВО
3б	044/1	МВО	044/1	МВО
4	042	МО	-	-

## Окончание таблицы 115

1	2	3	4	5
4а	100Хл	ТО	042	МО
4б	042	МО	042	МО
5	042	МВО	-	-
5а	100Хл	ТО	042	МВО
5б	042	МВО	042	МВО
6	043	ТО «ФОГ»	-	-
6а	100Хл	ТО	043	ТО «ФОГ»
6б	043	ТО «ФОГ»	043	ТО «ФОГ»

Испытания пакетов для летней спецодежды сварщиков и металлургов проводились в испытательном центре ООО «НИИОТ в г. Иваново» по следующей номенклатуре показателей:

- стойкость к прожиганию;
- уровень защиты от теплового излучения;
- уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100<sup>0</sup>С поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление;
- водоупорность, для образцов тканей с маслостойкой пропиткой.

Результаты испытаний приведены в таблице 116, протоколы испытаний и заключения о возможности применения пакетов с огнезащитными тканями разработанных образцов в Приложении И.

Таблица 116 – Показатели специальных свойств пакетов для моделей летней спецодежды с использованием огнезащитных тканей

Наименование пакета	Стойкость к прожиганию, с	Уровень защиты от теплового излучения, балл	Уровень защиты от конвективной теплоты, балл	Суммарное тепловое сопротивление пакета, м <sup>2</sup> ·°С/Вт	Водоупорность, мм. вод. ст.
1	2	3	4	5	6
044/2 МО	121,3	1	2	0,258	-
100 ХлТО + 044/2 МО	207,9	1	1	0,236	-
044/2 МО + 044/2 МО	277,2	1	2	0,258	-
044/1 МО	80,5	1	2	0,253	-
100 ХлТО + 044/1 МО	228,3	1	1	0,226	-
044/1 МО + 044/1 МО	256,3	1	2	0,253	-
044/1 МВО	80,0	1	2	0,259	60,0

## Окончание таблицы 116

1	2	3	4	5	6
100 ХлТО + 044/1 МВО	247,2	1	1	0,231	110,0
044/1 МВО + 044/1 МВО	273,2	1	2	0,259	100,0
042 МО	75,9	1	1	0,238	-
100 ХлТО + 042 МО	138,7	1	1	0,223	-
042 МО + 042 МО	174,8	1	1	0,238	-
042 МВО	64,1	1	1	0,236	75,0
100 ХлТО + 042 МВО	132,3	1	1	0,215	115,0
042 МВО + 042 МВО	140,3	1	1	0,236	90,0
043 ТО «ФОГ»	57,1	1	2	0,278	-
100 ХлТО + 043 ТО «ФОГ»	83,0	1	1	0,231	-
043 ТО «ФОГ» + 043 ТО «ФОГ»	80,2	1	2	0,278	-

Анализ результатов испытаний пакетов и представленные ООО «НИИОТ в г. Иваново» на основании этого заключения о возможности применения этих пакетов для изготовления летних моделей спецодежды по образцам тканей показали следующее.

#### Пакеты с огнезащитной тканью образца 044/1

Пакеты имеют высокие показатели огнезащитных свойств. Стойкость к прожиганию высокая и составляет от 228,3 до 273,2 секунд. При этом наиболее высокие результаты у пакетов №6 и №9, состоящих из двух слоев тканей 044/1 МО и 044/1 МВО.

Пакеты имеют средние показатели по защите от теплового излучения и конвективной теплоты. Пакеты выдерживают тепловое излучение интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, уровень защиты от теплового излучения составляет 1 балл (из 4 возможных). Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°С поверхностями для пакетов №6 и №9 (состоящих из двух слоев ткани 044/1 МО и 044/1 МВО) - 2 балла (из 4

возможных). Для пакетов №5 и №8 (ткань 044/1 МО и 044/1 МВО в сочетании с хлопчатобумажной тканью 100 Хл ТО) - 1 балл.

Ткань и пакеты не имеют водоупорных и водоотталкивающих свойств. При проведении испытаний на водоупорность наблюдалось 100% смачиваемость поверхности. Показатель водоупорности 60 мм вод. ст. у ткани 044/1 МВО (образец №7) достигался за счет плотности ткани. Показатели водоупорности 110 и 100 мм вод. ст. у пакетов №8 и №9 достигались за счет второго слоя и плотности ткани.

Существующие минимальные нормативы водоупорности следующие:

- по ГОСТ 15530-93 «Парусины и двунитки. Общие технические условия» - 100 мм вод. ст. [145];

- по ГОСТ 11209-85 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Технические условия» - 180 мм вод. ст. [11].

Нормативов для определения водоупорности пакетов не существует, но они должны быть не ниже нормативов на ткани.

На основании проведенных испытаний, пакеты с огнезащитной тканью образца 044/1 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> включительно (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 [103] и ГОСТ 12.4.044-87) [137];

- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100 °С;

- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины.

#### Пакеты с огнезащитной тканью образца 044/2

Пакеты имеют высокие показатели огнезащитных свойств. Стойкость к прожиганию высокая и составляет у пакета №2 - 207,9 у пакета №3 - 277,2 секунд. При этом наиболее высокий результат у пакета №3, состоящего из двух слоев ткани 044/2 МО.



Пакеты имеют средние показатели по защите от теплового излучения и конвективной теплоты. Пакеты выдерживают тепловое излучение интенсивностью до  $2,0 \text{ кВт/м}^2$ , уровень защиты от теплового излучения составляет 1 балл (из 4 возможных).

Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до  $100^\circ\text{C}$  поверхностями у пакета №3 (состоящих из двух слоев ткани 044/2 МО) – 2 балла (из 4 возможных), у пакета №2 (ткань 044/2 МО в сочетании с хлопчатобумажной тканью 100 Хл ТО) – 1 балл.

На основании проведенных испытаний пакеты с огнезащитной тканью образца 044/2 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до  $2,0 \text{ кВт/м}^2$  включительно (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 [103] и ГОСТ 12.4.044-87 [137]);
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до  $100^\circ\text{C}$ ;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины.

#### Пакеты с огнезащитной тканью образца 042

Пакеты имеют высокие показатели огнезащитных свойств. Стойкость к прожиганию высокая и составляет от 132,3 до 174,8 секунд. При этом наиболее высокий результат у пакета №12, состоящего из двух слоев ткани 042 МО.

Пакеты имеют низкие показатели по защите от теплового излучения и конвективной теплоты. Пакеты выдерживают тепловое излучение интенсивностью до  $2,0 \text{ кВт/м}^2$ , уровень защиты от теплового излучения составляет 1 балл (из 4 возможных). Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до  $100^\circ\text{C}$  поверхностями - 1 балл (из 4 возможных).

Ткань и пакеты не имеют водоупорных и водоотталкивающих свойств. При проведении испытаний на водоупорность наблюдалось 100% смачиваемость

поверхности. Показатель водоупорности 75 мм вод. ст. у ткани 042 МВО (образец №13) достигался за счет плотности ткани. Показатели водоупорности 115 и 90 мм вод. ст. у пакетов №14 и №15 достигались за счет второго слоя и плотности ткани.

Существующие минимальные нормативы водоупорности следующие:

- по ГОСТ 15530-93 «Парусины и двунитки. Общие технические условия» - 100 мм вод. ст. [145];
- по ГОСТ 11209-85 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Технические условия» - 180 мм вод. ст. [11].

Нормативов для определения водоупорности пакетов не существует, но они должны быть не ниже нормативов на ткани.

На основании проведенных испытаний, пакеты с огнезащитной тканью образца 042 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> включительно (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 [103] и ГОСТ 12.4.044-87 [137]);
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100 °С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины.

#### Пакеты с огнезащитной тканью образца 043

Пакеты имеют средние показатели огнезащитных свойств. Стойкость к прожиганию достаточная и составляет у пакета №17 - 83,0 у пакета №18 - 80,2 секунд. При этом наиболее высокий результат у пакета №17, состоящего из ткани 043 ТО «ФОГ» в сочетании с хлопчатобумажной тканью 100 Хл ТО.

Пакеты имеют средние показатели по защите от теплового излучения и конвективной теплоты. Пакеты выдерживают тепловое излучение интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, уровень защиты от теплового излучения составляет 1 балл (из 4 возможных). Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°С поверхностями у пакета №18 (состоящих из

двух слоев ткани 043 ТО «ФОГ») – 2 балла (из 4 возможных), у пакета №17 (ткань 043 ТО «ФОГ» в сочетании с хлопчатобумажной тканью 100 Хл ТО) - 1 балл.

На основании проведенных испытаний, пакеты с огнезащитной тканью образца 043 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> включительно (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87 [103,137]);

- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100 °С;

- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины.

## 8.2 Исследование составов пакетов для водителей бронетанковой военной техники

В НПП «АРМОКОМ-ЦЕНТР» были исследованы термоизолирующие свойства материала в пакете по «Методике экспериментального исследования термоизолирующей способности текстильных материалов при контакте с нагретой поверхностью № 1/10-АЦ) (Приложение И). Полученные результаты представлены в таблице 117 и на рисунке 48, где образцы 230 и 231 – импортные огнезащитные ткани.

Таблица 117 – Термоизолирующие свойства материала в пакете

Образец Вид отделки	Время, сек.										
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	Температура поверхности тыльной стороны пакета материалов в зоне контакта, °С										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Образец 042 с отделкой МВО на подложке	20	32	41	44	48	53	58	61	65	-	-
Образец 042 с отделкой МВО после стирок на подложке	18	31	39	43	47	52	57	60	64	-	-
Образец 044/1 с отделкой МО на подложке	20	35	48	50	51	52	54	58	62	-	-
Образец 044/1 с отделкой МО после стирок на подложке	19	33	46	49	50	51	53	57	60	61	63
Образец 044 с отделкой МВО на подложке	21	36	49	51	52	53	55	59	63	-	-

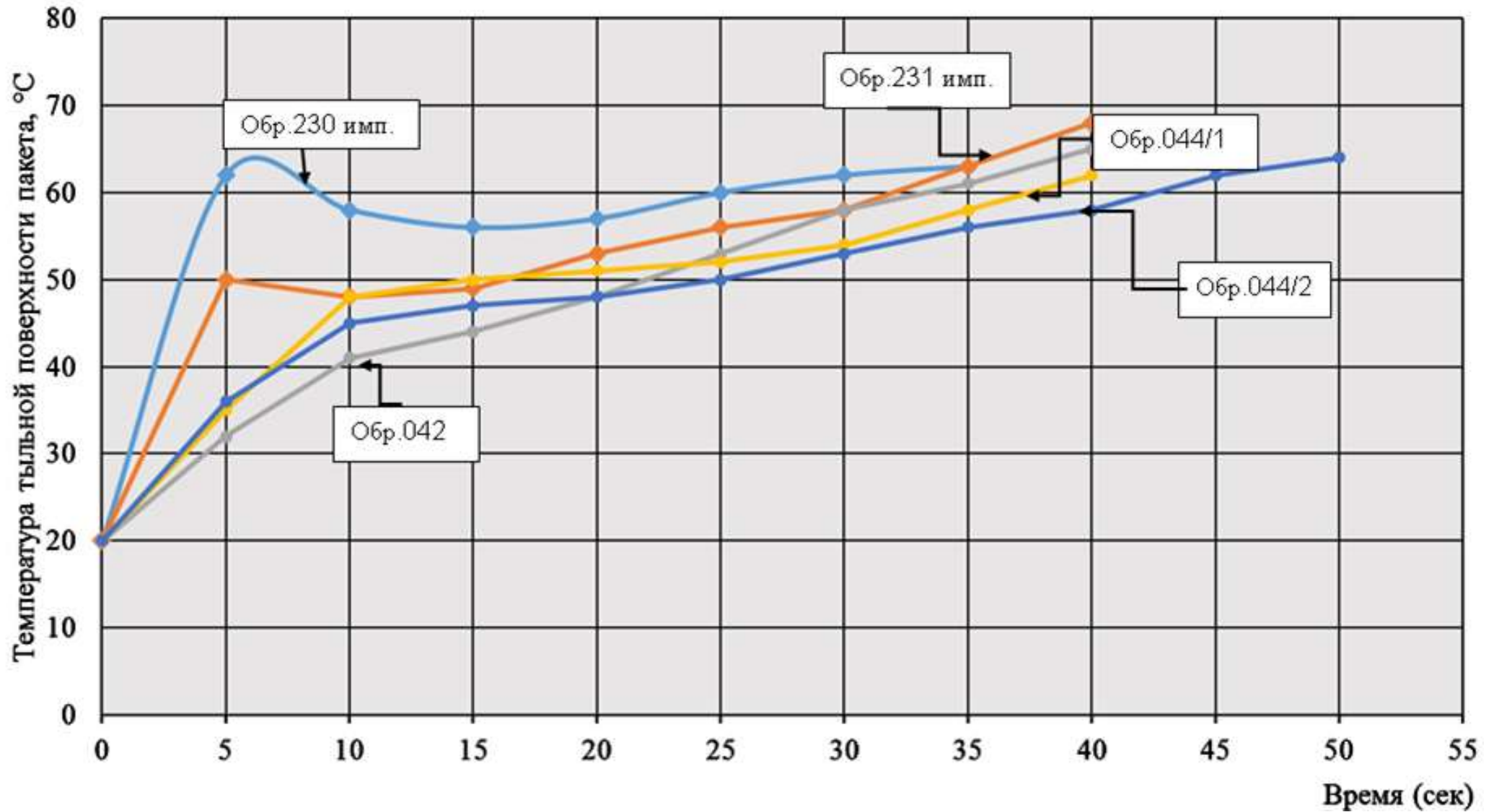


Рисунок 48 – График прогрева пакетов тканей от поверхности с  $T=300^{\circ}\text{C}$

## Окончание таблицы 117

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Образец 044 с отделкой МВО после стирок на подложке	20	36	48	51	52	53	54	58	62	64	-
Образец 044/2 с отделкой МО на подложке	20	36	45	47	48	50	53	56	58	61	64
Образец 043 с отделкой «Фог» на подложке	19	36	45	47	48	50	53	56	58	61	64
Образец 043 с отделкой ТА на подложке	20	35	48	50	51	52	54	58	62	-	-
Образец 043 с отделкой. ТА после стирок на подложке	18	32	41	46	48	53	58	61	65	-	-
Образец 043 с отделкой. ТА+МВО на подложке	20	33	44	47	48	50	53	57	58	61	63
Образец 043 с отделкой ТА+МВО после стирок на подложке	19	34	43	48	50	53	57	59	61	64	-
Образец 043 с отделкой ТО «ПРВ» на подложке	18	35	43	47	49	52	56	59	62	65	-

Из представленных данных в таблице 117 следует, что термоизолирующие свойства всех образцов огне- и термозащитных тканей удовлетворительные и составляют не менее 35 секунд при нагревании тена до 300°С.

В заключении НПП «АРМОКОМ-ЦЕНТР» было отмечено, что:

- ткани образца 042, содержащие мета- и параарамидные волокна, удовлетворяют требованиям, предъявляемым материалам для СИЗ.

Эти материалы могут быть рекомендованы для защитной одежды при эксплуатации в самых жестких огнеопасных условиях;

- ткани образца 044, содержащие кроме мета- и параарамидных волокон, термоокисленное волокно ПАН (НИТОКС®) также являются огнестойкими, но из-за интенсивного дымовыделения, которое является крайне нежелательным для СИЗ, могут быть рекомендованы для использования вне замкнутого пространства;

- у смешанной ткани образца 043, содержащей 75% хлопка и 25% волокно Русар®, со всеми видами отделок отмечено интенсивное дымовыделение и выход пламени на наружную сторону. Однако такие ткани на основе хлопка и параарамида являются перспективными для спецодежды, защищающей от повышенных температур.

С целью оценки конструктивных и эксплуатационных характеристик костюмов для водителей техники на базе БТВТ специалистами ООО НПП «АРМОКОМ-ЦЕНТР» была разработана конструкция костюма с использованием разработанной огнестойкой ткани образца 042, состоящей из 35% метаарамидных (Кермель®) и 65% параарамидных волокон (Русар®).

Выбор ткани образца 042 обусловлен наличием самой высокой огнестойкости среди всех разработанных тканей, она не поддерживает горение, прогар происходит через 105 секунд с неинтенсивным дымовыделением.

Для проведения опытной носки было изготовлено 3 костюма. Конструктивно все костюмы для водителей техники на базе БТВТ выполнены одинаково и состоят из двух отдельных частей: куртки и брюк. Костюм по первому варианту был выполнен из огнестойкой ткани образца 042 с отделкой МО, а по второму – из огнестойкой ткани образца 042 с отделкой МВО.

Костюм для водителей техники на базе БТВТ обеспечивает огне-, теплозащиту человека при воздействии открытого пламени и высоких температур во время ведения боевых действий.

Куртка костюма имеет теплоизолирующую прокладку из материала нетканого арамидного.

Для водителей техники на базе БТВТ были отправлены в войсковую часть 28337 для получения заключения о результатах опытной эксплуатации.

В целях обеспечения своевременной и качественной оценки конструктивных и эксплуатационных характеристик костюмов для водителей техники на базе БТВТ была назначена комиссия.

Результаты опытной носки костюмов для водителей БТВТ, проведённой в войсковой части 28337, показали удовлетворительные результаты. Костюмы могут быть рекомендованы для специальностей в силовых структурах, связанных с возникновением пожаров (Приложение И).

### 8.3 Проведение испытаний огнезащитных тканей и пакетов на соответствие требованиям к материалам, используемым для изготовления специальной одежды пожарного

Огне-, термозащитные ткани образцов 042, 043 и 044/1 подвергались испытаниям в испытательном центре ФГУ ВНИИПО МЧС России на соответствие техническим требованиям к материалам, используемым для изготовления специальной одежды пожарного согласно ГОСТ 53264-2009 [146]. Данный стандарт распространяется на все виды специальной защитной одежды и её комплектующие, а также средства защиты рук пожарного, предназначенные для оснащения подразделений противопожарных и аварийно-спасательных служб. Он устанавливает общие технические требования к специальной защитной одежде пожарного и материалам, используемым для её изготовления, а также методы испытаний данных изделий.

Испытания проводились на образцах ткани и пакетов материалов, состоящих из:

- материала верха - образцы ткани №№ 042, 043, 044/1, водонепроницаемого слоя – ткань техническая влагозащитная (ТТВ-1);
- теплоизоляционного слоя – ватин холстопршивной шерстяной поверхностной плотностью 293 г/м<sup>2</sup> ГОСТ 18273-89 (2 слоя) [147];
- подкладки – бязь хлопчатобумажная ГОСТ 29298-92 [148].

Были проверены физико-механические и теплофизические показатели материала верха и пакета материалов на соответствие требованиям, представленным в ГОСТ 53264-2009 (таблица 4, строки 1-3,5,6,13-18), к боевой спецодежде пожарного (БОП) [146].

Результаты испытаний представлены в таблице 118.

Таблица 118 – Результаты испытаний физико-механических и теплофизических показателей материала верха и пакета материала

Обозначение НД и № пункта	Обозначение контролируемого параметра	Значение параметра			
		По НД	Фактическое		
			№ 042	№ 043	№ 044/1
1	2	3	4	5	6
ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строчка 1)	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	от 150 до 400	223	312	346
ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строчка 2)	Разрывная нагрузка, Н: - по основе	не менее 1000	2160	1360	2500
	- по утку	не менее 800	2500	2221	2500
ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строчка 3)	Сопротивление раздиранию, Н: - по основе	не менее 80	310	96	290
	- по утку	не менее 60	290	117	320
ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строчка 5)	Усадка после намокания и высушивания: - по основе, %, не более	2,5	0	0	0
	- по утку, %, не более	2,5	0	0	0
ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строчка 6)	Водоупорность, мм вод. ст., не менее	80	80	0	60
ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строчка 13)	Кислородный индекс, % (об.), не менее	28,0	28,0	28,4	28,2



Продолжение таблицы 118

1	2	3	4	5	6
ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строчка 14,15)	Устойчивость к воздействию температуры окружающей среды 300°C в течении 300 с и усадка после нагревания Оценка после испытаний: - разрушение наружной поверхности: оплавление, обугливание, прогар и т.п.; - изменение линейных размеров материала (усадка), %; -воспламенение; -снижение физико-механических показателей ткани от нормативного значения, %: а) разрывная нагрузка - по основе - по утку б) сопротивление раздиранию - по основе - по утку	не допускается	не наблюдалось	не наблюдалось	не наблюдалось
		не более 5	0	18	5
		не допускается	не наблюдалось	не наблюдалось	не наблюдалось
		не более 50	0	100	4
		не более 50	0	96	0
		не более 50	50	100	11
		не более 50	0	100	0
ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строчка 16)	Устойчивость к контакту с нагретой до 400 °С твердой поверхностью в течении 7 с Оценка после испытаний: - разрушение наружной поверхности: оплавление, обугливание, прогар и т.п.; -воспламенение; -снижение физико-механических показателей ткани от нормативного значения, %: а) разрывная нагрузка: - по основе - по утку б) сопротивление раздиранию: - по основе - по утку	не допускается	не наблюдалось	не наблюдалось	не наблюдалось
		не допускается	отсутствует	отсутствует	отсутствует
		не более 50	0	44	0
		не более 50	0	0	0
		не более 50	0	50	0
		не более 50	0	0	0

## Продолжение таблицы 118

1	2	3	4	5	6
ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строчка 17)	Устойчивость к воздействию открытого пламени в течении 15 с Оценка после испытаний при кромочном и поверхностном зажигании (в т.ч. после пятикратной стирки ткани): - время остаточного горения и тления, с  -разрушение теплоизоляционной подкладки (сквозной прогар)	не более 2  не допускается	отсутствует  отсутствует	отсутствует  отсутствует	отсутствует  отсутствует
ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строчка 17)	Устойчивость к воздействию теплового потока 5 кВт/м <sup>2</sup> в течении 240с Оценка после испытаний: - разрушение наружной поверхности: оплавление, обугливание, прогар и т.п.; -воспламенение; -снижение физико-механических показателей ткани от нормативного значения, %: а) разрывная нагрузка: - по основе - по утку  б) сопротивление раздиранию: - по основе - по утку -среднеарифметическое значение температуры на внутренней поверхности пакета материалов, °С	не допускается  не допускается  не более 20 не более 20  не более 20 не более 20 не более 50	не наблюдалось  не наблюдалось  0 0  0 0 48	не наблюдалось  не наблюдалось  0 0  0 53 50	не наблюдалось  не наблюдалось  0 0  0 0 52

## Окончание таблицы 118

1	2	3	4	5	6
ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строчка 17)	Устойчивость к воздействию теплового потока 40 кВт/м <sup>2</sup> в течении 5 с Оценка после испытаний: - разрушение наружной поверхности ткани: оплавление, обугливание, прогар и т.п.;	не допускается	не наблю- далось	не наблю- далось	не наблю- далось
		не допускается	не наблю- далось	не наблю- далось	не наблю- далось
	-воспламенение; -снижение физико- механических показателей ткани от нормативного значения, %:	не более 20	0	10	0
	а) разрывная нагрузка:				
	- по основе	не более 20	0	7	0
	- по утку	не более 20	0	0	0
	б) сопротивление раздиранию:				
	- по основе	не более 20	0	7	0
	- по утку	не более 20	0	0	0
-среднеарифметическое значение температуры на внутренней поверхности пакета материалов, °С	не более 50	37	36	38	

Протокол ФГУ ВНИИПО МЧС России № 0251/2.2-2011 лабораторных испытаний опытных образцов тканей представлен в Приложении И.

- образец ткани 042 по всем проверенным показателям соответствует требованиям ГОСТ 53264-2009;
- образец ткани 044/1 имеет незначительные отклонения от требований по показателям:
  - водоупорность, мм. вод. ст. – 60 при норме 80;
  - по устойчивости к воздействию теплового потока 5 кВт/м<sup>2</sup> в течение 240 с: среднеарифметическое значение температуры, с, на внутренней поверхности пакета материалов – 52 при норме 50;
- образец ткани 043 не выдержал испытания по показателям:
  - водоупорность, мм. вод. ст. – 0 при норме 80;

- при определении устойчивости к воздействию температуры окружающей среды 300<sup>0</sup>С в течение 30с усадка после нагревания составила 18% вместо требуемых не более 5% и снижение физико-механических показателей ткани от нормативного значения составило по разрывной нагрузке 96-100%, а по сопротивлению раздиранию 100%, при нормативном значении в обоих случаях – не более 50%;

- при определении устойчивости к воздействию теплового потока 5 кВт/м<sup>2</sup> в течение 240 с снижение сопротивлению раздиранию по утку составило 53% вместо нормативного значения – не более 20%.

В заключение проведённых исследований необходимо отметить, что в качестве материала верха для БОП может использоваться образец ткани 042 и образец ткани 044/1 условно, после небольшого увеличения поверхностной плотности ткани.

## 8.4 Выводы по Главе 8

1. Пакеты зимние с огнезащитными тканями образцов 044/1, 042 и 043 и хлопчатобумажной тканью образца 100 ХЛГО можно рекомендовать для изготовления:
  - специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до  $5,0 \text{ кВт/м}^2$  включительно;
  - специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
  - специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
  - специальной одежды, предназначенной для комплексной защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, конвективной теплоты.
2. На основании проведённых испытаний, летние пакеты можно рекомендовать для изготовления:
  - с огнезащитной тканью образца 044/1:
    - специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до  $2,0 \text{ кВт/м}^2$  включительно (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87);
    - специальной одежды предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
    - специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
  - с огнезащитной тканью образца 044/2:
    - специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до  $2,0 \text{ кВт/м}^2$  включительно (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87);
    - специальной одежды предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;

- с огнезащитной тканью образца 042:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до  $2,0 \text{ кВт/м}^2$  включительно (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87);

- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до  $100^{\circ}\text{C}$ ;

- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;

- с огнезащитной тканью образца 043:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до  $2,0 \text{ кВт/м}^2$  включительно (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87);

- специальной одежды предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до  $100^{\circ}\text{C}$ ;

- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины.

3. Положительные результаты на ткани верха в пакетах показали следующие результаты:

- образец 044/1 МО – залипание металла незначительное, в эпицентре залипания металла незначительный прожёт;

- образец 043 ТО «ФОГ» - металл не прилипает, ткань не горит;

- образец 044/2 МО – металл частично прилипает, ткань не горит;

- образец 042 МВО – металл не прилипает, ткань не горит, но быстро обугливается.

4. По результатам опытной носки установлено, что костюмы из ткани образца 042 (35% Кермель/65% Русар) могут быть рекомендованы для специальных силовых структур, связанных возникновением пожаров.

5. По заключению ФГУ ВНИИПО МЧС России в качестве материала для верха боевой одежды пожарного рекомендуется использовать образец 042 и условно образец 044/1 при небольшом увеличении линейной плотности ткани.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ

1. Разработаны направления создания и требования к отечественным огне-, термозащитным текстильным материалам на базе применения пряжи из отечественных огнестойких химических волокон и их смесей с натуральными волокнами в сочетании с поверхностными пропитками для металлургов и сварщиков, спецподразделений силовых структур.
2. Построены модели изменения скорости горения в виде нелинейных дифференциальных уравнений, решение которых было получено численными методами. Модели описывают горение твердых и пористых материалов с учётом температуры горения, энергии активации процесса горения и их влияния на динамику горения. Наряду с ними была построена модель распространения фронта горения по поверхности двумерного материала (ткани), имитирующая эксперимент по проверке огнестойкости образца материала.
3. Полученные кривые распространения температурного фронта показали, что при значениях коэффициента температуропроводности, превышающих критический уровень, возникает эффект самоподдерживания горения за счёт энергии новых участков материала. Поэтому интенсивность горения может усилиться, что способствует распространению горения по поверхности материала. Установлено, что динамика поведения теплового фронта остаточного горения и процесс горения существенно зависят от температуры горения и параметров материала.
4. Проведенные исследования свойств отечественных и зарубежных высокомодульных, высокопрочных и огне-, термостойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс, позволили выявить общие специальные свойства, характеризующие каждый вид указанных волокон, при этом уровень свойств отечественных и импортных волокон примерно одинаков.



5. В результате проведённого сравнительного анализа основных характеристик волокон, характеризующих их свойства для обеспечения требований к огнезащитным материалам установлено, что:
  - наибольшим значением кислородного индекса и температурой эксплуатации обладают термостабилизированные полиакрилонитрильные волокна;
  - наилучшими разрывными свойствами обладают параарамидные волокна;
  - наилучшими термостойкими свойствами (сохранение прочности при 300<sup>0</sup>С) обладают метаарамидные волокна.
6. Проведена оптимизация сырьевых составов смесей средствами системы Mathcad для выработки огнезащитной пряжи с целью максимизации кислородного индекса пряжи, при этом применена аппроксимация зависимости прочности пряжи от состава смеси полиномами второго порядка.
7. Проведённые экспериментальные исследования по выбору оптимальных смесей волокон для выработки огнезащитных тканей, предназначенных для спецодежды, позволили оценить влияние предложенных смесей на специальные характеристики защиты от повышенных температур: искр, брызг расплавленного металла, огнестойкости, контакта с нагретыми поверхностями и т.д.
8. Впервые разработаны технологии переработки огнестойкого полиакрилонитрильного волокна в пряжу, как по аппаратной системе прядения шерсти, так и по хлопчатобумажной системе.
9. Создан новый ассортимент огнезащитных тканей поверхностных плотностей 250-350 г/м<sup>2</sup> и 450-550 г/м<sup>2</sup> на базе использования отечественных волокон: нового термо-, огнестойкого полиакрилонитрильного волокна НИТОКС®, серийно выпускаемого параарамидного термостойкого волокна Русар® и натуральных волокон хлопка и шерсти, выбора новых структур тканей и оптимальных огнезащитных пропиток.
10. По комплексу физико-механических (разрывным, раздирающим), гигиенических (гигроскопичность, воздухопроницаемость) и специальных (кислородный индекс, стойкость к прожиганию) свойств разработанный

ассортимент тканей поверхностной плотности 450-550 г/м<sup>2</sup> значительно превосходит технические требования, а по огнестойкости соответствуют техническим требованиям.

11. Разработаны и внедрены технологические режимы производства аппаратной пряжи из смеси огнестойких и шерстяных волокон, суровой ткани и оптимальные режимы заключительной отделки тканей поверхностной плотности 450-550 г/м<sup>2</sup>. Разработанные ткани поверхностной плотности 450-550 г/м<sup>2</sup> (из разных вариантов смесей и структур тканей) с применением огнезащитных препаратов могут быть рекомендованы для изготовления спецодежды для сварщиков и металлургов, наилучшие результаты были получены на ткани двухслойного переплетения.
12. Разработаны и внедрены технологические режимы производства кардной пряжи, суровой и готовой ткани поверхностной плотности 250-350 г/м<sup>2</sup> из смеси 100% огнестойких волокон и заключительной отделкой, а также смеси огнестойких и натуральных волокон с огнезащитной пропиткой.
13. Проведённые сравнительные исследования трёх технологий пропитки, обеспечивающих огнезащитную отделку тканей, содержащих хлопок и огнестойкие арамидные волокна показали, что:
  - применение огнезащитного препарата типа Фогинол обеспечивает получение огнестойкости, устойчивой только к химчисткам;
  - перманентные к стиркам и химчисткам огнестойкие свойства ткани обеспечиваются в результате огнестойкой отделки по технологии Пироватекс с использованием реакционноспособных соединений фосфора;
  - по физико-механическим и гигиеническим свойствам ткани, отделанные по технологии «Фог» без термофиксации имеют преимущество перед тканями, отделанными по технологии Пироватекс и Пробан.
14. Анализ полученных физико-механических показателей показывает, что разработанные ткани поверхностной плотности 250-350 г/м<sup>2</sup> имеют высокий запас прочности, превышающий разработанные требования: разрывная и раздирающая нагрузки превышают в 2-3 раза по основе и до 2,5 раз по утку.

Значительный запас прочности получен за счёт использования волокна Русар<sup>®</sup>, изготовленного из термостойкой нити, прочность которого на порядок выше, чем прочность остальных компонентов смесей.

15. Установлено, что разработанные ткани поверхностной плотностью 250-350 г/м<sup>2</sup> соответствуют гигиеническим требованиям, а именно: гигроскопичность смесевой ткани (75% хлопок/25% Русар<sup>®</sup>) составляет 15-20%, трёхкомпонентной ткани (НИТОКС<sup>®</sup> - 40%, Русар<sup>®</sup> - 40%, Кермель<sup>®</sup> - 20%) – 10%. По воздухопроницаемости все ткани соответствуют требованиям, не более 100 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>с).
16. В результате проведённых исследований установлено, что все разработанные готовые ткани обладают огнестойкостью (остаточное горение и тление отсутствуют), имеют высокий показатель кислородного индекса (37-44%).  
Использование в ткани термоокисленного волокна НИТОКС<sup>®</sup> позволило увеличить стойкость к воздействию открытого пламени – время прогара – 365 сек, что в 3,5 раза выше в сравнении с двухкомпонентной тканью (Русар<sup>®</sup>, Кермель), а также обеспечить требования по показателю стойкости к прожиганию до 120 сек и устойчивость к брызгам расплавленного металла.
17. По уровню защиты от конвективной теплоты все ткани удовлетворяют требованиям ТЗ (2 балла), за исключением двухкомпонентной ткани, содержащей огнестойкие волокна Русар<sup>®</sup> и Кермель<sup>®</sup> (1 балл), что объясняется меньшей поверхностной плотностью ткани.
18. Экспериментальные исследования разработанных тканей и специальных свойств пакетов, таких как огнестойкость, стойкость к прожиганию, устойчивость к тепловому излучению и конвективной теплоте, воздухопроницаемость и комплексная защита от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла дают основание рекомендовать разработанные поверхностной плотности 250-350 г/м<sup>2</sup> для использования при изготовлении специальной одежды.

По заключению НПП «Армоком-Центр»:

- ткани, содержащие мета-, параарамидные волокна удовлетворяют требованиям, предъявляемым материалам для спецодежды и СИЗ. Эти материалы могут быть использованы для защитной одежды при эксплуатации в самых жёстких огнеопасных условиях;
- ткани, содержащие термоокисленное волокно ПАН (Нитокс) в сочетании с мета- и параарамидными волокнами, также являются огнестойкими, но из-за интенсивного дымовыделения, могут быть рекомендованы для использования вне замкнутого пространства или в виде накладок к спецодежде;
- у ткани, содержащей 75% хлопка и 25% волокно Русар с различными видами отделки, отмечено интенсивное дымовыделение и выход пламени наружу. Поэтому, такие ткани являются перспективными для спецодежды, защищающей от повышенных температур.

По заключению ФГУ ВНИИПО МЧС России в качестве материала верха для БОП может использоваться ткань из огнестойких волокон Русар®/Кермель® и ткань с использованием волокна НИТОКС® после небольшого увеличения её поверхностной плотности.

По заключению ООО «НИИОТ в г. Иваново» ткани из 100% огнестойких волокон и хлопка возможно использовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87);
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100<sup>0</sup>С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
- средств защиты рук (рукавиц, вачег) для защиты от теплового излучения, и брызг расплавленного металла, окалины.

19. Учитывая, что стоимость разработанных тканей при обеспечении физико-механических, гигиенических и специальных свойств, произведённых из 100%

химических огнестойких волокон, выше стоимости тканей, произведённых из смеси натуральных и огнестойких химических волокон с огнезащитной пропиткой, у потребителя есть возможность из серии разработанных тканей осуществить выбор с учётом фактора «цена – качество».

20. Результаты исследований, полученные в изложенной работе, внедрены на ООО «Чайковская текстильная компания», ОАО «Сукно» (г. Минск, Республика Беларусь), использованы при разработке ГОСТ Р 12.4.297-2013 и межгосударственного стандарта ГОСТ 11209-2014 и защищены 9 патентами РФ.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О новых разработках ЦНИИШП в области создания специальной защитной одежды, предлагаемых к внедрению в швейную промышленность // Рабочая одежда. – 2003. – № 6. – С. 38-39.
2. Фомченкова, Л.М. Современные материалы для спецодежды / Л.М. Фомченкова / Текстильная промышленность. – 2002. – № 7. – С. 15-17.
3. Будницкий, Г.А. Применение термо-, огнестойких волокон для изготовления текстильных изделий / Г.А. Будницкий и др. // Текстильная химия. – 2003. – № 3. – С. 23-24.
4. Мусина, Т.К. Высокотермо-, огнестойкие полиимидные волокна, нити и изделия на их основе / Т.К. Мусина, З.Г. Оприц // Международная конференция «Волокнистые материалы XXI век»: матер. конф. – СПб, 2005. – С. 39-44.
5. ГОСТ 12.4.184-97. ССБТ. Ткани и материалы для специальной одежды, средств защиты рук и верха специальной обуви. Методы определения стойкости к прожиганию. – Минск: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 9 с.
6. ГОСТ 12.4.105-81. ССБТ. Ткани и материалы для спецодежды сварщиков. Общие технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 7 с.
7. ГОСТ Р 12.4.234-2007 ССБТ. Одежда специальная для защиты от термических рисков электрической дуги. – М.: Стандартиформ, 2007. – 27 с.
8. ГОСТ ЕН 531: 1995 IDT Одежда защитная для работающих в условиях повышенных температур.
9. НПБ 157-97. Боевая одежда пожарных. Общие технические требования. Методы испытаний. – М.: ГУГПС и ФГУ ВНИИПО МВД России, 2000. – 28 с.

- 10.ГОСТ 12.4.073-79 Ткани для спецодежды и средств защиты рук. Номенклатура показателей качества. – М.: Издательство стандартов, 1979. – 9 с.
- 11.ГОСТ 11209-85 Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Технические условия. Методы определения огнестойкости. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 14 с.
- 12.ГОСТ Р 9185-2007 ИСО 9150 ССБТ. Одежда специальная. Методы испытания материала при воздействии брызг расплавленного металла. – М.: Стандартиформ, 2008. – 12 с.
13. Киркина, Л.И. Специальные виды отделок / Л.И. Киркина, В.Д. Орехов. – М.: Легпромбытиздат, 1988. – 40 с.
- 14.Кричевский, Г.Е. Химическая технология текстильных материалов: Учебник для вузов в 3-х томах, том 3 / Г.Е. Кричевский. – М: РосЗИТЛП, 2001. – 298 с.
- 15.Слугин, А.И. Разработка оптимальных технологических параметров изготовления тканей на основе вторичной арамидной нити: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.02 / Слугин Алексей Иванович. – М, 2008. – 173 с.
- 16.Слугин, А.И. Разработка новых облегчённых арамидных тканей на основе вторичных регенерированных волокон и технологических параметров их изготовления: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.02 / Слугин Андрей Иванович. – М, 2012. – 162 с.
- 17.Мороз, О.Н. Разработка технологии получения пряжи из отходов параарамидных нитей и тканей для изделий, эксплуатируемых в условиях повышенных температур: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.19.02 / Мороз Ольга Николаевна. – СПб, 2008. – 16 с.
- 18.Константинова, Н.И. Огнезащита текстильных материалов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.26.03 / Константинова Наталья Ивановна. – М., 2004. – 277 с.
- 19.Карелина, И.М. Разработка методов получения текстильных материалов с комплексом антимикробных и огнезащитных свойств: автореф. дис. ... канд. хим. наук: 05.17.15 / Карелина Ирина Маратовна. – М., 2000. – 16 с.

- 20.Беляева, О.А. Модификация вискозных волокон с целью снижения горючести: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.06 / Беляева Ольга Александровна. – Саратов, 2010. – 16 с.
- 21.Щербина, Н.А. Модификация полиакрилонитрильного волокна с целью снижения горючести с использованием гибридных огнезамедлительных систем: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.06 / Щербина Наталья Александровна. – Саратов, 2009. – 16 с.
- 22.Куликова, Т.В. Совершенствование технологии модификации полиэфирных волокнистых материалов с целью снижения горючести и их применение в производстве спецодежды: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.06, 05.19.01 / Куликова Татьяна Владимировна. – Саратов, 2005. – 16 с.
- 23.Гришина, О.А. Разработка метода придания и исследование огнезащитных свойств материалов для одежды: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.19.01 / Гришина Оксана Александровна. – М., 2006. – 16 с.
- 24.Стрекалова, Ю.В. Закономерности процессов термолиза волокнистых полимерных материалов различного состава в присутствии фосфорсодержащих огнезамедлительных систем: автореф. дис. ... канд. хим. наук: 05.17.06 / Стрекалова Юлия Владимировна. – М., 2003. – 16 с.
- 25.Болодьян, Г.И. Комплексный подход к созданию пожаробезопасных текстильных материалов и изделий: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03 / Болодьян Галина Ивановна. – М., 2003. – 16 с.
- 26.Загоруйко, М.В. Разработка методов придания огнезащитных свойств и исследование термического воздействия на структуру и свойства материалов и пакетов одежды: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.19.01 / Загоруйко Марина Владимировна. – М., 2011. – 16 с.
- 27.ГОСТ 12.4.221-2002 ССБТ Одежда специальная для защиты от повышенных температур, теплового излучения, конвективной теплоты. Общие технические требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 9 с.



- 28.ГОСТ Р 12.4.247-2008 ССБТ Одежда специальная для защиты от искр и брызг расплавленного металла. Технические требования. – М.: Стандартиформ, 2009. – 15 с.
- 29.ГОСТ 12.4.183-91 ССБТ Материалы для средств защиты рук. Технические требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 20 с.
- 30.ГОСТ 28554-90 Полотно трикотажное. Общие технические условия. – М.: Стандартиформ, 2005. – 7 с.
- 31.ГОСТ 31228-2004 Изделия трикотажные бельевые для взрослых. Нормы физико-гигиенических показателей. – М.: Стандартиформ, 2005. – 4 с.
- 32.ГОСТ 2351-88 Изделия и полотна трикотажные. Нормы устойчивости окраски и методы ее определения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. – 20 с.
- 33.ГОСТ 26289-84 Полотна трикотажные бельевого назначения. Нормы изменения линейных размеров после мокрой обработки. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 8 с.
- 34.ГОСТ 5007-87 Изделия трикотажные перчаточные. Общие технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 12 с.
- 35.ГОСТ 8541-94 Изделия чулочно-носочные, вырабатываемые на круглочулочных автоматах. Общие технические условия. – М.: Стандартиформ, 2006. – 50 с.
- 36.ГОСТ 11595-83 Изделия чулочно-носочные. Нормы устойчивости к истиранию. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 13 с.
- 37.ГОСТ 9733.0-83 Материалы текстильные. Общие требования к методам испытаний устойчивости окрасок к физико-химическим воздействиям. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 11 с.
38. СанПин 2.4.7/1.1.1286-03 Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 16 с.
39. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: Гигиенические нормативы. – М.:

Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Минздрава России, 2003. – 268 с.

40. Зельдович, Я.Б. Математическая теория горения и взрыва / Я.Б. Зельдович. – М.: Наука, 2000. – 478 с.
41. Зельдович, Я.Б. Математическая теория горения и взрыва / Я.Б. Зельдович, Г.И. Баренблатт, В.Б. Либрович, Г.М. Махвиладзе. – М.: Наука, 1980. – 478 с.
42. Франк-Каменецкий, Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике / Д.А. Франк-Каменецкий. – М.: Наука, 1987. – 502 с.
43. Горение. Большая советская энциклопедия. – М., 1998.
44. Горение. Химическая энциклопедия. – М., 1988.
45. Хитрин, Л.Н. Физика горения и взрыва / Л.Н. Хитрин – М.: Издательство Московского университета, 1957. – 452 с.
46. Щелкин, К.И. Газодинамика горения / К.И. Щелкин, Я.К. Трошин. – М.: Издательство Академии наук СССР, 1963. – 256 с.
47. Law C.K., Combustion Physics, Cambridge, 722 с.
48. Перепелкин, К.Е. Горючесть волокон и текстиля – одна из важнейших характеристик их опасности/безопасности / К.Е. Перепелкин // Известия ВУЗов. Технология лёгкой промышленности. – 2009. – № 2. – С. 22-28.
49. Перепелкин, К.Е. Характеристики горючести волокнообразующих полимеров, волокон и волокнистых материалов (текстиля) / К.Е. Перепелкин // Химические волокна. – 2009. – № 3 – С. 25-33.
50. Перепелкин, К.Е. Химические волокна: развитие производства, методы получения, перспективы / К.Е. Перепелкин. – СПб: СПбГУТД, 2008. – 354 с.
51. Сафонов, В.В. Защитные полимерные покрытия и материалы: Часть I. Получение материалов с водо- и огнестойкостью / В.В. Сафонов. – М.: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2014. – 145 с.
52. Перепелкин, К.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты / К.Е. Перепелкин. – Санкт-Петербург: НОТ, 2015. – С. 336-349.

53. Song, G.W., et. Al Modeling the Thermal Protective Performance of Heat Resistant Garments in Flash Fire Exposures. *Text. Res. J.* 74 (3), 1033-1040 (2004).
54. Barker R.L., Lee, Y.M. Analyzing the Transient Thermophysical Properties of Heat-resistant Fabrics in TPP Exposures, *Text. Res. J.*, 57(6), 331 – 338 (1987).
55. Lee Y.M., Barker R.L. Thermal Protective Performance of Heat-resistant Fabrics in Various High Intensity Heat Exposures. *Text. Res. J.*, 57(3), 123 – 132 (1987).
56. Torvi D.A., Eng, P., Threlfall, T.G. Heat Transfer Model of Flame Resistant Fabrics During Cooling After Exposure to Fire. *Fire Tech.*, 42, 27 – 48 (2006).
57. Chathuri, V.R. Mettananda, Crown, E.M. Quantity and Distribution of Oily Contaminants Present in Flame-resistant Thermal-protective Textiles. *Text. Res. J.*, 80(9), 803 – 813 (2010).
58. Kissa E., Evaluation of detergency, in “Detergency: Theory and Technology”, Cutler, W.G. > Kissa, E. (eds), Marcel Dekker, New York, 1987, pp, 1-89.
59. Chathuri, V.R. Mettananda, Torvi, D.A., Crown, E.M. Characterization of the Combustion Process of Flame resistant Thermal Protective Textiles in the Presence of Oily Contaminants: Effects of Contamination and Decontamination. *Text. Res. J.*, 80(10), 917 – 934 (2010).
60. Гришин, А.М. Математическое моделирование некоторых нестационарных аэротермохимических явлений: дисс. ... докт. физ.-мат. наук: 01.02.05 / Гришин Анатолий Михайлович. – Томск, 1974. – 432 с.
61. Гришин А.М. Исследование переходных режимов горения пористых реагирующих веществ. Численные методы механики сплошных сред // А.М. Гришин, А.С. Якимов // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика: сб. науч. тр. – 1976. – № 6. – С. 39-51.
62. Гришин, А.М. Общая физико-математическая модель зажигания и горения древесины / А.М. Гришин // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика: сб. науч. тр. – 2010. – № 2. – С. 60-70
63. Алексеев, Б.В. Физическая газодинамика реагирующих сред / Б.В. Алексеев, А.М. Гришин. – М.: Высшая школа, 1985. – 464 с.

64. Пожарная безопасность: энциклопедия. – М.: ФГУ ВНИИ ПО МЧС России, 2007. – 416 с.
65. Мищенко, К.П. Краткий справочник физико-химических величин / К.П. Мищенко, А.А. Равдель. – Л.: Химия, 1972. – 200 с.
66. ГОСТ 15898-70 Ткани льняные и полульняные. Методы определения огнестойкости. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1985. – 4 с.
67. Семёнов, Н.Н. Цепные реакции / Н.Н. Семёнов. – Л.: Госхимиздат, 1934. – 555 с.
68. Вильямс, Ф.А. Теория горения / Ф.А. Вильямс. – М.: Наука, 2001. – 615 с.
69. Breen N.E., Durnam, D.J., Obendorf, S.K., Residual Oily Soil Distribution on Polyester Cotton Fabrics after Laundering with Selected Detergents at Various Wash Temperatures, *Text. Res. J.*, 54(3), 198-204 (1984).
70. Shebs, W.T. Radioisotope techniques in defergency, in “Detergency: Theory and Technology”, Cutler, W.G. > Kissa, E. (eds), Marcel Dekker, New York, 1987, pp, 125-191.
71. Лаврентьева, Е.П. Построение модели остаточного горения образца двумерного плоского материала / Е.П. Лаврентьева, К.Э. Разумеев // Сб. науч. тр. ОАО НПК «ЦНИИШерсть». – 2011. – С. 91-97.
72. Лаврентьева, Е.П. Влияние структурных факторов на скорость горения волокнистого материала / Е.П. Лаврентьева, К.Э. Разумеев // Известия ВУЗов. Технология лёгкой промышленности. – 2012. – №2. С. 81-83.
73. Лаврентьева, Е.П. Моделирование влияния структуры материала на скорость его горения / Е.П. Лаврентьева, К.Э. Разумеев // Известия ВУЗов. Технология лёгкой промышленности. – 2011. – № 4. – С. 49-51.
74. Разработка технологии производства текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты на основе отечественных высококомодульных, высокопрочных и термостойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс : отчет о НИОКР (1 этап) / ФГУП ЦНИХБИ ; рук. Лаврентьева Е.П. ; исполн. Дьяченко В.В. [и др.]. – М., 2009. – книга 1 – 143 с., книга 2 – 124 с.

75. Лаврентьева, Е.П. Химические волокна, применяемые для производства огне- и термозащитной специальной одежды и средств индивидуальной защиты / Е.П. Лаврентьева, В.В. Дьяченко // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2015. – № 4. – С. 19-36.
76. Человек может выжить при температуре 10000<sup>0</sup>С, если будет надежно защищен / Еженедельник промышленного роста ЗАО «ФПГ Энергоконтракт». – 2006. – № 41.
77. Гальбрайх, Л.С. Химические волокна / Л.С. Гальбрайх // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 3. – С. 42-48
78. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84). ССБТ. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М.: Стандартинформ, 2006. – 99 с.
79. Fenimore, C.P. Flammability of Polimers. / C.P. Fenimore, F.J. Martin // Combust and Flame. – 1966. – № 2. – P. 135-139.
80. Hilado, C.J. Flammability Test Methods: Handbook / C.J. Hilado // Westport: Technomic Publ. Co., 1974. – 313 p.
81. Перепелкин, К.Е. Современные химические волокна и перспективы их применения в текстильной промышленности / К.Е. Перепелкин // Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева. – 2002. – № 1. – С. 31-48
82. Номенклатура и свойства арамидных нитей, производимых на ОАО «Каменскхимволокно» / В.Ю. Лакунин, Г.Б. Склярова, Л.В. Ткачева, М.В. Шаблыгин // Химические волокна. – 2010. – № 3. – С. 16-24.
83. Перепелкин, К.Е. Сравнительный анализ термических свойств параарамидных нитей в среде воздуха и азота / К.Е. Перепелкин, А.Б. Степанова, М.А. Басок // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2008. – № 2. – С. 16-17.
84. Пакшвер, А.Б. Свойства и особенности переработки химических волокон / А.Б. Пакшвер и др. – М.: Химия, 1975. – 495 с.

85. Курмашова, И.А. Зависимость воздухопроницаемости некоторых типов огнестойких и баллистических тканей и многослойных пакетов от их состава, технологии изготовления и количества слоев / И.А. Курмашова, Н.К. Кутищева, Ю.С. Семенова // Научно-технический сборник «Вопросы оборонной техники». – 2003. – № 1-2. – С. 38-40.
86. ТУ 1916-005-18070047-2005 Жгут полиакрилонитрильный термостабилизированный НИТОКС. – 2004.
87. Пат. 2258104 Российская Федерация, МПК7 D01F6/18, D01F11/16, C09K21/14. Способ получения огнестойкого полиакрилонитрильного волокна для изготовления текстильных материалов / М.Е. Казаков, М.Т. Азарова: заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «НПЦ «УВИКОМ». – № 2004100854/04; заявл. 15.01.2004; опубл. 10.08.2005.
88. Лаврентьева, Е.П. Прогнозирование прочности огнезащитной пряжи / Е.П. Лаврентьева, О.Ю. Дмитриев, В.П. Щербаков // Швейная промышленность. – 2015. – № 1-2. – С. 50-51.
89. Лаврентьева, Е.П. Оптимизация составов смесей при выработке огнезащитной пряжи / Е.П. Лаврентьева, О.Ю. Дмитриев, В.П. Щербаков // Швейная промышленность. – 2015. – № 3. – С. 15-16.
90. Севостьянов, А.Г. Оптимизация механико-технологических процессов текстильной промышленности / А.Г. Севостьянов, П.А. Севостьянов. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 256 с.
91. Щербаков, В.П. Прикладная и структурная механика волокнистых материалов: монография / В.П. Щербаков. – М.: Тисо Принт, 2013. – 304 с.
92. Айвазян, С.А. Эконометрика: Учебное пособие / Айвазян С.А., Иванова С.С. – М.: МаркетДС, 2007. – 112 с..
93. Севостьянов, А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности / А.Г. Севостьянов и др. – М.: Лёгкая индустрия, 1980. – 392 с.

94. Разработка ассортимента и технологии производства промышленных тканей с огнезащитными свойствами из натуральных и химических волокон : отчет о НИОКР (1 этап) / ФГУП ЦНИХБИ ; рук. Лаврентьева Е.П. ; исполн. Дьяченко В.В. [и др.]. – М., 2009.
95. Разработка ассортимента и технологии производства промышленных тканей с огнезащитными свойствами из натуральных и химических волокон : отчет о НИОКР (2 этап) / ОАО «ЦНИТИ» ; рук. Лаврентьева Е.П. ; исполн. Дьяченко В.В. [и др.]. – М., 2010.
96. Разработка ассортимента и технологии производства промышленных тканей с огнезащитными свойствами из натуральных и химических волокон : отчет о НИОКР (3 этап) / ОАО «ЦНИТИ» ; рук. Лаврентьева Е.П. ; исполн. Дьяченко В.В. [и др.]. – М., 2010.
97. Разработка нормативно-технической документации по выпуску огнезащитных тканей на базе отечественных химических огнестойких волокон : отчет о НИОКР (1 этап) / ФГУП ЦНИХБИ ; рук. Лаврентьева Е.П. ; исполн. Дьяченко В.В. [и др.]. – М., 2009.
98. Разработка нормативно-технической документации по выпуску огнезащитных тканей на базе отечественных химических огнестойких волокон : отчет о НИОКР (2 этап) / ОАО «ЦНИТИ» ; рук. Лаврентьева Е.П. ; исполн. Дьяченко В.В. [и др.]. – М., 2010.
99. Лаврентьева, Е.П. Новые материалы с комплексом защитных свойств / Е.П. Лаврентьева // Текстильная промышленность. – 2006. – № 1-2. – С. 76-77.
100. Разумеев, К.Э. Сырье для предприятий шерстяной отрасли промышленности: Конспект лекций / К.Э. Разумеев. – М.: МГТУ имени А.Н. Косыгина, 2003. – 205 с.
101. ТУ 6-13-5-99 Волокно полиамидное штапельное для текстильной промышленности. – 2004.
102. ТУ 2272-001-51605609-00 Нить Русар® номинальной линейной плотности 58,8 текс. – 2000.

103. ГОСТ 12.4.045-87 ССБТ. Костюмы мужские для защиты от повышенных температур. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 12 с.
104. ТУ 8572-028-003021190-99 Костюм мужской «Сварщик». – 1999.
105. Сурнина, Н.Ф. Проектирование ткани по заданным параметрам / Н.Ф. Сурнина – М.: Легкая индустрия, 1973. – 144 с.
106. Никитин, М.Н. Проектирование тканей / М.Н. Никитин. – М.: Ростехиздат, 1961. – 212 с.
107. Эксплуатационные свойства тканей и методы их оценки / под ред. П.А. Колесникова. – М.: Ростехиздат, 1960. – 475 с.
108. Строение и проектирование тканей / Ф.М. Розанов, О.С. Кутенов, Д.М. Жупикова, С.В. Молчанов. – М.: Гизлегпром, 1953. – 472 с.
109. ГОСТ 20489-75 Материалы для одежды. Метод определения суммарного теплового сопротивления. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 11 с.
110. ГОСТ 19616-74 Ткани и трикотажные изделия. Метод определения удельного поверхностного электрического сопротивления. – М.: Издательство стандартов, 1974. – 10 с.
111. ГОСТ 12.4.074-79 ССБТ. Ткани и материалы для спецодежды. Методы определения защитной способности и стойкости при воздействии ИК-излучения. – М.: Издательство стандартов, 1979. – 8 с.
112. Пат. 2286410 Российская Федерация, МПК D02G3/04. Текстильная пряжа для выработки защищающих от открытого огня изделий / Е.П. Лаврентьева, Н.П. Орлова, В.В. Дьяченко, М.Т. Азарова, М.Е. Казаков: заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности. – № 2004123869/12; заявл. 05.08.2004; опубл. 27.10.2006.
113. Пат. 74391 Российская Федерация, МПК D03D15/12. Ткань с повышенным показателем огнестойкости для защиты человека от



- высокотемпературных контактов (варианты) / Е.П. Лаврентьева, Л.А. Мальков, М.П. Михайлова, В.В. Дьяченко, Л.С. Ковальчук, Л.М. Легчилина, М.Т. Азарова, М.Е. Казаков: заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности. – № 2008110894/22; заявл. 24.03.2008; опубл. 27.06.2008.
114. Пат. 5584 Республика Беларусь, МПК D03D15/12. Ткань с повышенным показателем огнестойкости для защиты человека от высокотемпературных контактов (варианты) / Е.П. Лаврентьева, Л.А. Мальков, М.П. Михайлова, В.В. Дьяченко, Л.С. Ковальчук, Л.М. Легчилина, М.Т. Азарова, М.Е. Казаков. – опубл. 30.10.2009.
115. ГОСТ Р 51108-97 Услуги бытовые. Химическая чистка. Общие технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. – 27 с.
116. ГОСТ 27323-87 Материалы текстильные. Методы испытаний устойчивости окраски к химчистке. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 6 с.
117. ГОСТ 30157.0-95 Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения. – Минск: ИПК Издательство мтандартов, 1995. – 8 с.
118. ГОСТ 29104.4-91 Ткани технические. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 7 с.
119. ГОСТ 29104.5-91 Ткани технические. Метод определения раздирающей нагрузки. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 8 с.
120. ГОСТ 18976-73 Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 5 с.
121. Разработка технологии производства текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты на основе отечественных высокомодульных, высокопрочных и термостойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс : отчет о НИОКР (2 этап) /

- ФГУП ЦНИХБИ ; рук. Лаврентьева Е.П. ; исполн. Дьяченко В.В. [и др.]. – М., 2009. – книга 1 – 111 с., книга 2 – 78 с.
122. Разработка технологии производства текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты на основе отечественных высококомодульных, высокопрочных и термостойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс : отчет о НИОКР (3 этап) / ОАО «ЦНИТИ» ; рук. Лаврентьева Е.П. ; исполн. Дьяченко В.В. [и др.]. – М., 2010. – книга 1 – 114 с., книга 2 – 124 с.
123. Разработка технологии производства текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты на основе отечественных высококомодульных, высокопрочных и термостойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс : отчет о НИОКР (4 этап) / ОАО «ЦНИТИ» ; рук. Лаврентьева Е.П. ; исполн. Дьяченко В.В. [и др.]. – М., 2010. – книга 1 – 161 с., книга 2 – 139 с.
124. Разработка технологии производства текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты на основе отечественных высококомодульных, высокопрочных и термостойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс : отчет о НИОКР (5 этап) / ОАО «ЦНИТИ» ; рук. Лаврентьева Е.П. ; исполн. Дьяченко В.В. [и др.]. – М., 2011. – книга 1 – 224 с., книга 2 – 183 с.
125. Лаврентьева, Е.П. Термо- и огнезащитные ткани для защитной одежды / Е.П. Лаврентьева, В.В. Дьяченко, М.П. Михайлова, Л.С. Ковальчук // Текстильная промышленность. – 2010. – № 5. – С. 54-56.
126. Лаврентьева, Е.П. Инновационные текстильные огне- и термостойкие материалы для спецодежды и средств индивидуальной защиты / Е.П. Лаврентьева // Научно-технический сборник «Вопросы оборонной техники». – 2013. – № 3-4. – С. 59-67.
127. Лаврентьева, Е.П. Инновационные текстильные материалы со специальными свойствами / Е.П. Лаврентьева // Швейная промышленность. – 2013. – № 5. – С. 15-16.

128. Лаврентьева, Е.П. Текстильные огне- и термостойкие материалы нового поколения для спецодежды / Е.П. Лаврентьева // Химические волокна. – 2013. – № 2. – 2013. – С. 47-53.
129. ГОСТ 19297-2003 Ткани хлопчатобумажные с огнезащитной отделкой. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2003. – 11 с.
130. AATCC Test Method 118-2002 Oil repellency: hydrocarbon resistance test: Technical Manual of the American Association of Textile Chemists and Colorists, 2003. – P. 189-191.
131. Пат. 116502 Российская Федерация, МПК D03D15/12. Огне- и термостойкая ткань для одежды, защищающей человека от высокотемпературных контактов / Е.П. Лаврентьева, В.В. Дьяченко, Л.А. Мальков, М.П. Михайлова, Л.С. Ковальчук, Л.К. Акулова: патентообладатель Российская Федерация, от имени которой выступает Министерство промышленности и торговли Российской Федерации – № 2011139181/12; заявл. 26.09.2011; опубл. 27.05.2012.
132. Пат. 118313 Российская Федерация, МПК D03D15/12. Ткань с повышенным показателем огнестойкости и термостойкости для защиты человека от высокотемпературных контактов / Е.П. Лаврентьева, В.В. Дьяченко, Л.А. Мальков, М.П. Михайлова, Л.С. Ковальчук, Л.И. Гаврикова: заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "Центральный научно-исследовательский текстильный институт" (ОАО ЦНИТИ) – № 2011139178/12; заявл. 26.09.2011; опубл. 20.07.2012.
133. Пат. 121256 Российская Федерация, МПК D03D15/00. Термостойкая огнезащитная ткань / Р.И. Акчурин, Л.С. Ковальчук, Е.П. Лаврентьева, Л.К. Акулова, В.В. Дьяченко, М.П. Михайлова, Л.А. Мальков: заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество "Центральный научно-исследовательский текстильный институт" (ОАО ЦНИТИ) – № 2012111717/12; заявл. 27.03.2012; опубл. 20.10.2012.

134. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности средств индивидуальной защиты: ТР ТС 019/2011: утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.11 № 878
135. ГОСТ 12.4.250-2013 ССБТ. Одежда специальная для защиты от искр и брызг расплавленного металла. Технические требования. – М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.
136. ГОСТ 3813-72 Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003– 20 с.
137. ГОСТ 12.4.044-87 ССБТ. Костюмы женские для защиты от повышенных температур. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 9 с.
138. ГОСТ 30292-96 (ИСО 4920-81) Плотна текстильные. Метод испытания дождеванием. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. – 11 с.
139. ГОСТ 12930-67 Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Нормы устойчивости окраски. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 6 с.
140. ГОСТ 25617-83 Ткани и изделия льняные, полульняные, хлопчатобумажные и смешанные. Методы химических испытаний. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 33 с.
141. ГОСТ 30386-95 Материалы текстильные. Предельно допустимые концентрации свободного формальдегида. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 4 с.
142. ГОСТ Р 12.4.297-2013 ССБТ. Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты, выплесков расплавленного металла, контакта с нагретыми поверхностями, кратковременного воздействия пламени. Технические требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.

143. ГОСТ 11209-2014 Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2015. – 16 с.
144. ГОСТ Р 12.4.236-2007 ССБТ. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования. – М.: Стандартинформ, 2008. – 32 с.
145. ГОСТ 15530-93 Парусины и двунитки. Общие технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 9 с.
146. ГОСТ 53264-2009 Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2009. – 41 с.
147. ГОСТ 18273-89 Ватины холстопрошивные шерстяные. Общие технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 8 с.
148. ГОСТ 29298-2005 Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2005. – 12 с.

**Лаврентьева Екатерина Петровна**

**РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА  
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НОВЫХ СТРУКТУР ДЛЯ  
СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ И СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ**

Специальность 05.19.02

«Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья»

Диссертация на соискание  
учёной степени доктора технических наук

КНИГА II

ПРИЛОЖЕНИЯ

Москва 2016 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ А	Отчёт о патентных исследованиях в области текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты.....	5
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	Программы расчёта прочности и оптимизации сырьевых смесей в системе MathCad фирмы РТС.....	28
ПРИЛОЖЕНИЕ В	Экспериментальные исследования по выработке образцов пряжи и тканей.....	62
	-Заправочные параметры прядильной лабораторной установки «Шерли».....	63
	-Протоколы испытаний физико-механических показателей пряжи (ИЦ ФГУП «ЦНИХБИ»).....	70
	-Протокол испытаний кислородного индекса (ЗАО «Курскрезинотехника»).....	77
	-Протокол испытаний экспериментальных тканей в НИЦ «Одежда» (ОАО «ЦНИИШП»).....	80
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	Производственные исследования выработки огнезащитных пряжи и тканей с использованием аппаратной системы прядения шерсти на ОАО «Сукно» (г. Минск, Беларусь).....	83
	-Технологические режимы производства пряжи.....	84
	-ТУ 9052-003-00302178-2009 «Пряжа из смеси химических огнестойких и натуральных волокон для ткацкого и трикотажного производства».....	102
	-Протоколы испытаний суровых и готовых тканей.....	124
	-Технологические режимы производства суровых огнезащитных тканей.....	142
	-Технологический режим огнезащитной отделки тканей, выработанных из смеси натуральных и химических огнестойких волокон.....	149
	-ТУ 8388-003-00302178-2009 «Ткани термо-, огнезащитные технические».....	152
	-Заключения ООО «НИИОТ в г. Иваново» о возможности применения огнезащитных тканей для изготовления специальной одежды и СИЗ рук.....	164
	-Акты о выработке опытно-промышленных партий пряжи и тканей.....	169
	-Протоколы испытаний ООО НПП «Армоком-Центр» (ткани до и после химчистки).....	176

ПРИЛОЖЕНИЕ Д	Производственные исследования выработки огнезащитных пряжи и тканей с использованием кардной системы прядения хлопка на ООО «Чайковская текстильная компания»..... 189 - Протоколы испытаний волокон..... 190 - Акты об изготовлении опытно-промышленных партий пряжи и тканей..... 194 - Выработка опытно-промышленной партии пряжи линейной плотности 29 текс х 2 из смеси 75% хлопка и 25% волокна Русар..... 202 - Выработка опытно-промышленной партии пряжи линейной плотности 25 текс х 2 из смеси 65% волокна Русар и 35% волокна Кермель..... 211 - Выработка опытно-промышленной партии пряжи линейной плотности 29 текс х 2 из смеси 40% Нитокс, 40% Русар, 20% Кермель..... 219 - Протоколы испытаний суровой пряжи и тканей..... 227 - Технологические режимы производства кардной пряжи их смесей термо-, огнестойких волокон..... 238 - Технические условия ТУ 9052-001-00302178-2011 «Пряжа кардная кольцевая из смесей химических огнестойких и натуральных волокон»..... 265 - Технологические режимы производства суровых огнезащитных тканей из многокомпонентной пряжи на основе термо- и огнестойких волокон..... 289 - Описание процесса отделок суровых тканей, содержащих 100% огнестойкие волокна и тканей, состоящих из хлопка и огнестойкого волокна (хлопок 75% и Русар 25%)..... 301 - Технологические режимы отделки огне-, термостойких тканей..... 314 - Технические условия ТУ 8388-002-00302178-2011 «Ткани огне-, термозащитные специального назначения» 321
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	Комплексные исследования физико-механических, гигиенических и специальных защитных свойств огне- и термозащитных тканей..... 341 - Протоколы испытаний в ИЦ «ЦНИХБИ»..... 342 - Протоколы испытаний ООО «НИИОТ в г. Иваново»..... 352 - Протоколы испытаний ООО НПП «Армоком-Центр»..... 365 - Протоколы испытаний НИИЦ маскировки «ФГУ 3 ЦНИИ Минобороны России»..... 373 - Акт проведения испытаний термостойких тканей на «Ижсталь»..... 375



	-Заключение № 1 от 15 июня 2011 г. ООО «НИИОТ в г. Иваново» о возможности применения огнезащитной ткани образца 044/1 для изготовления специальной одежды и СИЗ рук.....	376
	-Заключение № 2 от 15 июня 2011 г. ООО «НИИОТ в г. Иваново» о возможности применения огнезащитной ткани образца 044/2 для изготовления специальной одежды и СИЗ рук».....	379
	-Заключение № 3 от 15 июня 2011 г. ООО «НИИОТ в г. Иваново» о возможности применения огнезащитной ткани образца 042 для изготовления специальной одежды и СИЗ рук.....	381
	-Заключение № 4 от 15 июня 2011 г. ООО «НИИОТ в г. Иваново» о возможности применения огнезащитной ткани образца 043 для изготовления специальной одежды и СИЗ рук.....	383
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	Акты об использовании результатов работы.....	385
ПРИЛОЖЕНИЕ З	Технико-экономический анализ производства огнезащитных текстильных тканей.....	388
ПРИЛОЖЕНИЕ И	Тестирование пакетов для моделей спецодежды различного назначения.....	430
	-Протоколы испытаний пакетов для зимних моделей спецодежды ООО «НИИОТ в г. Иваново».....	431
	-Заключения ООО «НИИОТ в г. Иваново» о возможности применения зимних пакетов для изготовления специальной одежды.....	438
	-Протоколы испытаний пакетов для летних моделей спецодежды ООО «НИИОТ в г. Иваново».....	445
	-Заключения ООО «НИИОТ в г. Иваново» о возможности применения летних пакетов для изготовления специальной одежды.....	450
	-Протоколы испытаний ООО НПП «Армоком-Центр» по термоизолирующей способности пакетов материалов.....	457
	-Заключения о результатах опытной эксплуатации костюмов для водителей бронетанковой военной техники	468
	-Протокол ФГУ ВНИПО МЧС России.....	470

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Отчёт  
о патентных исследованиях в области текстильных материалов  
для специальной одежды и средств индивидуальной защиты

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ФГУП ЦНИХБИ



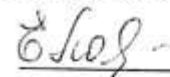
Акчурин Р.И.  
2009 г.  
М.П.

ОТЧЕТ

**О ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ В ОБЛАСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ И СРЕДСТВ  
ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ**

В РАМКАХ ДОГОВОРА НА НИР № 9411.1003702.19.009 ОТ 16.09.2009Г.  
по теме: «Разработка технологии производства текстильных материалов для  
специальной одежды и средств индивидуальной защиты на основе  
отечественных высококомодульных, высокопрочных и термостойких волокон и  
нитей, имеющих высокий кислородный индекс» шифр «Защита».

Руководитель темы  
Зам.директора по научной работе

 Лаврентьева Е.П.

Москва 2009 г.

**СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ**

Патентный поверенный		Колобанов Н.И.
Заведующий Отделом химических технологий и дизайна текстильных материалов		Школа Н.Н.
Заведующий Отделом прядения и кручения хлопка и химических волокон		Дьяченко В.В.
Заведующий Лабораторией ткачества		Михайлова М.П.

**СОДЕРЖАНИЕ**

ОБЩИЕ ДАННЫЕ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ – «ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ И СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ».....	
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ А – ЗАДАНИЕ НА ПРОВЕДЕНИЕ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – РЕГЛАМЕНТ ПОИСКА.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ В – ОТЧЁТ О ПОИСКЕ.....	

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ЕПО – Европейская патентная организация;

ВОИС – Всемирная организация интеллектуальной собственности;

ВПТБ – Всероссийская патентно-техническая библиотека;

ФИПС – Федеральный институт промышленной собственности;

МПК – Международная патентная классификация

**ОБЩИЕ ДАННЫЕ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ –  
«ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ  
И СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ»**

Ассортимент и технология производства текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты на основе отечественных высокомодульных высокопрочных и термостойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс.

Текстильные материалы включают в себя:

- огнезащитные ткани нового поколения;
- трикотажные полотна для бельевого ассортимента, удлиненные носки;
- средства индивидуальной защиты: подшлемники, шлем-маски, перчатки.

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

По исследуемому объекту – «ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ И СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ» в соответствии с заданием был проведен сбор патентной информации с целью определения уровня техники по тематике патентных исследований.

Сбор информации проводился в соответствии с требованиями ГОСТ Р 15.011-96 «Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения».

Патентные исследования проводились по следующим источникам патентной информации:

- по государственному патентному фонду Всероссийской патентно-технической библиотеки (ВПТБ),

- с использованием информационно-поисковых ресурсов баз данных патентных документов ФГУ Федерального института промышленной собственности, [Esp@cenet](mailto:Esp@cenet), [Espacenet@com](mailto:Espacenet@com).

Глубина поиска составила 10 лет с 1999 г. по 2009 г.

В процессе проведения патентных исследований была определена область поиска по МПК 2009:

D04B 1/14 Полотна и изделия, отличающиеся использованием особых нитей.

D04B 1/16 Полотна и изделия, отличающиеся использованием синтетических нитей.

A41D 1/00 Предметы верхней одежды.

D06M 15/267 Обработка волокон, нитей, пряжи, тканей или волокнистых изделий, изготовленных из этих материалов, высокомолекулярными соединениями; подобная обработка в сочетании с механической обработкой синтетическими высокомолекулярными соединениями высокомолекулярными соединениями, получаемыми реакциями с участием только ненасыщенных углерод-углеродных связей из ненасыщенных карбоновых кислот; их солей или эфиров из эфиров ненасыщенных карбоновых кислот, содержащих amino- или четвертичные аммониевые группы

A41B 9/12 Нижнее белье, защитное нижнее белье

A41D 13/00 Защитная рабочая одежда,

A41D 13/002 Защитная рабочая одежда с контролируемой внутренней средой

A41D 13/005 Защитная рабочая одежда с контролируемой температурой

A 42B 3/00 Шлемы

A42B 3/04 Шлемы, составные части, детали или вспомогательные элементы шлемов.

A42B 3/10 Шлемы, составные части, детали или вспомогательные элементы шлемов, подкладки

A42B 3/16 Шлемы, составные части, детали или вспомогательные элементы шлемов, приспособления для защиты ушей.

A42B 3/18 Шлемы, составные части, детали или вспомогательные элементы шлемов, приспособления для защиты лица.



A 62B 17/00 Защитная одежда от теплового воздействия.

A62B 17/04 Защитная одежда от теплового воздействия, капюшоны

D03D 15/00 Ткани, отличающиеся материалом, структурой пряжи и другими особенностями основы или утка

D01F 9/22 Химические или аналогичные нити из неорганического вещества, углеродные волокна; устройства, специально предназначенные для их производства разложением органических мономеров из продуктов аддитивной полимеризации, поликонденсации или полимеризации из высокомолекулярных соединений, получаемых реакциями с участием только ненасыщенных углерод-углеродных связей из полиакрилонитрилов.

D01F 6/18 Однокомпонентные химические нити или подобные нити из синтетических полимеров; их производство из гомополимеров, полученных реакциями с участием только ненасыщенных углерод-углеродных связей из полимеров ненасыщенных нитрилов, например полиакрилонитрила, поливинилиденцианида.

D01F 11/16 Последующая химическая обработка химических или подобных волокон в процессе производства из углерода обработка физико-химическими способами.

C09K 21/00 Огнестойкие материалы.

C09K 21/14 Огнестойкие материалы, высокомолекулярные материалы.

D03D 15/12 Ткани, отличающиеся материалом, структурой пряжи и другими особенностями основы или утка, ткани с теплоустойчивыми или огнеупорными нитями.

D02G 3/04 Пряжа и нити, например фасонная пряжа; способы или устройства для ее изготовления, не отнесенные к другим группам, пряжа или нити, отличающиеся материалом или материалами, из которых они изготовлены, пряжа или нити из смешанного волокна или прочие виды пряжи, содержащие компоненты из различных материалов.

C01B 31/00 Углерод; его соединения.

D01F 9/14 Химические или аналогичные нити из других веществ; их производство; устройства, специально предназначенные для производства углеродных волокон из неорганического вещества углеродные волокна; устройства, специально предназначенные для их производства разложением органических мономеров.

C01B 31/02 Верхняя одежда; защитная одежда.

D01F 6/54 Ткани, отличающиеся материалом, структурой пряжи и другими особенностями основы или утка из смесей полимеров, полученных реакциями с участием только ненасыщенных углерод-углеродных связей, в качестве основной составляющей полимеров ненасыщенных нитрилов.

D02G 3/02 Пряжа и нити, например фасонная пряжа; способы или устройства для ее изготовления, не отнесенные к другим группам, пряжа или нити, отличающиеся материалом или материалами, из которых они изготовлены.

D02G 3/26 Пряжа и нити, например фасонная пряжа; способы или

устройства для ее изготовления, не отнесенные к другим группам, пряжа или нити, отличающиеся особенностями структуры, свойства которых определяются числом кручений или направлением крутки.

В качестве методики проведения поиска была принята методика тематического просмотра всего массива патентов, относящихся к выбранным подгруппам, по государственному патентному фонду Всероссийской патентно-технической библиотеки (ВПТБ) и с использованием информационно-поисковых ресурсов электронных баз данных Европейской патентной организации (ЕРО-espacenet).

В ходе патентного поиска были выявлены и отобраны патентные документы, касающиеся исследуемого объекта.

#### РОССИЯ (RU)

Просмотрено по исследуемому объекту около 1000 документов на бумажных носителях по фондам ВПТБ и базам данных ФГУ Федеральный институт промышленной собственности (ФГУ ФИПС): реферативная и полнотекстовая 1999-2009 г. Из них документов с описаниями объектов близкими предмету поиска - 6.

В частности, выявлены следующие технические решения.

Патент RU2314995 Способ получения углеродного волокнистого материала.

Изобретение может быть использовано при получении композиционных материалов с высокой жесткостью. Полиакрилонитрильный волокнистый материал термостабилизируют на воздухе в течение 1-4 часов при 170-290°C и деформации до 30%. В качестве волокнистого материала можно использовать комплексные нити, тканые и нетканые изделия. Затем пропитывают 1-20%-ным раствором плава мочевины и борсодержащего соединения в соотношении от 1:4 до 4:1 при 20-100°C в течение 0,1-40 минут. Перед пропиткой термостабилизированный материал можно промыть водой со щелочностью 4,0-7,0 мг-экв/л, жесткостью 0,03-0,15 мг-экв/л при температуре 10-100°C в течение 1-40 минут. Графитацию пропитанного и высушенного волокнистого материала проводят при 1800-2800°C в течение 0,2-5 минут при деформации материала от минус 8 до плюс 15%. Полученный углеродный волокнистый материал имеет прочность до 4,0 ГПа и модуль упругости до 600 ГПа.

Патент RU2258104 Способ получения огнестойкого полиакрилонитрильного волокна для изготовления текстильных материалов

Изобретение относится к производству огнестойких полиакрилонитрильных (ПАН) волокон текстильного назначения. Способ заключается в непрерывной термической обработке непрерывного волокна в воздушной среде, отведении экзотермического тепла и отсосе продуктов пиролиза. Непрерывные жгуты толщиной 30-60 текс с волокнами толщиной 0,1-0,4 текс в течение 90-120 мин подвергают четырехступенчатому нагреву в диапазонах 150-190°C, 200-215°C, 220-240°C и 250-280°C при вытяжке волокна 5-30%. Затем волокну придают извитость 3-7 извитков на сантиметр. Непрерывное волокно можно резать на

отрезки длиной 20-125 мм. Полученные негорючие волокна имеют высокие прочностные и эластические показатели.

Патент RU0074391U1 Ткань с повышенным показателем огнестойкости для защиты человека от высокотемпературных контактов.

Ткань с повышенным показателем огнестойкости для защиты человека от высокотемпературных контактов, выполненная переплетением систем крученых уточных и основных нитей с линейной плотностью от 25 текс х 2 до 84 текс х 2 из смеси окисленных полиакрилонитрильных волокон с шерстяными или полиоксидазольными с шерстяными в следующем соотношении, масс %: окисленные полиакрилонитрильные 30-70, шерстяные 30-70, или окисленные полиакрилонитрильные 30-40, шерстяные 25-45 полиоксидазольные 25-35. Поверхностная плотность составляет не менее 490 г/м<sup>2</sup> и переплетением, имеющем более одного слоя по одной из систем. Пространство между нитями и волокнами заполнено неионогенной композицией неорганических солей. По второму варианту ткань с повышенным показателем огнестойкости для защиты человека от высокотемпературных контактов, выполненная переплетением систем крученых уточных и основных нитей с линейной плотностью от 25 текс х 2 до 84 текс х 2 из смеси окисленных полиакрилонитрильных волокон с шерстяными в следующем соотношении, масс %: окисленные полиакрилонитрильные 50-70, шерстяные 30-50. Поверхностная плотность составляет не менее 490 г/м<sup>2</sup> и переплетением, имеющем более одного слоя по одной из систем. Волокна ткани покрыты пленкообразующим высокомолекулярным соединением на основе полимера винилацетата.

Патент RU2286410 Текстильная пряжа для выработки защищающих от открытого огня изделий.

Текстильная пряжа может быть использована для изготовления различного вида комфортных огнестойких изделий, имеет высокие эксплуатационные свойства, высокие показатели стойкости к воздействию открытого огня, влажности и сцепляемости компонентов и является дешевой. Пряжа содержит извитые термоокисленные полиакрилонитрильные волокна или извитые термоокисленные полиакрилонитрильные волокна в смеси с другими волокнами. Термоокисленные полиакрилонитрильные волокна имеют линейную плотность 0,11-0,5 текс, длину 40-90 мм, извитость 3-7 извитков на один сантиметр длины и плотность 1,37-1,43 г/см<sup>3</sup> и смешаны с волокнами животного или растительного происхождения, или огнестойкими вискозными или арамидными, или параарамидными, или полиоксидазольными волокнами, или их однородными смесями. Доля извитых термоокисленных полиакрилонитрильных волокон в смесях составляет по меньшей мере 25% веса пряжи. Пряжа может дополнительно содержать сердечник из параарамидной или полиоксидазольной непрерывной нити.

Патент RU2167225 C1. Способ окисления полиакрилонитрильного жгута и устройство для его осуществления

Изобретение относится к технологии получения углеродных волокон. Полиакрилонитрильные жгуты окисляют на теплопроводной поверхности

нагревателя в воздушной среде. Скорость воздушной среды 0,1-1,0 м/с, температура на 10-120°C ниже температуры максимума экзотермической реакции окисления волокнообразующего полимера, при этом экзотермическое тепло используют для нагрева теплоносителя, непрерывно циркулирующего в нагревателе. Соотношение скоростей окислителя и теплоносителя составляет 0,01-0,25 при скорости теплоносителя 4-10 м/с. Окисление на поверхности нагревателя происходит под действием нормальной нагрузки  $0,275 \cdot 10^{-5}$ - $1,100 \cdot 10^{-5}$  н/текс. Устройство для осуществления способа содержит камеру окисления с системой контактирующих со жгутом нагревателей, с транспортирующими роликами и средствами для подачи окислителя и отсоса продуктов пиролиза. Нагреватели выполнены в виде коробов с теплопроводной поверхностью, имеющих внутри распределительную решетку и продольные ребра жесткости. Нагреватели установлены в регулируемых по высоте опорах. Достигается равномерность характеристик получаемого окисленного волокна. Процесс интенсифицируется, снижаются энергозатраты, повышается экологическая безопасность производства.

Патент SU 1825538 A3 Способ получения углеродного волокнистого материала

Способ получения углеродного волокнистого материала термической обработкой исходного ворсового материала, отличающийся тем, что, с целью улучшения эксплуатационных свойств, в качестве исходного ворсового материала используют трикотажный мех с основой из полиакрилонитрильных нитей, пряжи или углеродных нитей и ворсом из полиакрилонитрильных волокон.

#### США (US)

Просмотрено по исследуемому объекту около 2000 документов по базам Esp@cenet, WIPO. Из них документов с описаниями объектов близкими предмету поиска 2.

В частности, выявлены следующие технические решения.

Патент US2003230194 A1. Активизированные углеродистые волокна и связанные методы для использования и производства этого и создания защитной одежды и модуля фильтра

Активизированные пористые углеродистые волокна, активные центры которых сформированы порами, которые заполнены по крайней мере частично углеродом и/или металлическим и/или металлическим карбидом, доступны коксованием органических или неорганических полимеров, использование этого для адсорбции или разделения газообразных веществ, в особенности CO<sub>2</sub>, и также метода для производства этого. Метод включает следующие шаги. Первый шаг - производство вращающейся смеси, содержащей основанный на многоакрилонитриле полимер А и органический или metallo-органический полимер В. Следующий шаг вращается вращающейся смеси, чтобы сформировать смешанные волокна полимера А и полимера В. Следующий шаг - стабилизация смешанного волокна окислением. Следующий шаг - коксование или graphitization

смешанного волокна при неокислении условий таким способом, которым полимер В формирует углерод и/или металлический и/или металлический остаток карбида по крайней мере 25 % веса, этот остаток, формирующий активные центры.

Патент US 6287686 Замедлитель огня и нагревает стойкие пряжи и ткани, сделанные отсюда.

Замедлитель огня и нагревает стойкие пряжи, ткани, felts и другие волокнистые смеси, которые включают высокое количество окисленных волокон многоакрилонитрила. У таких пряж, тканей, felts и других волокнистых смесей есть превосходящий LOI, TPP и непрерывная рабочая температура, по сравнению с обычными замедляющими тканями огня. Пряжи, ткани, felts и другое волокнистое: смеси также более мягки и податливы, и поэтому более удобны, чтобы изнашиваться, по сравнению с обычными замедляющими тканями огня. Пряжи, ткани, felts и другие волокнистые смеси включают до 99.9 % окисленные волокна многоакрилонитрила, вместе по крайней мере с одним дополнительным волокном, такие как парасередина, чтобы обеспечить увеличенный предел прочности и сопротивление трения изобретательных пряж, тканей, felts и других волокнистых смесей. Пряжи можно соткать, связаны или иначе собраны в желательную ткань.

#### Япония (JP)

Просмотрено по исследуемому объекту около 800 документов по базам Esp@cenet, WIPO. Из них документов с описаниями объектов близкими предмету поиска 4.

В частности, выявлены следующие технические решения.

Патент JP2007303017 Огнезащитный антибактериальный текстильный продукт

Огнезащитный антибактериальный текстильный продукт, имеющий превосходное сопротивление высокой температуре и стойкость к огню и стиркам. Огнезащитный антибактериальный текстильный продукт получен следующим образом. Волокна, содержащие определенный антибактериальный агент в количестве от 0.1 до 50 масс.% целого волокна, используют ароматический полиамид, имеющий температуру разложения  $\geq 400$  [градус] C и кислородный индекс LOI (ограничивающий кислородный индекс)  $\geq 25$  согласно JIS L 1091 метод E.

Патент JP2006176914 Ткань, имеющая превосходные пламя защитные и антибактериальные свойства, и текстильный продукт, изготовленный из нее.

Ткань, которая может сохранять превосходные огнестойкие или антибактериальные свойства, которые устойчивы к стиркам или трению, путем смешивания огнестойкого сополимера полиэфира и антибактериального акрилонитрильного волокна, имеющего фотокаталитические свойства. Ткань вырабатывается при использовании огнестойкого волокна полиэфира и антибактериального волокна акрилонитрила, сохраняет качества LOI после 50 стирок или трения согласно JIS L 1076 (1992) D-3 метод и имеет кислородный индекс LOI больше чем 26. Под люминесцентной лампой у ткани есть

превосходные антибактериальные свойства и антибактериальная активность больше чем 0 против Стафилококка aureus, pneummobacills и MRSA.

Патент JP 2003336130 Углеродистое волокно, углерод nanofiber, полученный из того же самого и метода производства для углеродистого волокна и волокна предшественника для того же самого

Обеспечить углеродистые волокна, включающие совокупности углерода нити nanofibers и углерода nanofibers полученный из углеродистых волокон и обеспечить технологию, производящую совокупности с высококачественной и высокой выработкой в промышленных весах. Углеродистые волокна включают совокупности углерода нити nanofibers, и углерод nanofibers получены, размалывая то же самое. У волокон предшественника для углеродистых волокон, которые являются волокнами смешанных полимеров и морфологией волокна, есть подобные потоку структуры разделения фазы вдоль оси волокна, и у вертикальной секции оси волокна есть структура разделения фазы, в котором острове как изолированные фазы рассеяны в матричной фазе, и матричный полимер фазы включает тепло разложимый полимер, и остров как изолированная фаза главным образом включает, многоакрилонитрил базировал полимер.

Патент JP 2004176232, Основанная на многоакрилонитриле углеродистая ткань волокна

Чтобы получить углеродистую ткань волокна, имеющую меньше пуха, также имея тонкую толщину и подходящий для использования материала электрода для электролита полимера, печатают топливный элемент. Это окисленное волокно вращалось, пряжа получена, пряжа основанное на многоакрилонитриле окисленное волокно к единственной пряже, имеющей 350-820 чисел времен/м. первых ПОЛНЫХ завихрений, затем крутя единственную пряжу числом сгиба крутит ОБЬ в диапазоне, выраженном следующей формулой (2) для того, чтобы переплетаться. Формула (2):  $0.33 < \text{ОБЬ} / \text{ПОЛНЫЙ} < 0.80$ . Углеродистая ткань волокна Th получена, коксуя прявшую пряжу окисленного волокна, чтобы получить ткань, имеющую 0.2-0.5mm толщину,  $\leq 3$  числа пуха/см пуха в поверхности, 390-910times/m число первых завихрений, и удовлетворяющий число сгиба крутит СВ в пределах диапазона следующей формулы (1). Формула (1):  $0.33\text{СВ}/\text{СА} < 0.80$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведения патентных исследований был обработан информационный массив в объеме более 3000 единиц патентной и научно-технической документации. Были использованы государственные патентные фонды Всероссийской патентно-технической библиотеки (ВПТБ), информационно-поисковые ресурсов электронных баз данных патентов Соединенных Штатов Америки, Европейской патентной организации (ЕРО-esrasenet) и Всемирной организации интеллектуальной собственности (WIPO).

Сбор патентной информации об уровне техники в изучаемой области позволил выявить 12 технических решений по тематике патентных исследований.

Анализ научно-технической документации показал, что в ограниченных направлениях в России ведутся работы в области многофункциональных текстильных материалов, в частности в ФГУП ЦНИХБИ и ООО "НПЦ" УВИКОМ".

Результаты поиска и сбора патентной информации могут быть использованы в качестве базы для продолжения патентных исследований и разработки новых технических решений по теме – «ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ И СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ».

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**ЗАДАНИЕ**  
**НА ПРОВЕДЕНИЕ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ «ОБЪЕКТЫ В ОБЛАСТИ**  
**ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ И СРЕДСТВ**  
**ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ»**



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ФГУП ЦНИХБИ

Р.И.Акчурин.

2009 г.

М.П.

**ЗАДАНИЕ**

**на проведение патентных исследований**

**Наименование работы (темы):** «Разработка технологии производства текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты на основе отечественных высокомолекулярных, высокопрочных и термостойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс» шифр «Защита»

**Шифр работы (темы):** № 9411.1003702.19.009 от 16.09.2009г

**Этап работы:** Сбор патентной информации об уровне техники в изучаемой области.

**Задачи патентных исследований:** выявить охраняемые документы (патенты, свидетельства и заявки на патенты, определяющие существующий мировой уровень техники в данной области.

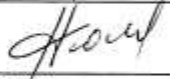
**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

Виды работ по патентных исследований	Подразделения-исполнители (соисполнители)	Ответственные исполнители (Ф.И.О.)	Сроки выполнения патентных исследований. Начало. Окончание	Отчетные документы
1. Определение задач патентных исследований, видов и методов их проведения, разработка задания.	Отв. Исполнитель-Руководство	Колобанов Н.И.	16.09.09 – 20.09.09	Приложение А
2. Разработка регламента поиска, определение требований к поиску патентной	Отв. Исполнитель-Руководство, Отдел прядения и кручения хлопка и химических волокон	Колобанов Н.И.  Дьяченко В.В	21.09.09 - 30.09.09	Приложение Б



информации.	Отдел технологии и ассортимента трикотажного производства  Лаборатория ткачества	Школа Н.Н.  Михайлова М.П.		
3. Поиск, подбор, систематизация и анализ патентной информации.	Отв. Исполнитель-Руководство, Отдел прядения и кручения хлопка и химических волокон Отдел технологии и ассортимента трикотажного производства  Лаборатория ткачества	Колобанов Н.И.  Дьяченко В.В.  Школа Н.Н.  Михайлова М.П.	01.10.09 - 19.11.09	Приложение В
4. Оформление результатов исследований в виде отчета.	Отв. Исполнитель-Руководство, Отдел прядения и кручения хлопка и химических волокон Отдел технологии и ассортимента трикотажного производства  Лаборатория ткачества	Колобанов Н.И.  Дьяченко В.В.  Школа Н.Н.  Михайлова М.П.	20.11.09 – 30.11.09	Отчет о патентных исследованиях

Патентный поверенный

  
личная подпись

Колобанов Н.И.

\_\_\_\_\_ дата

Руководитель подразделения исполнителя работы, Заведующий Отделом технологии и ассортимента трикотажного

производства

  
личная подпись

Школа Н.Н.

\_\_\_\_\_ дата

Руководитель  
подразделения  
исполнителя работы,  
Заведующий  
Отделом прядения и  
кручения хлопка и  
химических волокон

  
личная подпись

Дьяченко В.В.

\_\_\_\_\_ дата

Руководитель  
подразделения  
исполнителя работы,  
Заведующей  
Лабораторией  
ткачества

  
личная подпись

Михайлова М.П.

\_\_\_\_\_ Дата

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б****РЕГЛАМЕНТ ПОИСКА**

от 19.10.09

**Наименование работы (темы):** «Разработка технологии производства текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты на основе отечественных высокомодульных, высокопрочных и термостойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс» шифр «Защита»

**Шифр работы (темы):** № 9411.1003702.19.009 от 16.09.2009г

Номер и дата утверждения задания: № ... от .....09

**Цель поиска информации: Определение уровня техники по тематике патентных исследований**

Обоснование регламента поиска:

При обосновании регламента поиска учитывались необходимость обеспечения достоверности результатов патентных исследований, наличие и состояние информационно-поисковых систем и технических средств поиска, его объем.

Предмет поиска определен исходя из задач патентных исследований и объекта поиска.

В качестве стран поиска выбраны: RU, US, GB, DE, FR, JP, IT, ES, WO в соответствии с рекомендациями ВОИС, EA, CN, KR в связи с активностью в области текстиля общего и медицинского назначения.

Классификационные рубрики определены в соответствии с Международной Патентной Классификацией – МПК 2009 (9-я редакция) принятой в большинстве промышленно развитых стран, исходя из предмета поиска.

В качестве источников патентной информации приняты: описания к заявкам на изобретения, патентам на изобретения России и выбранных стран.

Глубина поиска по источникам патентной информации принята 10 лет, исходя из задачи.

Начало поиска 01.10.09г. Окончание поиска - 19.11.09г

Таблица 1 к регламенту поиска

Предмет поиска (объект исследования, его составные части, товар)	Страна поиска	Источники информации, по которым будет проводиться поиск								Ретро- спек- тив- ность	Информационн ые базы (фонда)	
		патентные		НТИ		конъюнктурные			другие			
		Наименование	Классифика- ционные рубрики: (МКИ), МКПО, НКИ и другие МПК	Наимено- вание	Рубрики УДК и другие индексы	Наимено- вание	Код товара: ГС, СМТК, БТН	Наименован ие	Класси- фика- ционн ые индекс ы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. Пряжа и способ ее получения 2. Ткань и способ ее получения 3. Трикотажное полотно и способ его получения 4. Подшлемник, шлем-маска, перчатки и способы их изготовления	По всем пред-метам поиска RU, US, GB, DE, FR, JP, IT, ES, WO, EA, CN	Описания и рефераты к заявкам и патентам по выбранным странам	D04B 1/14 D04B 1/16 A41D 1/00 D06M 15/267 A41B 9/12 A41D 13/00 A41D 13/002 A41D 13/005 A 42B 3/00 A42B 3/04 A42B 3/10 A42B 3/16 A42B 3/18 A62B 17/00 A62B 17/04 D03D 15/00 D01F 9/22 D01F 6/18 D01F 11/16 C09K 21/00 C09K 21/14 D03D 15/12 D02G 3/04 C01B 31/00 D01F 9/14 C01B 31/02							10 лет	Базы данных Esp@cenet Espacenet@com Патентные фонды ВПТБ Электронная база данных ВПТБ	


Патентный поверенный

Колобанов Н.И.

*Handwritten signature*  
личная подпись

Руководитель подразделения  
исполнителя работы,  
Заведующий Отделом Отделом  
технологии и ассортимента  
трикотажного производства

Дата

Школа Н.Н.

*Handwritten signature*  
личная подпись

Руководитель подразделения  
исполнителя работы,  
Заведующий Отделом прядения  
и кручения хлопка и химических  
волокон

Дата

Дьяченко В.В.

*Handwritten signature*  
личная подпись

Дата

Руководитель подразделения  
исполнителя работы,  
Заведующий Лабораторией  
ткачества

Дата

Михайлова М.П.

*Handwritten signature*  
личная подпись

**ПРИЛОЖЕНИЕ В****ОТЧЕТ О ПОИСКЕ**

1. Поиск проведен в соответствии с заданием Директора ФГУП ЦНИХБИ Акчурина Р.И. от .....09г. и Регламентом поиска от .....09г..
2. Этап работы: проведение патентных исследований.
3. Начало поиска: 19.09.09г. Окончание поиска 20.11.09
4. Сведения о выполнении регламента поиска: регламент поиска выполнен полностью в соответствии с заданием.
5. Предложения по дальнейшему проведению поиска и патентных исследований:  
Поиск и патентные исследования проведены в полном объеме, достаточном для исследования технического уровня по тематике патентных исследований и выявлено 12 технических решений по тематике патентных исследований.  
Результаты поиска могут быть использованы в качестве базы для разработки новых технических решений по теме – **«Разработка технологии производства текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты на основе отечественных высокомодульных, высокопрочных и термостойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс» шифр «Защита».**
6. Материалы, отобранные для последующего анализа, приведены в таблице В.6.1 (Патентная документация).

Таблица В.6.1 - Патентная документация

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Страна выдачи, вид и номер охранного документа. Классификационный индекс*	Заявитель (патентообладатель), страна Номер заявки, дата приоритета, конвенционный приоритет, дата публикации	Название изобретения (полезной модели, промышленного образца)	Сведения о действии охранного документа или причина его аннулирования (только для анализа патентной чистоты)
1. Пряжа и способ ее получения	Патент RU2314995	Общество с ограниченной ответственностью "НПЦ" УВИКОМ" (RU), 20.01.2008	Способ получения углеродного волокнистого материала	Сведений нет
	Патент RU2286410	Федеральное государственное унитарное предприятие Центральный научно- исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности (RU), 27.10.2006	Текстильная пряжа для выработки защитающих от открытого огня изделий	
	Патент RU2258104	Общество с ограниченной ответственностью "НПЦ" УВИКОМ" (RU), 10.08.2005	Способ получения огнестойкого полиакрилонитрильного волокна для изготовления текстильных материалов	
	Патент RU2167225	Всероссийский научно- исследовательский институт полимерных волокон с опытным заводом, 20.05.2001	Способ окисления полиакрилонитрильного жгута и устройство для его осуществления	
	Патент SU 1825538	Киевский технологический институт легкой промышленности, 27.10.1999	Способ получения углеродного волокнистого материала	
	Патент US2003230194	HEINE MICHAEL, NEUERT RICHARD, ZIMMERMANN- CHOPIN RAINER, 18.12.2003	Активизированные углеродистые волокна и связанные методы для использования и производства этого и создания защитной одежды и модуля фильтра	
	Патент US 6287686	CHAPMAN THERMAL PRODUCTS INC [US], 11.09.2001	Замедлитель огня и нагревает стойкие пряжи и ткани, сделанные отсюда	
	Патент JP 2003336130	MITSUBISHI RAYON CO, 28.11.2003	Углеродистое волокно, углерод NANOFIBER, полученный из того же самого и метода производства для углеродистого волокна и волокна предшественника для того же самого	

## Продолжение таблицы В.6.1

2. Ткань и способ ее получения	Патент JP2007303017	TEIJIN TECHNO PRODUCTS LTD, 22.11.2007	Огнезащитный антибактериальный текстильный продукт	
	Патент RU0074391U1	Федеральное государственное унитарное предприятие Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности (RU), 27.06.2008	Ткань с повышенным показателем огнестойкости для защиты человека от высокотемпературных контактов.	
	Патент JP2006176914	TOYO BOSEKI , 06.07.2006	Ткань, имеющая превосходные огнезащитные и антибактериальные свойства и текстильный продукт, произведенный из нее	
	Патент JP2004176232	TOHO TENAX CO LTD, 24.06.2004	Основанная на многоакрилонитриле углеродистая ткань волокна	
3. Трикотажное полотно и способ его получения				
4. Подшлемник, шлем-маска, перчатки и способы их изготовления				



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Программы расчёта прочности и оптимизации  
сырьевых смесей в системе MathCad фирмы РТС

## Расчет теоретической прочности 2-хкомпонентной пряжи: Русар - Тварон (вар.1)

ORIGIN:= 1

### Ввод исходных данных:

Линейная плотность пряжи, Текс	Tpr := 46.9
Крутка, кр/м	Kpr := 499
Квадратическая неровнота пряжи, %	Cpr := 0.055

### Долевое содержание компонента по массе, %

#### Русар

$\beta := (0.7 \ 0.6 \ 0.5 \ 0.4 \ 0.2 \ 0.1)$

$kk := \text{length}(\beta^T)$

$k := 1..kk$

#### Тварон

$\gamma := 1 - \beta$

$\gamma = (0.3 \ 0.4 \ 0.5 \ 0.6 \ 0.8 \ 0.9)$

### Прочность волокон, сН

<b>Русар</b>	Pv1 := 11.2	CVv1 := 0.151
<b>Тварон</b>	Pv2 := 31.7	CVv2 := 0.206

$Dv1 := (CVv1 \cdot Pv1)^2$	$Dv2 := (CVv2 \cdot Pv2)^2$	Dv1 = 2.86	Dv2 = 42.644
-----------------------------	-----------------------------	------------	--------------

### Линейная плотность волокон, Текс

Tv1 := 0.208	Tv2 := 0.263
--------------	--------------

### Средняя длина волокон, мм:

lv1 := 62.4	lv2 := 57.5
-------------	-------------

### Коэффициент трения волокон:

$\mu1 := 0.192$	$\mu2 := 0.154$
-----------------	-----------------

### Деформация осевой линии единичного волокна при l0 = 10 мм:

l0 := 10

$\varepsilon1 := 0.067$

$\varepsilon2 := 0.05$

**Удлинение волокон, мм**

$$\Delta l_{v1} := \varepsilon_1 \cdot l_0 \quad \Delta l_{v2} := \varepsilon_2 \cdot l_0 \quad \Delta l_{v1} = 0.67 \quad \Delta l_{v2} = 0.5$$

**Жесткость единичного волокна, сН**

$$EF1 := \frac{P_{v1}}{\varepsilon_1} \quad EF1 = 167.164 \quad EF2 := \frac{P_{v2}}{\varepsilon_2} \quad EF2 = 634$$

**Минимальная линейная плотность пряжи, Текс**

$$\sigma := C_{pr} \cdot \frac{T_{pr}}{1.0} \quad \sigma = 2.579$$

$$T_{min} := T_{pr} - 3 \cdot \sigma \quad T_{min} := \text{round}(T_{min}) \quad T_{min} = 39$$

**Определение параметров распределения Вейбулла для 1 компонента**

$$D_{v1} = 2.86$$

$$p_{w1} := 5 \quad \alpha_{g1} := 3.705$$

Given

$$P_{v1} = p_{w1} \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha_{g1}}\right)$$

$$D_{v1} = p_{w1}^2 \cdot \left[ \Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha_{g1}}\right) - \left( \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha_{g1}}\right) \right)^2 \right]$$

$$z := \text{Minerr}(p_{w1}, \alpha_{g1})$$

$$z = \begin{pmatrix} 11.904 \\ 7.851 \end{pmatrix}$$

$$p_{w1} := z_1$$

$$\alpha_{g1} := z_2$$

**Коэффициент реализации средней прочности волокон Русар**

$$k_1 := \frac{(\alpha_{g1} \cdot e)^{\frac{-1}{\alpha_{g1}}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha_{g1}}\right)} \quad k_1 = 0.72$$

**Определение параметров распределения Вейбулла для 2 компонента Русар**

$$\alpha_{g2} := 4.325$$

$$P_{v2} = 31.7$$

$$p_{w2} := 5$$

Given

$$Pv2 = pw2 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g^2}\right)$$

$$Dv2 = pw2^2 \cdot \left[ \Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha g^2}\right) - \left( \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g^2}\right) \right)^2 \right]$$

$$z2 := \text{Minerr}(pw2, \alpha g^2)$$

$$z2 = \begin{pmatrix} 34.297 \\ 5.614 \end{pmatrix}$$

$$pw2 := z2_1$$

$$\alpha g^2 := (z2)_2$$

**Коэффициент реализации средней прочности волокон (твароное)**

$$k2 := \frac{(\alpha g^2 \cdot e)^{\frac{-1}{\alpha g^2}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g^2}\right)} \quad k2 = 0.666$$

**Угол кручения пряжи, рад**

$$dpr := 0.043 \cdot \sqrt{Tr1} \quad \beta_{kr} := \text{atan}\left(\frac{3.14 \cdot dpr \cdot Kpr}{1000}\right) \quad \beta_{kr} = 0.432 \quad dpr = 0.294$$

**Усредненный косинус угла кручения**

$$\cos_{sr} := \frac{2 \cdot \cos(\beta_{kr}) \cdot (1 - \cos(\beta_{kr}))}{\sin(\beta_{kr})^2} \quad \cos_{sr} = 0.952$$

**Диаметр волокна**

<b>Русар</b>	$\rho1 := 1.454$	$dv1 := 0.001 \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot Tv1}{\pi \cdot \rho1}}$	$dv1 = 0.013$
<b>Тварон</b>	$\rho2 := 1.454$	$dv2 := 0.001 \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot Tv2}{\pi \cdot \rho2}}$	$dv2 = 0.015$

**Длина волны миграции волокон**

$$Q := \frac{4 \cdot 1000}{Kpr} \quad Q = 8.016$$

**Средняя линейная плотность волокон в смеси, Текс**

$$Tv_{sr} := \frac{1}{\frac{\beta}{Tv1} + \frac{\gamma}{Tv2}} \quad Tv_{sr} = (0.222 \ 0.227 \ 0.232 \ 0.238 \ 0.25 \ 0.256)$$

**Число волокон в тонком сечении пряжи**

$$m_{t0} := \frac{T_{\min}}{T_{v\_sr}} \quad m_{tr} := \text{round}(m_{t0}^T) \quad m_t := m_{tr}^T$$

$$m_t = (176 \ 172 \ 168 \ 164 \ 156 \ 152)$$

**Доля компонентов по числу волокон**

$$\alpha_{11} := \frac{\beta}{lv_1 \cdot Tv_1 \cdot \left( \frac{\beta}{lv_1 \cdot Tv_1} + \frac{\gamma}{lv_2 \cdot Tv_2} \right)} \quad \alpha_{11} = (0.732 \ 0.638 \ 0.54 \ 0.439 \ 0.227 \ 0.115)$$

$$\alpha_{12} := \frac{\gamma}{lv_2 \cdot Tv_2 \cdot \left( \frac{\beta}{lv_1 \cdot Tv_1} + \frac{\gamma}{lv_2 \cdot Tv_2} \right)} \quad \alpha_{12} = (0.268 \ 0.362 \ 0.46 \ 0.561 \ 0.773 \ 0.885)$$

**Число волокон компонентов**

$$m_{01} := \overrightarrow{(\alpha_{11} \cdot m_t)} \quad m_{r1} := \text{round}(m_{01}^T) \quad m_{01} := m_{r1}^T \quad m_1 := m_{01}^T$$

$$m_{02} := \overrightarrow{(\alpha_{12} \cdot m_t)} \quad m_{r2} := \text{round}(m_{02}^T) \quad m_{02} := m_{r2}^T \quad m_2 := m_{02}^T$$

$$m_1 = \begin{pmatrix} 129 \\ 110 \\ 91 \\ 72 \\ 35 \\ 18 \end{pmatrix} \quad m_2 = \begin{pmatrix} 47 \\ 62 \\ 77 \\ 92 \\ 121 \\ 134 \end{pmatrix}$$

$$m_{\max} := \max(m_1, m_2) \quad m_{\max} = 134$$

$$m_{\text{sum}} := (m_1 + m_2) \quad m_{\text{sum}} = \begin{pmatrix} 176 \\ 172 \\ 168 \\ 164 \\ 156 \\ 152 \end{pmatrix}$$

**Жесткость одного компонента, сН**

$$EF_{m_1} := EF_1 \cdot m_{01} \quad EF_{m_1} = (21564.179 \ 18388.06 \ 15211.94 \ 12035.821 \ 5850.746 \ 3008.955)$$

$$EF_{m_2} := EF_2 \cdot m_{02} \quad EF_{m_2} = (29798 \ 39308 \ 48818 \ 58328 \ 76714 \ 84956)$$

$$EFm := \text{stack}(EFm_1, EFm_2)$$

$$EFm = \begin{pmatrix} 2.156 \times 10^4 & 1.839 \times 10^4 & 1.521 \times 10^4 & 1.204 \times 10^4 & 5.851 \times 10^3 & 3.009 \times 10^3 \\ 2.98 \times 10^4 & 3.931 \times 10^4 & 4.882 \times 10^4 & 5.833 \times 10^4 & 7.671 \times 10^4 & 8.496 \times 10^4 \end{pmatrix}$$

$$EFmax := \begin{cases} \text{for } k \in 1..kk \\ (EFmax)_k \leftarrow \max(EFm_{1,k}, EFm_{2,k}) \\ EFmax \end{cases} \quad EFmax = \begin{pmatrix} 2.98 \times 10^4 \\ 3.931 \times 10^4 \\ 4.882 \times 10^4 \\ 5.833 \times 10^4 \\ 7.671 \times 10^4 \\ 8.496 \times 10^4 \end{pmatrix}$$

### Отношение прочих жесткостей к максимальной

$$l_1 := \frac{EFm_1^T}{EFmax} \quad l_1 = \begin{pmatrix} 0.724 \\ 0.468 \\ 0.312 \\ 0.206 \\ 0.076 \\ 0.035 \end{pmatrix} \quad l_2 := \frac{EFm_2^T}{EFmax} \quad l_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

### Длина скольжения волокна

$$k := 1..kk$$

$$ls_k := \text{if} \left[ l_{1k} = 1, \sqrt{\frac{dv1 \cdot \frac{Q}{2}}{2 \cdot \mu1 \cdot (1 - \cos(\beta kr)^2)}}, \sqrt{\frac{dv2 \cdot \frac{Q}{2}}{2 \cdot \mu2 \cdot (1 - \cos(\beta kr)^2)}} \right] \quad ls = \begin{pmatrix} 1.061 \\ 1.061 \\ 1.061 \\ 1.061 \\ 1.061 \\ 1.061 \end{pmatrix}$$

### Длина волокна, воспринимающая и передающая нагрузку

$$l\_nagr_k := \text{if}(l_{1k} = 1, lv1 - 2 \cdot ls_k, lv2 - 2 \cdot ls_k)$$

$$l\_nagr = \begin{pmatrix} 55.779 \\ 55.779 \\ 55.779 \\ 55.779 \\ 55.779 \\ 55.779 \end{pmatrix}$$

**Прочность волокна, пересчитанная на эту длину**

$$Pv_k := \text{if} \left[ l_{1k} = 1, Pv1 \cdot \left( \frac{10}{lv1} \right)^{\frac{1}{\alpha g1}} \cdot \Gamma \left[ 1 + \left( \frac{1}{\alpha g1} \right) \right], Pv2 \cdot \left( \frac{10}{lv2} \right)^{\frac{1}{\alpha g2}} \cdot \Gamma \left[ 1 + \left( \frac{1}{\alpha g2} \right) \right] \right]$$

$$Pv = \begin{pmatrix} 21.429 \\ 21.429 \\ 21.429 \\ 21.429 \\ 21.429 \\ 21.429 \end{pmatrix}$$

**Определяем коэффициент скольжения:**

$$ks_k := \text{if} \left[ l_{1k} = 1, 1 - \left( \frac{2}{3 \cdot lv1} \right) \cdot ls_k, 1 - \left( \frac{2}{3 \cdot lv2} \right) \cdot ls_k \right]$$

$$ls_k =$$

1.061
1.061
1.061
1.061
1.061
1.061

**Теоретическая прочность пряжи**

$$Pr_k := \text{if} \left[ l_{1k} = 1, Pv_k \cdot m_{1k} \cdot (l_{1k} + l_{2k}) \cdot \cos\_sr \cdot ks_k \cdot k1, Pv_k \cdot m_{2k} \cdot (l_{1k} + l_{2k}) \cdot \cos\_sr \cdot ks_k \cdot k2 \right]$$

**Результат расчета:**

$$Pr = \begin{pmatrix} 1086.765 \\ 1220.782 \\ 1354.8 \\ 1488.817 \\ 1746.975 \\ 1861.237 \end{pmatrix}$$

Получение регрессионной модели  
для смеси **Русар/Тварон**  
и оптимизация смеси

$$X := \beta^T$$

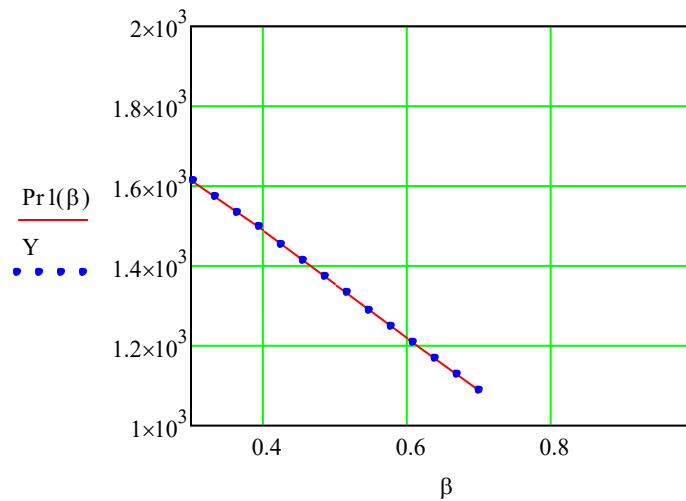
$$Y := Pr$$

$$F(X) := \begin{pmatrix} 1 \\ X \\ X^2 \end{pmatrix}$$

$$B := \text{linfit}(X, Y, F) \quad B = \begin{pmatrix} 1.983 \times 10^3 \\ -1.175 \times 10^3 \\ -155.221 \end{pmatrix}$$

$$Pr1(\beta) := B_1 + B_2 \cdot \beta + B_3 \cdot \beta^2$$

$$\beta := X$$



$$\text{Kind}(\beta) := 25.2\beta + 28.5(1 - \beta)$$

$$\beta := 0.3$$

Given

$$0.6 \leq \beta \leq 1$$

$$Pr1(\beta) \geq 630$$

$$\beta_{opt} := \text{Maximize}(\text{Kind}, \beta)$$

$$\gamma_{opt} := 1 - \beta_{opt}$$

$$\beta_{opt} = 0.6$$

$$\gamma_{opt} = 0.4$$



$$\text{Kind}(\beta_{\text{opt}}) = 26.52$$

$$\text{Pr1}(\beta_{\text{opt}}) = 1.222 \times 10^3$$

$$k := 1..kk$$

$$kB := \text{length}(B)$$

$$\text{PrR} := \text{Pr1}(X)$$

$$\text{Pr}_{\text{sr}} := \text{mean}(\text{Pr}) = 1.46 \times 10^3$$

$$S2_{\text{ost}} := \frac{\sum (Y - \text{PrR})^2}{kk - kB - 1}$$

$$S2_{\text{fact}} := \frac{\sum (\text{Pr1}(\beta) - \text{Pr}_{\text{sr}})^2}{kB}$$

$$S2_{\text{fact}} = 4.931 \times 10^4$$

$$S2_{\text{ost}} = 22.302$$

$$\text{Fr} := \left( \frac{S2_{\text{ost}}}{S2_{\text{fact}}} \right)^{-1}$$

$$\text{Fr} = 2.211 \times 10^3$$

$$\text{Ft} := \text{qF}(0.95, 3, 2)$$

$$\text{Ft} = 19.164$$

Остаточная дисп. меньше факторной - модель значимая

$$\text{YYr} := \text{augment}(Y, \text{PrR})$$

$$\text{YYr} = \begin{pmatrix} 1.087 \times 10^3 & 1.085 \times 10^3 \\ 1.221 \times 10^3 & 1.222 \times 10^3 \\ 1.355 \times 10^3 & 1.357 \times 10^3 \\ 1.489 \times 10^3 & 1.489 \times 10^3 \\ 1.747 \times 10^3 & 1.742 \times 10^3 \\ 1.861 \times 10^3 & 1.864 \times 10^3 \end{pmatrix}$$

**Расчет теоретической прочности 3-компонентной  
пряжи НИТОКС/Тварон/шерсть (вар. 2)**

ORIGIN:= 1

**Ввод исходных данных:**

Линейная плотность пряжи, Текс	Тпр:= 42.2
Крутка, кр/м	Кпр:= 392
Квадратическая неровнота пряжи, %	Спр:= 0.043

**Долевое содержание компонентов по массе, %  
(варьирование по матрице в симплексной системе координат)**

$$X := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0.5 & 0.5 \end{pmatrix}$$

$$\beta_1 := X^{(1)T} \quad \beta_2 := X^{(2)T} \quad \beta_3 := X^{(3)T}$$

$$\beta_1 = (1 \ 0 \ 0 \ 0.5 \ 0.5 \ 0)$$

$$\beta_2 = (0 \ 1 \ 0 \ 0.5 \ 0 \ 0.5)$$

$$\beta_3 = (0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0.5 \ 0.5)$$

$$kk := \text{length}(X^{(1)})$$

$$kk = 6$$

**Прочность волокон, сН, CV**

<b>НИТОКС</b>	Pv1 := 3.5	CVv1 := 0.25
<b>Тварон</b>	Pv2 := 31.7	CVv2 := 0.206
<b>шерсть</b>	Pv3 := 9.10	CVv3 := 0.316
Dv1 := (CVv1·Pv1) <sup>2</sup>	Dv2 := (CVv2·Pv2) <sup>2</sup>	Dv3 := (CVv3·Pv3) <sup>2</sup>
Dv1 = 1.03	Dv2 = 42.644	Dv3 = 8.269

**Линейная плотность волокон, Текс**

Тv1 := 0.176	Тv2 := 0.263	Тv3 := 0.615
--------------	--------------	--------------

**Диаметр волокон (мм):**

<b>НИТОКС</b>	$\rho_1 := 1.38$	$dv_1 := 0.001 \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot Tv_1}{\pi \cdot \rho_1}}$	dv1 = 0.013	мм
<b>Тварон</b>	$\rho_2 := 1.454$	$dv_2 := 0.001 \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot Tv_2}{\pi \cdot \rho_2}}$	dv2 = 0.015	
<b>шерсть</b>	$\rho_3 := 1.32$	$dv_3 := 0.001 \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot Tv_3}{\pi \cdot \rho_3}}$	dv3 = 0.024	

**Средняя длина волокон, мм,**

$$lv1 := 60.0 \quad lv2 := 57.5 \quad lv3 := 78.3$$

**Коэффициент трения волокон:**

$$\mu1 := 0.185 \quad \mu2 := 0.154 \quad \mu3 := 0.297$$

**Деформация осевой линии единичного волокна l0 = 10 мм:**

$$l0 := 10$$

$$\varepsilon1 := 0.221 \quad \varepsilon2 := 0.05 \quad \varepsilon3 := 0.281$$

**Удлинение волокон, мм**

$$\Delta lv1 := \varepsilon1 \cdot l0 \quad \Delta lv2 := \varepsilon2 \cdot l0 \quad \Delta lv3 := \varepsilon3 \cdot l0$$

$$\Delta lv1 = 2.21 \quad \Delta lv2 = 0.5 \quad \Delta lv3 = 2.81$$

**Жесткость единичного волокна, сН**

$$EF1 := \frac{Pv1}{\varepsilon1} \quad EF2 := \frac{Pv2}{\varepsilon2} \quad EF3 := \frac{Pv3}{\varepsilon3}$$

$$EF1 = 15.837 \quad EF2 = 634 \quad EF3 = 32.384$$

**Минимальная линейная плотность пряжи, Текс**

$$\sigma := Cpr \cdot \frac{Tpr}{1.5} \quad \sigma = 1.21$$

$$Tmin := Tpr - 3 \cdot \sigma \quad \underline{Tmin} := \text{round}(Tmin) \quad Tmin = 39$$

**Определение параметров распределения Вейбулла для НИТОКС**

$$\alpha g1 := 4.325$$

$$Pv1 = 3.5$$

$$pw1 := 5$$

Given

$$Pv1 = pw1 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g1}\right)$$

$$Dv1 = pw1^2 \cdot \left[ \Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha g1}\right) - \left( \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g1}\right) \right)^2 \right]$$

$$z1 := \text{Minerr}(pw1, \alpha g1)$$

$$z1 = \begin{pmatrix} 3.869 \\ 3.856 \end{pmatrix}$$

$$\underline{pw1} := z1_1$$

$$\underline{\alpha g1} := z1_2$$

**Коэффициент реализации средней прочности  
волокон (НИТОКС).**

$$k1 := \frac{(\alpha g1 \cdot e)^{\frac{-1}{\alpha g1}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g1}\right)} \quad k1 = 0.601$$

**Определение параметров распределения Вейбулла  
для волокон тварона**

$$\alpha g2 := 4.325$$

$$Pv2 = 31.7$$

$$pw2 := 5$$

Given

$$Pv2 = pw2 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g2}\right)$$

$$Dv2 = pw2^2 \cdot \left[ \Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha g2}\right) - \left( \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g2}\right) \right)^2 \right]$$

$$z2 := \text{Minerr}(pw2, \alpha g2)$$

$$z2 = \begin{pmatrix} 34.297 \\ 5.614 \end{pmatrix}$$

$$pw2 := z2_1$$

$$\alpha g2 := z2_2$$

**Коэффициент реализации средней прочности  
волокон тварона**

$$k2 := \frac{(\alpha g2 \cdot e)^{\frac{-1}{\alpha g2}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g2}\right)} \quad k2 = 0.666$$

**Определение параметров распределения Вейбулла  
для 3 компонента (шерсть).**

$$Dv3 = 8.269$$

$$pw3 := 5 \quad \alpha g3 := 3.705$$

Given

$$Pv3 = pw3 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g3}\right)$$

$$Dv3 = pw3^2 \cdot \left[ \Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha g3}\right) - \left( \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g3}\right) \right)^2 \right]$$

$$z3 := \text{Minerr}(pw3, \alpha g3)$$

$$z3 = \begin{pmatrix} 10.113 \\ 3.506 \end{pmatrix}$$

$$pw3 := z3_1$$

$$\alpha g3 := z3_2$$

### Коэффициент реализации средней прочности волокон (шерсть)

$$k_3 := \frac{(\alpha g^3 \cdot e)^{\frac{-1}{\alpha g^3}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g^3}\right)} \quad k_3 = 0.584$$

### Угол кручения пряжи, рад

$$d_{pr} := 0.043 \cdot \sqrt{T_{pr}} \quad \beta_{kr} := \text{atan}\left(\frac{3.14 \cdot d_{pr} \cdot K_{pr}}{1000}\right) \quad \beta_{kr} = 0.331 \quad d_{pr} = 0.279$$

### Усредненный косинус угла кручения

$$\cos_{sr} := \frac{2 \cdot \cos(\beta_{kr}) \cdot (1 - \cos(\beta_{kr}))}{\sin(\beta_{kr})^2} \quad \cos_{sr} = 0.972$$

### Длина волны миграции волокон

$$Q := \frac{4 \cdot 1000}{K_{pr}} \quad Q = 10.204$$

### Средняя линейная плотность волокон в смеси, Текс

$$Tv_{sr} := \frac{1}{\left[ \frac{X^{(1)}}{Tv1} + \left( \frac{X^{(2)}}{Tv2} \right) + \frac{X^{(3)}}{Tv3} \right]} \quad Tv_{sr} = \begin{pmatrix} 0.176 \\ 0.263 \\ 0.615 \\ 0.211 \\ 0.274 \\ 0.368 \end{pmatrix}$$

### Число волокон в тонком сечении пряжи

$$mt0 := \frac{T_{min}}{Tv_{sr}} \quad mtr := \text{round}(mt0) \quad mt := mtr^T$$

$$mt = (222 \ 148 \ 63 \ 185 \ 143 \ 106)$$

### Доля компонентов по числу волокон

$$\alpha_{11} := \frac{X^{(1)}}{lv1 \cdot Tv1 \cdot \left[ \frac{X^{(1)}}{lv1 \cdot Tv1} + \left( \frac{X^{(2)}}{lv2 \cdot Tv2} \right) + \frac{X^{(3)}}{lv3 \cdot Tv3} \right]} \quad \alpha_{11} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0.591 \\ 0.82 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\alpha_{12} := \frac{X^{(2)}}{lv2 \cdot Tv2 \cdot \left[ \frac{X^{(1)}}{lv1 \cdot Tv1} + \left( \frac{X^{(2)}}{lv2 \cdot Tv2} \right) + \frac{X^{(3)}}{lv3 \cdot Tv3} \right]}$$

$$\alpha_{12} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0.409 \\ 0 \\ 0.76 \end{pmatrix}$$

$$\alpha_{13} := \frac{X^{(3)}}{lv3 \cdot Tv3 \cdot \left[ \frac{X^{(1)}}{lv1 \cdot Tv1} + \left( \frac{X^{(2)}}{lv2 \cdot Tv2} \right) + \frac{X^{(3)}}{lv3 \cdot Tv3} \right]}$$

$$\alpha_{13} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0.18 \\ 0.24 \end{pmatrix}$$

### Число волокон компонентов

$$m_{01} := \overrightarrow{(\alpha_{11}^T \cdot mt)} \quad mr_1 := \text{round}(m_{01}^T) \quad m_{01} := mr_1^T \quad m_1 := m_{01}^T$$

$$m_{02} := \overrightarrow{(\alpha_{12}^T \cdot mt)} \quad mr_2 := \text{round}(m_{02}^T) \quad m_{02} := mr_2^T \quad m_2 := m_{02}^T$$

$$m_{03} := \overrightarrow{(\alpha_{13}^T \cdot mt)} \quad mr_3 := \text{round}(m_{03}^T) \quad m_{03} := mr_3^T \quad m_3 := m_{03}^T$$

$$m_1 = \begin{pmatrix} 222 \\ 0 \\ 0 \\ 109 \\ 117 \\ 0 \end{pmatrix} \quad m_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 148 \\ 0 \\ 76 \\ 0 \\ 81 \end{pmatrix} \quad m_3 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 63 \\ 0 \\ 26 \\ 25 \end{pmatrix}$$

$$mMax := \max(m_1, m_2, m_3)$$

$$mMax = 222$$

$$mSum := (m_1 + m_2 + m_3)$$

-суммарное число волокон

$$mSum = \begin{pmatrix} 222 \\ 148 \\ 63 \\ 185 \\ 143 \\ 106 \end{pmatrix}$$

**Жесткость каждого компонента, сН**

$$EFm_1 := EF1 \cdot m_{01}$$

$$EFm_1 = (3515.837 \ 0 \ 0 \ 1726.244 \ 1852.941 \ 0)$$

$$EFm_2 := EF2 \cdot m_{02}$$

$$EFm_2 = (0 \ 93832 \ 0 \ 48184 \ 0 \ 51354)$$

$$EFm_3 := EF3 \cdot m_{03}$$

$$EFm_3 = (0 \ 0 \ 2.04 \times 10^3 \ 0 \ 841.993 \ 809.609)$$

$$EFm := \text{stack}(EFm_1, EFm_2, EFm_3)$$

$$EFm = \begin{pmatrix} 3.516 \times 10^3 & 0 & 0 & 1.726 \times 10^3 & 1.853 \times 10^3 & 0 \\ 0 & 9.383 \times 10^4 & 0 & 4.818 \times 10^4 & 0 & 5.135 \times 10^4 \\ 0 & 0 & 2.04 \times 10^3 & 0 & 841.993 & 809.609 \end{pmatrix}$$

$$EFmax := \begin{cases} \text{for } k \in 1..kk \\ (EFmax)_k \leftarrow \max(EFm_{1,k}, EFm_{2,k}, EFm_{3,k}) \\ EFmax \end{cases} \quad EFmax = \begin{pmatrix} 3.516 \times 10^3 \\ 9.383 \times 10^4 \\ 2.04 \times 10^3 \\ 4.818 \times 10^4 \\ 1.853 \times 10^3 \\ 5.135 \times 10^4 \end{pmatrix}$$

**Отношение жесткостей прочих волокон к максимальной**

$$l_1 := \frac{EFm_1^T}{EFmax}$$

$$l_2 := \frac{EFm_2^T}{EFmax}$$

$$l_3 := \frac{EFm_3^T}{EFmax}$$

$$l_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0.036 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$l_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$l_3 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0.454 \\ 0.016 \end{pmatrix}$$

$$l_1 + l_2 + l_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1.036 \\ 1.454 \\ 1.016 \end{pmatrix}$$

**Длина скольжения волокон**

$$k := 1..kk$$

$$ls_k := \text{if } l_{1k} = 1, \sqrt{\frac{dv1 \cdot \frac{Q}{2}}{2 \cdot \mu1 \cdot (1 - \cos(\beta kr)^2)}} \left[ \text{if } l_{2k} = 1, \sqrt{\frac{dv2 \cdot \frac{Q}{2}}{2 \cdot \mu2 \cdot (1 - \cos(\beta kr)^2)}} \sqrt{\frac{dv3 \cdot \frac{Q}{2}}{2 \cdot \mu3 \cdot (1 - \cos(\beta kr)^2)}} \right]$$

$$ls = \begin{pmatrix} 1.289 \\ 1.542 \\ 1.407 \\ 1.542 \\ 1.289 \\ 1.542 \end{pmatrix}$$

**Длина волокна, воспринимающая и передающая нагрузку**

$$l_{nagr_k} := \text{if}(l_{1_k} = 1, lv1 - 2 \cdot ls_k, \text{if}(l_{2_k} = 1, lv2 - 2 \cdot ls_k, lv3 - 2 \cdot ls_k))$$

$$l_{nagr} = \begin{pmatrix} 57.422 \\ 54.816 \\ 75.487 \\ 54.816 \\ 57.422 \\ 54.816 \end{pmatrix}$$

**Прочность волокна, пересчитанная на эту длину**

$$Pv_k := \text{if}\left[l_{1_k} = 1, Pv1 \cdot \left(\frac{10}{lv1}\right)^{\frac{1}{\alpha g1}} \cdot \Gamma\left[1 + \left(\frac{1}{\alpha g1}\right)\right], \text{if}\left[l_{2_k} = 1, Pv2 \cdot \left(\frac{10}{lv2}\right)^{\frac{1}{\alpha g2}} \cdot \Gamma\left[1 + \left(\frac{1}{\alpha g2}\right)\right], Pv3 \cdot \left(\frac{10}{lv3}\right)^{\frac{1}{\alpha g3}} \cdot \Gamma\left[1 + \left(\frac{1}{\alpha g3}\right)\right]\right]$$

$$Pv = \begin{pmatrix} 1.948 \\ 19.23 \\ 5.443 \\ 19.23 \\ 1.948 \\ 19.23 \end{pmatrix}$$

**Определение коэффициента скольжения:**

$$ks_k := \text{if}\left[l_{1_k} = 1, 1 - \left(\frac{2}{3 \cdot lv1}\right) \cdot ls_k, \text{if}\left[l_{2_k} = 1, 1 - \left(\frac{2}{3 \cdot lv2}\right) \cdot ls_k, 1 - \left(\frac{2}{3 \cdot lv3}\right) \cdot ls_k\right]\right]$$

$$ks_k =$$

0.986
0.982
0.988
0.982
0.986
0.982



**Результат расчета:****Теоретическая прочность пряжи**

$$Pr_k := \text{if} \left[ l_{1k} = 1, Pv_k \cdot m_{1k} \cdot (l_{1k} + l_{2k} + l_{3k}) \cdot \cos_{srks_k} \cdot k1, \text{if} \left[ l_{2k} = 1, Pv_k \cdot m_{2k} \cdot (l_{1k} + l_{2k} + l_{3k}) \cdot \cos_{srks_k} \cdot k2, Pv_k \cdot m_{3k} \cdot (l_{1k} + l_{2k} + l_{3k}) \cdot \cos_{srks_k} \cdot k3 \right] \right]$$

$$Pr = \begin{pmatrix} 249.015 \\ 1809.426 \\ 192.398 \\ 962.453 \\ 190.873 \\ 1005.906 \end{pmatrix}$$

**Получение регрессионной модели прочности пряжи для данной смеси и расчет оптимального состава**

Исходная матрица для получения полинома Шеффе:

$$X0 := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0.5 & 0.5 \end{pmatrix} \quad Y := Pr$$

$$j := 1..kk$$

$$X12_j := (X0^{(1)})_j \cdot (X0^{(2)})_j$$

$$X23_j := (X0^{(2)})_j \cdot (X0^{(3)})_j$$

$$X13_j := (X0^{(1)})_j \cdot (X0^{(3)})_j$$

$$X := \text{augment} (X0, X12, X13, X23)$$

Расширенная матрица:

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0 & 0.25 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0.25 \end{pmatrix}$$

**Расчет коэффициентов регрессии  
для полинома Шеффе**

$$B := (X^T \cdot X)^{-1} \cdot X^T \cdot Y$$

$$B = \begin{pmatrix} 249.015 \\ 1.809 \times 10^3 \\ 192.398 \\ -267.07 \\ -119.332 \\ 19.978 \end{pmatrix}$$

Регрессионная модель прочности пряжи:

$$\text{PrR}(x_1, x_2, x_3) := B_1 \cdot x_1 + B_2 \cdot x_2 + B_3 \cdot x_3 + B_4 \cdot x_1 \cdot x_2 + B_5 \cdot x_1 \cdot x_3 + B_6 \cdot x_2 \cdot x_3$$

$$\text{PrR}(0.4, 0.4, 0.2) = 811.176$$

**Кислородный индекс в качестве функции цели:**

$$\text{Kind}(x_1, x_2, x_3) := 44 \cdot x_1 + 28.5 \cdot x_2 + 25.2 \cdot x_3$$

$$x_1 := 0.3$$

$$x_2 := 0.4$$

$$x_3 := 0.3$$

Given

Ограничения:

$$0.2 \leq x_1 \leq 0.7$$

$$0.2 \leq x_2 \leq 0.8$$

$$0.2 \leq x_3 \leq 0.6$$

$$\text{PrR}(x_1, x_2, x_3) \geq 850$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1$$

$$Z := \text{Maximize}(\text{Kind}, x_1, x_2, x_3)$$

$$Z = \begin{pmatrix} 0.376 \\ 0.424 \\ 0.2 \end{pmatrix}$$

$$X1_{\text{opt}} := Z_1 \quad X1_{\text{opt}} = 0.376$$

$$X2_{\text{opt}} := Z_2 \quad X2_{\text{opt}} = 0.424$$

**- оптимальный состав смеси**

$$X3_{\text{opt}} := Z_3 \quad X3_{\text{opt}} = 0.2$$

$$\text{PrR}(Z_1, Z_2, Z_3) = 850 \quad \text{Расчетная прочность, сН}$$

$$\text{Kind}(Z_1, Z_2, Z_3) = 33.663 \quad \text{Расчетный кислородный индекс, \%}$$

$$\text{PrR}(x_1, x_2, x_3) := B_1 \cdot x_1 + B_2 \cdot x_2 + B_3 \cdot x_3 + B_4 \cdot x_1 \cdot x_2 + B_5 \cdot x_1 \cdot x_3 + B_6 \cdot x_2 \cdot x_3$$

ORIGIN:= 1**Ввод исходных данных:**

Линейная плотность пряжи, Текс

Tpr:= 39.7

Крутка, кр/м

Kpr:= 483

Квадратическая неровнота пряжи, %

Cpr:= 0.137

**Долевое содержание компонента по массе, %**

$$X := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 \end{pmatrix}$$

$$\text{Prx} := X \cdot B$$

$$\text{YYr} := \text{augment}(Y, \text{Prx})$$

$$\text{YX} := \text{augment}(X0, \text{YYr})$$

$$\text{YYr} = \begin{pmatrix} 249.015 & 249.015 \\ 1.809 \times 10^3 & 1.809 \times 10^3 \\ 192.398 & 192.398 \\ 962.453 & 962.453 \\ 190.873 & 190.873 \\ 1.006 \times 10^3 & 1.006 \times 10^3 \end{pmatrix}$$

$$\text{Prx} = \begin{pmatrix} 249.015 \\ 1.809 \times 10^3 \\ 192.398 \\ 962.453 \\ 190.873 \\ 1.006 \times 10^3 \end{pmatrix}$$

$$Y = \begin{pmatrix} 249.015 \\ 1.809 \times 10^3 \\ 192.398 \\ 962.453 \\ 190.873 \\ 1.006 \times 10^3 \end{pmatrix}$$

$$\text{YX} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 249.015 & 249.015 \\ 0 & 1 & 0 & 1.809 \times 10^3 & 1.809 \times 10^3 \\ 0 & 0 & 1 & 192.398 & 192.398 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 962.453 & 962.453 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 190.873 & 190.873 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 1.006 \times 10^3 & 1.006 \times 10^3 \end{pmatrix}$$

**Расчет теоретической прочности 4-компонентной  
пряжинитокс/русар/арселон/шерсть (вар. 3)**

$$\beta_1 := X^{(1)T} \quad \beta_2 := X^{(2)T} \quad \beta_3 := X^{(3)T} \quad \beta_4 := X^{(4)T}$$

$$kk := \text{length}(X^{(1)}) \quad kk = 10$$

$$\beta_1 =$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0	0	0

$$\beta_2 =$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	1	0	0	0.5	0	0	0.5	0.5	0

$$\beta_3 =$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	1	0	0	0.5	0	0.5	0	0.5

**Прочность волокон, сН; CV**

**НИТОКС**                      Pv1 := 3.5                      CVv1 := 0.29

**Русар**                      Pv2 := 11.2                      CVv2 := 0.151

**Арселон**                      Pv3 := 13.2                      CVv3 := 0.247

**шерсть**                      Pv4 := 9.10                      CVv4 := 0.316

$$Dv1 := (CVv1 \cdot Pv1)^2 \quad Dv2 := (CVv2 \cdot Pv2)^2 \quad Dv3 := (CVv3 \cdot Pv3)^2 \quad Dv4 := (CVv4 \cdot Pv4)^2$$

$$Dv1 = 1.03$$

$$Dv2 = 2.86$$

$$Dv3 = 10.63$$

$$Dv4 = 8.269$$

**Линейная плотность волокон, Текс**

$$Tv1 := 0.176$$

$$Tv2 := 0.208$$

$$Tv3 := 0.126$$

$$Tv4 := 0.615$$

**Средняя длина волокон, мм,**

$$lv1 := 60.0$$

$$lv2 := 62.4$$

$$lv3 := 30.8$$

$$lv4 := 78.3$$

**Деформация осевой линии единичного волокна l0 = 10 мм :**

$$l_0 := 10$$

$$\varepsilon_1 := 0.221$$

$$\varepsilon_2 := 0.067$$

$$\varepsilon_3 := 0.338$$

$$\varepsilon_4 := 0.281$$

**Удлинение волокон, мм**

$$\Delta l_{v1} := \varepsilon_1 \cdot l_0$$

$$\Delta l_{v2} := \varepsilon_2 \cdot l_0$$

$$\Delta l_{v3} := \varepsilon_3 \cdot l_0$$

$$\Delta l_{v4} := \varepsilon_4 \cdot l_0$$

$$\Delta l_{v1} = 2.21$$

$$\Delta l_{v2} = 0.67$$

$$\Delta l_{v3} = 3.38$$

$$\Delta l_{v4} = 2.81$$

**Коэффициент трения волокон :**

$$\mu_1 := 0.185$$

$$\mu_2 := 0.192$$

$$\mu_3 := 0.342$$

$$\mu_4 := 0.297$$

**Жесткость единичного волокна, сН**

$$EF_1 := \frac{P_{v1}}{\varepsilon_1}$$

$$EF_2 := \frac{P_{v2}}{\varepsilon_2}$$

$$EF_3 := \frac{P_{v3}}{\varepsilon_3}$$

$$EF_4 := \frac{P_{v4}}{\varepsilon_4}$$

$$EF_1 = 15.837$$

$$EF_2 = 167.164$$

$$EF_3 = 39.053$$

$$EF_4 = 32.384$$

**Минимальная линейная плотность пряжи, Текс**

$$\sigma := C_{pr} \cdot \frac{T_{pr}}{1.5}$$

$$\sigma = 3.626$$

$$T_{min} := T_{pr} - 3 \cdot \sigma$$

$$T_{min} := \text{round}(T_{min})$$

$$T_{min} = 29$$

**Определение параметров распределения Вейбулла для НИТОКСА**

$$\alpha_{gl} := 4.325$$

$$P_{v1} = 3.5$$

$$p_{w1} := 5$$

Given

$$P_{v1} = p_{w1} \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha_{gl}}\right)$$

$$D_{v1} = p_{w1}^2 \cdot \left[ \Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha_{gl}}\right) - \left( \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha_{gl}}\right) \right)^2 \right]$$

$$z_1 := \text{Minerr}(p_{w1}, \alpha_{gl})$$

$$z_1 = \begin{pmatrix} 3.869 \\ 3.856 \end{pmatrix}$$

$$p_{w1} := z_{1_1}$$

$$\alpha_{gl} := z_{1_2}$$

**Коэффициент реализации средней прочности  
волокон НИТОКСА**

$$k1 := \frac{(\alpha g1 \cdot e)^{\frac{-1}{\alpha g1}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g1}\right)} \quad k1 = 0.601$$

**Определение параметров распределения Вейбулла  
для Русара**

$$\alpha g2 := 4.325$$

$$Pv2 = 11.2$$

$$pw2 := 5$$

Given

$$Pv2 = pw2 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g2}\right)$$

$$Dv2 = pw2^2 \cdot \left[ \Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha g2}\right) - \left( \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g2}\right) \right)^2 \right]$$

$$z2 := \text{Minerr}(pw2, \alpha g2)$$

$$z2 = \begin{pmatrix} 11.904 \\ 7.851 \end{pmatrix}$$

$$pw2 := z2_1$$

$$\alpha g2 := z2_2$$

**Коэффициент реализации средней прочности  
волокон Русара**

$$k2 := \frac{(\alpha g2 \cdot e)^{\frac{-1}{\alpha g2}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g2}\right)} \quad k2 = 0.72$$

**Определение параметров распределения Вейбулла  
для Арселона**

$$\alpha g3 := 3.705$$

$$Psr3 := 7.283$$

$$pw3 := 5$$

Given

$$Pv3 = pw3 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g3}\right)$$

$$Dv3 = pw3^2 \cdot \left[ \Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha g3}\right) - \left( \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g3}\right) \right)^2 \right]$$

$$z3 := \text{Minerr}(pw3, \alpha g3)$$

$$z3 = \begin{pmatrix} 14.446 \\ 4.603 \end{pmatrix}$$

$$pw3 := z3_1$$

$$\alpha g3 := z3_2$$

**Коэффициент реализации средней прочности  
волокон Арселона**

$$k3 := \frac{(\alpha g3 \cdot e)^{\frac{-1}{\alpha g3}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g3}\right)} \quad k3 = 0.632$$

**Определение параметров распределения Вейбулла  
для компонента шерсть.**

$$\alpha g4 := 3.705$$

$$Psr4 := 7.283$$

$$pw4 := 5$$

Given

$$Pv4 = pw4 \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g4}\right)$$

$$Dv4 = pw4^2 \cdot \left[ \Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha g4}\right) - \left( \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g4}\right) \right)^2 \right]$$

$$z4 := \text{Minerr}(pw4, \alpha g4)$$

$$z4 = \begin{pmatrix} 10.113 \\ 3.506 \end{pmatrix}$$

$$pw4 := z4_1$$

$$\alpha g4 := z4_2$$

**Коэффициент реализации средней прочности  
волокон (шерсть).**

$$k4 := \frac{(\alpha g4 \cdot e)^{\frac{-1}{\alpha g4}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha g4}\right)} \quad k4 = 0.584$$

**Угол кручения пряжи, рад.**

$$dpr := 0.043 \cdot \sqrt{Tp1}$$

$$\beta_{kr} := \text{atan}\left(\frac{3.14 \cdot dpr \cdot Kpr}{1000}\right)$$

$$\beta_{kr} = 0.39$$

$$dpr = 0.271$$

### Усредненный косинус угла кручения

$$\cos_{sr} := \frac{2 \cdot \cos(\beta_{kr}) \cdot (1 - \cos(\beta_{kr}))}{\sin(\beta_{kr})^2} \quad \cos_{sr} = 0.961$$

### Диаметр волокна

**НИТОКС**       $dv1 := 0.0125$

**Русар**       $Tv2 = 0.208$        $\rho2 := 1.454$

$$dv2 := 0.001 \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot Tv2}{\pi \cdot \rho2}} \quad dv2 = 0.013$$

**Арселон**       $\rho3 := 1.431$

$$dv3 := 0.001 \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot Tv3}{\pi \cdot \rho3}} \quad dv3 = 0.011$$

**шерсть**       $\rho4 := 1.32$

$$dv4 := 0.001 \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot Tv4}{\pi \cdot \rho4}} \quad dv4 = 0.024$$

### Длина волны миграции волокон

$$Q := \frac{4 \cdot 1000}{K_{pr}} \quad Q = 8.282$$

$$k := 1..kk$$

### Средняя линейная плотность волокон в смеси, Текс

$$Tv_{sr} := \frac{1}{\left( \frac{X^{(1)}}{Tv1} + \frac{X^{(2)}}{Tv2} + \frac{X^{(3)}}{Tv3} + \frac{X^{(4)}}{Tv4} \right)}$$

	1
1	0.176
2	0.208
3	0.126
4	0.615
5	0.191
6	0.147
7	0.274
8	0.157
9	0.311
10	0.209

$Tv_{sr} =$



### Число волокон в тонком сечении пряжи

$$mt0 := \frac{T_{min}}{Tv_{sr}}$$

$$mtr := \text{round}(mt0)$$

$$mt := mtr^T$$

$$mt =$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	165	139	230	47	152	197	106	185	93	139

### Доля компонентов по числу волокон

$$\alpha_{11} := \frac{X^{(1)}}{lv1 \cdot Tv1 \cdot \left( \frac{X^{(1)}}{lv1 \cdot Tv1} + \frac{X^{(2)}}{lv2 \cdot Tv2} + \frac{X^{(3)}}{lv3 \cdot Tv3} + \frac{X^{(4)}}{lv4 \cdot Tv4} \right)}$$

$$\alpha_{11} =$$

	1
1	1
2	0
3	0
4	0
5	0.551
6	0.269
7	0.82
8	0
9	0
10	0

$$\alpha_{12} := \frac{X^{(2)}}{lv2 \cdot Tv2 \cdot \left( \frac{X^{(1)}}{lv1 \cdot Tv1} + \frac{X^{(2)}}{lv2 \cdot Tv2} + \frac{X^{(3)}}{lv3 \cdot Tv3} + \frac{X^{(4)}}{lv4 \cdot Tv4} \right)}$$

$$\alpha_{12} =$$

	1
1	0
2	1
3	0
4	0
5	0.449
6	0
7	0
8	0.23
9	0.788
10	0

$$\alpha_{13} := \frac{X^{(3)}}{lv3 \cdot Tv3 \cdot \left( \frac{X^{(1)}}{lv1 \cdot Tv1} + \frac{X^{(2)}}{lv2 \cdot Tv2} + \frac{X^{(3)}}{lv3 \cdot Tv3} + \frac{X^{(4)}}{lv4 \cdot Tv4} \right)}$$

$$\alpha_{13} =$$

	1
1	0
2	0
3	1
4	0
5	0
6	0.731
7	0
8	0.77
9	0
10	0.925

$$\alpha_{14} := \frac{X^{(4)}}{lv4 \cdot Tv4 \cdot \left( \frac{X^{(1)}}{lv1 \cdot Tv1} + \frac{X^{(2)}}{lv2 \cdot Tv2} + \frac{X^{(3)}}{lv3 \cdot Tv3} + \frac{X^{(4)}}{lv4 \cdot Tv4} \right)}$$

$$\alpha_{14} =$$

	1
1	0
2	0
3	0
4	1
5	0
6	0
7	0.18
8	0
9	0.212
10	0.075

### Число волокон компонентов

$$m_{01} := \overrightarrow{(\alpha_{11}^T \cdot mt)}$$

$$mr_1 := \text{round}(m_{01}^T)$$

$$m_{01} := mr_1^T$$

$$m_1 := m_{01}^T$$

$$m_{02} := \overrightarrow{(\alpha_{12}^T \cdot mt)}$$

$$mr_2 := \text{round}(m_{02}^T)$$

$$m_{02} := mr_2^T$$

$$m_2 := m_{02}^T$$

$$m_{03} := \overrightarrow{(\alpha_{13}^T \cdot mt)}$$

$$mr_3 := \text{round}(m_{03}^T)$$

$$m_{03} := mr_3^T$$

$$m_3 := m_{03}^T$$

$$m_{04} := \overrightarrow{(\alpha_{14}^T \cdot mt)}$$

$$mr_4 := \text{round}(m_{04}^T)$$

$$m_{04} := mr_4^T$$

$$m_4 := m_{04}^T$$

$$m_1 =$$

	1
1	165
2	0
3	0
4	0
5	84
6	53
7	87
8	0
9	0
10	0

$$m_2 =$$

	1
1	0
2	139
3	0
4	0
5	68
6	0
7	0
8	43
9	73
10	0

$$m_3 =$$

	1
1	0
2	0
3	230
4	0
5	0
6	144
7	0
8	142
9	0
10	129

$$m_4 =$$

	1
1	0
2	0
3	0
4	47
5	0
6	0
7	19
8	0
9	20
10	10

$$mMax := \max(m_1, m_2, m_3, m_4)$$

$$mMax = 230$$

$$mSum := (m_1 + m_2 + m_3 + m_4)$$

$$mSum =$$

	1
1	165
2	139
3	230
4	47
5	152
6	197
7	106
8	185
9	93
10	139

### Жесткость одного компонента, сН

$$EFm_1 := EF1 \cdot m_{01}$$

$$EFm_1 =$$

	1	2	3	4	5	6
1	2613.122	0	0	0	1330.317	...

$$EFm_2 := EF2 \cdot m_{02}$$

$$EFm_2 =$$

	1	2	3	4	5	6
1	0	23235.821	0	0	11367.164	...

$$EFm_3 := EF3 \cdot m_{03}$$

$$EFm_3 =$$

	1	2	3	4	5	6
1	0	0	$8.982 \cdot 10^3$	0	0	...

$$EFm_4 := EF4 \cdot m_{04}$$

$$EFm_4 =$$

	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	$1.522 \cdot 10^3$	0	...

$$EFm := \text{stack}(EFm_1, EFm_2, EFm_3, EFm_4)$$

$$EFm =$$

	1	2	3	4	5	6
1	$2.613 \cdot 10^3$	0	0	0	$1.33 \cdot 10^3$	839.367
2	0	$2.324 \cdot 10^4$	0	0	$1.137 \cdot 10^4$	0
3	0	0	$8.982 \cdot 10^3$	0	0	$5.624 \cdot 10^3$
4	0	0	0	$1.522 \cdot 10^3$	0	...

$$EF_{\max} := \begin{cases} \text{for } k \in 1..kk \\ (EF_{\max})_k \leftarrow \max(EF_{m_1,k}, EF_{m_2,k}, EF_{m_3,k}, EF_{m_4,k}) \\ EF_{\max} \end{cases}$$

$$EF_{\max} =$$

	1
1	$2.613 \cdot 10^3$
2	$2.324 \cdot 10^4$
3	$8.982 \cdot 10^3$
4	$1.522 \cdot 10^3$
5	$1.137 \cdot 10^4$
6	$5.624 \cdot 10^3$
7	$1.378 \cdot 10^3$
8	$7.188 \cdot 10^3$
9	$1.22 \cdot 10^4$
10	$5.038 \cdot 10^3$

### Отношение прочих жесткостей к максимальной

$$l_1 := \frac{EF_{m_1}^T}{EF_{\max}}$$

$$l_2 := \frac{EF_{m_2}^T}{EF_{\max}}$$

$$l_3 := \frac{EF_{m_3}^T}{EF_{\max}}$$

$$l_4 := \frac{EF_{m_4}^T}{EF_{\max}}$$

$$l_1 =$$

	1
1	1
2	0
3	0
4	0
5	0.117
6	0.149
7	1
8	0
9	0
10	0

$$l_2 =$$

	1
1	0
2	1
3	0
4	0
5	1
6	0
7	0
8	1
9	1
10	0

$$l_3 =$$

	1
1	0
2	0
3	1
4	0
5	0
6	1
7	0
8	0.771
9	0
10	1

$$l_4 =$$

	1
1	0
2	0
3	0
4	1
5	0
6	0
7	0.447
8	0
9	0.053
10	0.064

### Длина скольжения волокон

$k := 1..kk$

$$ls_k := \text{if} \left[ l_{1k} = 1, \sqrt{\frac{dv1 \cdot \frac{Q}{2}}{2 \cdot \mu1 \cdot (1 - \cos(\beta_{kr})^2)}} \right], \text{if} \left[ l_{2k} = 1, \sqrt{\frac{dv2 \cdot \frac{Q}{2}}{2 \cdot \mu2 \cdot (1 - \cos(\beta_{kr})^2)}} \right], \text{if} \left[ l_{3k} = 1, \sqrt{\frac{dv3 \cdot \frac{Q}{2}}{2 \cdot \mu3 \cdot (1 - \cos(\beta_{kr})^2)}} \right], \sqrt{\frac{dv4 \cdot \frac{Q}{2}}{2 \cdot \mu4 \cdot (1 - \cos(\beta_{kr})^2)}} \right]$$

	1
1	0.984
2	1.004
3	0.666
4	1.084
5	1.004
6	0.666
7	0.984
8	1.004
9	1.004
10	0.666

$ls =$

### Длина волокна, воспринимающая и передающая нагрузку

$$l_{nagr_k} := \text{if} \left( l_{1k} = 1, lv1 - 2 \cdot ls_k, \text{if} \left( l_{2k} = 1, lv2 - 2 \cdot ls_k, \text{if} \left( l_{3k} = 1, lv3 - 2 \cdot ls_k, lv4 - 2 \cdot ls_k \right) \right) \right)$$

	1
1	58.032
2	60.393
3	29.468
4	76.132
5	60.393
6	29.468
7	58.032
8	60.393
9	60.393
10	29.468

$l_{nagr} =$

**Прочность волокна, пересчитанная на эту длину**

$$Pv_k := \text{if} \left[ l_{1k} = 1, Pv1 \cdot \left( \frac{10}{lv1} \right)^{\frac{1}{\alpha g1}} \cdot \Gamma \left[ 1 + \left( \frac{1}{\alpha g1} \right) \right], \text{if} \left[ l_{2k} = 1, Pv2 \cdot \left( \frac{10}{lv2} \right)^{\frac{1}{\alpha g2}} \cdot \Gamma \left[ 1 + \left( \frac{1}{\alpha g2} \right) \right], \text{if} \left[ l_{3k} = 1, Pv3 \cdot \left( \frac{10}{lv3} \right)^{\frac{1}{\alpha g3}} \cdot \Gamma \left[ 1 + \left( \frac{1}{\alpha g3} \right) \right], Pv4 \cdot \left( \frac{10}{lv4} \right)^{\frac{1}{\alpha g4}} \cdot \Gamma \left[ 1 + \left( \frac{1}{\alpha g4} \right) \right] \right] \right]$$

	1
1	1.989
2	8.346
3	9.447
4	4.552
Pv = 5	8.346
6	9.447
7	1.989
8	8.346
9	8.346
10	9.447

**Определяем коэффициент скольжения:**

$$ks_k := \text{if} \left[ l_{1k} = 1, 1 - \left( \frac{2}{3 \cdot lv1} \right) \cdot ls_k, \text{if} \left[ l_{2k} = 1, 1 - \left( \frac{2}{3 \cdot lv2} \right) \cdot ls_k, \text{if} \left[ l_{3k} = 1, 1 - \left( \frac{2}{3 \cdot lv3} \right) \cdot ls_k, 1 - \left( \frac{2}{3 \cdot lv4} \right) \cdot ls_k \right] \right] \right]$$

$ks_k =$

0.989
0.989
0.986
0.991
0.989
0.986
0.989
0.989
0.989
0.986

**Результат расчета:**  
**Теоретическая прочность пряжи**

$$Pr_k := \text{if} \left[ l_{1k} = 1, Pv_k \cdot m_{1k} \cdot (l_{1k} + l_{2k} + l_{3k} + l_{4k}) \cdot \cos\_srks_k \cdot k1, \text{if} \left[ l_{2k} = 1, Pv_k \cdot m_{2k} \cdot (l_{1k} + l_{2k} + l_{3k} + l_{4k}) \cdot \cos\_srks_k \cdot k2, \text{if} \left[ l_{3k} = 1, Pv_k \cdot m_{3k} \cdot (l_{1k} + l_{2k} + l_{3k} + l_{4k}) \cdot \cos\_srks_k \cdot k3, Pv_k \cdot m_{4k} \cdot (l_{1k} + l_{2k} + l_{3k} + l_{4k}) \cdot \cos\_srks_k \cdot k4 \right] \right] \right]$$

Pr =

	1
1	187.527
2	793.757
3	1300.728
4	119.018
5	433.757
6	935.919
7	143.035
8	434.992
9	438.991
10	776.435

Получение регрессионной модели для 4-х комп. смеси  
НИТОКС/Русар/Арселон/шерсть  
и оптимизация состава смеси

$$X0 := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 \end{pmatrix}$$

$$j := 1..kk$$

$$X12_j := (X0^{(1)})_j \cdot (X0^{(2)})_j \quad X13_j := (X0^{(1)})_j \cdot (X0^{(3)})_j \quad X14_j := (X0^{(1)})_j \cdot (X0^{(4)})_j$$

$$X23_j := (X0^{(2)})_j \cdot (X0^{(3)})_j \quad X24_j := (X0^{(2)})_j \cdot (X0^{(4)})_j \quad X34_j := (X0^{(3)})_j \cdot (X0^{(4)})_j$$

$$X := \text{augment}(X0, X12, X13, X14, X23, X24, X34)$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	0.5	0.5	0	0	0.25	0	0	0	0	0
6	0.5	0	0.5	0	0	0.25	0	0	0	0
7	0.5	0	0	0.5	0	0	0.25	0	0	0
8	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0.25	0	0
9	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0	0.25	0
10	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.25



$$X0 := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 \end{pmatrix}$$

$$B := (X^T \cdot X)^{-1} \cdot X^T \cdot Y$$

	1
1	187.527
2	793.757
3	1.301·10 <sup>3</sup>
4	119.018
5	-227.538
6	767.163
7	-40.952
8	-2.449·10 <sup>3</sup>
9	-69.586
10	266.248

$$B12 := B_5$$

$$B13 := B_6$$

$$B14 := B_7$$

$$B23 := B_8$$

$$B24 := B_9$$

$$B34 := B_{10}$$

$$\text{Pr}(x1, x2, x3, x4) := B_1 \cdot x1 + B_2 \cdot x2 + B_3 \cdot x3 + B_4 \cdot x4 + B12 \cdot x1 \cdot x2 + B13 \cdot x1 \cdot x3 + B14 \cdot x1 \cdot x4 + B23 \cdot x2 \cdot x3 + B34 \cdot x3 \cdot x4$$

### Кислородный индекс в качестве функции цели:

$$\text{Kind}(x1, x2, x3, x4) := 44.0 \cdot x1 + 40.5 \cdot x2 + 26.0 \cdot x3 + 25.2 \cdot x4$$

$$x1 := 0.2$$

$$x2 := 0.2$$

$$x3 := 0.2$$

$$x4 := 0.2$$

Given

Ограничения:

$$0.2 \leq x1 \leq 0.6$$

$$0.2 \leq x2 \leq 0.8$$

$$0.2 \leq x3 \leq 0.8$$

$$0.2 \leq x4 \leq 0.6$$

$$\text{Pr}(x1, x2, x3, x4) \geq 450$$

$$x1 + x2 + x3 + x4 = 1$$

$$Z := \text{Maximize}(\text{Kind}, x_1, x_2, x_3, x_4)$$

$$Z = \begin{pmatrix} 0.4 \\ 0.2 \\ 0.2 \\ 0.2 \end{pmatrix}$$

$$X1_{\text{opt}} := Z_1$$

$$X1_{\text{opt}} = 0.4$$

$$X2_{\text{opt}} := Z_2$$

$$X2_{\text{opt}} = 0.2$$

$$X3_{\text{opt}} := Z_3$$

$$X3_{\text{opt}} = 0.2$$

$$X4_{\text{opt}} := Z_4$$

$$X4_{\text{opt}} = 0.2$$

**- ОПТИМАЛЬНЫЙ СОСТАВ СМЕСИ**

$$\text{Kind}(Z_1, Z_2, Z_3, Z_4) = 35.94$$

Расчетный кислородный индекс, %

$$\text{Pr}(Z_1, Z_2, Z_3, Z_4) = 470.295$$

Расчетная прочность, сН

$$\frac{|450 - (\text{Pr}(Z_1, Z_2, Z_3, Z_4))|}{450} = 0.045$$

$$\text{Prx} := X \cdot B$$

	1
1	187.527
2	793.757
3	$1.301 \cdot 10^3$
4	119.018
Prx = 5	433.757
6	935.919
7	143.035
8	434.992
9	438.991
10	776.435

	1
1	187.527
2	793.757
3	$1.301 \cdot 10^3$
4	119.018
Y = 5	433.757
6	935.919
7	143.035
8	434.992
9	438.991
10	776.435

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Экспериментальные исследования  
по выработке образцов пряжи и тканей

- Заправочные параметры прядильной лабораторной установки «Шерли»
- Протоколы испытаний физико-механических показателей пряжи (ИЦ ФГУП «ЦНИХБИ»)
- Протокол испытаний кислородного индекса (ЗАО «Курскрезинотехника»)
- Протокол испытаний экспериментальных тканей в НИЦ «Одежда» (ОАО «ЦНИИШП»)

Заправочные параметры  
прядильной лабораторной установки «Шерли»

## Выработка экспериментальных образцов пряжи на установке фирмы «Шерли»

Проведение экспериментальных исследований по выбору оптимальных составов смесей и оценки прядильной способности выбранных смесей (таблица 38) использовалась стандартная методика по переработке волокна на установке фирмы «Шерли» (Англия), включающей в себя: кардочесальную, ленточную и прядильную машины.

Выработанная пряжа имела линейную плотность 50 текс с учётом выбранных видов сырья (разная линейная плотность, длина, извитость волокон и т.д.).

Заправочные параметры работы машин, при изготовлении огнестойкой пряжи, устанавливались с учетом физико-механических свойств волокон, а именно: линейной плотности волокон, средневзвешенной длины волокон, сырьевого состава (долевое содержание волокон в смеси) и т.д.

### Кардочесальная машина

На кардочесальной чесальной машине были установлены следующие заправочные параметры:

#### I Разводки (тыс. дюйм)

- |  |                |
|--|----------------|
| • питающий столик приёмный барабан     | 0,010          |
| • приёмный барабан главный барабан     | 0,005          |
| • главный барабан колосниковая решётка | 0,50           |
| • главный барабан съёмный барабан      | 0,005          |
| • съёмный гребень съёмный барабан      | 0,010          |
| • шляпки - главный барабан             | 0,05-0,05-0,05 |

#### II Скоростной режим, мин<sup>-1</sup>

- |                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| • частота вращения приёмного барабана | 339 |
| • частота вращения главного барабана  | 820 |
| • частота вращения съёмного барабана  | 9   |

• частота наматыв. барабана	6,8
• частота питающего цилиндра	0,32
• частота вращения вала транспортера	0,26
• число ударов гребня в минуту	1198

Общая оценка протекания технологического процесса выработки пряжи (выбранного сырьевого состава) по всем переходам прядильного производства будет дана ниже.

#### Ленточная машина

Каждый вариант смеси перерабатывался на трех переходах ленточных машин. При этом использовали стандартную методику заправки ленточных машин, которая предусматривает: изменение разводки вытяжного прибора ленточных машин в зависимости от средневзвешенной длины смеси, изменение вытяжки между вытяжными парами вытяжного прибора, нагрузки на вытяжные валики и цилиндры вытяжного прибора.

По каждому варианту смеси определяли штапельную длину волокна (по данным испытаний ИЦ «ЦНИХБИ»), а затем подсчитывали эффективную длину волокна по формуле:

$$L_{эф} = \frac{l_{шт}}{K}, \text{ мм},$$

где  $K=1,18$

На ленточной машине устанавливали разводки, определяемые по формулам:

$$R_{I-II} = L_{эф} + 6,3(\text{мм})$$

$$R_{II-III} = L_{эф} + 4,7(\text{мм})$$

$$R_{III-IV} = L_{эф} + 15,8(\text{мм}),$$

где:

$R$  – разводка между цилиндрами ленточной машины

Расчетные показатели заправки ленточной машины Шерли представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Заправочные параметры ленточной машины

№ варианта	Наименование волокна	Содержание компонентов в смеси, %	Длина волокна, мм	Средневзвешенная, мм	Эффективная длина, мм	Разводка, мм (четырёхцилиндровый, двухзонный вытяжной прибор)		
						I-II линий цилиндров	II-III линий цилиндров	III-IV линий цилиндров
1.	Нитокс <sup>®</sup> Тварон <sup>®</sup>	50	60,0	59,5	50,4	57	55	66
		50	59,0					
		100						
2.	Нитокс <sup>®</sup> Тварон <sup>®</sup> Шерсть	40	60,0	63,3	53,6	60	58	69
		40	59,0					
		20	78,3					
		100						
3.	Нитокс <sup>®</sup> Русар <sup>®</sup> Арселон <sup>®</sup> Шерсть	40	60,0	60,3	51,1	57	56	67
		20	63,1					
		20	40,0					
		20	78,3					
		100						
4.	Нитокс <sup>®</sup> Русар <sup>®</sup> Шерсть Капрон	35	60,0	66,5	56,3	63	61	72
		30	63,1					
		28	78,3					
		7	66,4					
		100						
5.	Тварон <sup>®</sup> Шерсть	40	59,0	68,7	58,2	65	63	74
		60	78,3					
		100						
6.	Русар <sup>®</sup> Тварон <sup>®</sup> Шерсть	40	63,1	64,5	54,7	61	59	71
		40	59,0					
		20	78,3					
		100						

## Продолжение таблицы 1

7.	Нитокс <sup>®</sup> Тварон <sup>®</sup> Кремнеземное волокно	30	60,0	44,6	37,8	44	43	54
		40	59,0					
		30	10,0					
		100						
8.	Тварон <sup>®</sup> Шерсть Кремнеземное в-но	40	59,0	56,9	48,2	55	53	64
		40	78,3					
		20	10,0					
		100						
9.	Русар <sup>®</sup> Кремнеземное в-но	70	59,0	44,3	37,5	44	42	53
		30	10,0					
		100						
10.	Русар <sup>®</sup>	100	-	60,0	51	51,1	57	56
11	Русар <sup>®</sup> Тварон <sup>®</sup>	60	63,1	61,5	52,1	58,4	56,8	67,9
		40	59					
		100						
12	Нитокс <sup>®</sup> Русар <sup>®</sup> Базальтовое в-но	40	60,0	60,9	51,6	57,9	56,3	67,4
		30	63,1					
		30	60,0					



Краткая технологическая характеристика ленточной машины:

- общая вытяжка - 8,0

- частная вытяжка между:

распределительный вал- IV цилиндр	1,013
IV-III цилиндрами	1,7
III – II цилиндрами	1,038
II – I цилиндрами	4,475

- вытяжной прибор – четырехцилиндровый, двухзонный

- диаметры цилиндров (мм):

I 28,6

II 25,4

III 28,6

IV 28,6

- диаметр верхних валиков, мм - 18,1

- размер диаметра воронки, мм

I - 4,0

II - 3,2

III - 2,4

- разводки по вариантам указаны в таблице 2

- скорость выпуска, м/мин – 18,1

- линейная плотность выходящего продукта, текс (№) – 2080 (№ 0,48).

### Прядильная машина

Выработка пряжи всех вариантов осуществлялось на одной прядильной машине, в равных условиях.

Температурно-влажностный режим:  $T_m=16,5^{\circ}\text{C}$ ,  $T_c=21,5^{\circ}\text{C}$ ,  $W_{отн}=43-45\%$

На прядильной машине ф. Шерли установили заправочные параметры, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Заправочные параметры прядильной машины

Наименование параметров	Величина	Установленные шестерни, число зубьев
1. Линейная плотность пряжи, текс номер	50 20,0	-
2. Линейная плотность входящей ленты, текс (номер)	500 (0,48)	-
3. Общая вытяжка	42,6	-
4. Вытяжка между: I-II линиями цилиндров II-III линиями цилиндров III-IV линиями цилиндров	8,544 1,168 4,27	- - -
5. Заправочные шестерни:		-
$Z_m$ (задн.)	-	27
$Z_n$	-	60
$Z_f$ (вытяж)	-	47
$Z_h$	-	30
$Z_g$	-	35
$Z_i$	-	34/36
$Z_j$	-	36/42
$Z_k$	-	29
$Z_L$	-	61
$Z_\epsilon$ (крут)	-	79-82
6. Вытяжной прибор	Двухзонный ремешковый вытяжной прибор Касабланка	
7. Разводка между вытяжными парами, мм:  I-II II-III	Разводка по зонам и между зонами устанавливалась в зависимости от длины волокна смеси ( $L_{\phi}$ + добавка) 44 (const) 51-80	
8. Нагрузка, кгс I - II пара III - IV пара	18 12	
9. Диаметр кольца, мм	38	
11. Частота вращения веретен, об/мин	5500	

Протоколы испытаний  
физико-механических показателей пряжи  
(ИЦ ФГУП «ЦНИХБИ»)

**Испытательный центр «ЦНИХБИ»  
РОСС RU.0001.21ЛТ68**

Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности»  
119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (факс) (495) 954-39-89

**Протокол испытаний № 1В/6 от 7 июня 2009 г.**

**Наименование заказчика проведения испытаний:** Отдел «Прядение и кручение хлопка и химических волокон» ФГУП ЦНИХБИ.

**Наименование образца, представленного для испытаний:** пряжа (образец № 120, 124).

**Дата проведения испытаний:** 06.06.2009 г.

**Результаты испытаний:**

Наименование образца	Наименование качественной характеристики	Фактическое значение
Пряжа. Образец № 120.	Фактическая линейная плотность, текс	31,2
	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	3,4
	Разрывная нагрузка, Н	4,7
	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	15,1
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	20,7
	Удлинение, %	3,3
	Коэффициент вариации по удлинению, %	12,5
	Крутка, кр/м	556
	Коэффициент вариации по крутке, %	9,1
	Коэффициент крутки, $\alpha$	31,0
	Стойкость пряжи к истиранию в петле, цикл	635
	Пряжа. Образец № 124.	Фактическая линейная плотность, текс
Коэффициент вариации по линейной плотности, %		4,8
Разрывная нагрузка, Н		13,8
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс		29,3
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %		10,4
Удлинение, %		4,6
Коэффициент вариации по удлинению, %		12,7
Крутка, кр/м		483
Коэффициент вариации по крутке, %		7,3
Коэффициент крутки, $\alpha$		33,2
Стойкость пряжи к истиранию в петле, цикл		3177

Ответственный исполнитель

*Кабанова*

Кабанова Т.С.

Ответственный исполнитель

*Ермак*



*Копии Верна*

*Зав. канцелярии*

*И.В. Сеница*

*[Signature]*

**Испытательный центр «ЦНИХБИ»****РОСС RU.0001.21ЛТ68**

Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности»  
119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (факс) (495) 954-39-89

**Протокол испытаний № 13В/5 от 30 мая 2009 г.**

**Наименование заказчика проведения испытаний:** Отдел «Прядение и кручение хлопка и химических волокон» ФГУП ЦНИХБИ.

**Наименование образца, представленного для испытаний:** пряжа (образец № 119, 121).

**Дата проведения испытаний:** 29.05.2009 г.

**Результаты испытаний:**

Наименование образца	Наименование качественной характеристики	Фактическое значение
Пряжа. Образец № 119.	Фактическая линейная плотность, текс	40,2
	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	7,7
	Разрывная нагрузка, Н	10,5
	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	26,1
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	10,1
	Удлинение, %	4,6
	Коэффициент вариации по удлинению, %	10,4
	Крутка, кр/м	554
	Коэффициент вариации по крутке, %	8,9
	Коэффициент крутки, $\alpha$	35,1
	Стойкость пряжи к истиранию в петле, цикл	3035
	Пряжа. Образец № 121.	Фактическая линейная плотность, текс
Коэффициент вариации по линейной плотности, %		10,5
Разрывная нагрузка, Н		3,8
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс		16,9
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %		17,1
Удлинение, %		3,5
Коэффициент вариации по удлинению, %		12,3
Крутка, кр/м		656
Коэффициент вариации по крутке, %		15,7
Коэффициент крутки, $\alpha$		30,9
Стойкость пряжи к истиранию в петле, цикл		211

Руководитель ИЦ «ЦНИХБИ»

Ответственный исполнитель

Лусинян И.В.



Елена  
Елена Барна  
Зав. лабораторией  
И. В. Сеничева

**Испытательный центр «ЦНИХБИ»**  
 Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности»  
 119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (факс) (495) 954-39-89

**Протокол испытаний № 11В/5 от 29 мая 2009 г.**

**Наименование заказчика проведения испытаний:** Отдел «Прядение и кручение хлопка и химических волокон» ФГУП ЦНИХБИ.

**Наименование образца, представленного для испытаний:** пряжа (образец № 117, 118).  
**Дата проведения испытаний:** 28.05.2009

**Результаты испытаний:**

Наименование	Наименование качественной характеристики	Фактическое значение
<b>Пряжа. Образец 117.</b>	Фактическая линейная плотность, текс	42,4
	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	12,7
	Разрывная нагрузка, Н	5,9
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	15,5
	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	13,9
	Удлинение при разрыве, %	2,8
	Коэффициент вариации по удлинению, %	10,2
	Крутка, кр/м	456
	Коэффициент вариации по крутке, %	17,0
	Коэффициент крутки $\alpha$	29,7
	Истирание в петле, циклов	307
	<b>Пряжа. Образец 118.</b>	Фактическая линейная плотность, текс
Коэффициент вариации по линейной плотности, %		4,8
Разрывная нагрузка, Н		12,5
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %		22,2
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс		25,3
Удлинение при разрыве, %		3,3
Коэффициент вариации по удлинению, %		13,5
Крутка, кр/м		486
Коэффициент вариации по крутке, %		8,6
Коэффициент крутки $\alpha$		34,1
Истирание в петле, циклов		1930

Руководитель ИЦ «ЦНИХБИ»

 Лусинян И.В.

Ответственный исполнитель

 Махотина Е.В.



 Сержин В.С.  
 зав. канцелярией  
 В. Сажуева  


**Испытательный центр «ЦНИХБИ»**  
 Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности»  
 119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (факс) (495) 954-39-89

**Протокол испытаний № 8В/5 от 21 мая 2009 г.**

**Наименование заказчика проведения испытаний:** Отдел «Прядение и кручение хлопка и химических волокон» ФГУП ЦНИХБИ.

**Наименование образца, представленного для испытаний:** пряжа (образец № 123, 116).  
**Дата проведения испытаний:** 21.05.2009

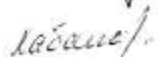
**Результаты испытаний:**

Наименование	Наименование качественной характеристики	Фактическое значение
<b>Пряжа.</b> <b>Образец 123.</b>	Фактическая линейная плотность, текс	30,9
	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	6,3
	Разрывная нагрузка, Н	9,8
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	20,4
	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	31,7
	Удлинение при разрыве, %	2,8
	Коэффициент вариации по удлинению, %	11,1
	Крутка, кр/м	487
	Коэффициент вариации по крутке, %	7,5
	Коэффициент крутки $\alpha$	27,0
	Истирание в петле, циклов	1311
<b>Пряжа.</b> <b>Образец 116.</b>	Фактическая линейная плотность, текс	46,9
	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	5,5
	Разрывная нагрузка, Н	12,3
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	14,2
	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	26,2
	Удлинение при разрыве, %	3,7
	Коэффициент вариации по удлинению, %	8,7
	Крутка, кр/м	499
	Коэффициент вариации по крутке, %	10,5
	Коэффициент крутки $\alpha$	34,2
	Истирание в петле, циклов	588

Руководитель ИЦ «ЦНИХБИ»

 Лусинян И.В.

Ответственный исполнитель

 Кабанова Т.С.



Копия передана  
 Зав. лабораторией  
 Ш.Р. Рахматова  


**Испытательный центр «ЦНИХБИ»**  
 Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности»  
 119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (факс) (495) 954-39-89

**Протокол испытаний № 1В/5 от 5 мая 2009 г.**

**Наименование заказчика проведения испытаний:** Отдел «Прядение и кручение хлопка и химических волокон» ФГУП ЦНИХБИ.

**Наименование образца, представленного для испытаний:** пряжа (образец № 113, 114).  
**Дата проведения испытаний:** 04.05.2009

**Результаты испытаний:**

Наименование	Наименование качественной характеристики	Фактическое значение	
Пряжа. Образец 113.	Фактическая линейная плотность, текс	49,2	
	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	6,8	
	Разрывная нагрузка, Н	5,7	
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	19,0	
	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	11,6	
	Удлинение при разрыве, %	6,6	
	Коэффициент вариации по удлинению, %	12,4	
	Крутка, кр/м	525	
	Коэффициент вариации по крутке, %	10,7	
	Коэффициент крутки $\alpha$	36,8	
	Истирание в петле, циклов	2042	
	Пряжа. Образец 114.	Фактическая линейная плотность, текс	39,7
		Коэффициент вариации по линейной плотности, %	13,7
Разрывная нагрузка, Н		4,5	
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %		28,6	
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс		11,3	
Удлинение при разрыве, %		3,9	
Коэффициент вариации по удлинению, %		17,3	
Крутка, кр/м		483	
Коэффициент вариации по крутке, %		12,3	
Коэффициент крутки $\alpha$		30,4	
Истирание в петле, циклов		841	

Руководитель ИЦ «ЦНИХБИ»

Лусинян И.В.

Ответственный исполнитель

Кабанова Т.С.



Копия Зарина  
 Зад. Ком. инсп. работ  
 ИЦ/В. Семеновна



**Испытательный центр «ЦНИХБИ»**

Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности»  
119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (факс) (495) 954-39-89

**Протокол испытаний № 4В/5 от 5 мая 2009 г.**

Наименование заказчика проведения испытаний: Отдел «Прядение и кручение хлопка и химических волокон» ФГУП ЦНИХБИ.

Наименование образца, представленного для испытаний: пряжа (образец № 122, 115).

Дата проведения испытаний: 05.05.2009

Результаты испытаний:

Наименование	Наименование качественной характеристики	Фактическое значение	
Пряжа. Образец 122.	Фактическая линейная плотность, текс	42,2	
	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	8,6	
	Разрывная нагрузка, Н	8,9	
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	24,8	
	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	21,1	
	Удлинение при разрыве, %	3,1	
	Коэффициент вариации по удлинению, %	12,3	
	Крутка, кр/м	480	
	Коэффициент вариации по крутке, %	14,6	
	Коэффициент крутки $\alpha$	31,2	
	Истирание в петле, циклов	392	
	Пряжа. Образец 115.	Фактическая линейная плотность, текс	33,0
		Коэффициент вариации по линейной плотности, %	4,6
Разрывная нагрузка, Н		5,3	
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %		20,6	
Удельная разрывная нагрузка, сН/текс		16,1	
Удлинение при разрыве, %		3,6	
Коэффициент вариации по удлинению, %		14,2	
Крутка, кр/м		483	
Коэффициент вариации по крутке, %		16,2	
Коэффициент крутки $\alpha$		27,7	
Истирание в петле, циклов		410	

Руководитель ИЦ «ЦНИХБИ»

Лусинян И.В.

Ответственный исполнитель

Кабанова Т.С.



Копия передана  
Зав. конструкторским  
Б.П. Саушкина

Протокол испытаний кислородного индекса  
(ЗАО «Курскрезинотехника»)

## Система сертификации ГОСТ Р

Правила проведения сертификации продукции  
из резины и асбеста

Испытательный центр Закрытого акционерного общества «Курскрезинотехника»

Аттестат аккредитации  
на техническую компетентностьЗарегистрирован в Государственном  
реестре Системы сертификации ГОСТ Р  
№РОСС RU. 0001.22HX53  
305018, г. Курск, проспект Ленинского комсомола, 2,  
тел. (4712) 37-79-78, 38-12-82, 38-18-97


«Утверждаю»  
Руководитель испытательного центра  
ЗАО «Курскрезинотехника»  
Л.Ф. Монаева  
30.07.2008г.

ПРОТОКОЛ  
испытаний №65 от 30.07.2008г.

1. Наименование продукции: Образцы пряжи
2. Заказчик: ФГУП ЦНИИХБИ, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12
3. Дата получения образца: 24.07.2008г.
4. Основание для проведения испытаний: Письмо ООО «СЕРТИТЕСТ»
5. Дата испытаний: 29.07.2008г.
6. Условия испытаний:  
температура 23°C  
атмосферное давление 759 мм рт. ст.  
относительная влажность 59%
7. Результаты испытаний пряжи приведены в таблицах 1,2:

8. Таблица 1. - Результаты испытаний пряжи

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний					Метод испытания (обозначение ИД)	Наименование испытательного оборудования и средств измерения, дата поверки	Примечание
			Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Кислородный индекс	%	29,0	25,9	27,0	29,7	30,5	ГОСТ 12.1.044-89 п.4.14	Установка для определения КИ, поверка 1 раз в год, до 07.2009г.	*


Таблица 2. - Результаты испытаний пряжи

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний							Метод испытания (обозначение ИД)	Наименование испытательного оборудования и средств измерения, дата поверки	Примечание
			Вариант 6	Вариант 7	Вариант 9	Вариант 12	Вариант 13 Пламя	Вариант 14 Огонь				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11	
1.	Кислородный индекс	%	30,4	30,8	33,6	33,2	30,6	31,6	ГОСТ 12.1.044-89 п.4.14	Установка для определения КИ, поверка 1 раз в год, до 07.2009г.	*	

\*) Испытания проведены на образцах пряжи полного сечения закрепленных на держателе, путем обвивания. Скорость потока O<sub>2</sub> – воздушной смеси – 15 л/мин. Критерий оценки “КИ” – время горения 180 с.

Ответственные исполнители:

Начальник бюро

 Л.А. Храмцова

Протокол испытаний  
экспериментальных тканей в НИЦ «Одежда»  
(ОАО «ЦНИИШП»)

**Открытое акционерное общество**  
**«Центральный научно-исследовательский институт**  
**швейной промышленности (ОАО «ЦНИИШП»)**

**Научный испытательный центр «Одежда»**

107120, Москва, Костомаровский переулок, дом 3  
 тел. 917-21-17

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ**

№ 431 от "26" августа 2009 г.  
 на 2 страницах

1. Наименование заказчика: ФГУП «ЦНИХБИ»
2. Наименование продукции, ее характеристика и обозначение: образцы тканей
3. Акт отбора образцов: письмо № 1-07/279 от 7 августа 2009 г.
4. Программа испытаний: определение стойкости к прожиганию и стойкости к открытому пламени
5. Нормативная документация, используемая при проведении испытаний:  
 ГОСТ 12.4.184-97 «ССБТ. Ткани и материалы для специальной одежды, средств защиты рук и верха специальной обуви. Методы определения стойкости к прожиганию»  
 ГОСТ 11209 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Технические условия»
6. Климатические условия при проведении испытаний по ГОСТ 10681-75:  
 температура воздуха 20+2°C, относительная влажность 65+2 %.
7. Результаты испытаний:

Таблица 1










Наименование показателя	Результаты испытаний								
	обр. 1/1	обр. 1/2	обр. 1/11	обр. 4/4	обр. 6/6	обр. 9/9	обр. 11/1	обр. 11/2	обр. 11/11
Стойкость к прожиганию, с	10,8	11,6	15,1	0,7	2,1	1,8	1,8	1,2	2,8
Внешний вид образца									

Таблица 2

Наименование показателя	Результаты испытаний	Примечание	
1	2	3	
Огнестойкость (время контакта с пламенем 30 с), с	<b>образец 1/1</b> остаточное горение остаточное тление	отсутствует 4-5 с	Ткань пробы не поддерживает горение
	<b>образец 1/2</b> остаточное горение остаточное тление	отсутствует 7-8 с	Ткань пробы не поддерживает горение
	<b>образец 1/11</b> остаточное горение остаточное тление	отсутствует 10 с	Ткань пробы не поддерживает горение

Стр.2, всего страниц 2. Протокол  
№ 431 от "26" августа 2009 г.

Продолжение таблицы 2

1	2	3	
	образец 4/4 остаточное горение остаточное тление	12-15 с —	Проба охватывается огнём по всей длине и полностью сгорает.
	образец 11/1 остаточное горение остаточное тление	отсутствует 8-10 с	Ткань пробы не поддерживает горение
	образец 11/2 остаточное горение остаточное тление	отсутствует 10-12 с	Ткань пробы не поддерживает горение
	образец 11/11 остаточное горение остаточное тление	отсутствует 10-12 с	Ткань пробы не поддерживает горение

Дополнительная информация: Из-за недостаточного размера представленных образцов № 2/2, 3/3, 5/5 провести испытания на огнестойкость и стойкость к прожиганию не представляется возможным. По остальным образцам испытания были проведены на недостаточном количестве элементарных проб, поэтому полученные результаты являются ориентировочными и не могут давать полного представления о воздействии контактного тепла и открытого пламени на представленные образцы.

Протокол испытаний распространяется только на испытанные образцы и не может быть использован при сертификации продукции.

Протокол испытаний не может быть частично или полностью перепечатан без разрешения НИЦ «Одежда».

Руководитель НИЦ «Одежда



Л.И. Кириллова

Исполнитель

Е.В. Коваль



## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Производственные исследования выработки огнезащитных пряжи и тканей с использованием аппаратной системы прядения шерсти на ОАО «Сукно» (г. Минск, Беларусь)

- Технологические режимы производства пряжи
- ТУ 9052-003-00302178-2009 «Пряжа из смеси химических огнестойких и натуральных волокон для ткацкого и трикотажного производства»
- Протоколы испытаний суровых и готовых тканей
- Технологические режимы производства суровых огнезащитных тканей
- Технологический режим огнезащитной отделки тканей, выработанных из смеси натуральных и химических огнестойких волокон
- ТУ 8388-003-00302178-2009 «Ткани термо-, огнезащитные технические»
- Заключение ООО «НИИОТ в г. Иваново» о возможности применения огнезащитных тканей для изготовления специальной одежды и СИЗ рук
- Акты о выработке опытно-промышленных партий пряжи и тканей
- Протоколы испытаний ООО НПП «Армоком-Центр» (ткани до и после химчистки)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
 «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ИНСТИТУТ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»  
 (ФГУП ЦНИХБИ)



«Утверждаю»

заместитель директора ФГУП ЦНИХБИ  
 по научной работе, к.т.н.

\_\_\_\_\_ Е.П. Лаврентьева

\_\_\_\_\_ 2008 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ  
 производства аппаратной пряжи из смесей  
 огнестойких волокон и шерсти  
 (проект)

Ответственный исполнитель

Заведующий отделом прядения хлопка  
 и химических волокон

 —

В.В. Дьяченко

Москва 2008 г.

## **Введение**

Технологические режимы производства пряжи на основе использования огнестойких волокон в смеси с шерстью, выработанной по аппаратной системе прядения шерсти, разработаны с учётом ассортимента тканей сварщиков и металлургов, предназначенных для спецодежды, выбранного сырьевого состава и оборудования, имеющегося на ОАО «Сукно» (г. Минск, РБ).

## **1. Сырьё**

В качестве сырья для выработки огнезащитных тканей, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, используются следующие виды химических и натуральных волокон:

- огнестойкое термоокисленное полиакрилонитрильное (ПАН) волокно Нитокс<sup>®</sup>;
- огнестойкое параарамидное волокно Русар<sup>®</sup>;
- полиамидное волокно (капрон);
- натуральное волокно – шерсть гребенная, репейная, помесная 64-60<sup>®</sup>.

Данные волокна участвуют в проектировании смесей и выбраны из соображений обеспечения высоких огнестойких свойств, устойчивости тканей к прожигу и защиты от брызг расплавленного металла. Натуральное шерстяное волокно должно обеспечивать хорошие гигиенические свойства, комфортность и высокие эксплуатационные свойства.

Введение капрона в смесь имеет целью получение более гладкой поверхности тканей за счёт плавления его под действием высоких температур, что позволит повысить стойкость к прожигаемости тканей.

В качестве оптимальных составов сырья для выбранного направления использования тканей – спецодежда для сварщиков и металлургов – предложены следующие составы смесей:

Вариант 1	Вариант 2
Нитокс – 42,3%	Нитокс – 40%
Русар – 18,2%	Русар – 20%
Капрон – 7,5%	Шерсть – 40%
Шерсть – 32,0%	

Физико-механические показатели волокон должны отвечать требованиям соответствующей нормативно-технической документации (НТД), а их свойства, гарантирующие безопасность людей, подтверждены санитарно-эпидемиологическими заключениями на каждый вид волокна.

Нормативно-техническая документация (НТД), регламентирующая качество используемого сырья:

1. «Шерсть тонкая сортированная мытая»

Технические условия

ГОСТ 26383-84

2. «Волокно полиамидное штапельное для текстильной промышленности»

ТУ 6-13-5-99, изменение №1-01.01.2004 г.

3. «Жгут полиакрилонитрильный термостабилизированный Нитокс®»

ТУ 1919-005-18070047-2005

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 50.99.03.191.П.005398.04.07 от 26.04.2007:

- жгут полиакрилонитрильный термостабилизированный «Нитокс®» соответствует санитарным правилам ГН 2.1.6.1338-03 «ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест», ГН 2.3.3.972-00 «ПДК химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами».

Область применения: для изготовления изделий технического назначения: текстильной пряжи (для изготовления огнестойких тканей) и негорючих тканей (для изготовления спецодежды).

4. «Нить Русар® номинальной линейной плотности 58,8 текс»

ТУ 2272-001-51605609-00

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 61.РЦ.01.227.П 003684.06.07:

- нить Русар соответствует санитарным правилам СанПиН 2.4.7/1.1.1286-03 «Гигиенические требования к одежде для детей, для подростков и взрослых»

Область применения: для изготовления технических тканей и изделий специального назначения.

Подготовка сырья перед смешиванием и переработкой в прядении включает в себя следующие дополнительные процессы:

- используемая шерсть гребенная репейная светло-серая помесная 64-60<sup>к</sup> подвергается карбонизации на агрегате непрерывного действия «Хирано-Кинзоки» (Япония);
- волокно полиамидное (капрон) подвергается крашению прямыми красителями (в чёрный цвет) на аппаратах типа «Линдер»;
- жгутовое термоокисленное полиакрилонитрильное волокно Нитокс<sup>®</sup> подвергается штапелированию на ленточно-штапелирующей машине ЛРШ-70.

## **2. Основные технологические переходы и оборудование**

Производство пряжи по аппаратной системе прядения шерсти включает следующие основные технологические процессы:

- дозирование и смешивание компонентов
- чесание
- прядение
- трощение
- кручение
- перемотка

Для этой цели рекомендуется следующая технологическая цепочка оборудования:

Щипально-замасливающая машина АВ-5В (Польша)

Смесовая машина С-12-1 (РФ)

Немеханизированные расходные лабазы

Чёсальный трёхпрочёсный аппарат CR-24 (Польша, фирма Бефама)

Прядильная машина ПБ-114 Ш-1 (РФ)

Тростильная машина RZ-16-и (Польша)

Крутильная машина фасонной крутки PL-31A (Польша)

Мотальная машина М-150-2 (Таджиктекстильмаш)

### **3. Основные параметры технологических процессов заправки оборудования при выработке аппаратной пряжи 84 текс и 84 текс х 2 из смесей огнестойких химических волокон и шерсти**

#### **3.1. Технологический процесс выработки аппаратной пряжи**

Одним из основных процессов аппаратной системы прядения шерсти является составлении смесей. При этом одинаково важным является как точное дозирование компонентов, так и их смешивание.

Учитывая, что в процессе смешивания участвуют самые разнообразные компоненты резко отличающиеся по своим физико-механическим и прядильным свойствам, а часто и по цвету, а также то, что после смесовой машины имеется только один процесс – чесание, в котором продолжается смешивание волокон, можно сказать, что процесс смешивания является ответственным процессом аппаратной системы прядения.

Технологический процесс выработки аппаратной пряжи протекает следующим образом.

Дозирование волокон осуществляется за счёт взвешивания каждого отдельного компонента, подготовленного к переработке, и подачи их на питающую решётку щипально-замасливающей машины АВ-5В в виде сэндвича, где каждый компонент в зависимости от заданного содержания его в смеси образует слой, на который накладывается следующий компонент.

На щипально-замасливающей машине должно проводиться эмульсирование компонентов смесей на эмульсионно-замасливающем устройстве ЗУ-III2.

Для указанных вариантов смесей рекомендуется следующий состав эмульсии:

Антистатик Авив ПЭГ производства НПФ «Траверс»	- 1,0%
Замасливатели Авив3к производства НПФ «Траверс»	- 0,8%
Вода тёплая (35-40 <sup>0</sup> С)	- 98,2%
Расход эмульсии составляет около 20% от веса волокна.	

Смесь после щипально-замасливающей машины должна иметь равномерное распределение компонентов и быть равномерно замасленной по всей массе. После этого смесь по пневмотранспорту подаётся в круглую (диаметр – 4,6 м, высота – 3,0 м) смесовую машину С-12-1 для создания однородной смеси. Процесс смешивания на ней должен производиться в замкнутом цикле, т.е. в два приёма: сначала компоненты смеси постепенно рассеиваются в камере машины на дно- карусель, а затем, когда вся партия сырья выгружена – вертикальная игольчатая решётка отбирает из образованной таким образом постели, надвигаемой на решётку, тонкие поперечные слои одновременно ото всех горизонтальных слоёв загруженных компонентов и полученная смесь снова подаётся в камеру смесовой машины для двухкратного перевала. После этого смесь уносится из смесовой машины в немеханизированные расходные лабазы по пневмотранспорту.

В лабазах волокно вылёживается в течение 24 часов и затем вручную выгружается и подаётся на чесальные аппараты.

Сущность процесса чесания на трёхпрочесном чесальном аппарате CR-24 фирмы Бефама заключается в последовательном разделении клочков смесей на отдельные группы и на отдельные волокна, при этом происходит отделение от волокон, оставшихся сорных примесей, мелкого и непрядомого волокна, перемешивание и выравнивание прочёсываемой волокнистой массы, преобразование потока распрямлённого и ориентированного в одном направлении волокнистого материала в аппаратную ровницу.

Чесальный трёхпрочесный аппарат состоит из следующих основных частей:  
самовес

предварительный прочёсыватель  
 первый прочёс  
 лентообразователь  
 лентоукладчик  
 второй прочёс  
 лентообразователь  
 лентоукладчик  
 третий прочёс  
 ровничная каретка.

Выработка пряжи производится на применяемых в аппаратном прядении шерсти безбалонных кольцевых прядильных машинах ПБ-114-Ш с вытяжным прибором системы ЦНИИшерсти с круглым игольчатым валиком и постоянным углом обхвата мычкой круглого гребня.

Далее пряжа подвергается трощению, кручению и перематыванию.

Одиночную пряжу подвергают трощению для повышения качества кручёной пряжи и повышения эффективности работы крутильных машин. Для трощения пряжи в два сложения используется тростильная (пряжесоединительная) машина RZ 16-и. Машина RZ 16-и отличается от RZ 16 тем, что на RZ 16-и питающая паковка – початок, а на RZ 16 – коническая бобина.

Для кручения пряжи используется крутильная машина фасонной крутки PL-31А, на которой можно крутить и гладкую пряжу.

Перемотка кручёной пряжи осуществляется на мотальной машине М-150-2 на бобины в количестве и массой, необходимых для снования.

Перемотанные конические бобины поступают на сновальные машины для приготовления основы и на ткацкие станки в качестве утка.

### 3.2. Основные технические характеристики и параметры заправки оборудования

#### Щипально-замасливающая машина АВ-5В (Польша)

Рабочая ширина, мм	1200
Главный барабан	1200
диаметр, мм	165
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	
Глубина вхождения колков валиков в колки барабанов (присадка), мм:	
питающие валики	1,5
рабочие валики	2,0
съёмные валики	1,5
Скорость питающей решётки, м/мин	5,8
Масса настила на 1 м <sup>2</sup> питающей решётки, кг	1,5-2,0
Производительность, кг/час	500-600
Общая мощность установленных электродвигателей, кВт	9,8
Габариты, мм:	
длина	3900
ширина	1680
высота	1700

#### Смесовая машина С-12-1 (РФ)

состоит из основных сборочных единиц:

- круглой камеры с рамой;
- карусели с приводом;
- отбирающего устройства - вертикальной игольчатой решётки;
- рассеивателя;
- вентилятора с диффузором;
- потолка с приёмной трубой;
- воздуховода.



Техническая характеристика  
и параметры заправки

Рабочий диаметр камеры, мм	4580
Высота постели, мм	3000
Объём камеры (компонентов смеси), м <sup>3</sup>	43
Плотность смеси в камере, кг/м <sup>3</sup>	35
Масса постели при объёмной массе настила волокон 35 кг/м <sup>3</sup> , кг	1500
Производительность по питанию, кг/г	до 1000
Производительность по готовой смеси за 8 ч, т	5,1-7,3
Установленная мощность, кВт	40
Производительность вентилятора и выгрузки, м <sup>3</sup> /час	7200
Число игольчатых планок на решётке (штук), закреплённых на четырёх втулочно-роликовых цепях	156
Иглы: диаметр, мм	5
конические на длине, мм	35
на одной планке, штук	48
шаг иглы по ширине камеры, мм	$t_{ш}=45$
по высоте, мм	$t_{в}=44$
угол наклона игл в плоскости решётки	45°
Рабочая ширина решётки, мм	2070
Полезная высота решётки к вертикали, мм	3407
Линейная скорость решётки, м/сек	2,12

Чёсальный трёхпрочёсный аппарат CR-24 фирмы Бефама

Рабочая ширина, мм	1800		
Характеристика прочёса	3 пары рабочих валиков		
Число основных прочёсов	3		
Диаметр главного барабана, мм	1270+22		
Диаметр рабочих валиков, мм	163+22 первого		
	188+22 остальных		
Диаметр съёмного барабана, мм	1050+2		
Гарнитура	гибкая		
Ширина делительного ремешка, мм	10,5		
Ширина делительных ремешков, мм			
длинных	1800		
коротких	1400		
Число пар сучильных рукавов	4		
Периметр (внутренний) сучильных рукавов, мм	920/1000		
Габаритные размеры, мм			
ширина	3520		
длина в рабочем состоянии	20510		
высота	2800		
Число оборотов и окружная скорость главных барабанов чёсальных машин:			
наименование машин	п гл-б, об/мин	V гл-б, м/мин	
загонная	130±5	527±20	
ваточная	130±5	527±20	
ровничная	130±5	527±20	
Скорости рабочих валиков и прочесные числа			
наименование машин	п р-в, об/мин, V р-в, м/мин, проч. числа		
загонная	8,0	5,9	89,3
ваточная	7,0	5,2	101,3
ровничная	6,0	4,4	119,7
Режим работы самовеса:			
масса порции, г	300		
линейная скорость колкового полотна, м/мин	2,8		
число отвешиваний за 1 мин	1,09		
продолжительность цикла в сек	55		
время заполнения чашки весов в сек	40		

## Примечания:

1. Время заполнения чашки весов регулируется изменением скорости колковой решётки и присадки уравнивающего гребня к гарнитуре колковой решётки (средняя присадка 12 мм).
2. Скорость питающих валиков загонной машины должна быть равна скорости движения питающей решётки или отставать от неё не более чем на 2-3%.
3. Вес броска самовеса для смесей содержащих более 40% нитрона не должна превышать 300 г.

## Разводки между рабочими органами чёсального аппарата

	мм	(шаблон)
Разводки, рабочие органы		
передаточный валик - главный барабан	0,50	(20)
главный барабан – рабочие валики		
1-ый	0,60	(24)
2-ой	0,55	(22)
3-ий	0,50	(20)
4-ый	0,45	(18)
5-ый	0,40	(16)
главный барабан - разъемные валики	0,50	(20)
рабочие валики - съёмные валики	0,50	(20)
главный барабан - надбегунник	0,60	(24)
главный барабан - подбегунник	0,60	(24)
главный барабан - съёмный барабан	0,35	(14)
съёмный барабан - съёмный гребень	0,35	(14)
Ширина меловой полоски, мм	34	
Опережение бегуна, %	18	
Размеры сучильных рукавов и делительных ремешков		
количество ремешков	160	
ширина ремешков, мм	10,5	
количество ровничных нитей на бобине	20	
Периметры сучильных рукавов, мм:		
верхнего	1920 x 920	
нижнего	1920 x 1000	
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> сучильного вала при линейной скорости накатных валиков от 15 до 19,9 м/мин	220	

Режим работы делительной каретки  
(сучение на аппаратах фирмы Бефама)

1. Амплитуда сучения принята независимой от периметра сучильных рукавов.
2. Относительная интенсивность сучения ровницы, мм/мин

$$E = n \cdot e,$$
 где

$n$  – частота вращения сучильного вала, мин<sup>-1</sup>;

$e$  – эксцентриситет сучильного устройства, мм

Частота вращения сучильного вала должна уменьшаться обратно пропорционально корню квадратному из периметра сучильного рукава и возрастать прямо пропорционально линейной скорости накатных валиков.

Значение  $e$  на чёсальных аппаратах фирмы Бефама составляет от 0 до 17,5 мм, в данном случае  $e = 10$  мм, а значит, относительная интенсивность сучения равна 2200 мм/мин.

3. При увеличении ширины меловой полоски и величины опережения бегуна ниже норм увеличивается количество волокнистого материала, оставшегося в гарнитуре главного барабана, что способствует повышению равномерности ровницы и одновременно ускорению забивания гарнитуры главного барабана.

Окружная скорость съёмного барабана ровничных машин, м/мин

V накат. валиков	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	34	25
V съёмного барабана	13,0	13,9	14,8	15,8	16,7	17,6	18,5	19,4	20,4	21,3	22,2	23,2

Размеры и вес бобин

Для линейной плотности ровницы 165 текс и меньше:

рабочая ширина аппарата, мм	1800
число бобин в горизонтальном ряду	2
диаметр бобины, мм	350
масса бобины, кг	4,0
плотность намотки, г/см <sup>3</sup>	0,064±0,10

Прядильная кольцевая безбалонная машина ПБ-114-Ш

Расстояние между веретёнами, мм	114
Количество веретён, шт	300
Диаметр металлокерамического кольца, мм	85
Типоразмер веретена	ВМТ-38-69-0-1
Кинематическая частота вращения веретён, мин <sup>-1</sup>	4000-7500
Скорость выпуска пряжи, м/мин, не более	25
Линейная плотность вырабатываемой пряжи, текс (номер)	45-165 (22-6)
Тип вытяжного прибора	Системы ЦНИИ шерсти с круглым игольчатым валиком ВПМ-54 и постоянным углом обхвата мычкой круглого гребня
Вытяжка	1,2-2,8
Разводка между осью питающих и вытяжных цилиндров, мм	110-180
Число кручений на 1 м	100-700
Направление крутки	правое
Высота намотки, мм	300
Нагрузка на нажимные валики вытяжной пары, Н	50-100
Диаметры цилиндров, мм:	
питающий	32
вытяжной	
верхний	19
нижний	32
Игольчатый валик (по вершинам игл)	45
Раскатный барабан	150
Блочек веретена	38
Главный вал	200
Число нитей на питающей бобине	20
Длина раскатных барабанов, мм	850
Диаметр питающей бобины, мм, не более	350
Ход водилки ровницы, мм, не более	44
Мычкоуловитель	пневматический
Разряжение в воздуховоде мычкоуловителя у головной части машины, Па, не менее	700
Мощность электродвигателя, кВт:	
для наработки тела початка	22
для наработки гнезда початка	17
для вентилятора мычкоуловителей	4
автоматического опускания кольцевой планки	1,1
Габаритные размеры машины, мм:	
высота	1850
ширина	1350
длина (максимальная)	19300

Тростильная (пряжесоединительная) машина RZ 16-и (Польша)

Линейная плотность перерабатываемой пряжи, текс	(42+10) x 2
Число барабанчиков на машине	64
Расстояние между барабанчиками, мм	260
Диаметр мотального барабанчика, мм	250
Число страчиваемых нитей	2
Скорость наматывания, м/мин	300-800 изменяется бесступенчато
Форма питающей паковки	початок
Форма наматываемой (выходной) паковки	цилиндрическая бобина крестовой намотки
Размеры выходной паковки, мм:	
длина	125
максимальный диаметр	220
Тип чистителя	индивидуальный щелевой
Тип натяжителя	нагрузной (3 тарельчатых натяжителя)
Контрольно-отрезной аппарат	3 герконовых датчика обрыва пряжи и электромагнитный нож
Электродвигатель:	
мощность, кВт	2,2
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	950
Габаритные размеры, мм:	
длина	8620
ширина	2170 (1430)
высота	1670

Крутильная машина фасонной крутки PL-31A (Польша)

Крутильная машина фасонной крутки PL-31A (Польша) предназначена для приготовления пряжи фасонного кручения, но на ней можно крутить и гладкую пряжу.

Число веретён на машине	80 x 2
Расстояние между веретёнами, мм	132
Высота намотки (подъём кольцевой планки), мм	300
Диаметр кольца, мм	100
Тип намотки	коническая
Тип выпускного аппарата	одноцилиндровый с самогрузным валиком
Диаметр, мм	
цилиндра	32
самогрузных валиков	55
Линейная плотность вырабатываемой пряжи, текс	50-1000
Крутка, число кручений на 1 м	50-600
Направление крутки	левое
Тип входящей паковки	цилиндрическая бобина крестовой намотки
Частота вращения веретён, мин <sup>-1</sup>	1000-5000
Электродвигатель:	
мощность, кВт	7,5 для каждой сторонки
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1430
Габаритные размеры, мм:	
длина	12700
ширина	1140
высота	2146

Мотальная машина М-150-2

Линейная плотность пряжи, текс	500-15,5
Линейная скорость перематывания, м/мин	400-1200
Размеры бобины (выходной паковки), мм:	
большой диаметр	230
малый диаметр	190
высота намотки	150
Угол конуса намотки бобины	11 <sup>0</sup> 30'
Плотность намотки аппаратной пряжи на бобине, г/см <sup>3</sup>	0,34-0,38
Диаметр мотального барабанчика, мм	90
Длина мотального барабанчика, мм	173
Средний шаг винтовой канавки, мм	50,3
Число барабанчиков в секции	20
Общая мощность электродвигателей, кВт	11,4
Габаритные размеры, мм:	
ширина	
высота	
длина (при числе головок от 10 до 120)	4040÷16740

**3.3. Основные результаты, полученные при использовании рекомендуемых технологических параметров выработки пряжи 84 текс и 84 текс x 2 из двух вариантов смесей огнестойких волокон и шерсти**

Вариант 1 (Пламя)

Нитокс	– 42,3%
Русар	– 18,2%
Капрон	– 7,5%
Шерсть	– 32,0%



Вариант 2 (Огонь)

Нитокс	– 40%
Русар	– 20%
Шерсть	– 40%

Состав эмульсии

Антистатик Авив ПЭГ	– 1,0%
Замасливатель Авив 3к	– 0,8%
Вода тёплая (35-40 <sup>0</sup> С)	– 98,2%
Расход эмульсии	–20% от веса волокна

Качество пряжи, выработанной из двух вариантов смесей, одиночной и кручёной представлено в таблице 12. Эти данные могут являться основой при составлении технических условий на данную пряжу.

Таблица 12 – Физико-механические показатели волокон по данным испытаний ФГУП ЦНИХБ И и требования НТД

№ п/п	Наименование показателей	НИТОКС®		Русар®		Шерсть суровая		Капрон	
		исп.	ТУ	исп.	ТУ	исп.	ГОСТ	исп.	ТУ
1	2	3	4	5	6	9	10	7	8
1	Линейная плотность волокна, текс (номер)	0,176 (5682)	0,170 (5882)	0,208 (4808)	0,200 (5000)	0,615 (1626)	-	0,393 (2545)	0,330 (3030)
2	Разрывная нагрузка волокна, сН	3,50	-	11,20	-	9,10	-	21,40	-
3	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс (гс/текс)	19,90 (20,3)	20,00 (20,4)	53,80 (54,8)	-	14,80 (15,1)	не < 8,0	54,50 (55,5)	не < 37
4	Удлинение при разрыве, %	22,10	16,00	6,70	-	28,10	-	66,00	не > 70
5	Разрывная нагрузка при разрыве петлей, сН	0,32	-	1,10	-	7,02	-	18,60	-
6	Удельная разрывная нагрузка при разрыве петлей, сН/текс (гс/текс)	1,60 (1,63)	-	5,30 (5,4)	-	11,40 (11,6)	-	47,30 (48,2)	-
7	Сохранение прочности в петле, %	9,00	-	9,80	-	76,90	-	76,20	-
8	Длина волокна, мм: -средняя массодлина -модальная -штапельная	(80,6)	-	62,4	-	78,3	-	64,4	-
		-	-	62,0	-	-	-	65,0	-
		-	-	63,1	-	-	55,0	66,4	-
9	Число извитков на 1 см.	0,00	-	0,0	-	3,4	-	5,2	не < 3,5
10	Степень извитости, %	0,00	-	0,0	-	26,3	-	5,6	-
11	Изгибостойчивость волокон, циклов	11761,00	-	-	-	-	-	100000,00	-
12	Коэффициент трения: -волокна по волокну -волокна по металлу	0,185 0,135	-	0,192 0,141	-	0,297 0,126	-	0,269 0,147	-
13	Коэффициент вариации, %: -по разрывной нагрузке -по удлинению -по длине	29,00 17,00 -	-	15,10 14,40 1,08	-	31,60 36,80 19,11	-	16,40 29,40 1,91	-
14	Тонина волокон, мкм	12,7	-	14,0	-	24,3	-	20,9	-
15	Кислородный индекс, %	45,40	-	38,20	-	21,40	-	21,60	-
16	Нормативная влажность, %	9,5	-	11,2	-	16,5	-	5,2	-

ОКП 905200

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГУП ЦНИХБИ, к.э.н.



*А.И. Акчурин*  
2009г.

**ПРЯЖА ИЗ СМЕСИ ХИМИЧЕСКИХ ОГНЕСТОЙКИХ И НАТУРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ ТКАЦКОГО И ТРИКОТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Технические условия

ТУ 9052-003-00302178-2009

Введены впервые

Срок действия с *14 января* 2009г.

Заместитель директора по научной работе, к.т.н

*Е.П. Лаврентьева* - Е.П.Лаврентьева

Инов. № подл.	Подп. и д. та	Взам. Инов. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата



МОСКВА 2009

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии  
ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»  
зарегистрирован государственный стандарт  
внесен в реестр *20.10.2009*  
из № *200/108-005*

Настоящие технические условия распространяются на пряжу из смесей химических огнестойких и натуральных волокон, однониточную и крученую, вырабатываемую по аппаратной системе прядения шерсти, предназначенную для ткацкого и трикотажного производства.

Пряжа предназначена для использования ее при производстве тканей для спецодежды, трикотажных изделий и средств индивидуальной защиты рабочих горячих цехов.

Перечень нормативных документов, на которые даны ссылки в настоящих технических условиях, приведен в Приложении А.

Пример обозначения пряжи при заказе и в документации «Пряжа однониточная и крученая из смеси химических огнестойких и натуральных волокон для ткацкого и трикотажного производства» - ТУ 9052-003-00302178-2009 :

Пряжа однониточная / крученая, линейной плотности	Аппаратная	Нитокс®/Шерсть
Пряжа однониточная / крученая, линейной плотности	Аппаратная	Нитокс®/Шерсть/Арселон®
Пряжа однониточная / крученая, линейной плотности	Аппаратная	Нитокс®/Шерсть/Русар®
Пряжа однониточная / крученая, линейной плотности	Аппаратная	Нитокс®/Шерсть/Русар®/ Капрон
Тк- пряжа для ткацкого производства		
Тр-пряжа для трикотажного производства		

## 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1 Основные параметры и характеристики:

1.1.1 Пряжа из химических огнестойких и натуральных волокон должна соответствовать требованиям настоящих технических условий и вырабатываться по технологическим режимам, разработанным ФГУП ЦНИХБИ и утвержденным в установленном порядке.

1.1.2 Массовая доля (%) химических, огнестойких и натуральных волокон:

Нитокс®/Шерсть	50/50
Нитокс®/Шерсть/Арселон®-С	35/35/30
Нитокс®/Шерсть/Русар®	40/40/20
Нитокс®/Шерсть/Русар®/Капрон	42/32/18/8

ТУ 9052-003-00302178-2009

...в. № ...	...ОДП. н. дата	Зам. мин. №	...гид. № докум.	...ОДП. н. дата	Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Пряжа из смеси химических огнестойких и натуральных волокон для ткацкого и трикотажного производства	Лит.	Лист	Листов
					Разраб.	Бурданова О.Ю.	<i>[Подпись]</i>					2	22
					Проверил	Дьяченко В.В.	<i>[Подпись]</i>						
					Утвердил	Лаврентьева Е.П.	<i>[Подпись]</i>						

При вложении указанных волокон отклонение массовой доли составляющих компонентов при дозировании разных видов смешиваемых волокон должно составлять не более  $\pm 5\%$ .

1.1.3 Пряжа вырабатывается по аппаратной системе прядения шерсти, однониточная и крученая, ткацкого и трикотажного назначения.

1.1.4 Требования к сырью.

Волокна применяемые для изготовления пряжи, должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации, химические волокна должны быть разрешены к применению Министерством здравоохранения РФ для этих целей. Качество волокон должно соответствовать требованиям следующей нормативно-технической документации:

- ТУ 1919-005-18070047-2005 «Жгут полиакрилонитрильный термостабилизированный НИТОКС® «;
- ТУ 2272-001-51605609-00 «Нить Русар® номинальной линейной плотности 58,8 текс»;
- ТУ 6-13-5-99, изменение №1-01.01.2004 г «Волокно полиамидное штапельное для текстильной промышленности»;
- ГОСТ 26383-84 «Шерсть тонкая сортированная мытая» Технические условия;
- ТУ РБ 400031289.146-2002 «Волокно штапельное Арселон-С».

Допускается использование указанных волокон, вырабатываемых по другим нормативным документам, а также использование импортного сырья, обеспечивающего качество выпускаемой продукции в соответствии с требованиями настоящих технических условий.

1.1.5 Пряжа по физико-механическим и гигиеническим свойствам должна соответствовать требованиям, указанным в таблицах 1-4 .

1.1.6 В зависимости от физико-механических показателей пряжу делят на сорта: первый и второй.

1.1.7 Сорт пряжи определяют по наихудшему показателю из трех : удельной разрывной нагрузки, коэффициента вариации по разрывной нагрузке и коэффициента вариации по линейной плотности .

1.1.8 Нормированную (кондиционную) влажность смешанной пряжи устанавливают в зависимости от нормированной (кондиционной) влажности и процентного содержания каждого компонента в смеси и определяют по формуле:

$$НВ = \frac{НВ_1 \cdot D_1 + \dots + НВ_n \cdot D_n}{100},$$

где  $НВ_{1..n}$  – нормированная влажность компонентов, %

$D_{1..n}$  -процентное содержание компонентов в смеси , соответственно.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>ТУ 9052-003-00302178-2009</b>	Изд.
						Лист
						Лист
						3

Подп. и дата  
 Изм. № док.  
 Изм. инв. №  
 Подп. и дата  
 Изм. № док.

Нормированная влажность пряжи, для указанных смесей, приведена в таблицах 1-4.

1.1.9 Пряжа должна поставляться на бобинах. Допускается по согласованию с потребителем поставлять пряжу в початках.

1.1.10 Маркировка по ОСТ17-96-86, ГОСТ 14192-96.

1.1.10.1 Внутри каждой бобины вкладывается ярлык с указанием линейной плотности пряжи, сырьевого состава, номера партии и номера работника. Реквизиты предприятия изготовителя на ярлык наносятся штампом (клеймом).

1.1.10.2 Товарную пряжу поставляют в бобинах с мотальных машин, плотность намотки пряжи не более  $0,34-0,38 \text{ г/см}^3$ . По согласованию между предприятием-изготовителем и предприятием-потребителем устанавливают:

- массу, диаметр бобин и длину намотки на бобинах;
- размеры початков по массе, диаметру, высоте конусов и высоте намотки.

1.1.10.3 Не допускается намотка пряжи на дефектные патроны, конуса.

1.1.10.4 Пряжу трикотажного назначения парафинируют. Содержание парафинирующего состава должно быть  $0,3-0,8\%$  от массы пряжи, по ГОСТ 9092-81.

1.1.11. Упаковка.

1.1.11.1 Пряжу на бобинах упаковывают в мешки из полиэтиленовой пленки, упаковочной ткани из всех видов волокон, картонные коробки (но не более 10 слоев бобин), ящики и другую тару по ОСТ17-96-86, обеспечивающую сохранность пряжи при хранении и транспортировании. Пряжу на бобинах допускается предварительно упаковывать в индивидуальные мешки.

1.1.11.2 Внутри и снаружи каждого ящика, мешка, коробки или транспортного пакета помещают ярлык где указывают:

- наименование и местонахождение (юридический адрес) предприятия изготовителя, товарный знак;
- наименование пряжи;
- сырьевой состав пряжи;
- номинальную линейную плотность пряжи;
- сорт пряжи;

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

					<b>ТУ 9052-003-00302178-2009</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

в. № \_\_\_\_\_ г. О.П. \_\_\_\_\_ Зам № \_\_\_\_\_ а. № \_\_\_\_\_ деп. \_\_\_\_\_ а

Таблица 1- Физико-механические показатели одиночной и крученной пряжи из смеси НИТОКС® /Шерсть

Номинальная линейная плотность пряжи, текс (№)	Допуск отклонен линейной плот от номинальной, %	Сырьевой состав смеси, %	Сорт	Удельная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс (гс/текс), не менее	Коэффициент вариации, % не более		Коэффициент крутки, не более	Нормированная (кондиционная) влажность, %
					по разрывной нагрузке	по линейной плотности		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
84 – 100 (11,9-10,0)	+4	НИТОКС® -50	I	4,5 (4,6)	20,0	7,5	40,0 (34)*	11,0
	-5		II					
84 текс x 2 - 10 текс x 2 (11,9/2 -10/2)	+4	Шерсть-50	I	5,5 (5,6)	18,0	6,5	28 (24)*	11,0
	-5		II					

( )\* - для пряжи трикотажного назначения

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ТУ 9052-003-00302178-2009

Лист

5

№ Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

ТУ 9052-003-00302178-2009

Лист

6

Таблица 2- Физико-механические показатели одиночной и крученной пряжи из смеси НИТОКС®/Шерсть/Арселон®-С

Номинальная линейная плотность пряжи, текс (№)	Допуск отклонения линейной плотности от номинальной, %	Сырьевой состав смеси, %	Сорт	Удельная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс (г/текс), не менее	Коэффициент вариации, %, не более		Коэффициент крутки, не более	Нормированная (кондиционная) влажность, %
					по разрывной нагрузке	по линейной плотности		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
72 – 84 (13,9 - 11,9)	+ 4,0 - 5,0	НИТОКС® - 35 Шерсть- 35 Арселон®-С - 30	I	5,0 (5,1)	17,5	7,0	36 (30)*	11,3
			II		20,5	9,0		
72текс x 2- 84 текс x 2 (13,9/2 – 11,9/2)	+ 4,0 - 5,0		I	6,0 (6,1)	16,5	6,0	25 (21)*	
			II		19,5	8,0		

( )\* - для пряжи трикотажного назначения



№ 1	дп. 1	зам.	№	№ 1	дп. и
-----	-------	------	---	-----	-------

Таблица 3- Физико-механические показатели одиночной и крученной пряжи из смеси НИТОКС®/Шерсть/Русар®

Номинальная линейная плотность пряжи, текс (№)	Допускание отклонения линейной плотности от номинальной, %	Сырьевой состав смеси, %	Сорт	Удельная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс (гс/текс), не менее	Коэффициент вариации, %, не более		Коэффициент крутки, не более	Нормированная (кондиционная) влажность, %
					по разрывной нагрузке	по линейной плотности		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
80 ; 84 (12,5 ; 11,9)	+ 4,0 -5,0	НИТОКС® -40	I	6,5 (6,6)	17,5	7,0	36,0 (31,0)*	9,7
			II		20,5	9,0		
80 текс x2; 84 текс x 2 (12,5/2 ; 11,9 / 2)	+ 4,0 -5,0	Шерсть-40 Русар®-20	I	7,5 (7,7)	16,5	6,0	25 (21,5)*	9,7
			II		19,5	8,0		

\* - для пряжи трикотажного назначения

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 9052-003-00302178-2009	Лист
						7

№	дп.	з	зам.	№	№	дп. 1

Таблица 4- Физико-механические показатели одиночной и крученной пряжи из смеси НИТОКС®/Шерсть/Русар®/Капрон

Номинальная линейная плотность пряжи, текс (№)	Допускательные отклонения линейной плотности от номинальной, %	Сырьевой состав смеси, %	Сорт	Удельная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс (гс/текс), не менее	Коэффициент вариации, %, не более		Коэффициент крутки, не более	Нормированная (кондиционная) влажность, %
					по разрывной нагрузке	по линейной плотности		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
80 – 84 (12,5-11,9)	+4	НИТОКС® -42 Шерсть-32 Русар®-18 Капрон -8	I	6,5 (6,6)	17,5	7,0	36 (30)*	8,8
	-5		II		20,5	9,0		
80текс x 2 84 текс x 2 (12,5/2-11,9/2)	+4		I	8,0 (8,2)	16,5	6,0	25 (21)*	
	-5		II		19,5	8,0		

(\*)\* - для пряжи трикотажного назначения

ТУ 9052-003-00302178-2009

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Лист  
8

- вид паковки;
- номер партии;
- массу нетто, кг;
- массу брутто кг;
- фактическую влажность, %;
- нормированную влажность, %;
- дату отправления;
- физико-механические показатели пряжи;
- обозначение настоящего стандарта.

По согласованию с потребителем содержание маркировки может быть дополнено другими реквизитами.

1.1.12. Транспортная маркировка осуществляется по ГОСТ 14192, ГОСТ 19433-88-96 с нанесением манипуляционных знаков «Беречь от влаги» со штампом на упаковке сверху, «Крюками не брать», «Ограничение температуры».

## 2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1 При производстве пряжи должны соблюдаться требования СанПин 11-09.

2.2 Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны и периодичность контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны при производстве пряжи должны соответствовать требованиям СанПин 11-19 и ГОСТ 12.005-88, ГН 2.1.6.1383-03. Периодичность контроля воздуха производственных помещений должна производиться в соответствии с СанПин 11-19.

2.3 При переработке волокон НИТОКС®, Русар®, Арселон®-С содержание пыли в воздухе рабочей зоны не должно превышать  $5,0 \text{ мг/м}^3$  (3 класс опасности согласно СанПин 11-19), также должны соблюдаться требования пожарной безопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.004 и ППБ РБ 1.01. Волокна нерадиоактивны, не содержат токсичных примесей и не оказывает токсичного воздействия на организм человека.

2.4 Все работы, связанные с производством пряжи, должны производиться в помещениях, снабженных общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией по ГОСТ 12.4.021.

2.5 Медосмотр работников предприятия должен проводиться согласно приказам МЗ РФ №90-96 и 83-04.

а  
 деп.  
 з. №  
 №  
 зам  
 а  
 деп.  
 з. №

					<b>ТУ 9052-003-00302178-2009</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

### 3. ПРАВИЛА ПРИЁМКИ

3.1 Правила приемки – по ГОСТ 6611.0 со следующими дополнениями:

3.1.1 Для проверки качества пряжи по внешнему виду, качеству упаковки и качеству намотки изготовитель осуществляет контроль 100% продукции.

3.1.2 При обнаружении скрытых пороков пряжи в процессе ее переработки (неправильная присучка, спутанные и несвязанные концы нити, замасленная и грязная нить, неправильные узлы, заработанный пух, непропряды, пряжа смешанных линейных плотностей) потребитель совместно с изготовителем отбирают для контрольной переработки 10% продукции от проверяемой массы партии. Результаты выборочного контроля распространяются на всю партию.

3.1.3.К скрытым дефектам пряжи относят:

- разнооттеночность пряжи;
- замасленные и загрязненные нити;
- сукрутины, жгуты, узелки, неправильно связанные узлы;
- непропряды, утолщения и утонения пряжи, вызывающие дефекты в тканях, трикотажных полотнах и трикотажных изделиях;
- двойные нити;
- посторонние нити и грубые волокна;
- растительный сор,
- заработанный пух;
- несвязанные концы;
- спутанные нити.

3.1.4 В пряже на паковках не допускаются следующие пороки:

по качеству пряжи

- перекрученная;
- недокрученная;
- перетертая;
- замасленные и грязные нити;
- смешанные линейные плотности;

по намотке пряжи

- слабая и неправильная намотка;
- резко выраженные жгуты;
- сорванные и спущенные паковки;

№ п. и  
№ г  
№  
ам.  
п. г  
№ г

					<b>ТУ 9052-003-00302178-2009</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

- недомотанные бобины или початки;
  - перетертая пряжа.
- по внешнему виду
- разнооттеночность пряжи;
  - замасленные и загрязненные нити;
  - сукрутины, жгуты, узелки, неправильно связанные узлы;
  - посторонние примеси и нити;
  - загрязнения;
  - результат биологического воздействия (моль, гниение, плесень).

3.1.5 Каждую партию сопровождают документом о качестве - паспортом, в котором указывают:

- наименование предприятия-изготовителя его товарный знак и место нахождения;
- вид пряжи (наименование);
- сырьевой состав (%);
- номинальную линейную плотность пряжи, текс;
- сорт пряжи;
- вид паковки;
- номер партии;
- фактическую влажность, %;
- дату изготовления;
- обозначение настоящего документа;
- результаты испытаний пряжи;
- обозначение настоящего стандарта.

3.2. Периодичность контроля.

3.2.1 Соответствие пряжи физико-механическим показателям проверяется на каждой партии.

3.2.3 Контролю соответствия требованиям по упаковке и правильности маркировки подвергается 100% продукции.

#### 4. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРЯЖИ

4.1 Отбор образцов и проб – по ГОСТ 6611.0-73 со следующим дополнением: допускается изготовителем производить отбор проб в процессе комплектования пряжи.

4.2 Определение фактической или результирующей фактической линейной плотности и

№ 1  
 дп. 1  
 зам.  
 №  
 № 1, 2  
 дп. и

					<b>ТУ 9052-003-00302178-2009</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11



$L$  – расчетная длина перемотанной пряжи, км, определенная по формуле:

$$L = \frac{G}{T}, \text{ где}$$

$G$  – масса пряжи, перемотанная со всех отобранных для испытания единиц продукции, г;

$T$  – линейная плотность пряжи (номинальная или результирующая номинальная, текс).

Результаты проверки распространяют на всю партию.

4.11 Общие условия испытаний и обработка результатов испытаний по ГОСТ 6611.1-73 – ГОСТ 6611.4-73.

4.12 Определение массовой доли химических и натуральных волокон в пряже в соответствии с СТБ ИСО 1833-2001, СТБ ИСО 5088-2001 и методиками выполнения измерений, разработанными и утвержденными в установленном порядке.

4.13 Климатические условия испытаний по ГОСТ 10681-75.

4.14 Качество упаковки, правильность маркировки и внешний вид пряжи (по виду, качеству намотки, размеру паковок, внешним дефектам) определяют визуально.

## 5. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

5.1 Пряжу транспортируют всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах в соответствии с действующими на них правилами перевозки грузов.

5.2 Упакованные текстильные материалы (пряжа) должны храниться в сухом, проветриваемом помещении в условиях, предотвращающих загрязнение, механические повреждения и действие солнечных лучей.

5.3 Текстильные материалы (пряжа) следует располагать на подтоварнике и стеллажах на расстоянии от пола не менее 20 см.

5.4 Пряжа должна храниться в закрытых складских помещениях изготовителя и получателя. Относительная влажность воздуха в складских помещениях должна быть 30-70%, температура воздуха 5-30%.

## 6. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

6.1 Изготовитель гарантирует соответствие качества пряжи требованиям настоящих технических условий при соблюдении заказчиком условий транспортирования, эксплуатации и хранения.

Изм. № 1  
Изм. № 2  
Изм. № 3  
Изм. № 4  
Изм. № 5  
Изм. № 6  
Изм. № 7  
Изм. № 8  
Изм. № 9  
Изм. № 10  
Изм. № 11  
Изм. № 12  
Изм. № 13  
Изм. № 14  
Изм. № 15  
Изм. № 16  
Изм. № 17  
Изм. № 18  
Изм. № 19  
Изм. № 20  
Изм. № 21  
Изм. № 22  
Изм. № 23  
Изм. № 24  
Изм. № 25  
Изм. № 26  
Изм. № 27  
Изм. № 28  
Изм. № 29  
Изм. № 30  
Изм. № 31  
Изм. № 32  
Изм. № 33  
Изм. № 34  
Изм. № 35  
Изм. № 36  
Изм. № 37  
Изм. № 38  
Изм. № 39  
Изм. № 40  
Изм. № 41  
Изм. № 42  
Изм. № 43  
Изм. № 44  
Изм. № 45  
Изм. № 46  
Изм. № 47  
Изм. № 48  
Изм. № 49  
Изм. № 50  
Изм. № 51  
Изм. № 52  
Изм. № 53  
Изм. № 54  
Изм. № 55  
Изм. № 56  
Изм. № 57  
Изм. № 58  
Изм. № 59  
Изм. № 60  
Изм. № 61  
Изм. № 62  
Изм. № 63  
Изм. № 64  
Изм. № 65  
Изм. № 66  
Изм. № 67  
Изм. № 68  
Изм. № 69  
Изм. № 70  
Изм. № 71  
Изм. № 72  
Изм. № 73  
Изм. № 74  
Изм. № 75  
Изм. № 76  
Изм. № 77  
Изм. № 78  
Изм. № 79  
Изм. № 80  
Изм. № 81  
Изм. № 82  
Изм. № 83  
Изм. № 84  
Изм. № 85  
Изм. № 86  
Изм. № 87  
Изм. № 88  
Изм. № 89  
Изм. № 90  
Изм. № 91  
Изм. № 92  
Изм. № 93  
Изм. № 94  
Изм. № 95  
Изм. № 96  
Изм. № 97  
Изм. № 98  
Изм. № 99  
Изм. № 100

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 9052-003-00302178-2009	Лист 13

Перечень нормативных документов, на которые даны ссылки в настоящих технических условиях.

ГОСТ 2.114-70	Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.
ГОСТ 12.1.044-89	Пожаробезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
СТБ ИСО 1833-2001	Материалы текстильные. Методы количественного химического анализа двухкомпонентных смесей волокон.
СТБ ИСО 5088-2001	Материалы текстильные. Методы количественного химического анализа трехкомпонентной смесей волокон.
ГОСТ 12.005-88	Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
ГОСТ 12.4.021-75	Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования.
ГОСТ 6611.0-73	Нити текстильные. Правила приемки.
ГОСТ 6611.1-73 (ИСО 2060-72)	Нити текстильные. Метод определения линейной плотности.
ГОСТ 6611.2-73 (ИСО 2060-72, ИСО 6939-88)	Нити текстильные. Методы определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве.
ГОСТ 6611.3-73	Нити текстильные. Методы определения числа кручений, укрутки и направления крутки.
ГОСТ 6611.4-73	Нити текстильные. Методы определения влажности.
ГОСТ 10354-82	Пленка полиэтиленовая. Технические условия.
ГОСТ 10681-75	Нити текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения.
ГОСТ 11970.3-70 - 2003	Нити текстильные. Ряд номинальных линейных плотностей комплексных химических нитей, монопитей и одиночной пряжи из химических и шелковых волокон.

1. № ..... а ..... б ..... в ..... г ..... д ..... е ..... ж ..... з ..... и ..... к ..... л ..... м ..... н ..... о ..... п ..... р ..... с ..... т ..... у ..... ф ..... х ..... ц ..... ч ..... ш ..... щ ..... э ..... ю ..... я ..... з ..... и ..... к ..... л ..... м ..... н ..... о ..... п ..... р ..... с ..... т ..... у ..... ф ..... х ..... ц ..... ч ..... ш ..... щ ..... э ..... ю ..... я

					ТУ 9052-003-00302178-2009	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14





ГОСТ 19433-88	портирование и хранение.
ГОСТ 14192-96	Грузы опасные. Классификация и маркировка.
ГОСТ 10684	Маркировка грузов.
ОСТ 17-96-86	Климатические условия проведения испытаний.
	Определение скрытых пороков пряжи при контрольном перематывании.
ГОСТ 9092-81	Пряжа хлопчатобумажная для трикотажного производства.
ГОСТ 12.004	ССБТ Пожарная безопасность. Общие требования.
Гост 4659-79	Ткани и пряжа чистошерстяная и полушерстяная. Методы химических испытаний.

гипо. № докум.	кварт. и дата	изм. или №	гипо. № докум.	кварт. и дата	ТУ 9052-003-00302178-2009					Лист
										16
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						



## ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРЯЖИ

Сырьевой состав, % : Нитокс®/Шерсть/Арселон®-С  
(35/35/30)

### Однониточная пряжа

№ п/п	Номинальная линейная плотность пряжи, текс	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %
1	2	3	4	5
1	86,3	6,5	5,3	17,6
2	80,5	6,0	4,9	16,9
3	80,0	7,3	4,8	19,0
4	85,5	5,5	4,6	19,1
5	85,7	8,9	5,4	16,3
<b>Среднее</b>	<b>83,6</b>	<b>6,8</b>	<b>5,0</b>	<b>17,8</b>

### Крученая пряжа

№ п/п	Номинальная линейная плотность пряжи, текс	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %
1	2	3	4	5
1	82,1x2	5,2	6,5	16,0
2	82,1x2	6,0	6,1	18,6
3	83,5x2	5,3	5,9	16,3
4	83,0x2	5,7	5,8	16,3
5	81,6x2	6,5	6,0	17,7
<b>Среднее</b>	<b>82,5x2</b>	<b>5,7</b>	<b>6,1</b>	<b>17,0</b>

1 подп. и дата	
г/инв. № докум.	
взам. инв. №	
1 подп. и дата	
г/инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ТУ 9052-003-00302178-2009

Лист

18

## ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРЯЖИ

Сырьевой состав, % : Нитокс®/Шерсть/Русар® (40/40/20)

### Однониточная пряжа

№ п/п	Номинальная линейная плотность пряжи, текс	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %
1	2	3	4	5
1	86,6	5,0	6,9	17,4
2	77,3	4,4	6,9	19,2
3	83,2	5,5	5,8	16,3
4	84,3	6,7	6,0	15,3
5	80,6	8,5	6,1	17,6
<b>Среднее</b>	<b>82,4</b>	<b>6,0</b>	<b>6,3</b>	<b>17,2</b>

### Крученая пряжа

№ п/п	Номинальная линейная плотность пряжи, текс	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %
1	2	3	4	5
1	76,5x2	7,6	8,17	14,2
2	78,5 x2	7,3	7,96	19,3
3	77,9 x2	5,8	8,02	16,0
4	78,1 x2	5,4	8,13	16,0
5	79,2 x2	5,7	8,04	17,8
<b>Среднее</b>	<b>78 ,0x2</b>	<b>6,4</b>	<b>8,1</b>	<b>16,7</b>

№ .....  
 ДП. 1, 2, 3, 4  
 зам. № .....  
 ДП. 1, 2, 3, 4  
 № .....

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ТУ 9052-003-00302178-2009

Лист

19

## ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРЯЖИ

Сырьевой состав, % : Нитокс®/Шерсть/Русар®/Капрон  
(42/32/18/8)

### Однониточная пряжа

№ п/п	Номинальная линейная плотность пряжи, текс	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %
1	2	3	4	5
1	79,8	6,8	6,8	17,3
2	82,0	6,2	6,0	17,7
3	80,5	6,5	6,5	17,2
4	80,8	6,3	6,6	16,0
5	85,0	7,0	6,5	16,8
<b>Среднее</b>	81,6	6,6	6,5	17,0

### Крученая пряжа

№ п/п	Номинальная линейная плотность пряжи, текс	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %
1	2	3	4	5
1	81,6x2	8,7	8,33	20,0
2	83,2x2	6,1	8,59	14,3
3	83,3x2	5,2	8,46	15,5
4	82,2x2	5,7	8,66	14,0
5	82,2x2	5,3	8,60	15,2
<b>Среднее</b>	82,4x2	6,2	8,53	15,8

№ дп. 1 № зам. № зп. №

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ТУ 9052-003-00302178-2009

Лист  
20

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов				Всего листов в док-кум.	№ до-кум.	Входящий № сопровод. до-кум. и дата	Подп.	Дата

№ документа	Доп. сведения	Зам. зам.	№ докум.	№ докум.	№ докум.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 9052-003-00302178-2009	Лист
						21

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к техническим условиям ТУ 9052-003-00302178-2009

**«Пряжа из смеси химических огнестойких и натуральных волокон для ткацкого и трикотажного производства»**

Настоящие технические условия разработаны в связи с отсутствием нормативно-технической документации на данный ассортимент пряжи, вырабатываемый из смесей химических огнестойких и натуральных волокон.

В качестве сырья для выработки пряжи, предназначенной для изготовления огнезащитных текстильных материалов, применяются отечественные огнестойкие химические волокна Нитокс<sup>®</sup>, Арселон<sup>®</sup>-С, Русар<sup>®</sup> и натуральное волокно – шерсть.

Волокна участвуют в проектировании смесей и выбраны из соображений обеспечения высоких огнезащитных свойств и устойчивости тканей к прожигу и защите от брызг расплавленного металла. Натуральное шерстяное волокно должно обеспечивать хорошие гигиенические свойства, комфортность и эксплуатационные свойства.

Технология получения пряжи из смесей химических огнестойких волокон и шерсти разработана на основе использования аппаратного способа прядения шерсти. ФГУП ЦНИХБИ разработаны и утверждены в установленном порядке «Технологические режимы производства аппаратной пряжи из смесей огнестойких волокон и шерсти».

Использование данной пряжи позволит создать новый ассортимент огнезащитных термостойких материалов: тканей, средств индивидуальной защиты и трикотажных изделий.

Технические условия по построению и содержанию соответствуют требованиям ГОСТ 2.114-95 «Единая система конструкторской документации. Технические условия. Общие правила построения, изложения, оформления, согласования и утверждения технических условий на продукцию».

Заведующий отделом прядения хлопка и  
химических волокон



В.В. Дьяченко



Протоколы испытаний  
суровых и готовых тканей

Протоколы испытаний  
Испытательного центра «ЦНИХБИ»

**Испытательный центр «ЦНИХБИ»  
РОСС RU.0001.21ЛТ68**

Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности»  
119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (факс) (495) 954-39-89

**Протокол испытаний № 9В/4 от 23 апреля 2008 г.**

**Наименование заказчика проведения испытаний:** Лаборатория «Ткачество» ФГУП ЦНИХБИ.

**Наименование образца(ов), представленного для испытаний:** ткань, огонь рис.1, огонь рис.2, огонь рис.3, пламя 1803

**Дата проведения испытаний:** 14.04.08 г. – 23.04.08 г.

**Отбор образцов:** предоставлены Заказчиком.

**Методика испытаний:**

- ГОСТ 3811-72 (ИСО 3932-76, ИСО 3933-76, ИСО 3801-77) «Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей»;

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

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

- ГОСТ 12088-77 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости»

- ГОСТ 29104.9-91 «Ткани технические. Метод определения изменения размеров в горячем воздухе»

- ГОСТ 9913-90 «Материалы текстильные. Методы определения стойкости к истиранию»

**Результаты испытаний:**

Наименование образца	Наименование качественной характеристики	Фактическое значение
Ткань. Огонь рис.1	Ширина, см	162,0
	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	496,3
	Уработка нитей, %	
	- основа	12,3
	- уток	5,0
	Разрывная нагрузка, Н	
	- основа	1075,8
	- уток	1215,5
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	
	- основа	5,6
	- уток	3,1
	Удлинение при разрыве, %	
	- основа	15,2
- уток	8,2	
Коэффициент вариации по удлинению, %		
- основа	1,0	
- уток	1,8	
Раздирающая нагрузка, кгс		
- основа	14,9	
- уток	21,1	
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> *с	126	
Стойкость к истиранию, цикл	13043	

	Коэффициент вариации по удлинению, %	
	- основа	3,1
	- уток	0,1
	Раздирающая нагрузка, кгс	
	- основа	14,6
	- уток	14,0
	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	162
	Стойкость к истиранию, цикл	10576
	Изменение размеров ткани в горячем воздухе, %	
	- основа	-0,5
	- уток	-1,0
	Количество нитей на 10 см	
	- основа	135
	- уток	132
Ткань. Пламя, образец 1803	Линейная плотность нитей, текс	
	- основа	77,5×2
	- уток	73,5×2
	Ширина, см	165,0
	Поверхностная плотность, $\text{г}/\text{м}^2$	534,0
	Уработка нитей, %	
	- основа	14,3
	- уток	4,7
	Разрывная нагрузка, Н	
	- основа	1137,9
	- уток	1307,6
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	
	- основа	1,3
	- уток	1,6
	Удлинение при разрыве, %	
	- основа	17,7
	- уток	9,2
	Коэффициент вариации по удлинению, %	
- основа	1,2	
- уток	2,8	
Раздирающая нагрузка, кгс		
- основа	14,4	
- уток	19,9	
Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	105	
Стойкость к истиранию, цикл	25248	
Изменение размеров ткани в горячем воздухе, %		
- основа	-2,0	
- уток	-0,0	
Количество нитей на 10 см		
- основа	136	
- уток	150	
Линейная плотность нитей, текс		
- основа	83,4×2	
- уток	80,1×2	

Руководитель ИЦ «ЦНИХБИ»

Ответственный исполнитель



И.В. Лусинян

Т.С. Кабанова

**Испытательный центр «ЦНИХБИ»  
РОСС RU.0001.21ЛТ68**

Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности»  
119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (факс) (495) 954-39-89

**Протокол испытаний № 4В/6 от 18 июня 2008 г.**

**Наименование заказчика проведения испытаний:** Отдел химических технологий и дизайна текстильных материалов ФГУП ЦНИХБИ.

**Наименование образца(ов), представленного для испытаний:** готовая огнезащитная ткань: огонь 1, огонь 2, огонь 3, пламя.

**Дата проведения испытаний:** 10.06.08 г. – 17.06.08 г.

**Отбор образцов:** предоставлены Заказчиком.

**Методика испытаний:**

- ГОСТ 3811-72 (ИСО 3932-76, ИСО 3933-76, ИСО 3801-77) «Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей»;

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

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

-ГОСТ 12088-77 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости»;

- ГОСТ 29104.9-91 «Ткани технические. Метод определения изменения размеров в горячем воздухе»;

-ГОСТ 9913-90 «Материалы текстильные. Методы определения стойкости к истиранию».

**Результаты испытаний:**

Наименование образца	Наименование качественной характеристики	Фактическое значение
Ткань. Огонь 1.	Ширина, см	160,6
	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	563,8
	Количество нитей на 10 см	
	- основа	139
	- уток	145
	Разрывная нагрузка, Н	
	- основа	1298
	- уток	1367
	Удлинение при разрыве, %	
	- основа	11,0
	- уток	9,4
	Раздирающая нагрузка, кгс	
	- основа	13,3
- уток	17,5	
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> *с	71,8	
Стойкость к истиранию, цикл	20670	
Изменение размеров ткани в горячем воздухе, %		
- основа	-1,5	
- уток	-1,2	
Ткань. Огонь 2.	Ширина, см	159,8
	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	549,1
	Количество нитей на 10 см	
	- основа	135
- уток	147	

	Разрывная нагрузка, Н	
	- основа	1248
	- уток	1146
	Удлинение при разрыве, %	
	- основа	10,3
	- уток	8,3
	Раздирающая нагрузка, кгс	
- основа	19,4	
- уток	17,5	
Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	153,0	
Стойкость к истиранию, цикл	13267	
Изменение размеров ткани в горячем воздухе, %		
- основа	-3,7	
- уток	-2,3	
Ткань. Огонь 3.	Ширина, см	160,0
	Поверхностная плотность, $\text{г}/\text{м}^2$	521,5
	Количество нитей на 10 см	
	- основа	135
	- уток	122
	Разрывная нагрузка, Н	
	- основа	1191
	- уток	1169
	Удлинение при разрыве, %	
	- основа	11,8
	- уток	8,4
Раздирающая нагрузка, кгс		
- основа	11,6	
- уток	14,3	
Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	106,0	
Стойкость к истиранию, цикл	13632	
Изменение размеров ткани в горячем воздухе, %		
- основа	-1,2	
- уток	-0,7	
Ткань. Пламя.	Ширина, см	160,2
	Поверхностная плотность, $\text{г}/\text{м}^2$	551,5
	Количество нитей на 10 см	
	- основа	135
	- уток	144
	Разрывная нагрузка, Н	
	- основа	1238
	- уток	1281
	Удлинение при разрыве, %	
	- основа	12,3
	- уток	8,7
Раздирающая нагрузка, кгс		
- основа	12,8	
- уток	16,8	
Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	57,1	
Стойкость к истиранию, цикл	более 28000	
Изменение размеров ткани в горячем воздухе, %		
- основа	-2,7	
- уток	-2,2	

Ответственный исполнитель

*E.В. Махотина*

Е.В. Махотина

Протокол испытаний  
ЗАО «Курскрезинотехника»

**Система сертификации ГОСТ Р**

**Правила проведения сертификации продукции  
из резины и асбеста**

**Испытательный центр Закрытого акционерного общества «Курскрезинотехника»**

Аттестат аккредитации  
на техническую компетентность

Зарегистрирован в Государственном  
реестре Системы сертификации ГОСТ Р  
№ РОСС RU. 0001.22HX53  
305018, г. Курск, проспект Ленинского комсомола, 2,  
тел. (4712) 37-79-78, 38-12-82, 38-18-97

Утверждаю»  
Руководитель испытательного центра  
ЗАО «Курскрезинотехника»  
Л.Ф. Монаева  
2008г.



**ПРОТОКОЛ  
испытаний №64 от 30.07.2008г.**

1. Наименование продукции: Образцы суровой и готовой ткани.
2. Заказчик: ФГУП ЦНИИХБИ, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12
3. Дата получения образца: 24.07.2008г.
4. Основание для проведения испытаний: Письмо ООО «СЕРГИТЕСТ»
5. Дата испытаний: 25.07 – 28.07.2008г.
6. Условия испытаний:  
температура 23°C  
атмосферное давление 759 мм рт. ст.  
относительная влажность 59%
7. Результаты испытаний тканей приведены в таблицах 1, 2:



8. Таблица 1. - Результаты испытаний суровой ткани

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний				Метод испытания (обозначение НД)	Наименование испытательного оборудования и средств измерения, дата поверки	Примечание
			Образец №038 «Пламя»	Образец №039 «Огонь»	Образец №040 «Огонь»	Образец №041 «Огонь»			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Кислородный индекс	%	25,7	27,7	28,1	28,8	ГОСТ 12.1.044-89 п.4.14	Установка для определения КИ, поверка 1 раз в год, до 07.2009г.	Образцы типа 5

Таблица 2. - Результаты испытаний готовой ткани

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Результат испытаний				Метод испытания (обозначение НД)	Наименование испытательного оборудования и средств измерения, дата поверки	Примечание
			Образец №038 «Пламя»	Образец №039 «Огонь»	Образец №040 «Огонь»	Образец №041 «Огонь»			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Кислородный индекс	%	31,2	36,2	39,6	39,7	ГОСТ 12.1.044-89 п.4.14	Установка для определения КИ, поверка 1 раз в год, до 07.2009г.	Образцы типа 5

Ответственные исполнители:

Начальник бюро


 Л.А. Храмова

Протокол испытаний  
Испытательного центра Сергиево-Посадского филиала  
ФГУ «Менделеевский ЦСМ»

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ  
Испытательный Центр Сергиево-Посадского  
филиала ФГУ «Менделеевский ЦСМ»  
Регистрационный номер аттестата аккредитации  
ГОСТ Р № РОСС RU.0001.21АЮ22  
Регистрационный номер аттестата аккредитации  
ГСЭН № РОСС RU.0001.516503  
Санитарно-эпидемиологическое заключение  
ГСЭС РФ № 77.01.15.013.Л.00001.01.5  
Юридический адрес:  
141300, г.Сергиев Посад, пр.Красной Армии, д.212/4  
Фактический адрес:  
141300, г.Сергиев Посад, ул. Академика Силина, д.7  
тел/т.факс.(496-54) 8-64-44  
E-mail: testcenterCP@mail.ru

### ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

№ 11552 от 21.10.2008г.

#### НАИМЕНОВАНИЕ ЗАКАЗЧИКА, ПРЕДСТАВИВШЕГО ОБРАЗЦЫ НА ИСПЫТАНИЕ

Заказчик: ФГУП ЦНИХБИ

#### ХАРАКТЕРИСТИКА И ОБОЗНАЧЕНИЕ ИСПЫТУЕМОГО ОБРАЗЦА

Четыре образца ткани.

**ДАТА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗЦА НА ИСПЫТАНИЕ:** 17.10.2008г.

**ДАТА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЯ:** 20.10.2008г.

#### КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ:

Относительная влажность воздуха - 63 %

Температура воздуха - 20<sup>0</sup>С

**НАПРАВЛЕНИЕ** № 1-09/340 от 09.10.2008г.

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ИСПЫТАНИЯ:

Проверить по перечню показателей, указанных в направлении: стойкость к прожиганию.

#### МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ:

ГОСТ 12.4.184-97 «СБВТ. Ткани и материалы для специальной одежды, средств защиты рук и верха специальной обуви. Методы определения стойкости к прожиганию»

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

Условный номер образца	Наименование показателя, ед. измерения	Наименование ИО и СИ	Фактическое значение показателя	Нормативное значение показателя
Ц-1	Стойкость к прожиганию, сек	ППТ-1		
	-суровая ткань «Огонь», обр № 040		55,2	
	-готовая ткань «Огонь», обр № 040		79,3	
	- готовая ткань «Огонь», обр № 39		59,7	
	- готовая ткань «Пламя», обр № 038		63,3	

Испытания проводили:

Зам начальника ИЦ

А.Д. Малахова

Е.К. Махова

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ ТОЛЬКО НА ОБРАЗЦЫ,  
ПРОШЕДШИЕ ИСПЫТАНИЯ ПЕРЕПЕЧАТКА ПРОТОКОЛА ЗАПРЕЩЕНА**

Страница 1

Всего страниц 1

Протокол испытаний  
Центра испытаний материалов и изделий (ЦИМИ)

**“Центр испытаний материалов и изделий” (ЦИМИ)**

117977, г. Москва, ул. Косыгина, д.4  
 телефон 939-73-25, тел/факс 939-73-14  
 Аккредитован Госстандартом России в качестве независимой и технически  
 компетентной испытательной лаборатории, рег. № РОСС RU. 0001.21ЛТ41  
 в Госреестре Системы сертификации ГОСТ Р

№ Ц-Т- 6379 от " 20 " ноября 2008г  
 на 2-х страницах

1. Место проведения испытаний  
 ООО «ЦИМИ», 117977, г.Москва, ул. Косыгина, д.4.
2. Адрес, фамилия и инициалы заказчика  
 ФГУП “ЦНИХБИ”
3. Наименование, характеристики и обозначение испытуемого образца:  
 Ткани огнезащитные:  
 Образец №1 – ткань «Огонь», готовая (образец № 040),  
 Образец №2 – ткань «Огонь», суровая (образец № 040),  
 Образец №3 – ткань «Пламя», готовая (образец № 038),  
 Образец №4 – ткань «Пламя», суровая (образец № 038).
4. Дата получения образца: 19.11.2008г
5. Дата проведения испытаний: 20.11.2008г
6. Техническое задание на проведение испытаний:  
 определение удельного поверхностного электрического сопротивления.
7. Нормативная документация, определяющая проведение испытаний  
 (ГОСТ Р, описание метода (методики) и процедуры испытаний):  
 ГОСТ 19616-74 «Ткани и трикотажные полотна. Метод определения удельного по-  
 верхностного электрического сопротивления»
8. Описание процедуры отбора образцов: Получены от Заказчика.
9. Отклонения, дополнения или исключения из технического задания на проведение  
 испытаний.
10. Данные, касающиеся проведения нестандартных методов испытаний или про-  
 цедур \_\_\_\_\_
11. Климатические условия при проведении испытаний: по ГОСТ 10681-75: темпера-  
 тура (20 ± 2)°С; влажность (65 ± 2) %
12. Результаты испытаний (измерений):

Наименование контролируемых показателей, единицы измерения	Наименование НТД, раздел, пункт	Результат испытаний	
1	2	3	

Образец  
 Удельное поверхностное электрическое  
 сопротивление, Ом

	№1	№2
ГОСТ 19616-74	6,0×10 <sup>12</sup>	3,3×10 <sup>13</sup>

Образец  
 Удельное поверхностное электрическое  
 сопротивление, Ом

	№3	№4
ГОСТ 19616-74	2,0×10 <sup>12</sup>	6,2×10 <sup>12</sup>

Все испытания проводятся на оборудовании поверенном в "Ростест-Москва"

Дополнительные сведения \_\_\_\_\_

Протокол испытаний распространяется только на образцы, подвергнутые испытаниям.

Протокол испытаний не может быть частично перепечатан без разрешения ЦИМИ.

Руководитель лаборатории



Борисова Н.И.

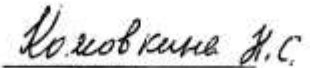
Эксперт



Борисова Н.И.



Представитель заказчика



Протокол испытаний  
НИЦ «Одежда» (ОАО «ЦНИИШП»)

Открытое акционерное общество  
«Центральный научно-исследовательский  
институт швейной промышленности.  
ОАО «ЦНИИШП»  
105120, Москва, Костомаровский пер, дом 3  
тел.917-21-17

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ**  
№ 349 от «16» июля 2008 года на 3-х страницах.

1. **Наименование заказчика:** ФГУП «ЦНИХБИ».

2. **Наименование продукции, ее характеристика и обозначение:**  
Четыре промышленных образца огнестойких тканей.

3. **Акт отбора образцов:** письмо № 1-15/196 от 11.06.2008 г.

4. **Программа испытаний:**

- огнестойкость, стойкость к прожиганию, стойкость к воздействию брызг расплавленного металла.

5. **Климатические условия при проведении испытаний:** по ГОСТ 10681-75:  
температура воздуха  $20 \pm 2$  °С; относительная влажность воздуха  $65 \pm 2\%$ .

6. **Нормативная документация, используемая при проведении испытаний:**

ГОСТ 11209-85 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Технические условия»;

ГОСТ 12.4.184-97 «ССБТ. Ткани и материалы для специальной одежды, средств защиты рук и верха специальной обуви. Методы определения стойкости к прожиганию»;

ГОСТ Р 12.4.237-2007 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная. Методы испытания материала при воздействии брызг расплавленного металла».







Продолжение протокола испытаний № 3-49 от 16 июля 2008 года.

7. Результаты испытаний.





Огнестойкость образцов промышленных огнестойких тканей.

Таблица 1.

Наименование показателя, единица измерения	Метод испытаний	Образец 1 «Огонь»	Образец 2 «Огонь»	Образец 3 «Огонь»	Образец 4 «Пламя»
I	2	3	4	5	6
Продолжительность горения, с остаточного остаточного ткани, с	ГОСТ 11209-85 (время контакта с пламенем 30с)	Отсутствует.	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
		Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Образец внешнего вида.					





Стойкость к прожиганию образцов промышленных огнестойких тканей:

Таблица 2.

Наименование показателя, единица измерения	Метод испытаний	Образец 1 «Огонь»	Образец 2 «Огонь»	Образец 3 «Огонь»	Образец 4 «Пламя»
I	2	3	4	5	6
Стойкость к прожиганию, с	ГОСТ 12.4.184-97	2,3	95,6	2,7	1,8
Образец внешнего вида.					

Продолжение протокола испытаний № 349 от 16 июля 2008 года.  
 Результаты испытаний образцов промышленных огнестойких тканей по показателю – стойкость к воздействию  
 брызг расплавленного металла.

Таблица 3.

Наименование образца	Метод испытаний	Стойкость к воздействию брызг расплавленного металла, количество капель, среднее (min/мах)		Примечание	Образец внешнего вида.
		основа	уток		
1	2	3	4	5	6
Образец 1 «Огонь»	ГОСТ Р 12.4.237- 2007	21 (20/22)	18 (17/20)	В процессе испытания про- исходит прилипание капель расплавленного металла к поверхности пробы. Проба обугливается с лицевой и изнаночной стороны	
Образец 2 «Огонь»		16 (13/21)	18 (18/19)	То же.	
Образец 3 «Огонь»		17 (15/21)	15 (13/19)	То же.	
Образец 4 «Пламя		28 (25/31)	27 (24/31)	То же.	

Протокол испытаний распространяется только на испытанные образцы и не может быть использован при сертификации продукции.

Протокол испытаний не может быть частично или полностью переиздан без разрешения лабораторий материаловедения.

Зав. лабораторией материаловедения  
 Испытания провел:

Кириллова Л.И.  
 Коваль Е.В.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
"ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ"  
(ФГУП ЦНИХБИ)

"Утверждаю"



Заместитель директора ФГУП ЦНИХБИ  
по научной работе, к.т.н.

Е.П.Лаврентьева

" " \_\_\_\_\_ 2008г.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ**

**производства суровых огнезащитных тканей**

( проект)

Ответственный исполнитель  
заведующий лабораторией  
ткачества, к.т.н.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Mikhailova".

М.П.Михайлова

Москва 2008г.

### Введение

Технологические режимы производства суровых огнестойких тканей разработаны с учетом требований к тканям, предназначенным для изготовления спецодежды сварщиков и металлургов, и оборудования, имеющегося на ОАО "Сукно" ( г. Минск, РБ).

### Сырье

В качестве сырья для выработки огнезащитных тканей, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, используется смешанная пряжа двух сырьевых составов.

Трехкомпонентная пряжа на основе Нитокса, Русара и шерсти при соотношении компонентов ( 40:20:40) % линейной плотности 84текс х 2 .

Четырехкомпонентная пряжа с использованием Нитокса, Русара, шерсти и капрона при соотношении компонентов (42:18:32:8)% линейной плотности 84 текс х 2.

Качество пряжи должно соответствовать показателям таблицы 1.

Таблица 1 Показатели пряжи различных смесовых вариантов.

№	Наименование показателей	Варианты пряжи	
		3-х компонентная	4-х компонентная
1.	Линейная плотность, текс	84текс х 2	84 текс х 2
2.	Разрывная нагрузка, сН, не менее	1300	1200
3.	Разрывное удлинение, % не менее	4,3	4,4
4.	Удельная разрывная		

	нагрузка, сН/текс, не менее	7,5	7,5
5.	Число кручений на метр	160	160
6.	Влажность пряжи фактическая, %, не менее	8,5	8,5
7.	Коэффициент вариации, %, не более		
	- по линейной плотности	7,0	5,0
	- по разрывной нагрузке	15,0	15,0
	- по крутке	10,0	8,0
	- по относительному удлинению при разрыве	15,0	12,0
8.	Соотношение компонентов, %	Нитокс - 40 Русар - 20 шерсть- 40	Нитокс 40 Русар 20 Капрон 8 шерсть 32

### Основные технологические переходы и оборудование

Производство суровых тканей включает следующие основные технологические процессы:

- перематывание пряжи;
- снование;
- проборка основы по рисунку;
- ткачество;
- браковка, упаковка.

Для выполнения названных технологических операций рекомендуется следующая цепочка оборудования:

- мотальная машина М 150-2 ( СССР);
- ленточная сновальная машина Textima ( ГДР );
- станок СТБ-180-4 ( Россия);
- проборный станок ПСН ( СССР);
- браковочная машина (СССР).

#### **Основные параметры технологического пригтовительно- ткацкого и ткацкого оборудования.**

Мотальная машина М-150-2 используется для приготовления необходимого количества бобин для ставки шпулярика сновальной ленточной машины.

Таблица 2 - Технологические параметры работы мотальной машины М-150-2

№	Наименование параметров	Величина параметра
1.	Номинальная линейная плотность пряжи, текс	84 текс x2
2.	Линейная скорость перематывания, м/мин	600-800
3.	Форма намотки бобины	коническая
4.	Размеры паковки ( бобины), мм большой диаметр малый диаметр высота намотки	230 190 150
5.	Удельная плотность намотки пряжи на бобине, г/см <sup>3</sup>	0,43-0,38
6.	Масса грузовых шайб, г	32

Ленточная сновальная машина ф. Textima применяется для формирования основных нитей на ткацкий навой.

Таблица 3 - Технологические параметры работы сновальной ленточной машины Textima

№	Наименование параметров	Величина параметра
1.	Линейная скорость снования, м/мин	250 - 300
2.	Линейная скорость перевивания, м/мин	30
3.	Емкость шпулярика	240
4.	Масса грузовых шайб, г	8
5.	Плотность намотки, г/м <sup>3</sup>	0,37-0,4

Таблица 4 - Состав эмульсирующего раствора

№	Компоненты	концентрация, %	Расход на 200л, кг
1.	ОМГ	10	20
2.	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	5	10
3.	вода	85	170
4.	рН среды	6,5-7,0	

При эмульсировании основной пряжи обеспечивается нанесение препарата 0,2-0,3 %.

На проборном станке вручную осуществляют проборку нитей основы в ламели, ремиз и бердо в соответствии с рисунком ткани.

Таблица 5 - Заправочные параметры станка СТБ-180-4

№	Наименование параметров	Значение параметров
1.	Частота вращения главного вала , об/мин	185
2.	Обрывность нитей, обр/ м	
	- по основе	1,6
	- по утку	0,2

3.	Величина заступа, °	15
4.	Угол заводки торсионного вала, °	30
5.	Положение скало - по высоте	от - 10мм до + 10мм
6.	Толщина пластин у тормоза утка, мм	0,08

При соблюдении разработанных параметров будут обеспечены следующие показатели суровых огнезащитных тканей (таблица 6).

Эти данные могут являться основой при составлении технических условий на разработанные ткани.

Таблица 6 - Физико-механические показатели тканей

№	Наименование показателя	Огнезащитные ткани			
		Усиленный сатин из 4-х компонентной пряжи	Усиленный сатин из 3-х компонентной пряжи	Двухслойная ткань из 3-х компонентной пряжи	Двухслойный гарнитур из 3-х компонентной пряжи
1.	Ширина, см	165	162	160	158
2.	Поверхностная плотность, г/см <sup>2</sup> , не менее	530	490	510	450
3.	Уработка нитей, %				
	- по основе	14,0	12,0	12,0	12,0
	- по утку	4,7	5,0	5,0	7,0




4.	Удлинение при разрыве, % - основа - уток	17,7 9,2	15,2 8,2	13,7 8,3	15,2 8,3
5.	Коэффициент вариации по удлинению при разрыве, %, не более - основа - уток	1,2 2,8	1,0 1,8	2,3 2,5	3,1 0,1
6.	Разрывная нагрузка, Н, не менее - основа - уток	1100 1200	1000 1200	950 1110	1100 950
7.	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %, не более - основа - уток	1,3 1,6	5,6 3,1	3,2 7,1	15,2 8,3

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
 «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ИНСТИТУТ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»  
 (ФГУП ЦНИХБИ)

«Утверждаю»

Заместитель директора  
 ФГУП ЦНИХБИ

по научной работе, к.т.н.

 Е.П. Лаврентьева

» \_\_\_\_\_ 2008 г



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

огнезащитной отделки тканей, выработанных из смеси натуральных и

химических огнестойких волокон

(проект)

Ответственный исполнитель

Заведующий отделом химических  
 технологий и дизайна текстильных  
 материалов, к.т.н.



Л.С. Ковальчук

Москва 2008

Для огнезащитной отделки могут быть использованы суровые ткани сатинового и двухслойного переплетения, выработанные из трёхкомпонентной пряжи на основе огнестойких волокон НИТОКС<sup>®</sup>, Русар и сурового шерстяного волокна при процентном соотношении компонентов 40:20:40 линейной плотности 84 текс х 2, и ткань сатинового переплетения, выработанная из четырёхкомпонентной пряжи с использованием НИТОКСа<sup>®</sup>, Русара, сурового шерстяного волокна и капрона при процентном соотношении компонентов 42:18:32:8 линейной плотности 84 текс х 2.

Технологический режим огнестойкой отделки был разработан с учетом требований, предъявляемым к тканям, которые предназначены для изготовления спецодежды сварщиков и металлургов, оборудования, имеющегося на ОАО «Сукно» (г.Минск РБ) и результатов отделки опытно-промышленной партии ткани в производственных условиях.

Отделка суровых тканей включает следующие основные технологические операции.

1. Подбор суровья в партию.
2. Промывка на линии для промывки и нейтрализации тканей типа линии ЛПН-180Ш по следующему режиму:
  - 1-я коробка – вода с температурой  $45\pm 5^{\circ}\text{C}$  с добавлением моющего препарата типа ЭМАП (ООО «НПФ «Траверс») в количестве 5-7 г/л;
  - 2-я коробка - вода с температурой  $30\pm 5^{\circ}\text{C}$  с добавлением моющего препарата типа ЭМАП в количестве 5-6 г/л;
  - 3-я коробка - вода с температурой  $20-25^{\circ}\text{C}$ ;
  - 4-5-я коробки – раствор нашатырного спирта;
  - 6-9-я коробки – холодная вода.
3. Сушка на сушильно-ширильной машине типа машины ф. «Текстима» при температуре  $1220-130^{\circ}\text{C}$  до полного высыхания ткани. Скорость движения ткани 8-10 м/мин. Ширина разводки цепей в соответствии с заданной шириной готовой ткани (150-160 см).

4. Стрижка на трехцилиндровой стригальной машине типа машины ф. «Текстима» лицевой поверхности ткани – 2 прохода, скорость движения ткани 20 м/мин. Высота установки стригальных цилиндров – 1 шаблон.
5. Очистка на чистильной машине типа машины ЧМЗ-180Ш с острым паром.
6. Огнестойкая отделка на сушильно-ширильной машине типа машины ф. «Текстима». Скорость обработки 8-10 м/мин. Пропитка на трехвальной плюсовке при температуре 20-22°C раствором, содержащим Рукофлам NAF ф.Рудольф (Германия) в количестве 200-230 г/л и смачиватель ЭМАП 5 г/л. Отжим 100-120%. Сушка при температуре 120-140°C. Ширина разводки цепей в соответствии с заданной шириной готовой ткани (150-160 см).
7. Заключительная декатировка на декатире типа декатира ф. «Текстима» по режиму: пропарка - 10 мин., расхолодка – 10 мин.
8. Разбраковка готовой ткани, промер, маркировка.

Готовые ткани, отделанные по разработанному технологическому режиму по физико-механическим, физико-химическим, гигиеническим и огнезащитным показателям отвечают требованиям, предъявляемым к тканям для спецодежды сварщиков и металлургов (ГОСТ 12.4.105-81 «ССБТ. Ткани и материалы для спецодежды сварщиков. ОТУ.» и ГОСТ 12.4.221-2002 «ССБТ. Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты. ОТТ» и ТЗ.

ОКП 83 8890

**СОГЛАСОВАНО**  
Технический директор ЗАО  
«ФПГ Энергоконтракт»

  
И.Б. Филипова  
« 11 » 2009г.



**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор ФГУП ЦНИХБИ,

  
К.Э.Н. Р.И. Акчурин  
« 11 » 2009г.



**ТКАНИ ТЕРМО-, ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ**

Технические условия

ТУ 8388-003-00302178 -2009

Введены впервые

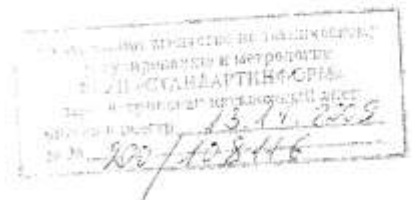
Срок действия с 12.11 2009г.  
Срок действия не ограничен

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

  
Конст. Сергеев  
Зав. конструкторским отделом  
Селезнева Т.В.  
2009



ФГУП ЦНИХБИ  
Инв. № 13.14.2009  
№ 128446



Настоящие технические условия распространяются на готовые термо-, огнезащитные ткани различной структуры, содержащие натуральные и химические волокна. Ткани предназначены для изготовления спецодежды или защитных накладок к ней для сварщиков, металлургов и других рабочих горячих цехов.

Перечень нормативных документов, на которые даны ссылки в настоящих технических условиях, приведен в Приложении А.

Пример обозначения тканей термо-, огнезащитных при заказе и в документации другого изделия «Ткани термо-, огнезащитные технические» ТУ 8388-003-00302178-2009.

### 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

#### 1.1 Основные параметры и характеристики

1.1.1 Ткани должны выработываться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.105, ГОСТ 12.4.221, настоящих технических условий и технологических режимов, разработанных ФГУП ЦНИХБИ и утвержденных в установленном порядке.

1.1.2 Ткани должны обеспечивать защиту от воздействия повышенных температур теплового излучения, огня, опасных и вредных производственных факторов в соответствии с назначением спецодежды и не оказывать токсического действия на организм работающих.

1.1.3 Ткани, предназначенные для защиты от искр и брызг расплавленного металла и излучений, не должны удерживать на своей поверхности искры и брызги расплавленного металла.

1.1.4 Ткани термо-, огнезащитные могут выработываться из пряжи, содержащей следующие химические и натуральные волокна в различных соотношениях и комбинациях:

- термо-огнестойкое термоокисленное полиакрилонитрильное (ПАН) волокно НИТОКС®;
- термо-огнестойкое параарамидное волокно Русар®;
- термо-огнестойкое полиоксидиазольное волокно Арселон-С;
- полиамидное волокно;
- натуральное волокно – шерсть.

1.1.5 Ткани по сырьевому составу, физико-механическим, гигиеническим, огне- и термозащитным свойствам должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 1 (ткани Пламя «А» и Пламя «К», отличающиеся сырьевым составом и структурой) и в таблице 2 (ткани Огонь «Д» и Огонь «С», отличающиеся структурой).

Инв. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТУ 8388 -003-00302178-2009			
									Лит.
Инв. № дубл.	Разраб.					ТКАНИ ТЕРМО-, ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ			
	Разраб.							2	12
	Проверил								
	Утвердил								
Взам. инв. №	Подп. и дата								
Инв. № дубл.	Подп. и дата								



Суммарное тепловое сопротивление пакета в два слоя ткани, м <sup>2</sup> ·°С/Вт	0,26-0,35	0,26-0,35
Уровень защиты от теплового излучения, балл, не менее	2	2
Стойкость к прожиганию по основе, с, не менее	60	80
Огнестойкость (контакт с пламенем в течение 30 с)		
- остаточное горение, с	0	0
- остаточное тление, с	0	0
Кислородный индекс, %, не менее	30	32
Устойчивость показателя термо- и огнестойкости к химчистке, количество химчисток, не менее	5	5

Таблица 2 – Сырьевые составы, физико-механические, гигиенические, огне- и термозащитные свойства тканей Огонь.

Наименование показателей	Величина показателя	
	Огонь «Д»	Огонь «С»
Ширина ткани с кромками, см, не менее	150	150
Линейная плотность пряжи		
- основы	84 тексх2	84 тексх2
- утка	84 тексх2	84 тексх2
Сырьевой состав пряжи по основе и утку, %:		
- НИТОКС®, не менее	40	40
- Русар®, не менее	20	20
- шерсть	40	40
Число нитей на 10 см		
- по основе	135±3	135±3
- по утку	122±4	144±4
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	500±25	520±25
Разрывная нагрузка полоски ткани, размером 50х200 мм, Н (кгс), не менее		
- по основе	1000 (102,0)	1200 (122,4)
- по утку	1000 (102,0)	1200 (122,4)
Раздирающая нагрузка полоски ткани размером 70х200 мм, Н (кгс), не менее		
- по основе	120 (12,2)	120 (12,2)
- по утку	120 (12,2)	130 (13,3)
Стойкость к истиранию по плоскости до разрушения (образования дыры), циклы, не менее	500	500
Изменение линейных размеров после химчистки, %, не более		
- по основе	-3.5	-3.5
- по утку	±2,0	±2,0

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изм. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 8388-003-00302178-2009

Лист

4





- наименование предприятия-изготовителя;
- номер контролера качества.

1.1.8.2 К рулонам (кускам) прочно прикрепляется ярлык из светлого картона или плотной бумаги так, чтобы он не повредил ткань и не оторвался. Ярлык должен быть прямоугольной формы площадью не более 100 см<sup>2</sup>.

На ярлыке должны быть указаны:

- наименование предприятия-изготовителя, его товарный знак и место нахождения;
- наименование ткани и артикул;
- обозначение нормативно-технической документации, в соответствии с которой вырабатывается ткань;
- состав сырья, %;
- номинальная ширина ткани с кромкой, см;
- длина ткани в куске, м;
- количество отрезов;
- цвет;
- сорт;
- вид отделки;
- номер контролера качества;
- год изготовления (последние две цифры).

1.1.8.3 Сортность куска ткани устанавливается по ГОСТ 358.

1.1.8.4 Транспортная маркировка осуществляется с нанесением манипуляционного знака «Бережь от влаги» штампом на упаковке сверху.

1.1.9 Упаковка.

1.1.9.1 Рулоны (куски) ткани должны быть упакованы в полиэтиленовую пленку.

1.1.9.2 Масса рулона (куска) ткани должна быть не более 25 кг.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1 При переработке волокна НИТОКС® содержание пыли в воздухе рабочей зоны не должно превышать 5,0 мг/м<sup>3</sup> (ТУ 1916-005-18070047-2005).

2.2 При переработке волокна Русар® содержание пыли в воздухе рабочей зоны не должно превышать 5,0 мг/м<sup>3</sup> (ТУ 2272-001-51605609-00).

2.3 При переработке волокна Арселон-С содержание пыли в воздухе рабочей зоны не должно превышать 5,0 мг/м<sup>3</sup> (ТУ РБ 40003128.9-2002).

2.4 Медосмотр работников предприятия должен проводиться согласно приказам МЗ РФ №90-96 и 83-04.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 8388-003-00302178-2009

Лист  
6

### 3. ПРАВИЛА ПРИЁМКИ

3.1 Правила приемки тканей по ГОСТ 20566.

3.2 Ткани принимают партиями. Партией считают количество рулонов (кусков) ткани одного наименования и артикула, сорта, вида отделки, оформленное одним документом о качестве.

3.3 Приемку тканей производят по внешнему виду и эксплуатационным характеристикам (таблицы 1, 2).

3.4 Проверке качества тканей по внешнему виду, соответствию упаковки и маркировки требованиям нормативно-технической документации подвергают 100% продукции.

3.5 Для контроля качества ткани по физико-механическим, физико-химическим, гигиеническим и огнезащитным показателям от партии отбирают пробы для испытаний. Пробы для испытаний вырезают из рулонов определенных в партии выборочно. Количество рулонов из партии, предназначенных для приготовления проб для испытаний - объем выборки, должен соответствовать указанному в таблице 3.

Таблица 3

Объем партии, м	Объем партии, шт.
До 5 000	Не менее 3-х
Свыше 5 000	3 и дополнительно 1 от каждой последовательно начатых 5 000 м

### 4. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ТКАНЕЙ

4.1 Отбор проб тканей для испытаний проводят по ГОСТ 20566.

4.2 Климатические условия при проведении испытаний по ГОСТ 10681.

4.3 Определение линейных размеров и поверхностной плотности проводят по ГОСТ 3811.

4.4 Определение числа нитей на 10 см проводят по ГОСТ 3812.

4.5 Определение разрывной нагрузки проводят по ГОСТ 3813.

4.6 Определение раздирающей нагрузки проводят по ГОСТ 17922.

4.7 Определение стойкости к истиранию по плоскости проводят по ГОСТ 29104.17.

4.8 Определение воздухопроницаемости проводят по ГОСТ 12088.

4.9 Определение гигроскопичности проводят по ГОСТ 3816.

4.10 Определение изменения размеров после химической чистки проводят по ГОСТ 30157.0.

4.11 Определение изменения размеров в горячем воздухе проводят по ГОСТ 29104.9.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 8388-003-00302178-2009	Лист
						7

- 4.12 Определение огнестойкости проводят по ГОСТ 11209.
- 4.13 Определение стойкости к прожиганию проводят по ГОСТ 12.4.184.
- 4.14 Определение кислородного индекса проводят по ГОСТ 12.1.044, п.4.14.
- 4.15 Определение устойчивости термо- и огнезащитных свойств к химчистке проводят по ГОСТ 21050.
- 4.16 Определение уровня защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями проводят по ГОСТ 20489.
- 4.17 Определение суммарного теплового сопротивления пакета в два слоя ткани проводят по ГОСТ 20489.
- 4.18 Определение уровня защиты от теплового излучения проводят по ГОСТ 12.4.074..

### 5. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

- 5.1 Ткани транспортируют всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах в соответствии с действующими на них правилами перевозки грузов.
- 5.2 Упакованные текстильные материалы должны храниться в сухом, проветриваемом помещении в условиях, предотвращающих загрязнение, механические повреждения и действие солнечных лучей.
- 5.3 Текстильные материалы следует располагать на подтоварнике и стеллажах на расстоянии от пола не менее 20 см.

### 6. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

- 6.1 Изготовитель гарантирует соответствие качества ткани требованиям настоящих технических условий при соблюдении заказчиком условий транспортирования, эксплуатации и хранения.
- 6.2 Гарантийный срок хранения ткани 5 лет со дня изготовления.

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 8388-003-00302178-2009	Лист
						8

Перечень нормативных документов, на которые даны ссылки в настоящих технических условиях.

ГОСТ 12.1.044-89	Пожаробезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения
ГОСТ 12.4.074-79	Система стандартов безопасности труда. Ткани и материалы для спецодежды. Методы определения защитной способности и стойкости при воздействии ИК-излучения.
ГОСТ 12.4.105-81	Система стандартов безопасности труда. Ткани и материалы для спецодежды сварщиков. ОТУ.
ГОСТ 12.4.184-97	Система стандартов безопасности труда. Ткани и материалы для специальной одежды, средств защиты рук и верха специальной обуви. Методы определения стойкости к прожиганию.
ГОСТ 12.4.221-2002	Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от повышенных температур, теплового излучения, конвективной теплоты. ОТУ.
ГОСТ 358-82	Ткани чистошерстяные и полушерстяные. Определение сортности.
ГОСТ 3811-72	Материалы текстильные. Ткани, нетканые материалы и штучные изделия. Метод определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей.
ГОСТ 3812-72	Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Метод определения плотностей нитей и пучков ворса.
ГОСТ 3813-72	Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении.
ГОСТ 3816-81	Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств
ГОСТ 10681-75	Материалы текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата

ТУ 8388-003-00302178-2009

Лист

9



Приказ МЗ РФ №83-  
04

О вредных и (или) опасных производственных факторах и работах, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядке проведения этих осмотров (обследований).

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 8388-003-00302178-2009	Лист
						11
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата		





Заключения ООО «НИИОТ в г. Иваново»  
о возможности применения огнезащитных тканей  
для изготовления специальной одежды и СИЗ рук

«Утверждаю»

Генеральный директор

ООО «НИИОТ в г. Иваново»



Г.П. Орлов

07 2009 г.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 1 от 21.07.2009 г.**

*о возможности применения огнезащитной ткани «Пламя А» обр. 030  
для изготовления специальной одежды и СИЗ рук*

1. В условиях испытательного центра «НИИОТ в г. Иваново (аттестат аккредитации № РОСС. RU. 0001.21.ЛТ70 от 19.04.2007г.) проведены испытания огнезащитной ткани «Пламя А» обр. № 030 по номенклатуре показателей защитных свойств, предложенной заказчиком (ФГУП ЦНИХБИ).

2. Анализ результатов собственных испытаний ткани обр. 030 и протокола испытаний испытательного центра «ЦНИХБИ» № 4В/7 от 10 июля 2009 г. (аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21.ЛТ68) свидетельствуют о следующем.

Ткань обр. 030 при ширине 150 см и поверхностной плотности (массе 1 м<sup>2</sup>) 598 г/м<sup>2</sup> имеет высокую плотность (количество нитей на 10 см по основе – 146, по утку – 159), высокие прочностные свойства: разрывная нагрузка по основе – 921,4 Н, по утку – 967 Н, раздирающая нагрузка по основе – 131,8 Н, по утку – 139,6 Н. Стойкость к истиранию данной ткани составляет – 566,6 шкля.

Ткань обр. 030 обладает высокими гигиеническими свойствами: воздухопроницаемость – 144,0 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.с, гигроскопичность – 11,8 %.

3. Ткань обр. 030 имеет высокие показатели огнезащитных свойств.

Она не имеет остаточного горения и тления после контакта с пламенем в течение 30 секунд.

Уровень защиты от теплового излучения – 2 балла (коэффициент защиты пакета в 2 слоя ткани при нагреве – 52,7).

Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°С поверхностями – 2 балла (суммарное тепловое сопротивление пакета в 2 слоя ткани – 0,340 м<sup>2</sup>.°С/Вт).

Стойкость к прожиганию данной ткани составляет более 200 с.

Кислородный индекс ткани обр. 030 – 37 %.

4. Ткань обр. 030 незначительно изменяет свои размеры при выдерживании в горячем воздухе: по основе – (-0,9)%, по утку – (-0,8) %.

5. На основании вышеизложенного можно сделать выводы, что ткань «Пламя А» обр. 030 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения свыше 2,0 до 8,0 кВт/м<sup>2</sup> включительно;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100°С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
- средств защиты рук (рукавиц, вачег) для защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, окалины.

Руководитель ИЦ «НИИОТ в г. Иваново»,  
канд. техн. наук

В.П.Кутяев

Копия дана  
Зав. канцелярией  
П.В. Селезнева



«Утверждаю»

Генеральный директор

ООО «НИИОТ в г. Иваново»

Г.П. Орлов

22 07 2009 г.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 2 от 21.07.2009 г.**

*о возможности применения огнезащитной ткани «Пламя К» обр. 038 для изготовления специальной одежды и СИЗ рук*

1. В условиях испытательного центра «НИИОТ в г. Иваново (аттестат аккредитации № РОСС. RU. 0001.21ЛП70 от 19.04.2007г.) проведены испытания огнезащитной ткани «Пламя К» обр. № 038 по номенклатуре показателей защитных свойств, предложенной заказчиком (ФГУП ЦНИХБИ).

2. Анализ результатов собственных испытаний ткани обр. 038 и протокола испытаний испытательного центра «ЦНИХБИ» № 4В/7 от 10 июля 2009 г. (аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21ЛП68) свидетельствуют о следующем.

Ткань обр. 038 при ширине 160 см и поверхностной плотности (массе  $1 \text{ м}^2$ )  $556,7 \text{ г/м}^2$  имеет высокую плотность (количество нитей на 10 см по основе – 136, по утку – 145), высокие прочностные свойства: разрывная нагрузка по основе - 1234,0 Н, по утку – 1260,4 Н, раздирающая нагрузка по основе – 129,4 Н, по утку – 174,6 Н. Стойкость к истиранию данной ткани составляет – 976,0 циклов.

Ткань обр. 038 обладает хорошими гигиеническими свойствами: воздухопроницаемость –  $64,4 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ , гигроскопичность – 10,0 %.

3. Ткань обр. 038 имеет высокие показатели огнезащитных свойств.

Она не имеет остаточного горения и тления после контакта с пламенем в течение 30 секунд.

Уровень защиты от теплового излучения – 2 балла (коэффициент защиты пакета в 2 слоя ткани при нагреве – 57,8).

Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до  $100^\circ \text{C}$  поверхностями – 2 балла (суммарное тепловое сопротивление пакета в 2 слоя ткани –  $0,271 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ).

Стойкость к прожиганию данной ткани составляет более 200 с.

Кислородный индекс ткани обр. 038 – 37 %.

4. Ткань обр. 038 незначительно изменяет свои размеры при выдерживании в горячем воздухе: по основе – (-1,2)%, по утку – (-1,1) %.

5. На основании вышеизложенного можно сделать выводы, что ткань «Пламя К» обр. 038 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения свыше 2,0 до  $8,0 \text{ кВт/м}^2$  включительно;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до  $100^\circ \text{C}$ ;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
- средств защиты рук (рукавиц, варежек) для защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, окалины.

Руководитель ИЦ «НИИОТ в г. Иваново»,  
канд. техн. наук

В.П.Кумаев

Копия Вареж

Зав. канцелярией

А.В. Сидурова



«Утверждаю»  
Генеральный директор  
«НИИОТ в г. Иваново»



Г.П. Орлов  
21 07 2009 г.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 3 от 21.07.2009 г.**  
*о возможности применения огнезащитной ткани «Огонь «С» обр. 039  
для изготовления специальной одежды и СИЗ рук*

1. В условиях испытательного центра «НИИОТ в г. Иваново (аттестат аккредитации № РОСС. RU. 0001.21.ЛТ70 от 19.04.2007г.) проведены испытания огнезащитной ткани «Огонь «С» обр. № 039 по номенклатуре показателей защитных свойств, предложенной заказчиком (ФГУП ЦНИХБИ).

2. Анализ результатов собственных испытаний ткани обр. 039 и протокола испытаний испытательного центра «ЦНИХБИ» № 4В/7 от 10 июля 2009 г. (аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21.ЛТ68) свидетельствуют о следующем.

Ткань обр. 039 при ширине 160 см и поверхностной плотности (массе 1 м<sup>2</sup>) 531,5 г/м<sup>2</sup> имеет высокую плотность (количество нитей на 10 см по основе – 137, по утку – 144), высокие прочностные свойства: разрывная нагрузка по основе – 1340,6 Н, по утку – 1337,4 Н, раздирающая нагрузка по основе – 153,4 Н, по утку – 188,3 Н. Стойкость к истиранию данной ткани составляет – 577,2 циклов.

Ткань обр. 039 обладает хорошими гигиеническими свойствами: воздухопроницаемость – 62,2 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.с, гигроскопичность – 9,2 %.

3. Ткань обр. 039 имеет высокие показатели огнезащитных свойств.

Она не имеет остаточного горения и тления после контакта с пламенем в течение 30 секунд.

Уровень защиты от теплового излучения – 2 балла (коэффициент защиты пакета в 2 слоя ткани при нагреве – 57,1).

Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°С поверхностями – 2 балла (суммарное тепловое сопротивление пакета в 2 слоя ткани – 0,277 м<sup>2</sup>.°С/Вт).

Стойкость к прожиганию данной ткани составляет более 200 с.

Кислородный индекс ткани обр. 039 – 40 %.

4. Ткань обр. 039 незначительно изменяет свои размеры при выдерживании в горячем воздухе: по основе – (-1,4)%, по утку – (-0,9) %.

5. На основании вышеизложенного можно сделать выводы, что ткань «Огонь «С» обр. 039 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения свыше 2,0 до 8,0 кВт/м<sup>2</sup> включительно;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100°С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
- средств защиты рук (рукавиц, вачег) для защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, окалины.

Руководитель ИЦ «НИИОТ в г. Иваново»,  
канд. техн. наук

  
В.П.Камеев

Копии даны  
Зав. канд. химии  
И. В. Селиванов

«Утверждаю»  
Генеральный директор  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»



Г.П. Орлов  
07 2009 г.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 4 от 21.07.2009 г.**  
*о возможности применения огнезащитной ткани «Огонь «Д» обр. 041  
для изготовления специальной одежды и СИЗ рук*

1. В условиях испытательного центра «НИИОТ в г. Иваново» (аттестат аккредитации № РОСС. RU. 0001.21.ЛП70 от 19.04.2007г.) проведены испытания огнезащитной ткани «Огонь «Д» обр. № 041 по номенклатуре показателей защитных свойств, предложенной заказчиком (ФГУП ЦНИХБИ).

2. Анализ результатов собственных испытаний ткани обр. 041 и протокола испытаний испытательного центра «ЦНИХБИ» № 4В/7 от 10 июля 2009 г. (аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21.ЛП68) свидетельствуют о следующем.

Ткань обр. 041 при ширине 159 см и поверхностной плотности (массе 1 м<sup>2</sup>) 489,6 г/м<sup>2</sup> имеет высокую плотность (количество нитей на 10 см по основе – 137, по утку – 121), высокие прочностные свойства: разрывная нагрузка по основе – 1244,4 Н, по утку – 1143,4 Н, раздирающая нагрузка по основе – 139,2 Н, по утку – 151,2 Н. Стойкость к истиранию данной ткани составляет – 584,0 циклов.

Ткань обр. 041 обладает высокими гигиеническими свойствами: воздухопроницаемость – 105,2 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.с, гигроскопичность – 9,3 %.

3. Ткань обр. 041 имеет высокие показатели огнезащитных свойств.

Она не имеет остаточного горения и тления после контакта с пламенем в течение 30 секунд.

Уровень защиты от теплового излучения – 2 балла (коэффициент защиты пакета в 2 слоя ткани при нагреве – 56,6).

Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100° С поверхностями – 2 балла (суммарное тепловое сопротивление пакета в 2 слоя ткани – 0,286 м<sup>2</sup>.°С/Вт).

Стойкость к прожиганию данной ткани составляет более 200 с.

Кислородный индекс ткани обр. 041 – 42 %.

4. Ткань обр. 041 незначительно изменяет свои размеры при выдерживании в горячем воздухе: по основе – (-1,2)%, по утку – (-0,7) %.

5. На основании вышеизложенного можно сделать выводы, что ткань «Огонь «Д» обр. 041 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения свыше 2,0 до 8,0 кВт/м<sup>2</sup> включительно;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100° С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
- средств защиты рук (рукавиц, вачег) для защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, окалины.

Руководитель ИЦ «НИИОТ в г. Иваново»,  
канд. техн. наук

  
В.П.Кутяев

Копии выданы  
Зав. канд. физ.-мат. наук  
И. В. Селезнева

Акты о выработке  
опытно-промышленных партий пряжи и тканей

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор  
ОАО "Сукно"Н.В.Кузменко  
2008

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
ФГУП ЦНИХИИЕ.П.Лаврентьева  
2008

АКТ

21.03.2008

О выработке опытно-промышленных партий пряжи на основе использования огнестойких волокон в смеси с шерстью, выработанных по аппаратной системе прядения шерсти

Во исполнение решений, порученных в Протоколе одиннадцатого заседания Совета делового сотрудничества Республики Беларусь и города Москва от 15 июня 2007 года /пункт 5.1/ и в соответствии с Программой делового сотрудничества ОАО "Сукно" и ФГУП ЦНИХИИ по разработке ассортимента и технологии производства промышленных тканей с огнезащитными свойствами из отечественных натуральных и химических огнестойких волокон для спецодежды произведена выработка двух вариантов опытно-промышленных партий аппаратной пряжи в производственных условиях ОАО "Сукно".

Выработка пряжи линейной плотности 84 текс осуществлялась из двух вариантов оптимальных сырьевых составов, содержащих огнестойкие и натуральные волокна /шерсть/, кольцевым способом прядения и кручения.

Вес выработанных опытно-промышленных партий пряжи составил по вариантам:

вариант 1 /"Пламя"/	- 224,3 кг;
вариант 2 /"Огонь"/	- 201,9 кг.

от Республики Беларусь:  
ОАО "Сукно"Главный инженер  
Е.И.Дергай

от г.Москва:  
ФГУП ЦНИХИИЗаведующий отделом  
прядения хлопка и  
химических волокон  
В.В.Дьяченко

" УТВЕРЖДАЮ"  
 Генеральный директор  
 ОАО "Сукно"  
 Н.В.Кузменко  
 "23" август 2008



"УТВЕРЖДАЮ"  
 Заместитель директора  
 ФГУП ЦНИХБИ  
 Е.П.Лаврентьева  
 "23" август 2008

АКТ

г. Минск

О выработке опытно-промышленных партий ткани из смесовой пряжи огнестойких волокон

Во исполнение решений, порученных в Протоколе одиннадцатого Совета делового сотрудничества Республики Беларусь и города Москвы от 15 июня 2007года ( пункт 5.1 ) и в соответствии с Программой делового сотрудничества ОАО "Сукно"и ФГУП ЦНИХБИ по разработке ассортимента и технологии производства промышленных тканей с огнезащитными свойствами из отечественных натуральных и химических огнестойких волокон для изготовления спецодежды проведена выработка образцов опытной ткани ( «Пламя» обр. 1803 – 1 рисунок; «Огонь» обр. 1805 – 3 рисунка ) в условиях ткацкого цеха ОАО "Сукно" по техническим расчетам и рисункам ЦНИХБИ в объеме 291.3 пог м . После отбора образцов для испытаний объем ткани составил – 282.1 пог м в том числе

- ткань « Пламя» - 1 рисунок ( куски № 449/23.4 пог м; 450/26.6 пог м; 451/25.6 пог м; 452/25.6 пог м ) - 101.2 пог м,

- ткань «Огонь» - 1 рисунок ( куски № 482/23.2 пог м ; 483//23.2 пог м; 484/22.2 пог м;) - 68.6 пог м,

- ткань «Огонь» - 2 рисунок ( куски № 485/24.2 пог м; 486/23.7 пог м; 487/21.9 пог м) - 69.8 пог м,





- ткань «Огонь» - 3 рисунок ( куски № 488/22.3 пог м; 489/20.2 пог м) - 42.5 пог м.

Остаток пряжи ( ткань «Пламя») составил 129кг.


Остаток пряжи ( ткань «Огонь» ) составил 61.4 кг.

Ткань в указанном объеме будет передана в отделочное производство.

от ОАО "Сукно"  
Главный инженер  
 Е.И.Дергай

от ФГУП ЦНИХБИ  
Зав. лабораторией ткачества, к.т.н.  
 М.П.Михайлова

Утверждаю  
 Генеральный директор  
 ОАО «Сукно»  
 Н.В. Кузменко  
 \_\_\_\_\_ 2008 г.



Утверждаю  
 Заместитель директора ФГУП  
 ЦНИХБИ по научной работе, к.т.н.  
 Е.П. Лаврентьева  
 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2008 г.

### А К Т

По отделке опытно-промышленных партий ткани, выработанной из смесовой пряжи огнестойких волокон.

Во исполнение решений, порученных в Протоколе одиннадцатого Совета делового сотрудничества Республики Беларусь и города Москвы от 15 июня 2007 года (п. 5.1.) и в соответствии с Программой делового сотрудничества ОАО «Сукно» и ФГУП ЦНИХБИ по разработке ассортимента тканей с огнезащитными свойствами из отечественных натуральных и химических огнестойких волокон для изготовления спецодежды в условиях отделочного производства ОАО «Сукно» проведена отделка опытно-промышленных партий ткани в количестве 282,1 пог. м («Пламя» обр.1803 - 1 рис.; «Огонь» обр.1805 - 3 рис.) по разработанному ФГУП ЦНИХБИ технологическому режиму.

Главный инженер  
 ОАО «Сукно»  
 \_\_\_\_\_  
 Е.И. Дергай

Зав. Отделом химических технологий и  
 дизайна текстильных материалов ФГУП  
 ЦНИХБИ, к.т.н.  
 \_\_\_\_\_  
 Л.С. Ковальчук

## АКТ

Выполненных работ по огнестойкой отделке тканей обр.1803 и обр.1805 в производственных условиях ОАО «Сукно» г. Минск (Республика Беларусь).

Со 2-го по 6-е июня 2008 года в условиях отделочного производства ОАО «Сукно» проводилась работа по огнестойкой отделке тканей, выработанных из смеси натуральных и химических огнестойких волокон.

В отделочное производство было сдано 282,1 пог. метра суровых тканей обр.1803 и обр.1805-08г. — «Пламя» и «Огонь».

Номера кусков: 487,483,484,485,482,486,489,488,452,451,450,449.

От кусков №449,483,487,489 было вырезано для испытаний по 0,5м.

Остальная ткань обрабатывалась по следующей технологической цепочке:

1. Подбор суровья в партию по 4 куска.
2. Промывка на линии для промывки и нейтрализации тканей ЛПН-180Ш. В первые две промывные коробки были введены: моющий препарат ЭМАП ф. «Траверс» с концентрацией р-ра 7,0 и 5,0 г/л соответственно и комплексообразователь Фиолент ф. «Траверс» концентрацией по 2,0 г/л в каждую коробку. Температура раствора в 1-ой коробке - 45°C, во 2-ой - 30°C. В 3-ей коробке ткань промывалась водой при температуре 20°C, в 4-ой и 5-ой коробках ткань обрабатывалась в растворе нашатырного спирта. В последующих 4-х коробках ткань промывалась холодной водой.
3. Сушка на сушильно-ширильной машине ф. «Текстима» №5. Ширина разводки цепей 162см. Скорость движения ткани - 10м/мин. Температура в сушильных камерах: в 1-ой - 120°C, во 2-ой - 130°C, в 3-ей - 110°C, в 4-ой - 130°C, в 5-ой - 125°C, в 6-ой - 130°C, в 7-ой - 130°C. Ширина ткани перед сушкой 155-159см, после сушки 160-162см.
4. Стрижка на трехцилиндровой стригальной машине ф. «Текстима» лицевой поверхности ткани 2 прохода, скорость движения ткани 20м/мин. Высота установки стригальных цилиндров 1 шаблон.
5. Чистка ткани вручную от крупной костры.
6. Очистка на чистильной машине ЧМЗ-180Ш с острым паром.
7. Огнестойкая отделка на сушильно-ширильной машине ф. «Текстима» №5. Скорость обработки 8м/мин. Пропитка в плюсовке раствором без подогрева, содержащем: Рукофлам NAF ф. «Рудольф» Германия, с концентрацией 200-230г/л. и смачиватель ЭМАП - 5г/л. Температура в сушильных камерах: в 1-ой - 130°C, во 2-ой - 115°C, в 3-ей - 130°C, в 4-ой - 140°C, в 5-ой - 140°C, в 6-ой - 130°C, в 7-ой - 140°C. Ширина разводки цепей 162см. Ширина ткани на выходе 162см.
8. Заключительная декатировка на декатирах ф. «Текстима» по 4 куска в заправке, по режиму: пропарка-10минут, расхолодка-10минут
9. Разбраковка готовой ткани, промер, маркировка и упаковка.

В готовой ткани из кусков 449, 483, 487 было вырезано по 3м, а из куска 489-1м для испытаний.

Выход товара:

№ куска	Количество метров	
	суровый	готовый
484	22,2	22,5
487	21,9 (вырезано 0,5 м на испытания)	21,5 (вырезано 3,0 м на испытания)
489	20,2 (вырезано 0,5 м на испытания)	21,7 (вырезано 1,0 м на испытания)
483	23,2(вырезано 0,5 м на испытания)	22,8 (вырезано 3,0 м на испытания)
488	22,3	22,5
482	23,2	23,6
486	23,7	23,8
485	24,2	24,2
452	25,6	25,9
450	26,6	27,0
449	23,4(вырезано 0,5 м на испытания)	26,0(вырезано 3,0 м на испытания)
451	25,6	25,9
Итого	280,1	282,4

**От ФГУП ЦНИХБИ:**

Зав.отделом химических технологий  
и дизайна текстильных материалов, к.т.н.

Ст.научный сотрудник



Л.С.Ковальчук

Л.К.Акулова

**От ОАО «Сукно»:**

Инженер-технолог технического отдела I кат.



Л.И.Рудяченко

Протоколы испытаний  
ООО НПП «Армоком-Центр»  
(ткани до и после химчистки)

Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР»

**ПРОТОКОЛ № 1**

**1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образцы по договору

– 5 штук.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение устойчивости образцов к воздействию открытого пламени.

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 10 сентября 2010 года в испытательной лаборатории по «Методике экспериментального исследования стойкости текстильных материалов к воздействию открытого пламени» от 25.08.2008г.

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

4.1 Температура открытого пламени ~900<sup>0</sup>С.

4.2 Температура окружающего воздуха в помещении 20<sup>0</sup>С.

4.3 Относительная влажность окружающего воздуха в помещении 65%.

**5 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ**

5.1 Установка для испытаний образцов на устойчивость к воздействию открытого пламени.

5.2 Секундомер.

**6 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ**

6.1 Результаты испытаний на огнестойкость представлены в таблице.

Наименование образца	Время воздействия открытого пламени, с	Примечание
1	2	3
Пламя А 031	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом Остаточного горения нет Остаточного тления нет Деструкции нет
Пламя К 038	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом Остаточного горения нет Остаточного тления нет Деструкции нет
Огонь С 039	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом Остаточного горения нет Остаточного тления нет Деструкции нет

1	2	3
Огонь Д <sub>2</sub> 040	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом Остаточного горения нет Остаточного тления нет Деструкции нет
Огонь Д <sub>1</sub> 041	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом Остаточного горения нет Остаточного тления нет Деструкции нет

Начальник лаборатории теплофизики



А.В. Виноградов

Инженер



Е.А. Соловьева



Хотела верить;  
Зем. директора  
Катю и Юр.

Загорская С. К.

Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР»

**ПРОТОКОЛ № 2**

**1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образцы по договору

– 5 штук.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение устойчивости образцов после пятикратной химической чистки к воздействию открытого пламени.

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 10 сентября 2010 года в испытательной лаборатории по «Методике экспериментального исследования стойкости текстильных материалов к воздействию открытого пламени» от 25.08.2008г.

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

4.1 Температура открытого пламени ~900<sup>0</sup>С.

4.2 Температура окружающего воздуха в помещении 20<sup>0</sup>С.

4.3 Относительная влажность окружающего воздуха в помещении 65%.

**5 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ**

5.1 Установка для испытаний образцов на устойчивость к воздействию открытого пламени.

5.2 Секундомер.

**6 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ**

6.1 Результаты испытаний на огнестойкость представлены в таблице.

Наименование образца	Время воздействия открытого пламени, с	Примечание
1	2	3
Пламя А 031	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом Остаточного горения нет Остаточное тление в течение 5 секунд Деструкции нет
Пламя К 038	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом Остаточного горения нет Остаточное тление в течение 3 секунд Деструкции нет
Огонь С 039	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом Остаточного горения нет Остаточное тление в течение 3 секунд Деструкции нет



1	2	3
Огонь Д <sub>2</sub> 040	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом Остаточного горения нет Остаточное тление в течение 4 секунд Деструкции нет
Огонь Д <sub>1</sub> 041	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета с едким запахом Остаточного горения нет Остаточное тление в течение 5 секунд Деструкции нет

Начальник лаборатории теплофизики



А.В. Виноградов

Инженер



Е.А. Соловьева



Копия верна;

Зак. директора  
и пер.

Загорская С. К.

Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР»

**ПРОТОКОЛ № 3**

**1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образцы по договору

– 5 штук.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение стойкости к истиранию образцов.

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 28 сентября 2010 года в испытательной лаборатории по ГОСТ 18976 «Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию».

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

Испытания по определению стойкости к истиранию образцов материалов проводили на установке «ДИТ-М» при нормальных условиях в соответствии с ГОСТом 18976.

Результаты испытаний представлены в таблице

№ образца	Стойкость к истиранию по плоскости, циклы, не менее
1. Пламя А 031	7000
2. Пламя К 038	7000
3. Огонь С 039	7000
4. Огонь Д <sub>2</sub> 040	7000
5. Огонь Д <sub>1</sub> 041	7000

Испытатель: инженер

*Солов*

Е.А. Соловьева



Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР»**ПРОТОКОЛ № 3а****1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образцы по договору — 5 штук.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение стойкости к истиранию образцов тканей, подвергшихся пятикратной химчистке

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 28 сентября 2010 года в испытательной лаборатории по ГОСТ 18976 «Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию».

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

Испытания по определению стойкости к истиранию образцов материалов проводили на установке «ДИТ-М» при нормальных условиях в соответствии с ГОСТом 18976.

Результаты испытаний представлены в таблице

№ образца	Стойкость к истиранию по плоскости, циклы, не менее
1. Пламя А 031	7000
2. Пламя К 038	7000
3. Огонь С 039	7000
4. Огонь Д <sub>2</sub> 040	7000
5. Огонь Д <sub>1</sub> 041	7000

Испытатель: инженер

*Солов*

Е.А. Соловьева

Копия верна:

Зам. Ген. директора  
по персоналу и  
юридическим вопросам  
Засорская С.К.



Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР»

**ПРОТОКОЛ № 4****1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образцы по договору

– 5 штук.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение разрывной нагрузки образцов

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 28 сентября 2010 года в испытательной лаборатории по ГОСТ 29104.4 – 91 «Метод определения разрывной нагрузки»

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

Разрывную нагрузку образцов материалов определяли на испытательной машине «INSTRON» с предельным значением нагрузки 10т в соответствии с ГОСТом 29104.4 – 91

Результаты испытаний представлены в таблице

№ образца	Разрывная нагрузка полоски ткани 50x200мм, кгс (Н) не менее	
	основа	уток
1. Пламя А 031	91 (890)	82 (800)
	99 (970)	98 (960)
	93 (910)	93 (910)
	96 (940)	108 (1050)
	95 (930)	90 (880)
	Сред. значение: 95 (930)	Сред. значение: 94 (920)
2. Пламя К 038	141 (1380)	120 (1175)
	142 (1390)	120 (1175)
	140 (1370)	123 (1205)
	143 (1400)	120 (1175)
	140 (1370)	122 (1195)
	Сред. значение: 141 (1385)	Сред. значение: 121 (1185)
3. Огонь С 039	142 (1390)	144 (1410)
	142 (1390)	143 (1400)
	139 (1360)	142 (1390)
	143 (1400)	142 (1390)
	141 (1380)	143 (1400)
	Сред. значение: 140 (1370)	Сред. значение: 143 (1400)
4. Огонь Д <sub>2</sub> 040	144 (1410)	139 (1360)
	142 (1390)	143 (1400)
	142 (1390)	142 (1390)
	144 (1410)	145 (1420)
	142 (1390)	142 (1390)
	Сред. значение: 143 (1400)	Сред. значение: 140 (1370)
5. Огонь Д <sub>1</sub> 041	142 (1390)	118 (1155)
	142 (1390)	120 (1175)
	143 (1400)	122 (1195)
	144 (1410)	119 (1165)
	142 (1390)	120 (1175)
	Сред. значение: 143 (1400)	Сред. значение: 120 (1175)

Испытатель: инженер

Е.А. Соловьева

## ПРОТОКОЛ № 5

**1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образцы по договору – 5 штук.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение разрывной нагрузки образцов тканей, подвергшихся пятикратной химчистке

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 1 октября 2010 года в испытательной лаборатории по ГОСТ 29104.4 – 91 «Метод определения разрывной нагрузки»

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

Разрывную нагрузку образцов материалов определяли на испытательной машине «INSTRON» с предельным значением нагрузки 10т в соответствии с ГОСТом 29104.4 – 91

Результаты испытаний представлены в таблице

№ образца	Разрывная нагрузка полоски ткани 50x200мм, кгс (Н) не менее	
	основа	уток
1	2	3
1. Пламя А 031	90 (880)	91 (890)
	91 (890)	86 (840)
	95 (930)	95 (930)
	93 (910)	93 (910)
	92 (900)	92 (900)
	Сред. значение: 92 (900)	Сред. значение: 91 (890)
2. Пламя К 038	143 (1400)	122 (1195)
	142 (1390)	120 (1175)
	142 (1390)	121 (1185)
	141 (1380)	119 (1165)
	144 (1410)	123 (1205)
	Сред. значение: 140 (1370)	Сред. значение: 121 (1185)
3. Огонь С 039	143 (1400)	144 (1410)
	144 (1410)	146 (1430)
	143 (1400)	144 (1410)
	142 (1390)	143 (1400)
	141 (1380)	142 (1390)
	Сред. значение: 143 (1400)	Сред. значение: 144 (1410)
4. Огонь Д <sub>2</sub> 040	142 (1390)	145 (1420)
	143 (1400)	143 (1400)
	139 (1360)	143 (1400)
	139 (1360)	142 (1390)
	140 (1370)	141 (1380)
	Сред. значение: 141 (1380)	Сред. значение: 143 (1400)

1	2	3
5. Огонь Д <sub>1</sub> 041	143 (1400)	143 (1400)
	143 (1400)	143 (1400)
	144 (1410)	139 (1360)
	142 (1390)	141 (1380)
	142 (1390)	140 (1370)
	Сред. значение: 143 (1400)	Сред. значение: 141 (1380)

Испытатель: инженер

*Соловьева*

Е.А. Соловьева



*Копия верно:*

*директора*

*и зам.*

*Соловьева С. К.*

## ПРОТОКОЛ № 6

**1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образцы по договору

– 5 штук.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение раздирающей нагрузки образцов тканей

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 29 сентября 2010 года в испытательной лаборатории по ГОСТ 29104.5 – 91 «Метод определения раздирающей нагрузки»

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

Разрывную нагрузку образцов материалов определяли на испытательной машине «INSTRON» с предельным значением нагрузки 10т в соответствии с ГОСТом 29104.4 – 91

Результаты испытаний представлены в таблице

№ образца	Раздирающая нагрузка куска ткани 250x250мм, кгс (Н) не менее	
	основа	уток
1. Пламя А 031	7,0 (69)	6,0 (59)
	7,0 (69)	7,0 (69)
	6,5 (64)	7,0 (69)
	8,5 (83)	6,5 (64)
	7,5 (74)	7,0 (69)
	Среднее значение: 7,3 (72)	Среднее значение: 6,7 (66)
2. Пламя К 038	8,5 (83)	8,0 (78)
	8,5 (83)	8,5 (83)
	8,5 (83)	9,0 (88)
	8,5 (83)	8,0 (78)
	8,5 (83)	9,0 (88)
	Среднее значение: 8,5 (83)	Среднее значение: 8,5 (83)
3. Огонь С 039	9,0 (88)	6,5 (64)
	9,5 (93)	6,5 (64)
	9,0 (88)	7,0 (69)
	9,5 (93)	7,5 (74)
	10,0 (98)	8,5 (83)
	Среднее значение: 9,5 (93)	Среднее значение: 7,2 (71)
4. Огонь Д <sub>2</sub> 040	9,0 (88)	7,0 (69)
	9,5 (93)	7,0 (69)
	10,0 (98)	8,0 (78)
	10,0 (98)	8,0 (78)
	10,5 (103)	8,0 (78)
	Среднее значение: 9,8 (96)	Среднее значение: 7,6 (75)
5. Огонь Д <sub>1</sub> 041	7,0 (69)	7,0 (69)
	7,0 (69)	7,5 (74)
	7,0 (69)	7,5 (74)
	7,5 (83)	7,5 (74)
	7,0 (88)	7,5 (74)
	Среднее значение: 7,7 (75)	Среднее значение: 7,4 (73)

Испытатель: инженер

Е.А. Соловьева

Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР»

**ПРОТОКОЛ № 7**

**1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образцы по договору

5 штук

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение раздирающей нагрузки образцов тканей, подвергшихся пятикратной химчистке

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 1 октября 2010 года в испытательной лаборатории по ГОСТ 29104.5 – 91 «Метод определения раздирающей нагрузки»

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

Разрывную нагрузку образцов материалов определяли на испытательной машине «INSTRON» с предельным значением нагрузки 10т в соответствии с ГОСТом 29104.4 – 91. Результаты представлены в таблице.

№ образца	Раздирающая нагрузка куска ткани 250x250мм, кгс (Н) не менее	
	основа	уток
1. Пламя А 031	7,0 (69)	7,0 (69)
	7,0 (69)	6,5 (64)
	6,5 (64)	6,5 (64)
	8,0 (78)	6,5 (64)
	8,0 (78)	7,5 (74)
	Среднее значение: 7,3 (72)	Среднее значение: 6,8 (67)
2. Пламя К 038	9,0 (88)	10,0 (98)
	9,5 (93)	10,5 (103)
	10,0 (98)	9,0 (88)
	10,0 (98)	9,0 (88)
	11,0 (108)	10,5 (103)
	Среднее значение: 9,9 (97)	Среднее значение: 9,8 (96)
3. Огонь С 039	9,0 (88)	8,5 (83)
	9,5 (93)	8,5 (83)
	9,0 (88)	8,5 (83)
	9,5 (93)	8,0 (78)
	9,0 (88)	10,0 (98)
	Среднее значение: 9,2 (90)	Среднее значение: 8,7 (85)
4. Огонь Д <sub>2</sub> 040	10,0 (98)	10,0 (98)
	10,0 (98)	10,0 (98)
	10,5 (103)	11,0 (108)
	11,0 (108)	11,0 (108)
	11,0 (108)	9,5 (93)
	Среднее значение: 10,5 (103)	Среднее значение: 10,3 (101)
5. Огонь Д <sub>1</sub> 041	7,0 (69)	8,0 (78)
	7,5 (83)	8,0 (78)
	7,5 (83)	7,0 (69)
	8,0 (78)	8,5 (83)
	8,0 (78)	8,5 (83)
	Среднее значение: 8,0 (78)	Среднее значение: 8,0 (78)

Испытатель: инженер

Е.А. Соловьева



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ  
Испытательный Центр Сергиево-Посадского  
филиала ФГУ «Менделеевский ЦСМ»  
Регистрационный номер аттестата аккредитации  
ГОСТ Р № РОСС RU.0001.21AD22  
Регистрационный номер аттестата аккредитации  
ГСЭН № РОСС RU.0001.516503  
Юридический адрес:  
141300, г.Сергиев Посад, пр.Красной Армии, д.212/4  
Фактический адрес:  
141300, г.Сергиев Посад, ул. Академика Силина, д.7  
тел./т.факс.(496-55) 22-101  
E-mail: 5486444@mail.ru

### ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

N 16184 от 04.10.2010г.

**НАИМЕНОВАНИЕ ЗАКАЗЧИКА, ПРЕДСТАВИВШЕГО ОБРАЗЦЫ НА ИСПЫТАНИЕ**  
Заказчик: ООО НПП «АРМОКОМ-ЦЕНТР»

### ХАРАКТЕРИСТИКА И ОБОЗНАЧЕНИЕ ИСПЫТУЕМОГО ОБРАЗЦА

Образцы тканей 2 артикулов:  
-ткань образец 044/1;  
-ткань Огонь D<sub>2</sub> образец 040.

**ДАТА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗЦА НА ИСПЫТАНИЕ:** 01.10.2010г.

**ДАТА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЯ:** 04.10.2010г.

### КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ:

Относительная влажность воздуха - 66 %  
Температура воздуха - 19 °С

### НАПРАВЛЕНИЕ

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ИСПЫТАНИЯ:

Проверить на соответствие ГОСТ 12.4.247-2008 "Одежда специальная для защиты от искр и брызг расплавленного металла. Тт" по показателю, указанному в направлении: стойкость к прожиганию.

### МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ:

ГОСТ 12.4.184-97 «ССВТ. Ткани и материалы для специальной одежды, средств защиты рук и верха специальной обуви. Методы определения стойкости к прожиганию»

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

Условный номер образца	Наименование показателя, ед. измерения	Наименование ИО и СИ	Фактическое значение показателя	Нормативное значение показателя
	Стойкость к прожиганию, сек образец 044/1	ППТ-1	53,3	Не менее 50
	Огонь D <sub>2</sub> образец 040		73,7	ГОСТ 12.4.247-2008

Испытания проводили:  
Начальник лаборатории:

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ ТОЛЬКО НА ОБРАЗЦЫ, ПРОШЕДШИЕ ИСПЫТАНИЯ. ПЕРЕПЕЧАТКА ПРОТОКОЛА ЗАПРЕЩЕНА**



О.С.Захаренкова  
Е.К.Махова

директора  
С.К.

Страница 1  
Всего страниц 1

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Производственные исследования выработки огнезащитных пряжи и тканей с использованием кардной системы прядения хлопка на ООО «Чайковская текстильная компания»

- Протоколы испытаний волокон
- Акты об изготовлении опытно-промышленных партий пряжи и тканей
- Выработка опытно-промышленной партии пряжи линейной плотности 29 текс х 2 из смеси 75% хлопка и 25% волокна Русар
- Выработка опытно-промышленной партии пряжи линейной плотности 25 текс х 2 из смеси 65% волокна Русар и 35% волокна Кермель
- Выработка опытно-промышленной партии пряжи линейной плотности 29 текс х 2 из смеси 40% Нитокс, 40% Русар, 20% Кермель
- Протоколы испытаний суровой пряжи и тканей
- Технологические режимы производства кардной пряжи их смесей термо-, огнестойких волокон
- Технические условия ТУ 9052-001-00302178-2011 «Пряжа кардная кольцевая из смесей химических огнестойких и натуральных волокон»
- Технологические режимы производства суровых огнезащитных тканей из многокомпонентной пряжи на основе термо- и огнестойких волокон
- Описание процесса отделок суровых тканей, содержащих 100% огнестойкие волокна и тканей, состоящих из хлопка и огнестойкого волокна (хлопок 75% и Русар 25%)
- Технологические режимы отделки огне-, термостойких тканей
- Технические условия ТУ 8388-002-00302178-2011 «Ткани огне-, термозащитные специального назначения»

Протоколы испытаний  
волокон

**Испытательный центр «ЦНИХБИ»**

Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности»  
119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (факс) (495) 954-39-89

**Протокол испытаний № 6В/3 от 25 марта 2010 г.**

**Наименование заказчика проведения испытаний:** Отдел «Прядение и кручение хлопка и химических волокон» ФГУП ЦНИХБИ.

**Наименование образца, представленного для испытаний:** волокно Kermel®.

**Результаты испытаний:**

Наименование образца	Наименование качественной характеристики	Фактическое значение
<b>Волокно Kermel®.</b>	Линейная плотность, текс	0,24
	Разрывная нагрузка, сН	7,5
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	18,6
	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	31,3
	Удлинение при разрыве, %	18,5
	Коэффициент вариации по удлинению, %	22,3
	Разрывная нагрузка при разрыве петель, сН	2,0
	Удельная разрывная нагрузка при разрыве петель, сН/текс	8,3
	Сохранение разрывной нагрузки при разрыве петель, %	26,7
	Разрывная нагрузка в мокром состоянии, сН	8,7
	Удельная разрывная нагрузка в мокром состоянии, сН/текс	36,2
	Разрывное удлинение в мокром состоянии, %	20,5
	Потеря прочности в мокром состоянии, %	0 (+13)
	Нагрузка при 5% удлинении в сухом состоянии, сН	2,35
	Удельная нагрузка при 5% удлинении, сН/текс	9,8
	Средняя массодлина, мм	47,9
	Длина модальная, мм	48,0
	Длина штапельная, мм	50,6
	Коэффициент вариации по длине, %	10,9
	Пороки (склейки, грубые волокна, непрорезы), %	не обнаружено
	Число извитков на 10 мм	4,9
	Степень извитости, %	13,5
	Нормальная влажность, %	4,7
	Коэффициент трения волокно/волокно	0,401
	Коэффициент трения волокно/металл	0,255
	Удельное электрическое сопротивление, Ом	$3,5 \cdot 10^{12}$
	Изгибоустойчивость, циклов	27035

Руководитель ИЦ «ЦНИХБИ»

Лусинян И.В.

Ответственный исполнитель

Кабанова Е.В.



**Испытательный центр «ЦНИХБИ»**  
 Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности»  
 119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (факс) (495) 954-39-89

**Протокол испытаний № 1В/4 от 9 апреля 2010 г.**

**Наименование заказчика проведения испытаний:** Отдел «Прядение и кручение хлопка и химических волокон» ФГУП ЦНИХБИ.

**Наименование образца, представленного для испытаний:** волокно Нитокс.

**Результаты испытаний:**

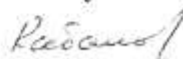
Наименование образца	Наименование качественной характеристики	Фактическое значение
<b>Волокно Нитокс.</b>	Линейная плотность, текс	0,17
	Разрывная нагрузка, сН	2,9
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	19,1
	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	17,1
	Удлинение при разрыве, %	18,3
	Коэффициент вариации по удлинению, %	16,8
	Разрывная нагрузка при разрыве петель, сН	0,156
	Удельная разрывная нагрузка при разрыве петель, сН/текс	0,92
	Сохранение разрывной нагрузки при разрыве петель, %	5,4
	Разрывная нагрузка в мокром состоянии, сН	1,75
	Удельная разрывная нагрузка в мокром состоянии, сН/текс	10,3
	Разрывное удлинение в мокром состоянии, %	27,7
	Потеря прочности в мокром состоянии, %	39,7
	Нагрузка при 5% удлинении в сухом состоянии, сН	1,64
	Удельная нагрузка при 5% удлинении, сН/текс	9,7
	Средняя массодлина, мм	35,4
	Длина модальная, мм	37,0
	Длина штапельная, мм	38,0
	Коэффициент вариации по длине, %	10,3
	Пороки, %	не обнаружено
	-склейки, грубые волокна	
	-непрорезы	
	-короткие волокна длиной 3-17 мм	0,2
	Число извитков на 10 мм	3,0
	Степень извитости, %	6,5
	Нормальная влажность, %	8,8
	Коэффициент трения волокно/волокно	0,257
	Коэффициент трения волокно/металл	0,203
Удельное электрическое сопротивление, Ом	$8,6 \cdot 10^{14}$	
Изгибоустойчивость, циклов		

Руководитель ИЦ «ЦНИХБИ»



Лусинян И.В.

Ответственный исполнитель



Кабанова Е.В.



**Испытательный центр «ЦНИХБИ»**  
 Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности»  
 119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (факс) (495) 954-39-89

**Протокол испытаний № 17В/4 от 26 апреля 2010 г.**

**Наименование заказчика проведения испытаний:** Отдел «Прядение и кручение хлопка и химических волокон» ФГУП ЦНИХБИ.

**Наименование образца, представленного для испытаний:** волокно Русар - образец 318.

**Результаты испытаний:**

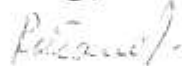
Наименование образца	Наименование качественной характеристики	Фактическое значение
<b>Волокно Русар. Образец 318.</b>	Линейная плотность, текс	0,194
	Разрывная нагрузка, сН	40,3
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	23,1
	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	207,7
	Удлинение при разрыве, %	6,1
	Коэффициент вариации по удлинению, %	21,3
	Разрывная нагрузка при разрыве петлей, сН	3,94
	Удельная разрывная нагрузка при разрыве петлей, сН/текс	20,3
	Сохранение разрывной нагрузки при разрыве петлей, %	9,8
	Разрывная нагрузка в мокром состоянии, сН	39,3
	Удельная разрывная нагрузка в мокром состоянии, сН/текс	202,6
	Разрывное удлинение в мокром состоянии, %	6,5
	Потеря прочности в мокром состоянии, %	2,5
	Средняя массодлина, мм	37,9
	Длина модальная, мм	38,0
	Длина штапельная, мм	39,1
	Коэффициент вариации по длине, %	2,1
	Пороки, % -склейки, грубые волокна -непрорезы	не обнаружено
	Нормальная влажность, %	4,1
	Коэффициент трения волокно/волокно	0,196
Коэффициент трения волокно/металл		
Удельное электрическое сопротивление, Ом	$1,9 \cdot 10^{13}$	

Руководитель ИЦ «ЦНИХБИ»

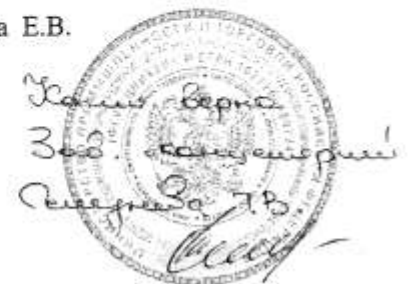


Лусинян И.В.

Ответственный исполнитель



Кабанова Е.В.



Акты об изготовлении  
опытно-промышленных партий  
пряжи и тканей





**МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕКСТИЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени А.Н. КОСЫГИНА**

**КАФЕДРА  
ТЕХНОЛОГИИ ХИМИЧЕСКИХ  
ВОЛОКОН И НАНОМАТЕРИАЛОВ**

119071, Москва, Малая Калужская, 1  
тел. (495) 955-33-94, факс (495) 952-14-40,  
(495) 955-33-94, lsgalbraikh@mail.ru

№ \_\_\_\_\_

**ПРОТОКОЛ**  
определения кислородного индекса  
ГОСТ 12.1.044-89

Дата 31.05.2010 г.

Наименование материала: Образцы пряжи и трикотажа

Условия в помещении:

Температура, °С: 24

Атмосферное давление: 750 мм рт.ст.

№ п/п	Наименование образца	КИ, %
1.	Образец 1	28,9
2.	Образец 2	29,3
3.	Образец 3	29,3
4.	Образец 4	28,3 (устойчивое тление)
5.	Образец 5	18,9
6.	Образец 6	27,9
7.	Образец 7	30,3
8.	Образец 10	32,3
9.	Образец 11	33,5

Исполнитель: к.х.н. доц. Дутикова О.С.



Наименование лаборатории: кафедра технологии химических волокон и наноматериалов, МГТУ им. А.Н. Косыгина



УТВЕРЖДАЮ  
 Исполнительный директор  
 ООО «Чайковская текстильная  
 компания»  
 \_\_\_\_\_ С.В.Загородников  
 «        »        2010



УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ФГУП ЦНИХБИ  
 \_\_\_\_\_ Р.И.Акчурина  
 «        »        2010

### АКТ

Об изготовлении опытных партий суровых тканей согласно контракту № 9411. 1003702. 19.009 от 16.09.2009 «Разработка технологии производства текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты на основе отечественных высокомолекулярных, высокопрочных термостойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс», шифр «Защита».

В производственных условиях ООО «ЧПТК» при участии специалистов ФГУП ЦНИХБИ и ООО «ЧПТК» были изготовлены три опытные партии суровой ткани из опытной партии пряжи следующего состава:

65% Русар; 35% Кермель	25текс х2	83кг	партия 042
75% хлопок; 25% Русар	29текс х2	158кг	партия 043
40% Нитокс; 40% Русар; 20% Кермель	29текс х2	166кг	партия 044

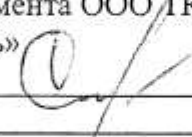
В процессе выработки проводились наблюдения за обрывностью в ткачестве нитей основы и утка, учет выработки и разбраковки суровых тканей.

Копия выдана  
 ЗАВ. КАЦИ  
 Т.В. Сера

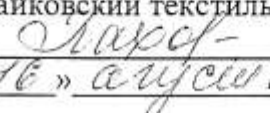


Показатели	Значения показателей по образцам		
	042	043	044
Выработано всего метров	196,0	274,0	273,0
В т.ч. 1 сорт, м		269,0	
2 сорт, м	192,0		266,0
Отбор образцов, м	4,0	5,0	7,0
Количество ткани на складе, м	192,0	269,0	266,0
Расход пряжи без угаров, кг	69,5	130,0	152,7
Остаток пряжи, кг/бобин	12,5/8	26,3/15	8,8/6
Угары, кг	1,0	1,7	4,5
Обрывность по основе, обр/м	0,26	6/0	0,37
Обрывность по утку, обр/м	0,1	6/0	6/0
Производительность станка, м/час	6,5	7,2	5,4
Объем по вариантам, м		0,43/1 – 133,0 0,43/2 – 136,0	0,44/1-75,0 0,44/2-191,0

Руководитель департамента по развитию  
ассортимента ООО ТК «Чайковский  
текстиль»

  
Е.В.Сильченко  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010

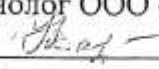
Начальник СИР ООО УПК  
«Чайковский текстиль»

  
Ж.А.Загородникова  
«16» августа 2010

Исполнительный директор  
ООО «ЧПТК»

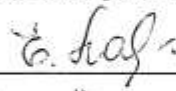
  
Е.В.Репина  
«16» 08 2010

Технолог ООО «ЧПТК»

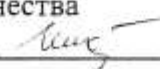
  
Н.Н.Варзина  
«16» 06 2010

от ФГУП ЦНИХБИ

Заместитель директора по  
научной работе

  
Е.П.Лаврентьева  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010

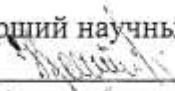
Заведующий лабораторией  
ткачества

  
М.П.Михайлова  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2010

Ведущий научный сотрудник

  
Л.А.Мальков  
«16» августа 2010

Старший научный сотрудник

  
В.С.Колтунчиков  
«16» августа 2010



Ирина Березина  
И.А.Иванова  
Саломеева Т.В.

Утверждаю  
Исполнительный директор ООО  
«Чайковская текстильная компания»  
В. Загородников



### АКТ

Об отделке опытных партий тканей, содержащих огнестойкие волокна от  
10.02.2011

В отделочном производстве ООО «Чайковская текстильная компания» по рекомендуемому ОАО «ЦНИТИ» режимам были отделаны опытные партии тканей, содержащих огнестойкие волокна:

- Ткань образец 042 в количестве 184,1 пог. м;
- Ткань образец 044 в количестве 244,0 пог. м;
- Ткань образец 043/1 в количестве 261,0 пог. м.

От  
ООО «Чайковская текстильная компания»  
Гл. инженер

Е.А. Васькина  
Вед. специалист

С.А. Гарагин  
С.А. Гарагин

Копия верна:  
Зав. канцелярией Светлана Т.В.



От  
ОАО «ЦНИТИ»  
Зав. отделом химических  
технологий и дизайна  
текстильных материалов, к.т.н.

Л.С. Ковальчук  
Ст. научный сотрудник

Л.К. Акулова  
Л.К. Акулова


 Главный инженер  
 филиала ЗАО «ПК «Нордтекс»  
 в г.Родники - «Родники-Текстиль»  
 А.Ю.Миронов

А К Т


Об отделке опытной партии ткани, содержащей огнестойкие волокна.


от 5 марта 2011 г.

В отделочном производстве ЗАО «ПК «Нордтекс» в г.Родники – «Родники-Текстиль» была отделана опытная партия ткани, содержащая огнестойкие волокна, образец 043 в количестве 131,6 пог.метра по технологии «Пробан».

От

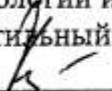
ЗАО «ПК «Нордтекс»  
в г.Родники – «Родники-Текстиль»

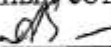
Главный инженер  
 красильно-отделочного  
 производства  
 Г.Б.Глазова

Ст.инженер КПП  
 И.Р.Коробова

От

ОАО «ЦНИТИ»

Зав.отделом химических  
 технологий и дизайна  
 текстильных материалов, к.т.н.  
 Л.С.Ковальчук

Ст.научный сотрудник  
 Л.К.Акулова

Копия передана  
 зав. канцелярией  

 Степанова Т.В.


 Главный инженер  
 ЗАО «ПК «Нордтекс»  
 в г.Родники - «Ровники-Текстиль»  
 А.Ю.Миронов

А К Т

Об отделке опытной партии ткани, содержащей огнестойкие волокна.

от 5 марта 2011 г.


В отделочном производстве ЗАО «ПК «Нордтекс» в г.Родники – «Родники-Текстиль» была отделана опытная партия ткани, содержащая огнестойкие волокна, образец 043 в количестве 131,6 пог.метра по технологии «Пробан».

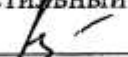
От

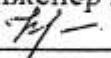
От


ЗАО «ПК «Нордтекс»  
в г.Родники – «Родники-Текстиль»

ОАО «ЦНИТИ»

Главный инженер  
 красильно-отделочного  
 производства  
 Г.Б.Глазова

Зав.отделом химических  
 технологий и дизайна  
 текстильных материалов, к.т.н.  
 Л.С.Ковальчук

Ст.инженер КПЛ  
 И.Р.Коробова

Ст.научный сотрудник  
 Л.К.Акулова

Копия передана  
 Зав. канцелярией  

 Селезнева Т.В.

Выработка опытно-промышленной партии пряжи  
линейной плотности 29 текс х 2  
из смеси 75% хлопка и 25% волокна Русар®

Выработка пряжи осуществлялась по плану прядения, представленному в таблице 1.

Состав оборудования по переходам приведён ниже.

Для переработки хлопка:

- поточная линия в составе:
  - дозатор В-10/1 (питатель-смеситель)
  - смешивающая решётка В-23
  - очиститель Uniclin В-11
  - многослойный бункерный смеситель «SML»
  - очиститель Uniflex В-60
  - резервный бункер FS/5-1250
  - горизонтальный рыхлитель В-34
  - машина тонкого рыхления МТО
  - резервный бункер FS/5-11.

Для переработки смеси:

- поточная линия в составе:
  - дозатор В-10/1 (типа питателя-смесителя)
  - машина тонкого рыхления МТО
  - чёсальная машина Card 2000 ф. Platt Saco Lowell
- ленточные машины:
  - I переход – 1547/2, ф. Spinnereimaschinenbau с трёхцилиндровым вытяжным прибором
  - II переход – RSB-D-30 с авторегулятором, ф. Rieter
  - III переход – RSB-D-30 с авторегулятором, ф. Rieter
- ровничная машина BF 90-3, ф. Spinnereimaschinenbau с вытяжным прибором - трёхцилиндровым, двухремешковым с рычагом нагрузки РК 1500, ф. SKF



Таблица 1 – План прядения для выработки пряжи 29 текс х 2 из смеси 75% хлопка и 25% волокна Русар®

Наименование машин	Марка машины	Линейная плотность, ктекс, текс (номер)	Число сложений	Вытяжка общая	Вытяжка частная	Число кручений	Коэффициент крутки, $\alpha_t$ , $\alpha_m$	Частота вращения выпускных органов веретён, об/мин	Скорость выпуска, м/мин
Чёсальные	Card-2000	4,17 (024)	1	-	-	-	-		80
Ленточные I переход II переход (с авторегулятором) III переход (с авторегулятором)	1547/2	4,17 (024)	6	6	1,31	-	-	1327	250
	RSB-D-30	4,17 (024)	8	8	1,16	-	-	4379	550
	RSB-D-30	4,17 (024)	8	8	1,16	-	-	4379	550
Ровничные	BF 90-3	667 (1,5)	1	6,25	1,22	35,6	9,2 (29,2)	1400	25
Прядильные	NSF 2	29 (34,5)	1	23,0	1,2	700	37,7 (119)	10000	
Мотальный автомат	Auto Coner 238	29 (34,5)	1	-	-	-	-	-	800
Мотальная	MT-2M	29 (34,5)	1	-	-	-	-		650
Крутильная	VTS 07/2	29 x 2 (34,5/2)	2	-	-	419	32 (101)	6000	28,6

- кольцевая прядильная машина NSF 2, ф. Марцоли, с двухремешковым вытяжным прибором 3 x 3 с маятниковым рычагом SKF PK 225
- мотальный автомат Auto Coner 238 ф. Schlafhorst с электронной очисткой пряжи
- мотальная машина МТ-2М
- крутильная машина двойного кручения VTS 07/2 ф. Volkmann.

Параметры заправки оборудования при переработке смеси волокон –  
хлопка (75%) и Русар (25%)

Чёсальная машина Card -2000

Линейная плотность чёсальной ленты, ктекс	4,17
(Линейная плотность настила, ктекс)	(17,78)
Диаметр валиков лентоукладчика ( $d_{в.л.}$ ), мм	50
Диаметр выпускного и питающего цилиндров вытяжного прибора, мм	40
Диаметр съёмного валика, мм	127
Диаметр съёмного барабана, мм	704,85
Диаметр главного барабана, мм	1285,75
Диаметр приёмного барабана, мм	250
Диаметр питающего цилиндра, мм	76,2
Диаметр валиков бункера, мм	128
Общая вытяжка	111,22
Вытяжка между питающим цилиндром и выпускным цилиндром	104,92
Вытяжка между выпускными валами бункера и питающим цилиндром	0,890
Вытяжка между приёмным и главным барабаном	1,96
Вытяжка между главным и съёмным барабаном	0,044
Вытяжка между съёмным барабаном и съёмным валиком	1,081
Вытяжка между съёмным валиком и питающим цилиндром вытяжного прибора	1,245
Вытяжка в вытяжном приборе	1,5
Вытяжка между выпускным цилиндром выт. прибора и валиками лентоукладчика	1,060

## Ленточные машины

I переход –машина 1547/2

Линейная плотность выходящей ленты, ктекс	4,17
Средневзвешенная штапельная длина волокон смеси, мм	34,3
Число сложений	6
Вытяжка	
- общая	6
- в задней зоне	1,31
Разводки (шаблоны) между центрами цилиндров, мм	
I - II	44 (2)
II - III	44 (8)
Диаметры цилиндров, мм	
I	60
II	30
III	30
Диаметры валиков, мм	
I	41
II	34
III	34
Давление на редукционном клапане, бар	
4,0 4,67 5,34 6,0	
Давление на линию зажима, кгс/см	
3,0 3,5 4,0 4,5	
Скорость выпуска, м/мин	250
Число зубьев сменных вытяжных шестерён	
Предварительная вытяжка	
$Z_1$	42 з
$Z_2$ Основная вытяжка	75 з
$Z_3$	67 з

II и III переход – машина RSB-D-30 с авторегулятором	4,17
Линейная плотность выходящей ленты, ктекс	8
Число сложений	8
Общая вытяжка	1,16
в предварительной зоне вытягивания	
Разводки, мм:	
между центрами цилиндров	
I-II	42
II-III	45
Диаметры цилиндров, мм	40-30-30
Диаметры валиков, мм	38-38-38
Нагрузка на валики, (Н), количество рисок на винтах	
верхние	3 (320)
направляющий	2 (200)
Скорость выпуска, м/мин	550
Число зубьев сменных вытяжных шестерён и диаметр блочка, мм	
$W_4$ (диаметр блочка для предварительной вытяжки)	60,3
главная вытяжка:	
$W_1$	46 з
$W_2$	58 з

#### Ровничная перегонная машина BF 90-3

Линейная плотность ровницы, текс	667
Общая вытяжка	6,25
в предварительной зоне вытягивания	1,22
Разводки, мм	
между центрами цилиндров	
I-II	50
II-III	55
Шаблоны, мм	
I-II	20

II-III	25
Диаметры цилиндров, мм	32-28-32
Диаметры валиков, мм	28-28-28
Нагрузка, даН (зелёные клипсы)	25-15-25
Число кручений на м	35,6
Коэффициент крутки, $\alpha_T$	9,2
( $\alpha_M$ )	(29,2)
Скорость выпуска, м/мин	25
Частота вращения веретён, мин <sup>-1</sup>	1400
Число зубьев сменных шестерён:	
$W_1 = 32 з$ (предварительная вытяжка)	
$W_2 = 29 з$	
$W_3 = 42 з$ (главная вытяжка)	
$W_{10} = 77 з$ (крутильные)	
$W_9 = 53 з$	

#### Кольцепрядильная машина NSF 2

Линейная плотность пряжи, текс	29
Общая вытяжка	23
Вытяжка в задней зоне	1,2
Разводки, мм	
между центрами цилиндров	
I-II	54
II-III	62,5
Шаблоны, мм	
I - II	25,5
II - III	34,0
Диаметры цилиндров, мм	

I-II-III	27-30-27
Диаметры валиков, мм	
I-II-III	35-25-35
Крутка, кр/м	704
Коэффициент крутки $\alpha_T$ ( $\alpha_M$ )	37,9 (120)
Скорость выпуска, м/мин	14,2
Нагрузка на вытяжные пары, кгс	
I-II-III	18-14-10
(цвет клипс – красный)	
Частота вращения веретён, об/мин <sup>-1</sup>	10400
Диаметр кольца, мм	48
Номер бегунка	90
Скорость бегунка, м/сек	25,1
Число зубьев сменных шестерён:	
предварительная вытяжка	70
главная вытяжка	50
крутильная	56

Технологический процесс выработки пряжи из смеси 75% хлопка, 25% волокна Русар проходил стабильно, без осложнений по всем переходам.

При приготовлении «постели» было проведено эмульсирование слоёв волокна. В качестве авиважного препарата использовали ланол.

Состав эмульсии:

тёплая вода – 92,3%

ланол – 7,7%.

Количество эмульсии к виду волокна составило 3,8%.

Параметры заправки оборудования устанавливались исходя из показателей качества волокон смеси.

Для лучшего смешивания использовали три перехода ленточных машин. При этом общее число сложений составило 384 для одиночной пряжи и 768 – для кручёной.

Пряжа с прядильных машин перематывалась на мотальном автомате Auto Coner 238 с электронной очисткой. Затем пряжа перематывалась на мотальной машине МТ-2М для получения цилиндрических паковок, которые устанавливались на крутильные машины двойной крутки VTS 07/2.

Параметры заправки машины Auto Coner 238, МТ-2М и VTS 07/2 приведены в технологических режимах, а технологические параметры – в плане прядения.

Выработка опытно-промышленной партии кручёной пряжи  
линейной плотности 25 текс х 2 из смеси  
65% волокна Русар<sup>®</sup> и 35% волокна Кермель<sup>®</sup>



Для создания тканей для спецподразделений силовых структур с поверхностной плотностью не более 250 г/м<sup>2</sup> была выработана кручёная пряжа 25 текс х 2.

Учитывая повышенные требования к данным тканям по прочностным, термостойким и огнезащитным свойствам выбраны следующие компоненты сырья: высокомодульное, высокопрочное, имеющее высокий кислородный индекс, параарамидное отечественное волокно Русар жёлтого цвета, в качестве основного компонента, и термостойкое метаарамидное волокно Кермель тёмно-синего цвета, производства фирмы Родиа (Франция).

Выработка пряжи в производственных условиях ООО «ЧПТК» проводилась по плану прядению, указанному в таблице 2.

Смешивание компонентов проводилось методом «постели», где предварительно взвешенные компоненты раскладывались поочерёдно в виде сэндвича, при этом на волокно наносилась эмульсия в составе:

92,3% тёплая вода

7,7% авиважный препарат ланол

Эмульсия наносилась в количестве 3,8% от веса волокна.

Состав оборудования для выработки пряжи 25 текс х 2  
из смеси 65% волокна Русар и 35% волокна Кермель

Поточная линия в составе:

- дозатор В-1/1 (типа питателя-смесителя с длинной решёткой) ф. Marzoli;
- машина тонкого рыхления «МТО»;
- чесальная машина Card-2000;

Ленточные машины

I переход – 1547/2 ф. Spinnereimaschinenbau

II переход и III переход – ленточная машина с авторегулятором RSB-D-30 ф. Rieter

Ровничная машина BF 90-3 ф. Grossen Hainer

Кольцевая прядильная машина NSF ф. Marzoli

Таблица 2 – План прядения для выработки пряжи из смеси 65% Русар, 35% Кермель

Наименование параметров	Марка машин	Линейная плотность, текс (номер)	Число сложений	Вытяжка общая	Вытяжка частная	Число кручений	Коэффициент крутки $\alpha_T$ ( $\alpha_M$ )	Частота вращения выпускных органов веретён, об/мин	Скорость выпуска, м/мин
Чёсальные	Card-2000	4,17 (0,24)	1	-	1,5	-	-	-	80
Ленточные I переход II переход (с авторегулятором) III переход (с авторегулятором)	1547/2	4,17 (0,24)	6	6	1,31	-	-	-	250
	RSB-D-30	4,17 (0,24)	8	8	1,16	-	-	-	550
	RSB-D-30	4,17 (0,24)	8	8	1,16	-	-	-	550
Ровничные	BF 90-3	667 (1,5)	1	6,25	1,22	35,6	9,2 (21,2)	1000	28,1
Прядильные	NSF 2	25	1	26,7	1,20	575	36,4	10000	17,4
Мотальная	MT-2M	25	1	-	-	-	-	-	650
Крутильная	VTS 07/2	25 x 2 (40/2)	2	-	-	380	85	6000	31,6

Мотальная машина МТ–2М

Крутильная машина двойной крутки VTS 07/2 ф. Volkmann

Для лучшего перемешивания разных цветов компонентов принято три перехода ленточных машин, что обеспечивает общее число сложений в прядении 512, и в кручении число сложений равно 2.

Параметры заправки оборудования выбирались с учётом свойств волокон (линейной плотности, длины, извитости, хрупкости и удельного электрического сопротивления), выбранных линейных плотностей полуфабрикатов и пряжи и технологических возможностей оборудования, установленного на ООО «ЧТК».

Параметры заправки оборудования, установленные при  
переработке смеси 65% Русар, 35% Кермель

Параметры заправки чесальной машины Card-2000 были такими же, что и при переработке смеси 75% хлопка и 25% Русар.

#### Ленточные машины

I переход –машина 1547/2

Линейная плотность выходящей ленты, ктекс	4,17
Средневзвешенная штапельная длина волокон смеси, мм	43,2
Число сложений	6
Вытяжка	
- общая	6
- в задней зоне	1,31
Разводки (шаблоны) между центрами цилиндров, мм	
I - II	56 (14)
II - III	58 (22)
Диаметры цилиндров, мм	
I	60
II	30

Ш	30
Диаметры валиков, мм	
I	41
II	34
III	34
Давление на редукционном клапане, бар	
4,0 4,67 5,34 6,0	
Давление на линию зажима, кгс/см	
3,0 3,5 4,0 4,5	
Скорость выпуска, м/мин	250
Число зубьев сменных вытяжных шестерён	
Предварительная вытяжка	
Z <sub>1</sub> Главная вытяжка	42 з
Z <sub>2</sub>	75 з
Z <sub>3</sub>	67 з
II и III переход – машина RSB-D-30 с авторегулятором	4,17
Линейная плотность выходящей ленты, ктекс	8
Число сложений	8
Общая вытяжка	1,16
в предварительной зоне вытягивания	
Разводки, мм:	
между центрами цилиндров	
I-II	54
II-III	54
Диаметры цилиндров, мм	40-30-30
Диаметры валиков, мм	38-38-38
Нагрузка на валики, (Н), количество рисок на винтах	
верхние	3 (320)
направляющий	2 (200)



$W_3 = 42$  з (главная вытяжка)

$W_{10} = 53$  з (крутильные)

$W_9 = 77$  з

### Кольцепрядильная машина NSF 2

Линейная плотность пряжи, текс	25
Общая вытяжка	26,7
Вытяжка в задней зоне	1,2
Разводки, мм	
между центрами цилиндров	
I-II	54
II-III	62,5
Шаблоны, мм	
I - II	25,5
II - III	34,0
Диаметры цилиндров, мм	
I-II-III	27-30-27
Диаметры валиков, мм	
I-II-III	35-25-35
Нагрузка на вытяжные пары, кгс	
I-II-III	18-14-10
(цвет клипс – красный)	
Крутка, кр/м	575
Коэффициент крутки $\alpha_T$ ( $\alpha_M$ )	364 (115)
Скорость выпуска, м/мин	17,4
Частота вращения веретён, об/мин <sup>-1</sup>	10000
Диаметр кольца, мм	48

Номер бегунка	90
Скорость бегунка, м/сек	25,1
Число зубьев сменных шестерён:	
предварительная вытяжка	70
главная вытяжка	55
крутильная	46

При переработке данной смеси, также как и при переработке других вариантов смесей, наблюдалось неравномерное рыхление компонентов, осуществляемое в основном только на машине тонкой очистки МТО. Кроме того в составе поточной линии не предусмотрена смешивающая машина или хотя бы резервная ёмкость для волокна перед подачей его на чёсальные машины. Всё это приводило к разному весу клочков, неравномерному питанию чёсальных машин и завихрению волокна в бункере чёсальных машин, вызванному повышенной частотой вращения вентиляторов в пневмосистеме с короткой длиной трубопроводов (на две чёсальные машины).

Вследствие этого переработка смесей на чёсальных машинах была затруднена.

На ровничной машине осложнения были вызваны подбором разводок и оптимальных значений крутки. После выбора данных параметров процесс протекал удовлетворительно. На остальных переходах осложнений в переработке не наблюдалось.

Перемотку пряжи на мотальном автомате Auto Coner 238 с электронной очисткой провести не удалось из-за высокой прочности пряжи, с которой не справлялись ножи, вырезающие пороки пряжи.

Выработка опытно-промышленной партии пряжи  
линейной плотности 29 текс х 2  
из смеси волокон 40% Нитокс<sup>®</sup>, 40% Русар<sup>®</sup>, 20% Кермель<sup>®</sup>



Выработке кручёной пряжи 29 текс х 2 из указанной смеси волокон придавалось большое значение. Это объяснялось использованием термоокисленного полиакрилонитрильного волокна Нитокс, известного не только высокой огнестойкостью (КИ = 43-45%), но и повышенной хрупкостью волокна. До этого волокно Нитокс перерабатывалось только по аппаратной системе прядения шерсти, где механическое воздействие на волокно минимально.

Впервые переработка волокна Нитокс осуществляется по хлопчатобумажной системе прядения. Это стало возможным благодаря выбору оптимального состава смеси. Волокно Русар придаёт прочность полуфабрикатам и пряжи, а волокно Кермель улучшает прядильную способность смеси за счёт своей извитости и эластичности.

Выработка пряжи 29 текс х 2 из трёхкомпонентной смеси волокон разных цветов (Нитокс – чёрного цвета, Русар – жёлтого цвета и Кермель – тёмно-синего) осуществлялись по плану прядения, указанному в таблице 3.

Состав оборудования по переходам для переработки смеси:

- поточная линия в составе:

- дозатор В-10/1 (типа питателя-смесителя)

- машина тонкого рыхления МТО

- чесальная машина Card-2000

- ленточные машины

I переход – 1547/2 ф. Spinnereimaschinenbau

II и III переход – 1548/2 ф. Spinnereimaschinenbau

Ровничная машина BF 90-3 ф. Grossen Hainer

Кольцевая прядильная машина NSF ф. Marzoli

Мотальная машина МТ–2М

Крутильная машина двойной крутки VTS 07/2 ф. Volkmann

Таблица 3 – План прядения для выработки пряжи из смеси 40% Русар, 40% Нитокс, 20% Кермель

Наименование параметров	Марка машин	Линейная плотность, текс (номер)	Число сложенных	Вытяжка общая	Вытяжка частная	Число кручений	Коэффициент крутки $\alpha_T$ ( $\alpha_M$ )	Частота вращения выпускных органов веретён, об/мин	Скорость выпуска, м/мин
Чёсальные	Card-2000	4,17 (0,24)	1	-	-	-	-	-	80
Ленточные									
I переход	1547/2	4,17 (0,24)	6	6	1,31	-	-	-	250
II переход	1548/2	4,17 (0,24)	8	8	1,03	-	-	-	200
(с авторегулятором)									
III переход	1548/2	4,17 (0,24)	8	8	1,03	-	-	-	200
(с авторегулятором)									
Ровничные	BF 90-3	667 (1,5)	1	6,25	1,22	33,4	8,6 (27,3)	800	
Прядильные	NSF 2	29	1	23	1,20	675	36,4(115)		
Мотальная	MT-2M	29	1	-	-	-	-	-	650
Крутильная	TDS 190M	29 x 2 (34,5/2)	2	-	-	370	28,5 (90)	6000	32,4

Параметры заправки оборудования, установленные  
при переработке смеси

40% Нитокс<sup>®</sup>, 40% Русар<sup>®</sup>, 20% Кермель<sup>®</sup>

Параметры заправки машин поточной линии, включая чёсальную, оставались теми же, что и при переработке первых двух смесей. Подробно параметры заправки оборудования приведены в технологических режимах (Приложение Е).

Ленточные машины

I переход –машина 1547/2

Линейная плотность выходящей ленты, ктекс	4,17
Средневзвешенная штапельная длина волокон смеси, мм	40,6
Число сложений	6
Вытяжка	
- общая	6
- в задней зоне	1,31
Разводки (шаблоны) между центрами цилиндров, мм	
I - II	51 (9)
II - III	53 (17)
Диаметры цилиндров, мм	
I	60
II	30
III	30
Диаметры валиков, мм	
I	41
II	34
III	34
Число зубьев сменных вытяжных шестерён	
Предварительная вытяжка	

$Z_1$ главная вытяжка	42 з
$Z_2$	75 з
$Z_3$	67 з
II и III переход – машина 1548/2	
Линейная плотность выходящей ленты, ктекс	4,17
Число сложений	8
Общая вытяжка	8
в предварительной зоне вытягивания	1,03
Разводки (шаблоны), мм:	
между центрами цилиндров	
I-II	52 (10)
II-III	54 (18)
Диаметры цилиндров, мм	60-30-30
Диаметры валиков, мм	41-34-34
Давление на редукционном клапане, бар	
4,0 4,67 5,34 6,0	
Давление на линию зажима, кгс/см	
3,0 3,5 4,0 4,5	
Скорость выпуска, м/мин	200
Число зубьев сменных вытяжных шестерён	
Предварительная вытяжка	
$Z_1$	33
$Z_2$	77
$Z_3$	34

#### Ровничная перегонная машина BF 90-3

Линейная плотность ровницы, текс	667
Общая вытяжка	6,25
в предварительной зоне вытягивания	1,22



Коэффициент крутки $\alpha_T$ ( $\alpha_M$ )	36,4 (115)
Разводки, мм	
между центрами цилиндров	
I-II	54
II-III	62,5
Шаблоны, мм	
I - II	25,5
II - III	34,0
Диаметры цилиндров, мм	
I-II-III	27-30-27
Диаметры валиков, мм	
I-II-III	35-25-35
Нагрузка на вытяжные пары, кгс	
I-II-III	18-14-10
(цвет клипс – красный)	
Частота вращения веретён, об/мин <sup>-1</sup>	9500
Скорость выпуска, м/мин	14,1
Диаметр кольца, мм	48
Номер бегунка	90
Скорость бегунка, м/сек	25,1
Число зубьев сменных шестерён:	
предварительная вытяжка	70
главная вытяжка	49
крутильная	56

Переработка смеси, включающей в свой состав волокно Нитокс проходила сложно, т.к. начиная с чесальных машин и далее по всем переходам наблюдалось пушение волокна, особенно значительное на трёх переходах ленточных машин и ровничной машине.

Пушение волокна было вызвано отламыванием частичек волокна Нитокс вследствие его повышенной хрупкости. На машинах с вытяжными приборами, особенно на ровничных и прядильных, процесс вытягивания осложняется появлением плавающих группировок очень коротких волокон, что приводило к повышенной неровноте продукта по сечению.

Однако электризации волокна не наблюдалось, а повышенная неровнота по сечению значительного повышения обрывности не вызывала, очевидно, из-за сравнительно высокой прочности пряжи, которую обеспечивало волокно Русар.

Крутка кручёной пряжи всех вариантов осуществлялась на крутильных машинах двойного кручения VTS 07/2 ф. Volkman со следующими параметрами заправки (таблица 4).

Таблица 4 – Параметры заправки VTS 07/2 для выработки кручёной пряжи

Состав смеси	Линейная плотность кручёной пряжи	Коэффициент крутки $\alpha_T$	Крутка, кр/м	Z сменные			
				W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	V <sub>пит</sub> , м/мин
75% Хлопка 25% Русар	29 текс х 2	32	419	61	35	79	28,6
65% Хлопка 35% Кермель	25 текс х 2	27	380	54	35	81	31,6
40% Нитокс 40% Русар 20% Кермель	29 текс х 2	28,5	370	54	35	79	32,4

Протоколы испытаний  
пряжи и суровой ткани



**Испытательный центр «ЦНИХБИ»  
РОСС RU.0001.21ЛТ68**

Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности»  
119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (факс) (495) 954-39-89

**Протокол испытаний № 4В/5 от 31 мая 2010 г.**

**Наименование заказчика проведения испытаний:** Отдел «Прядение и кручение хлопка и химических волокон» ФГУП ЦНИХБИ.

**Наименование образца(ов), представленного для испытаний:**

- Образец 331: одиночная пряжа – Нитокс/Русар/Кермель (40/40/20);
- Образец 332: одиночная пряжа – Русар/Кермель (65/35);
- Образец 333: одиночная пряжа – Хлопок/Русар (75/25);
- Образец 334: крученая пряжа – Нитокс/Русар/Кермель (40/40/20);
- Образец 335: крученая пряжа – Русар/Кермель (65/35);
- Образец 336: крученая пряжа – Хлопок/Русар (75/25).

**Дата проведения испытаний:** 25.05.2010-31.05.2010

**Методика испытаний:**

- ГОСТ 6611.1-73 (ИСО 2060-72) «Нити текстильные. Метод определения линейной плотности»;
- ГОСТ 6611.2-73 (ИСО 2062-72, ИСО 6939-88) «Нити текстильные. Методы определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве»;
- ГОСТ 6611.3-73 «Нити текстильные. Методы определения числа кручений, укрутки и направления крутки»;
- ГОСТ 6611.4-73 «Нити текстильные. Методы определения влажности»;
- ГОСТ ИСО 1833-2001 «Материалы текстильные. Методы количественного химического анализа двухкомпонентных смесей волокон».

**Климатические условия проведения испытаний:** ГОСТ 10681-75; ГОСТ Р ИСО 139-2007.

**Результаты испытаний:**

Наименование	Наименование качественной характеристики	Фактическое значение
Образец 331	Линейная плотность, текс	30,0
	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	3,3
	Разрывная нагрузка, Н	8,35
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	16,0
	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	27,8
	Удлинение при разрыве, %	3,8
	Коэффициент вариации по удлинению, %	9,9
	Крутка, кр/м	683
	Коэффициент вариации по крутке, %	5,8
	Коэффициент крутки $\alpha$	37,4
	Нормированная влажность, %	6,3
	Линейная неровнота	17,7
	Коэффициент вариации по сечению, %	22,94
	Коэффициент вариации 1 м, %	13,27
	Число тонких мест (-50%), 1/км	147
	Число толстых мест (+50%), 1/км	1627
	Число узелков (+200%), 1/км	1867
	Истирание в петле, циклов	751
	Изгибоустойчивость, циклов	800

	Удельное электрическое сопротивление, Ом	$3,2 \cdot 10^{10}$
Образец 332	Линейная плотность, текс	23,4
	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	2,2
	Разрывная нагрузка, Н	9,0
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	11,7
	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	38,5
	Удлинение при разрыве, %	3,4
	Коэффициент вариации по удлинению, %	8,3
	Крутка, кр/м	733
	Коэффициент вариации по крутке, %	5,9
	Коэффициент крутки $\alpha$	35,5
	Нормированная влажность, %	5,2
	Линейная неровнота	12,84
	Коэффициент вариации по сечению, %	17,12
	Коэффициент вариации 1 м, %	6,11
	Число тонких мест (-50%), 1/км	19
	Число толстых мест (+50%), 1/км	582
	Число узелков (+200%), 1/км	401
	Истирание в петле, циклов	2455
	Изгибоустойчивость, циклов	940
	Удельное электрическое сопротивление, Ом	$1,0 \cdot 10^{11}$
Образец 333	Линейная плотность, текс	28,3
	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	1,7
	Разрывная нагрузка, Н	7,2
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	11,6
	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	25,4
	Удлинение при разрыве, %	4,0
	Коэффициент вариации по удлинению, %	7,9
	Крутка, кр/м	700
	Коэффициент вариации по крутке, %	7,0
	Коэффициент крутки $\alpha$	37,2
	Нормированная влажность, %	7,6
	Линейная неровнота	15,02
	Коэффициент вариации по сечению, %	19,5
	Коэффициент вариации 1 м, %	5,47
	Число тонких мест (-50%), 1/км	95
	Число толстых мест (+50%), 1/км	1222
	Число узелков (+200%), 1/км	820
	Истирание в петле, циклов	626
	Изгибоустойчивость, циклов	904
	Удельное электрическое сопротивление, Ом	$3,7 \cdot 10^9$
Образец 334	Линейная плотность, текс	29,1 текс x 2
	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	2,8
	Разрывная нагрузка, Н	21,9
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	14,1
	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	37,6
	Удлинение при разрыве, %	3,6
	Коэффициент вариации по удлинению, %	8,5
	Крутка, кр/м	385
	Коэффициент вариации по крутке, %	6,1
	Коэффициент крутки $\alpha$	29,4

	Линейная неровнота	12,67
	Коэффициент вариации по сечению, %	16,64
	Коэффициент вариации 1 м, %	8,39
	Число тонких мест (-50%), 1/км	4
	Число толстых мест (+50%), 1/км	539
	Число узелков (+200%), 1/км	357
	Истирание в петле, циклов	1441
	Изгибоустойчивость, циклов	431
Образец 335	Линейная плотность, текс	23,5 текс x 2
	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	0,7
	Разрывная нагрузка, Н	25,1
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	13,1
	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	53,4
	Удлинение при разрыве, %	3,7
	Коэффициент вариации по удлинению, %	7,7
	Крутка, кр/м	393
	Коэффициент вариации по крутке, %	4,5
	Коэффициент крутки $\alpha$	27,0
	Линейная неровнота	9,56
	Коэффициент вариации по сечению, %	12,73
	Коэффициент вариации 1 м, %	4,49
	Число тонких мест (-50%), 1/км	0
	Число толстых мест (+50%), 1/км	200
	Число узелков (+200%), 1/км	130
	Истирание в петле, циклов	5498
	Изгибоустойчивость, циклов	560
Образец 336	Линейная плотность, текс	28,1 текс x 2
	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	1,8
	Разрывная нагрузка, Н	16,1
	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	7,1
	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	28,6
	Удлинение при разрыве, %	3,7
	Коэффициент вариации по удлинению, %	5,8
	Крутка, кр/м	438
	Коэффициент вариации по крутке, %	5,9
	Коэффициент крутки $\alpha$	32,8
	Линейная неровнота	11,01
	Коэффициент вариации по сечению, %	14,05
	Коэффициент вариации 1 м, %	4,03
	Число тонких мест (-50%), 1/км	2
	Число толстых мест (+50%), 1/км	165
	Число узелков (+200%), 1/км	172
	Истирание в петле, циклов	2619
	Изгибоустойчивость, циклов	1245

Руководитель ИЦ «ЦНИХБИ»

Ответственный исполнитель



Лусиян И.В.



Махотина Е.В.



МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕКСТИЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени А.Н. КОСЫГИНА

КАФЕДРА  
ТЕХНОЛОГИИ ХИМИЧЕСКИХ  
ВОЛОКОН И НАНОМАТЕРИАЛОВ

119071, Москва, Малая Калужская, 1  
тел. (495) 955-33-94, факс (495) 952-14-40,  
(495) 955-33-94, lsgalbraikh@mail.ru

№ \_\_\_\_\_

ПРОТОКОЛ  
определения кислородного индекса  
ГОСТ 12.1.044-89

Дата 24.05.2010 г.

Наименование материала: Образцы пряжи

Условия в помещении:

Температура, °С: 24

Атмосферное давление: 750 мм рт.ст.

№ п/п	Наименование образца	КИ, %
1.	Образец 1	35,8
2.	Образец 2	36,0
3.	Образец 3	23,1
4.	Образец 4	33,4
5.	Образец 5	29,7
6.	Образец 6	34,2 (тлеет)
7.	Образец 7	34,4
8.	Образец 8	32,6
9.	Образец 9	35,7

Исполнитель: к.х.н. доц. Дутикова О.С.



Наименование лаборатории: кафедра технологии химических волокон и наноматериалов, МГТУ им. А.Н. Косыгина



**Испытательный центр «ЦНИХБИ»**  
 Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт хлопчатобумажной промышленности»  
 119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (факс) (495) 954-39-89

### Протокол испытаний № 5В/9 от 14 сентября 2010 г.

**Наименование заказчика проведения испытаний:** Лаборатория «Ткачество» ФГУП ЦНИХБИ.

**Наименование образца(ов), представленного для испытаний:** ткани технические: 042, 043/1, 043/2, 044/1, 044/2, 044/3.

**Дата проведения испытаний:** 1.09.10 г. – 14.09.10 г.

**Отбор образцов:** предоставлены Заказчиком.

**Методика испытаний:**

- ГОСТ 29104.1-91 «Ткани технические. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей»;
- ГОСТ 3812-72 «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения плотностей нитей и пучков ворса»;
- ГОСТ 29104.4-91 «Ткани технические. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве»;
- ГОСТ 29104.5-91 «Ткани технические. Методы определения раздирающей нагрузки»;
- ГОСТ 12088-77 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости»;
- ГОСТ 29104.17-91 «Ткани технические. Метод определения стойкости к истиранию по плоскости»;
- ГОСТ 9913-90 «Материалы текстильные. Методы определения стойкости к истиранию»;
- ГОСТ 29104.9-91 «Ткани технические. Метод определения изменения размеров в горячем воздухе».

**Результаты испытаний:** см приложение 1

Руководитель ИЦ «ЦНИХБИ»

 Лусинян И.В.

Ответственный исполнитель

 Филимонова Л.В.

*Копия выдана:*  
 Запись в журнале  
 по распоряжению  
 Зав. лабораторией  
 Згорская С.К.



Приложение 1 к протоколу № 5В/9 от 14 сентября 2010 г.

Наименование качественной характеристики	042	043/1	043/2	044/1	044/2	044/3
Ширина ткани, см	157,8	158,8	158,9	158,2	158,4	158,3
Число нитей на 10 см						
основа	279	306	304	328	326	324
уток	183	182	177	243	214	239
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	228,4	291,7	294,2	355,5	336,9	350,2
Уработка нитей, %						
основа	15	12	11	10	13,5	12,5
уток	1,5	3,5	3	2	3	2
Разрывная нагрузка, Н (кг)						
основа	3154,6(321,9)	2695,2(275,0)	2687,8(274,3)	3510,1(358,2)	3000,0(306,0)	3493,4(356,5)
уток	2222,9(226,8)	1375,0(140,3)	1510,1(154,1)	2604,7(265,8)	2371,5(242,0)	2464,3(251,5)
Относительное разрывное удлинение, %						
основа	17,7	18,2	19,3	15,9	17,5	17,5
уток	6,7	5,9	7,1	7,4	7,2	6,2
Раздирающая нагрузка, кг						
основа	27,9	29,7	30,6	31,4	28,4	42,7 (орг.в.яз.в.с)
уток	32,1	23,1	23,3	29,6	31,6	23,7
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с	95	34	37	69	48	99
Стойкость к истиранию по сухну, циклы	9483	6843	8950	11467	12433	7665
Стойкость к истиранию по плоскости, циклы	2209	1385	2176	1926	3011	1591
Изменение линейных размеров в горячем воздухе, %						
основа	-0,7	-0,8	-0,5	-0,8	-1,0	-1,0
уток	0,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,3	-0,7

Руководитель ИЦ «ЦНИХБИ»

Лусинян И.В.

Ответственный исполнитель

Филимонова Л.В.

Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР»

## ПРОТОКОЛ № 1

**1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образцы по договору № 9411.1003702.19.009-01/10 – 2 штуки: обр.230, обр.231.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение устойчивости образцов к воздействию открытого пламени.

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 14 апреля 2010 года в испытательной лаборатории по «Методике экспериментального исследования стойкости текстильных материалов к воздействию открытого пламени» от 25.08.2008г.

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

4.1 Температура открытого пламени ~900°С.

4.2 Температура окружающего воздуха в помещении 26°С.

4.3 Относительная влажность окружающего воздуха в помещении 72%.

**5 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ**

5.1 Установка для испытаний образцов на устойчивость к воздействию открытого пламени.

5.2 Секундомер.

**6 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ**

6.1 Результаты испытаний на огнестойкость представлены в таблице.

№ образца	Время воздействия открытого пламени, с	Примечание
Обр. 230	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым черного цвета с едким запахом Остаточного горения нет Остаточного тления нет Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению
Обр. 231	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым черного цвета с едким запахом Остаточного горения нет Остаточного тления нет Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению

Начальник лаборатории теплофизики  
Инженер



А.В. Виноградов  
Е.А. Соловьева

Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР»**ПРОТОКОЛ № 2****1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образцы по договору № 9411.1003702.19.009-01/10 – 2 штуки: обр.230, обр.231.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение устойчивости образцов к воздействию открытого пламени.  
Образцы материалов после 10-кратной стирки.

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 17 мая 2010 года в испытательной лаборатории по «Методике экспериментального исследования стойкости текстильных материалов к воздействию открытого пламени» от 25.08.2008г.

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

4.1 Температура открытого пламени ~900<sup>0</sup>С.

4.2 Температура окружающего воздуха в помещении 24<sup>0</sup>С.

4.3 Относительная влажность окружающего воздуха в помещении 72%.

**5 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ**

5.1 Установка для испытаний образцов на устойчивость к воздействию открытого пламени.

5.2 Секундомер.

**6 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ**

6.1 Результаты испытаний на огнестойкость представлены в таблице.

№ образца	Время воздействия открытого пламени, с	Примечание
Обр.230	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым черного цвета с едким запахом Остаточного горения нет Остаточного тления нет Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению
Обр.231	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым черного цвета с едким запахом Остаточного горения нет Остаточного тления нет Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению

*Жукова Верика*  
Зав. сек. дирекции  
персоналу и качеству  
Начальник лабораторий теплофизики  
Инженер *Засирова*



*А.В. Виноградов*  
*Е.А. Соловьева*  
А.В. Виноградов  
Е.А. Соловьева



Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР»**ПРОТОКОЛ № 3****1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образцы по договору № 9411.1003702.19.009-01/10 – 3 штуки: обр.042, обр.044/1, обр.044/2.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение устойчивости образцов к воздействию открытого пламени.

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 30 августа 2010 года в испытательной лаборатории по «Методике экспериментального исследования стойкости текстильных материалов к воздействию открытого пламени» от 25.08.2008г.

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

4.1 Температура открытого пламени ~900<sup>0</sup>С.

4.2 Температура окружающего воздуха в помещении 22<sup>0</sup>С.

4.3 Относительная влажность окружающего воздуха в помещении 65%.

**5 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ**

5.1 Установка для испытаний образцов на устойчивость к воздействию открытого пламени.

5.2 Секундомер.

**6 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ**

6.1 Результаты испытаний на огнестойкость представлены в таблице.

№ образца	Время воздействия открытого пламени, с	Примечание
1	2	3
Обр. 042	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение неинтенсивное, с 1-ой по 5-ую секунду дым черного цвета, далее дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка отсутствует
Обр. 042	120	Возгорание отсутствует Дымовыделение неинтенсивное, с 1-ой по 5-ую секунду дым черного цвета, далее дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка незначительная На 120-ой секунде прогар

1	2	3
Обр. 044/1	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение неинтенсивное, с 1-ой по 3-ую секунду дым черного цвета, далее дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка отсутствует
Обр. 044/1	390	Возгорание отсутствует Дымовыделение неинтенсивное, с 1-ой по 3-ую секунду дым черного цвета, далее дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка незначительная На 390-ой секунде прогар
Обр. 044/2	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение неинтенсивное, с 1-ой по 5-ую секунду дым черного цвета, далее дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка отсутствует
Обр. 044/2	270	Возгорание отсутствует Дымовыделение неинтенсивное, с 1-ой по 3-ую секунду дым черного цвета, далее дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка незначительная На 270-ой секунде прогар

Начальник лаборатории теплофизики

Инженер

*Вино* А.В. Виноградов  
*Солов* Е.А. Соловьева

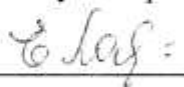
*Копия верна:*  
*директора*  
*и юриста.*  
*Вагорская С.К.*



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
 «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ИНСТИТУТ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»  
 (ФГУП ЦНИХБИ)

«Утверждаю»

Заместитель директора ФГУП ЦНИХБИ  
 по научной работе, к.т.н.


 \_\_\_\_\_ Е.П. Лаврентьева

«12 мая 2010г.»

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ**

производства кардной пряжи из смесей термо-, огнестойких волокон

Ответственный исполнитель  
 Заведующий отделом прядения хлопка  
 и химических волокон

 \_\_\_\_\_ В.В. Дьяченко

Москва, 2010 г.   
 Семерова Г.Б.



## ВВЕДЕНИЕ

Технологические режимы производства пряжи на основе использования смесей термо-, огнестойких волокон и их смесей с хлопком, выработанной по хлопчатобумажной кардной системе прядения, разработаны с учётом требований к текстильным материалам, предназначенных: для спецодежды сварщиков и металлургов, спецподразделений силовых структур и средств индивидуальной защиты (СИЗ) – белья, перчаток, носков, шлем-масок и подшлемников, выбранного сырья и оборудования, имеющегося на ООО Текстильная компания «Чайковский Текстиль».

### 1. СЫРЬЁ

В качестве сырья для выработки текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты на основе отечественных и зарубежных высокомодульных высокопрочных и огнетермостойких волокон имеющих высокий кислородный индекс, рекомендуются следующие виды химических и натуральных волокон:

- термоокисленное полиакрилонитрильное (ПАН) волокно Нитокс®;
- параарамидное волокно Русар®;
- метаарамидное волокно Кермель®;
- модакриловое волокно Protex®;
- углеродное волокно;
- натуральное волокно – хлопок.

Данные волокна участвуют в проектировании смесей и выбраны из соображений обеспечения высоких огнезащитных свойств, устойчивости текстильных материалов к прожигу и защиты от брызг расплавленного металла. Натуральное волокно хлопок должно обеспечивать хорошие гигиенические

свойства, комфортность и высокие эксплуатационные свойства. Каждое из этих волокон, на фоне общих высоких физико-механических свойств, обладает своими уникальными специальными свойствами, которые наиболее выгодно проявляются в сочетании их друг с другом.

Нитокс<sup>®</sup>, Русар<sup>®</sup> и углеродное волокно - отечественные химические волокна, вырабатывались в виде опытно-промышленных партий, а Кермель<sup>®</sup> и Protex<sup>®</sup> - зарубежные использовались серийного производства.

Указанные химические волокна имеют следующие цвета по своей природе:

- Нитокс<sup>®</sup> -черный;
- Русар<sup>®</sup> -желтый;
- Кермель<sup>®</sup> -любого цвета (всего карта цветов – 36 цвета);
- углеродное волокно- -черный;
- Protex<sup>®</sup> -белый.

В качестве оптимальных составов сырья для выбранного направления производства текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты на основе отечественных высокомодульных высокопрочных и термостойких – предложены следующие составы смесей:

**-пряжа ткацкого назначения для производства тканей:**

*Ткани для спецодежды сварщиков  
и металлургов*

Нитокс<sup>®</sup> - 40%  
Русар<sup>®</sup> - 40%  
Кермель<sup>®</sup> - 20%

*Ткани для спецподразделений силовых  
структур*

Русар<sup>®</sup> – 65%  
Кермель<sup>®</sup> – 35%

Русар<sup>®</sup> – 25%  
Хлопок – 75%

**-пряжа трикотажного назначения для термостойкого белья и СИЗ**

Protex - 55%  
Хлопок – 45%

Кермель<sup>®</sup> - 100%

Нитокс<sup>®</sup> - 40%  
Русар<sup>®</sup> - 40%  
Кермель<sup>®</sup> - 20%

Физико-механические показатели волокон должны отвечать требованиям соответствующей нормативно-технической документации (НТД), а их свойства, гарантирующие безопасность людей, подтверждены санитарно-эпидемиологическими заключениями на каждый вид волокна.

Нормативно-техническая документация (НТД), регламентирующая качество используемого сырья:

1. Волокно хлопковое. ГОСТ Р 53224-2008 «Волокно хлопковое. Технические условия». Национальный стандарт РФ;
2. Огнестойкое термоокисленное полиакрилонитрильное (ПАН) волокно «Нитокс<sup>®</sup>»-ТУ1919-005-18070047-2005 «Жгут полиакрилонитрильный термостабилизированный Нитокс<sup>®</sup>», Санитарно-эпидемиологическое заключение № 50.99.03.191.П.005398.04.07 от 26.04.2007, жгут полиакрилонитрильный термостабилизированный «Нитокс<sup>®</sup>» соответствует санитарным правилам ГН 2.1.6.1338-03 «ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест», ГН 2.3.3.972-00 «ПДК химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами»;
3. Огнестойкое параарамидное волокно Русар<sup>®</sup> - ТУ 2272-001-51605609-00 «Нить Русар<sup>®</sup> номинальной линейной плотности 58,8 текс», Санитарно-эпидемиологическое заключение № 61.РЦ.01.227.П 003684.06.07, соответствует санитарным правилам СанПиН 2.4.7/1.1. 1286-03 «Гигиенические требования к одежде для детей, для подростков и взрослых»;
4. Модакриловое волокно - Protex<sup>®</sup> - международный стандарт EN 1021:1994 ;
5. Метапараарамидное волокно Кермель<sup>®</sup> - международный стандарт EN 1021:1994.

В лабораториях текстильных предприятий необходимо проводить регулярный входной контроль показателей качества каждой партии химических волокон в соответствии с ГОСТ 10213.0-73-10213.6-73.

Удельная разрывная нагрузка при разрыве петель по ГОСТ 16009-2001.

Рассыпчатость по ГОСТ 10546-80.

Число извитков и степень извитости определяется на приборе ИВ-3 или ИТВ по ГОСТ 13411-90.

Метод определения массовой доли замасливателя по ГОСТ 29332-92.

Метод определения усадки по ГОСТ 13481-76.

Метод определения электрического сопротивления по ГОСТ 22227-76 на приборе ИЭСТ -1М.

Для нормального протекания технологического процесса прядения химических волокон рекомендуется сутки перед переработкой выдерживать волокна в соответствующих температурно-влажностных условиях.

## **2.СМЕШИВАНИЕ ВОЛОКОН**

Для стабильной работы в прядении и получения пряжи удовлетворительной ровноты основным условием является точное и стабильное дозирование, хорошее перемешивание компонентов смеси, обеспечивающее равномерное распределение различных волокон по длине и сечению продукта.

Точное дозирование и равномерное перемешивание обеспечивается при раздельной подготовке компонентов смеси (хлопка и химических волокон) перед смешиванием.

Рыхление и эффективную очистку хлопкового волокна проводят на соответствующем хлопкопрядильном оборудовании и рыхление химических волокон на сокращенной цепочке.

Дозирование компонентов осуществляется на дозаторе-смесителе , который должен обеспечивать точность дозирования -  $\pm 3\%$

При отсутствии дозаторов-смесителей смешивание компонентов возможно проводить методом «постель» , где предварительно взвешенные компоненты раскладываются поочередно в виде сэндвича (весовой метод дозирования).

Для стабильности и нормального протекания технологического процесса, при пониженной влажности компонентов смеси и при повышенной электризации отдельных видов химических волокон возможно применение дополнительного эмульсирования волокна. В состав эмульсии входит: теплая вода 95-98%, антистатический препарат 2-5%. Эмульсия наносится на волокно в количестве 3-4% от веса волокна. Для эмульсирования смесей химических волокон, различной природы, рекомендуются антистатические препараты: Леомин LSN (ф «Клариант», Швейцария), КАТАХ 570 (ф. Cognis, Германия), Рукафил АСП, АВИБ -3И (ф.Траверс, Москва), а также им подобные.

### 3.ПЛАН ПРЯДЕНИЯ

С целью получения высококачественной конкурентоспособной пряжи для производства тканей для спецодежды сварщиков и металлургов, а также для спецподразделений силовых структур и средств индивидуальной защиты (термостойкого белья термостойких носков, перчаток, шлем-масок и подшлемников) необходимо не только отличное сырье, но и в значительной степени высококлассное оборудование, хорошее техническое состояние его и специальная оснастка, правильно разработанные технологические параметры, а также хорошее обслуживание и соответствующий температурно-влажностный режим.

Технологические режимы производства пряжи 29 текс х 2 и 25 текс х 2 с использованием химических огнестойких волокон и натуральных (хлопка) кольцевым способом прядения разработаны с применением отечественного и зарубежного оборудования фирм Platt Gaco Lowell, Marzoli, Riter ,Spinnereinmaschinenbau, Grosse Hainer, Schlafhorst, Volkmann.

Для выработки пряжи по хлопчатобумажной системе прядения только из смесей химических волокон или при использовании в качестве одного из компонентов хлопка при смешивании на агрегате или методом «постели» можно



Таблица 1 - План прядения производства пряжи 25 текс х 2 ÷ 29 текс х 2 с использованием отечественных огнестойких химических волокон и хлопка.

Наименование машин	Марка машин	Линейная плотность, текс (номер)	Число сложений	Вытяжка общая	Вытяжка частная	Число кручений	Коэффициент крутки, ст,см	Частота вращения выпускных органов, веретен, об/мин	Скорость выпуска, м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Чесальная	Card-2000	4,17(0,24)	1	-	1,5	-	-	80	-
Ленточная									
I переход	1547/2	4,17(0,24)	6	6	1,31	-	-	250	-
II переход (с авторегулятором)	RSB-D-30	4,17(0,24)	8	8	1,16	-	-	550	-
III переход (с авторегулятором)	RSB-D-30	4,17(0,24)	8	8	1,16	-	-	550	-
Ровничная	BF 90-3	667(1,5)	1	6,25	1,22	30,7-40,4	9,2(29,2) 10,5(33,2)	1000-1400	25-46
Прядильная	NSF 2	29(34,5)- 25 (40,0)	1	23,0 26,7	1,2 1,2	700-550	37,7(119) 36,4(115)	10000	14 - 19
Мотальный автомат	Auto Copier 238	29(34,5) 25 (40,0)	1	-	-	-	-	-	800
Мотальная	MT-2M	29(34,5) 25 (40,0)	1	-	-	-	-	650	-
Крутильная	VTS-07/2	29тексх2 (34,5/2) 25текс х2 (40,0/2)	2	-	-	370÷419	28,5(90) ÷32(101)	6000	31,6

Переработка смесей волокон проводится на другой цепочке оборудования.

Состав оборудования для рыхления, перемешивания и очистки 100%

хлопка:

-поточная линия в составе:  
 дозатор В-10/1 (типа питателя – смесителя);  
 смешивающая решетка В-23;  
 очиститель UNIklin В-11;  
 многослойный бункерный смеситель SML;  
 очиститель UNIflex В-60 ;  
 резервный бункер FS/5-1250;  
 горизонтальный рыхлитель В-34;  
 машина тонкого рыхления МТО;  
 резервный бункер FS/5-11.

Состав оборудования для выработки пряжи из смесей:

Поточная линия в составе:

-дозатор В-10/1 (типа питателя смесителя с длинной решеткой) ф Marzoli;  
 -машина тонкого рыхления «МТО»;  
 -чесальная машина Card-2000 ф. Platt Gaco Lowell;  
 -ленточные машины;  
 I переход – 1547/2 ф. Spinnereinmaschinenbau;  
 II переход - RSB-D30 ф.Rieter с авторегулятором или 1548/2 ф. Spinnereinmaschinenbau;  
 III переход - RSB-D30 ф.Rieter с авторегулятором или 1548/2 ф. Spinnereinmaschinenbau;  
 -ровничная машина BF 90-3 ф.Grossen Hainer;

-кольцевая прядильная машина NSF -2 ф."Marzoli"

-мотальный автомат ESPERO-E ф. Savio

-мотальная машина МТ-2М;

крутильная машина VTS 07/2 ф. Volkmann.

Параметры заправки оборудования выбраны с учетом свойств волокон (линейной плотности, длины, извитости, хрупкости и удельного электрического сопротивления), выбранных линейных плотностей полуфабрикатов и пряжи и технологических возможностей оборудования, установленного на ООО «ЧПТК».

## **5. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЗАПРАВКИ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ВЫРАБОТКЕ КОЛЬЦЕВЫМ СПОСОБОМ ПРЯДЕНИЯ КАРДНОЙ ПРЯЖИ ИЗ СМЕСЕЙ ОГНЕСТОЙКИХ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН И ХЛОПКА**

### **5.1 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПАРАМЕТРЫ ЗАПРАВКИ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ХЛОПКА**

Параметры заправки оборудования для переработки хлопка перед смешиванием с химическими волокнами:

#### **1. Дозатор В-10/1**

Производительность, кг/час (2-х дозаторов) до 250

#### **2. Смешивающая решетка В-23**

Скорость транспортерной ленты, м/мин 25,1

Скорость направляющей решетки, м/мин 4,32

Частота вращения трепального валика, об/мин 808

#### **3. Очиститель UNIKlin В-11**

Установочная величина интенсивности очистки при засоренности хлопка, %

до 2,0 0,3

2,1-2,5 0,4

2,6-3,0 0,5

3,1-3,5 0,8

по пороку «Наличие целых семян» 0,8

**4. Очиститель UNIFlex B-60**

Установочная величина интенсивности очистки при засоренности хлопка, %

2,0-2,5	0,2
2,6-3,0	0,3
3,1-3,5	0,8

по пороку «Наличие целых семян»	0,6
Штапельная длина , установочная величина	34,9
5 тип Лшт. не менее 31,2 мм	
4 тип Лшт. не менее 33,2 мм	36,5
Глубина бункера	
Установочная величина продукции, кг	
▪ До 200	0
• 200 - 300	10
• 300 - 400	20
• Свыше 400	30

**5. Резервный бункер FS/5-1250**

Частота вращения трепала, об/мин 710

**6. Конденсор B-41**

Частота вращения сетчатого барабана, об/мин 288  
Частота вращения сбивного валика, об/мин 433

**7. Горизонтальный рыхлитель B-34**

Частота вращения игольчатого трепала, об/мин 690  
Скорость выпуска игольчатого трепала, м/мин 901,3  
Частота вращения захватывающих валиков, об/мин 15-62,5  
Скорость выпуска захватывающих валиков, м/мин 5,53-14,74  
Частота вращения питающего валика, об/мин 6,05-25,26  
Скорость выпуска питающего валика, м/мин 2,37-9,91  
Вытяжка между питающим захватывающим валиком 1,486  
Разводки между:

- Захватывающим валиком и игольчатым трепалом 9

- Игольчатым трепалом и отделительным ножом 3

**8. Машина тонкого рыхления "МТО"**

Частота вращения питающего валика, об/мин  
Сменная шестерня (на питающем валике), зуб 21\*  
Частота вращения рыхлительного валика I, об/мин 474  
Частота вращения рыхлительного валика II, об/мин 474  
Частота вращения съемного валика III, об/мин 1132  
Частота вращения съемного валика IV, об/мин 853  
Разводки между основными рабочими органами, мм:

8

питающий валик I – рыхлительный валик I	
рыхлительный валик I - рыхлительный валик II	2
рыхлительный валик II –рыхлительный валик III	2
рыхлительный валик I - съемный валик III	0,55
рыхлительный валик II - съемный валик IV	0,45
верхний сороотбойный нож - съемный валик IV	1
колосниковая решетка- съемный валик	5
<b>9. Резервный бункер FS/5-11</b>	
Частота вращения трепала, об/мин/вент	730

## 5.2 СОСТАВ ОБОРУДОВАНИЯ И ПАРАМЕТРЫ ЗАПРАВКИ ЕГО ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ СМЕСЕЙ ОГНЕСТОЙКИХ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН И ХЛОПКА

Параметры заправки машин поточной линии для переработки химических волокон и смесей:

1. <b>Дозатор В-10/1</b> (типа питателя-смесителя)	
Производительность, кг/час	до 250 )
2. <b>Смешивающая решетка В-23</b>	
Скорость транспортерной ленты, м/мин	25,1
Скорость направляющей решетки, м/мин	4,32
Частота вращения трепального валика, об/мин	808
3. <b>Машина тонкого рыхления “МТО”</b>	
Частота вращения питающего валика, об/мин	45
Частота вращения рыхлительного валика I, об/мин	474
Частота вращения рыхлительного валика II, об/мин	474
Частота вращения съемного валика III, об/мин	1132
Частота вращения съемного валика IV, об/мин	853
Разводки между основными рабочими органами, мм:	
питающий валик I – рыхлительный валик I	8
рыхлительный валик I - рыхлительный валик II	2
рыхлительный валик I –рыхлительный валик III	2
рыхлительный валик I - съемный валик III	0,55
рыхлительный валик II - съемный валик IV	0,45
верхний сороотбойный нож - съемный валик IV	1
колосниковая решетка- съемный валик	5

Параметры заправки чесальной машины

### Чесальная машина Card-2000

Линейная плотность чесальной ленты, ктекс	4,17
Частота вращения главного барабана, об/мин	381,6
Частота вращения приемного барабана, об/мин	969,8
Вытяжка между главным и приемным барабанами	1,96
Частота вращения съемного барабана, об/мин	30,28
Вытяжка между главным и съемным барабанами	0,044
Частота вращения съемного валика, об/мин	198,2
Вытяжка между съемным барабаном и съемными валиком	1,179
Частота вращения питающего цилиндра, об/мин	5,74
Скорость питающего цилиндра, м/мин	1,37
Частота вращения выпускного цилиндра вытяжного прибора, об/мин	1051,29
Скорость выпускного цилиндра вытяжного прибора, м/мин	132,04
Вытяжка в вытяжном приборе	1,5
Вытяжка между съемным валиком и входящим цилиндром вытяжного прибора	1,02
Общая вытяжка на машине (между питающим и выпускным цилиндром вытяжного прибора.)	72,1
Разводки между, 1/1000 дюйм:	
главным барабаном и шляпками,	
1 точка	18
2 точка	16
3 точка	16
4 точка	14
5 точка	14
главным барабаном и съемным барабаном	6
приемным барабаном и сороотбойным ножом	17
приемным барабаном и колосниковой решеткой	40
съемным барабаном и нижним съемным валиком	48
главным барабаном и решеткой (1 точка)	32-34
главным барабаном и решеткой (2 точка)	68
главным барабаном и решеткой (3 точка)	102-104
главным барабаном и задней плитой	22-24
главным барабаном и передней плитой	15
съемным барабаном и очесываемым валом, мм	До 1,5
Диаметр уплотнительной воронки, мм	9,0
Разводки между центрами цилиндров вытяжного прибора, мм	52,5
Разводки по шаблону, мм	19

На чесальных машинах необходимо содержать цельнометаллическую пыльчатую ленту в хорошем состоянии (не допускать вмятин, заусениц, затупленной гарнитуры).

Для чесания химических волокон рекомендуется применять специальную гарнитуру отечественных или зарубежных фирм.

Количество пороков определяется в чесальной ленте (из химических волокон) ручным разбором навески. Рекомендуемые нормы пороков в 1 г чесальной ленты:

Отлично	0-5
Хорошо	6-10
Удовлетворительно	11-15

Требования по качеству чесальной ленты, определенные на приборе Устер-Тестер 3 должны соответствовать:

Коэффициент вариации $C_{V_m}$ , %, не более	6,5
Коэффициент вариации $C_{V_{1m}}$ , %, не более	4,5

#### Параметры заправки ленточных машин

При переработке смесей химических огнестойких волокон применяют ленточные машины различных типов.

Для лучшего перемешивания окрашенных в разные цвета компонентов рекомендуется использовать три перехода ленточных машин, что обеспечивает общее число сложений в прядении 384-512, и в кручении число сложений равно 2.

Разводки в вытяжных приборах ленточных машин (далее также и на ровничных, прядильных машинах) устанавливаются по средневзвешенной

штапельной длине смешиваемых волокон  $L_{вз}$ , которая определяется по формуле:

$$L_{вз} = \frac{l_1 n_1 + l_2 n_2 + \dots + l_n n_n}{100},$$

где  $l_1, l_2, l_n$  - средневзвешенная штапельная длина волокон компонентов 1 + n, мм  
 $n_1, n_2, n_n$  - содержание компонентов смеси, %

С учетом расстояния между точками зажима волокон вытяжными парами вытяжного прибора ленточных машин разводка устанавливается  $L_{вз} + d$ . Добавки (d) выбираются с учетом специфики химических волокон  $d = 5 + 10$  мм.

Иногда, при высоком содержании волокон одного из компонентов повышенной, по сравнению с другими, длиной резки добавки устанавливаются исходя из штапельной длины этого компонента.

Скоростной режим ленточных машин выбирается в зависимости от характера протекания технологического процесса (в сторону увеличения или уменьшения).

Частные вытяжки могут изменяться в зависимости от конкретных условий (линейной плотности волокна и ленты) и уточняются при заправке машины.

Заправочные параметры ленточных машин при выработке химических огнестойких волокон:

#### Ленточная машина 1547/2 ф. Spinnereinmaschinenbau

Линейная плотность ленты, текс (№)	4,17 (0,24)
-входящего продукта	4,17 (0,24)
-выходящего продукта	трехцилиндровый
Вытяжной прибор	
Диаметры цилиндров, мм	60
I	30
II	30
III	
Диаметры валиков, мм	41
I	



II	34
III	34
Число сложений	6-8
Общая вытяжка	6-8
Вытяжка в задней зоне	1,16
Скорость выпуска, м/мин	250 - 350
Разводки в вытяжном приборе, мм:	
I-II	$L_{вз} + d$
II-III	$L_{вз} + d$
Давление на линию зажима, кгс/см	4-5 ÷ 6-7
Давление на редукционном клапане, бар	3-4 ÷ 4-5
Диаметр воронки, мм	4,5
Длина ленты в тазу, м	2000

**Ленточная машина RS-B-D30 ф.Rieter (с авторегулятором)**

Линейная плотность ленты, текс (№)	
-входящего продукта	4,17 (0,24)
-выходящего продукта	4,17 (0,24)
Вытяжной прибор	трехцилиндровый
Число сложений	8
Общая вытяжка	8
Вытяжка в задней зоне	1,16
Скорость выпуска, м/мин	550
Разводки в вытяжном приборе, мм:	
I-II	$L_{вз} + d$
II-III	$L_{вз} + d$
Диаметры цилиндров, мм	
I	40
II	30
III	30
Диаметры валиков, мм	
I	38
II	38
III	38
Нагрузка на валики, количество рисок на винтах, Н	
верхние	320
направляющей	200
Диаметр воронки, мм	3,2 – 3,5

Диаметр канала лентовода, мм	39
Начальная точка регулирования, мм	978
Интенсивность регулирования, %	99
Длина ленты в тазу, м	3000

Для обеспечения стабильной работы ленточных машин рекомендуется:

- регулярно промывать эластичные покрытия теплым раствором воды, а металлические части, соприкасающиеся с волокном, спиртом и другими препаратами;

- диаметр воронки устанавливать в зависимости от перерабатываемой смеси;

- эластичные покрытия нажимных валиков ленточных машин должны содержаться в исправном состоянии, валики с выработанной поверхностью, с прорезами и повреждениями, а также потерявшие упругость в работу не допускаются;

- чистительные сукна необходимо систематически очищать от волокна и пуха (не реже четырех раз в смену); ,

- систематически производить проверку цилиндров и валиков на биение;

- все поверхности, контактирующие с волокном, должны быть чистыми и гладкими для предотвращения зависания и накопления волокна;

- обеспечивать температурно-влажностный режим в цехе  $t = 23-25^{\circ} \text{C}$  и  $W = 55-60\%$ , при переработке термостойких волокон  $W = 60 - 68\%$

Показатели качества ленты со II или III перехода ленточных машин:

По прибору Устер-тестер-3:

	Коэффициент вариации по массе		Коэффициент вариации, $C_{vm}, \%$ не более	Коэффициент вариации $C_{vlim}, \%$ не более
	1 м	3 см		
1548/2	1,5	5	6,0	2,0
RSB-D-30	1,0	4,0	3,5	1,0

Параметры заправки ровничной машины

Ровницу из смеси огнестойкой химических волокон, а также из смесей с хлопком возможно вырабатывать на ровничных машинах различных марок.

Разводки в вытяжных приборах ровничных машин устанавливаются по тому же принципу, что и на ленточных машинах.

Значения крутки ровницы выбираются в зависимости от длины волокна и линейной плотности выходящего продукта.

Ровничная машина марки BF 90-3 ф. Grossen Hainer для переработки химических волокон имеет следующие параметры заправки:

Линейная плотность, текс (№)	
-входящего продукта - ленты	4170 (0,24)
-выходящего продукта – ровницы	667 (1,5)
Вытяжной прибор	трехцилиндровый, двух- ремешковый с рычагом нагрузки РК-1500, ф.SKF
Подъем намотки, мм	300
Общая вытяжка	6,25
Частная вытяжка в задней зоне вытягивания	1,22
Разводка между вытяжными цилиндрами, мм:	
I-II	$L_{вз} + d$
II-III	$L_{вз} + d$
Диаметры цилиндров, мм	32-28-32
Диаметры валиков, мм	28-28-28
Нагрузка, даН (зеленые клипсы)	25-15-25
Число кручений на 1 м	30,7 - 40,4
Коэффициент крутки $\alpha_T$ ( $\alpha_M$ )	9,2(29,2)-10,5(33,2)
Скорость выпуска, м/мин	25
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	800 ÷ 1400

Общая вытяжка в вытяжном приборе ровничной машины должна быть не более 10, а частная в задней зоне на уровне 1,22-1,35. Частные вытяжки могут

изменяться в зависимости от конкретных условий (линейной плотности волокна и ровницы) и уточняются при заправке машины.

Волокно в ровнице из смесей химических волокон укладывается более плотно, чем в хлопковой, поэтому диаметр ровницы из смеси меньше при одной и той же линейной плотности, что необходимо учитывать при подборе шестерен мотального механизма.

Скоростной режим устанавливается в процессе переработки и в зависимости от характера протекания технологического процесса.

При производстве ровницы из химических волокон рекомендуется уделять внимание состоянию вытяжного прибора: покрытию валиков, качеству ремешков (отсутствию заусенцев и порезов), уплотнителям, особенно на входе питающей ленты (не должны приводить к расслоению ленты). При необходимости промывать эластичные покрытия теплой водой. Все поверхности, контактирующие с волокном, должны быть чистыми и гладкими для предотвращения зацепления и накопления волокна.

Коэффициент вариации ровницы из смеси химических волокон составляет:

-на приборе Устер-Тестер-3

Коэффициент вариации, $C_{vm}$ , % не более	7,0
Коэффициент вариации $C_{vm1m}$ , % не более	3,5
Коэффициент вариации по 10 м отрезкам, % не более	1,5 – 2,1
Скрытая вытяжка, % не более	1,5

### Параметры заправки прядильных машин

Прядение смесей химических волокон рекомендуется проводить на прядильных машинах, имеющих рычаги нагрузки типа SKF PK 225, т.к. при вытягивании химических волокон требуются большие нагрузки.

Общая вытяжка в вытяжном приборе прядильных машин не должна превышать 35.

Частная вытяжка в задней зоне вытяжного прибора устанавливается в пределах 1,8 – 2,5 и в зависимости от линейной плотности перерабатываемой ровницы.

Параметры заправки прядильных машин приведены ниже:

Кольцепрядильная машина NSF 2

Линейная плотность пряжи, текс	25+29
Вытяжной прибор	трехцилиндровый, двух- ремешковый с маятни-ковым рычагом SKFPK 225
Общая вытяжка	26,7+23
Вытяжка в задней зоне	1,2
Разводка мм:	
между центрами цилиндров:	
I-II	$L_{вз} + d$
II-III	$L_{вз} + d$
Диаметры цилиндров, мм	
I-II-III	27-30-27
Диаметры валиков, мм	
I-II-III	35-25-35
Нагрузка на вытяжные пары, кгс	
I-II-III (цвет клипс – красный)	18-14-10
Сменные шестерни	
Число кручений на 1 м	в зависимости от
Коэффициент крутки $\alpha_T$ ( $\alpha_M$ )	назначения пряжи
Диаметр кольца, мм	48
Скорость бегунка м/сек	25,1
Номер бегунка	90
Частота вращения веретен, мин <sup>-1</sup>	10000

Скоростной режим устанавливается в процессе переработки в зависимости от характера протекания технологического процесса.

Частные вытяжки могут изменяться в зависимости от конкретных условий и уточняются при заправке машины.

Также при производстве пряжи трикотажного назначения устанавливаются соответствующие коэффициенты крутки.

При производстве пряжи из химических волокон рекомендуется уделять внимание состоянию вытяжного прибора: покрытию валиков, качеству ремешков и в целом техническому состоянию машины.

Эластичные покрытия нажимных валиков прядильных машин должны содержаться в исправном состоянии, валики с выработанной поверхностью, с прорезами и повреждениями, а также потерявшие упругость в работу не допускаются.

Чистительные сукна необходимо систематически очищать от волокна и пуха (не реже четырех раз в смену).

Систематически производить проверку цилиндров и валиков на биение.

Не допускать в работу изношенные кольца, увеличивающие торможение и заклинивание бегунков. смену бегунков производить по графику фронтально.

Все поверхности, контактирующие с волокном, должны быть чистыми и гладкими для предотвращения зависания и накапливания волокна.

### **Параметры заправки мотальных машин**

Перематывание одиночной пряжи осуществляется на мотальных машинах различного типа.

В случае необходимости выработки трикотажной пряжи, ее перематывают на мотальных машинах с парафинированием.

Норма содержания парафина должна составлять 0,3-0,5 % от массы нитей по ОСТ 17-198-87 и ГОСТ 9092-81. Парафинирование производится очищенными парафинами технического назначения марки Т по ГОСТ 23683-89 «Парафины нефтяные твердые. Технические условия», а также сплавами парафина с другими веществами (содержание масла не более 1,8%), с

температурой плавления 52-58<sup>0</sup>С. Решающим для выбора сорта парафина являются перерабатываемое сырье, номер пряжи.

Рекомендуемые оптимальные заправочные параметры :

**Мотальная машина МТ-2М**

Линейная плотность пряжи, текс	25-29
Количество грузовых шайб, шт.	2-3
Разводка контрольной щели, мм	0,4 – 0,45
Узловязатель, №	2
Скорость перематывания, м/мин	650
Вес входящей паковки, г (длина), м	100

Ширину контрольной щели нитеочистительного приспособления и массу грузовых шайб устанавливают в зависимости от линейной плотности пряжи.

Рекомендуется при перематывании одиночной пряжи из смеси химических волокон использовать мотальные автоматы с электронными очистителями и с безузловым сращиванием концов нитей сплайсером:

**Мотальный автомат Auto-spin Coner 238 (ф. Schlafhorst)**

Заправочные параметры шкалы:	
внутренняя шкала (номер метрический)	34/40
внешняя шкала (зависит от нормальной влажности смеси)	6,5+7,6
Установка параметров чистки пряжи:	
S, % (см)	300 (2,5)
L, % (см)	100 (70)
N, % (см)	80 (70)
Скорость перемотки, м/мин	800
Сращивание (риски)	1,5-2,0
Натяжение нити (риски)	3-4 или 4-5
Давление воздуха, бар	7
Регулятор давления для раскрытия основ, бар	5
Регулятор давления для соединения нитей, бар	5
Регулятор рабочего давления:	
-на натяжении	4
-на обрез и зажим нити	4
Регулятор давления для подготовки початков, бар	6

Электронные нитеочистители должны удалять недопустимые крупные пороки.

### Параметры заправки крутильных машин двойной крутки

#### VTS 07/2 ф.Volkmann

Получение крученой пряжи производится на машинах двойного кручения. Система двойной крутки обеспечивает два кручения нити за один оборот веретена.

Нить получает свое первое кручение между нитевым тормозом в полной оси и между выходным отверстием в роторе веретена (кольцо резерва).

Второе кручение нити сообщается в наружном баллоне между ротором веретена и нитеводителем. Для достижения эффекта двойной крутки защитный горшок с некрученой питающей паковкой придерживается магнитным усилием в покое на роторе веретена.

Главные преимущества системы двойной крутки:

- два кручения за один оборот веретена;
- большая длина нити без узлов;
- исключается процесс перемотки вследствие непосредственно оттяжки крученой нити на конечную бобину;
- кручение без кольца и бегунка;
- нет удвоенных нитей.

Технические параметры:

- стандартные пределы крутки – 90 – 1900 кр/м
- число оборотов веретен – 5000 – 11000 об/мин

Максимальное число оборотов веретен ( $n_{вер}$ ) составляет 11000 об/мин, что соответствует 22000 полезных оборотов.



Максимальная скорость питания - 80÷100 м/мин :

$$V_{\text{пит}} = \frac{r_{\text{конт}}}{r_{\text{сп.т.}}} \times 2$$

Опережение для регулирования натяжения нити при намотке, %

+5; +15; +32; +50; +70

Угол перекрещивания наматываемой бобины во время хода:

5"	6"
20°	23°
18°	21°
16°	19°
14°	17°

Количество веретен на машине – 120

Шаг веретен, мм - 245

Форма питающей бобины	цилиндрическая
Форма выходящей бобины	коническая
Высота нитепроводников, ед шкалы	36
Опережение, %	50
Установка внутреннего нитевого тормоза, № ступени	2
Скорость питания м/мин	28,6
Частота вращения веретен, об/мин	6000

Рекомендуемый параметры заправки VTS 07/2 для выработки крученой пряжи:

Состав смеси	Линейная плотность крученой пряжи	Коеф-фициент крутки, $\alpha_T$	Крутка, кр/м	$Z^*$ сменные			
				W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	V <sub>пит.</sub> м/мин
75% Хлопка 25% Русар	29 текс х 2	32	419	61	35	79	28,6

65% Русар 35% Кермель	25 текс х 2	27	380	54	35	81	31,6
40% Нитокс 40% Русар 20% Кермель	29 текс х 2	28,5	370	54	35	79	32,4

Технологические параметры заправки оборудования могут уточняться при серийном освоении производства.

## 6. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Испытания полуфабрикатов прядильного производства осуществляется в соответствии действующей нормативно-технической документацией, по техническому контролю и наличию приборов на предприятии.

С целью получения конкурентоспособных изделий из данной пряжи необходимо ориентироваться на требования к качеству полуфабрикатов рекомендуемых при проведении испытаний на приборе Устер-Тестер-3:

	Коэффициент вариации CVm, % более	Коэффициент вариации CV1, м, не более
-чесальная лента: Лента	6,5	4,5
I переход 1547/2	6,5	2,5
II переход 1548/2	6,0	2,0
II переход RSB-D-30	3,5	1,0
Ровница	7,0	3,5

Скрытая вытяжка ровницы не более 1,5%.

Допустимый предел отклонений по линейной плотности (массе) для полуфабрикатов + 1,5%, -2,5%.

## 7. УРОВЕНЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРЯЖИ

Качество пряжи, выработанной из трех вариантов смесей, одиночной и кручёной представлено в таблице 2. Эти данные могут являться основой при составлении технических условий на данную пряжу.

## 8. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ В ЦЕХАХ

Для обеспечения нормального и стабильного протекания технологических процессов производства пряжи из смесей химических волокон рекомендуются следующие температурно-влажностные режимы в цехах:

Наименование цехов	Температура, град	Относительная влажность, %	Абсолютная влажность, г/м <sup>3</sup>
Сортировочный	23-24	52-57	10-11
Трепальный	22-24	50-55	10-11
Чесальный	22-24	53-68	10-12
Ленточный	22-26	55-65	10-12
Ровничный	23-26	52-58	11-11,5
Прядильный	24-26	45-55	9-11
Крутильный	24-26	55-65	11-12
Мотальный	24-27	55-65	11-13

Таблица 2 - Физико-механические показатели пряжи ткацкого и трикотажного назначения с использованием огнестойких волокон

Наименование показателей	Пряжа ткацкого назначения										Пряжа трикотажного назначения									
	Нитокс® 40% Русар® 40% Кермель® - 20%					Русар® - 25% Хлопок - 75%					Русар® 65% Кермель® 35%					Protex 55% Хлопок 45%				
	29 текс x 2		29 текс x 2		29 текс x 2		25 текс x 2		25 текс x 2		18,5 текс x 2		27 текс x 2		27 текс x 2		2,5 текс x 2			
Линейная плотность, текс	одиночная	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	крученая	30,0	57,3	58,2	29,3	28,3	57,4	56,2	23,7	23,4	46,2	47,0	36,7	36,4	54,0	51,4	49,2	48,0	51,0	
Разрывная нагрузка одиночной нити, сН	одиночная	8,35	22,1	21,9	7,6	7,2	17,6	16,1	9,1	9,0	26,1	25,1	-	3,6	-	12,3	-	10,0	-	
	крученая	3,6	3,9	3,6	4,0	4,0	3,9	3,7	3,2	3,4	3,8	3,7	5,9	5,1	12,6	14,3	14,8	14,3	14,5	
Разрывное удлинение, %	одиночная	28,1	38,6	37,6	27,0	25,4	31,5	28,6	37,5	38,5	55,9	53,4	12,2	9,9	21,1	24,0	25,3	20,8	25,4	
	крученая	28,7	29,4	38,4	27,6	25,9	32,1	29,2	38,3	39,3	57,0	54,5	12,4	10,1	21,5	24,4	25,8	21,3	25,9	
Удельная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс, гс/текс	одиночная	686	380	385	696	700	424	438	736	733	396	393	668	612	468	464	507	488	490	
	крученая	38,3	28,7	29,4	37,4	37,2	31,9	32,8	35,8	35,51	27,1	27,0	40,5	36,9	34,4	33,3	35,6	33,8	35	
Коэффициент крутки α, α <sub>ч</sub>	одиночная	121	118	92,9	118	118	101	104	113	112	85,6	85,3	128	117	109	105	112	107	111	
	крученая																			
Коэффициент вариации, %:	одиночная	2,5	3,3	2,8	1,4	1,7	1,5	1,8	2,5	2,2	2,9	0,7	1,0	1,2	2,1	2,1	1,9	2,9	2,0	
	крученая	14,6	11,6	14,1	13,7	11,6	10,7	7,1	14,5	11,7	7,8	13,1	8,7	10,0	16,0	10,5	8,9	7,6	7,5	



ОКП 905200

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор ОАО  
«ЦНИИ» К.Э.Н.



**Пряжа кардная кольцевая из смесей  
химических огнестойких и натуральных волокон  
Технические условия**

ТУ 9052-001-00302178-2011

Введены впервые

Срок действия с 01.09.2011 г. – без ограничения срока действия

Заместитель генерального директора по  
научной работе, к.т.н.

*Е.П. Лаврентьева* — Е.П. Лаврентьева

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. Инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



МОСКВА 2011

Федеральное агентство по техническому  
регулированию и метрологии  
ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»  
зарегистрирован методический документ  
внесен в реестр 28.07.2011  
за № 200/10880

Настоящие технические условия распространяются на пряжу из смесей химических огнестойких и натуральных волокон, одноплетную и крученую, вырабатываемую по кардной системе кольцевым способом по хлопчатобумажной системе прядения, предназначенную для ткацкого и трикотажного производства.

Пряжа предназначена для использования ее при производстве тканей: для спецодежды сварщиков и металлургов, спецподразделений силовых структур и средств индивидуальной защиты (СИЗ) – белья, перчаток, носков, шлем-масок и подшлемников.

Перечень нормативных документов, на которые даны ссылки в настоящих технических условиях, приведен в Приложении А.

Пример обозначения пряжи при заказе и в документации «Пряжа кардная кольцевая из смесей химических огнестойких и натуральных волокон» - ТУ 9052-001-00302178-2011:

Пряжа одиночная/крученая, линейной плотности	кардная кольцевая	Хлопок/Русар®
Пряжа одиночная/крученая, линейной плотности	кардная кольцевая	Русар®/Кермель®
Пряжа одиночная/крученая, линейной плотности	кардная кольцевая	Нитокс®/ Русар®/Кермель®
Пряжа одиночная/крученая, линейной плотности	кардная кольцевая	Протекс®/Хлопок
Пряжа одиночная/крученая, линейной плотности	кардная кольцевая	Кермель®

Тк- пряжа для ткацкого производства

Тр-пряжа для трикотажного производства

### 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1 Основные параметры и характеристики:

1.1.1 Пряжа из химических огнестойких и натуральных волокон должна соответствовать требованиям настоящих технических условий и вырабатываться по технологическим режимам, разработанным ОАО «ЦНИТИ» и утвержденным в установленном порядке.

1.1.2 Массовая доля (%) химических, огнестойких и натуральных волокон:

Хлопок/Русар®	75/25 %
Русар®/Кермель®	65/35%
Нитокс®/ Русар®/Кермель®	40/40/20%
Протекс®/Хлопок	55/45%
Кермель®	100%

1 подл. и дата		1 подл. и дата		1 подл. и дата		1 подл. и дата	
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТУ 9052- 001 -00302178-2011		
Разработал		Дьяченко В.В.	<i>[Подпись]</i>		Лит.	Лист	Листов
Проверил		Дьяченко В.В.	<i>[Подпись]</i>			2	22
Утвердил		Лаврентьева Е.П.	<i>[Подпись]</i>				

При вложении указанных волокон отклонение массовой доли составляющих компонентов при дозировании разных видов смешиваемых волокон должно составлять не более  $\pm 5\%$ .

1.1.3 Пряжа вырабатывается по хлопчатобумажной кардной системе прядения, однониточная и крученая, ткацкого и трикотажного назначения.

1.1.4 Требования к сырью.

Волокна, применяемые для изготовления пряжи, должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации, химические волокна должны быть разрешены к применению Министерством здравоохранения РФ для этих целей. Качество волокон должно соответствовать требованиям следующей нормативно-технической документации:

- ТУ 1919-005-18070047-2005 «Жгут полиакрилонитрильный термостабилизированный НИТОКС®»;

- ТУ 2272-001-51605609-00 «Нить Русар® номинальной линейной плотности 58,8 текс»;

- ГОСТ Р 53224-2008 «Волокно хлопковое. Технические условия».

Национальный стандарт РФ;

- Метаарамидное волокно Кермель® - международный стандарт EN 1021:1994.

- Модакриловое волокно Протекс® - международный стандарт.

Допускается использование указанных волокон, вырабатываемых по другим нормативным документам, а также использование импортного сырья, обеспечивающего качество выпускаемой продукции в соответствии с требованиями настоящих технических условий.

Допускается при изготовлении изделий использовать иностранное сырье, только в виде волокна (не более 20%).

1.1.5 Пряжа по физико-механическим и гигиеническим свойствам должна соответствовать требованиям, указанным в таблицах 1-3.

1.1.6 В зависимости от физико-механических показателей, пряжу делат на сорта: первый и второй.

1.1.7 Сорт пряжи определяют по наихудшему показателю из трех: удельной разрывной нагрузки, коэффициента вариации по разрывной нагрузке и коэффициента вариации по линейной плотности.

1.1.8 Нормированную (кондиционную) влажность смешанной пряжи устанавливают в зависимости от нормированной (кондиционной) влажности и процентного содержания каждого компонента в смеси и определяют по формуле:

$$HВ = \frac{HВ_1 \cdot D_1 + \dots + HВ_n \cdot D_n}{100}$$

№ Изм.	№ Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 9052-001-00302178-2011

Лист

3



где  $HV_{i...n}$  – нормированная влажность компонентов, %

$D_{i...n}$  – процентное содержание компонентов в смеси, соответственно.

Нормированная влажность пряжи, для указанных смесей, приведена в таблицах 1-3.

1.1.9 Пряжа должна поставляться на бобинах. Допускается по согласованию с потребителем поставлять пряжу на початках.

1.1.10 Маркировка по ОСТ17-96-86, ГОСТ 14192-96.

1.1.10.1 Внутри каждой бобины вкладывается ярлык с указанием линейной плотности пряжи, сырьевого состава, номера партии и номера работника. Реквизиты предприятия изготовителя на ярлык наносятся штампом (клеймом).

1.1.10.2 Товарную пряжу поставляют на бобинах с мотальных машин, плотность намотки пряжи не более  $0,34-0,38 \text{ г/см}^3$ . По согласованию между предприятием-изготовителем и предприятием-потребителем устанавливают:

- массу, диаметр бобин и длину намотки на бобинах;
- размеры початков по массе, диаметру, высоте конусов и высоте намотки.

1.1.10.3 Не допускается намотка пряжи на дефектные патроны, конуса.

1.1.10.4 Пряжу трикотажного назначения парафинируют. Содержание парафинирующего состава должно быть  $0,3-0,8\%$  от массы пряжи, по ГОСТ 9092-81.

1.1.11. Упаковка.

1.1.11.1 Пряжу на бобинах упаковывают в мешки из полиэтиленовой пленки по ГОСТ 10354-82, упаковочной ткани из всех видов волокон, картонные коробки, ящики и другую тару по ОСТ17-96-86, обеспечивающую сохранность пряжи при хранении и транспортировании. Пряжу на бобинах допускается предварительно упаковывать в индивидуальные мешки.

1.1.11.2 Внутри и снаружи каждого ящика, мешка, коробки или транспортного пакета помещают ярлык где указывают:

- наименование и местонахождение (юридический адрес) предприятия изготовителя, товарный знак;
- наименование пряжи;
- сырьевой состав пряжи;
- номинальную линейную плотность пряжи;
- сорт пряжи;

№ докум.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 9052-001-00302178-2011	Лист
							4

г/шт. № подл.	г/подп. и дата	Взам. инв. №	г/инв. № дучл.	г/подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 1 - Физико-механические показатели одиночной и крученной пряжи из смеси Хлопок/Русар®

Номинальная линейная плотность пряжи, текс (№)	Допуск отклонен линейной плотности, от номинальной, %	Сырьевой состав смеси, %	Сорт	Удельная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс (гс/текс), не менее	Коэффициент парциали, % не более		Коэффициент крутки, не более	Нормированная (кондиционная) влажность, %
					по разрывной нагрузке	по линейной плотности		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
25 – 29,4 (40,0 – 34,0)	±2,5	Хлопок 75% Русар® 25%	I	20,0 (20,4)	14,0	4,0	37,8 (ам = 120)	5,6
			II	17,0 (17,3)	16,0	5,0	[34,8 ам = 110]*	
25 текс×2 – 29,4 – 29,4 текс×2 (40/2 – 34/2)	±2,5		I	25,0 (25,5)	12,0	3,5	29,0 (ам = 92)	5,6
			II	22,0 (22,4)	14,0	4,5	[27,0 ам = 85]*	

[ ]\* - для пряжи трикотажного назначения

ТУ 9052-001-00302178-2011

Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.
Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.
Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.
Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.

Таблица 2- Физико-механические показатели одиночной и крученой пряжи из смеси Русар®/Кермель®

Номинальная линейная плотность пряжи, текс (№)	Допуск отклонения отклонения линейной плотности от номинальной, %	Сырьевой состав смеси, %	Сорт	Удельная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс (гс/текс), не менее	Коэффициент вариации, %, не более		Коэффициент крутки, не более	Нормированная (кондиционная) влажность, %
					по разрывной нагрузке	по линейной плотности		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
20,0 – 25,0 (50 – 40)	±2,5	Русар®-65% Кермель®-35%	I II	35,0 (35,6) 32,0 (32,6)	15,0 17,0	4,0 4,5	35,8 (αM = 113) [33,0 αM = 104]*	2,4
20 текс×2 – 25 текс×2 (50/2 – 40/2)	±2,5		I II	43,0 (43,8) 40,0 (40,8)	13,0 15,0	3,0 3,5	27,0 (αM = 85,3) [25,0 αM = 79]*	

[\*] - для пряжи трикотажного назначения

ТУ 9052-001-00302178-2011

Лист

6

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 3- Физико-механические показатели одиночной и круточной пряжи из смеси Нитокс®/Русар®/Кермель®.

Номинальная линейная плотность пряжи, текс (№)	Допускательные отклонения линейной плотности от номинальной, %	Сырьевой состав смеси, %	Сорт	Удельная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс (гс/текс), не менее	Коэффициент вариации, %, не более		Коэффициент крутки, не более	Нормированная (кондиционная) влажность, %
					по разрывной нагрузке	по линейной плотности		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
25 – 29,4 (40 – 34)	±2,5	Нитокс® - 40% Русар® - 40% Кермель® - 20%	I	27,0 (27,5)	15,5	4,0	37,8 (ам = 120)	4,6
			II	25,0 (25,5)	17,5	5,0	[34,8 ам = 110]*	
25 текс×2 – 29 текс×2 (40/2 – 34/2)	±2,5		I	33,0 (33,6)	14,0	3,0	29,0 (ам = 92,0)	4,6
			II	30,0 (30,6)	15,5	4,0	[27,0 ам = 85]*	

[\*] - для пряжи трикотажного назначения

Изм. № подл.	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №
Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №
Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №	Издм. инв. №

Таблица 4 - Физико-механические показатели однотонной и крученой пряжи из смеси Протекс®/Хлопок трикотажного назначения

Номинальная линейная плотность пряжи, текс (№)	Допускание отклонения линейной плотности от номинальной, %	Сырьевой состав смеси, %	Сорт	Удельная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс (гс/текс), не менее	Коэффициент вращаи, %, не более		Коэффициент крутки, не более	Нормированная (кондиционный) влажность, %
					по разрывной нагрузке	по линейной плотности		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
18,5 (54,0)	±2,5	Протекс® 55% Хлопок 45%	I  II	9,2 (9,4)  8,0 (8,2)	14,0  15,5	3,5  4,5	37,8 (αМ = 120)	4,9
18,5 текс×2 (54/2)	±2,5		I  II	11,0 (11,2)  9,5 (9,7)	10,0  11,0	3,0  3,5	-34,8 (αМ = 110)	

ТУ 9052-001-00302178-2011

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Лист  
8

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 5 - Физико-механические показатели крученой пряжи из метарамидного волокна Кермель® для трикотажного производства

Номинальная линейная плотность пряжи, текс (№)	Допускаемые относительные отклонения линейной плотности от номинальной, %	Сырьевой состав смеси, %	Сорт	Удельная разрывная нагрузка одиночной нити, сН/текс (гс/текс), не менее	Коэффициент вариации, %, не более		Коэффициент крутки, не более	Нормированная (кондиционная) влажность, %
					по разрывной нагрузке	по линейной плотности		
I			4	5	6	7	8	9
25 текс×2	±2,5	Кермель® 100%	I	22,0 (22,4)	9,0	3,0	35,0 (αМ = 111)	4,0
			II	20,0 (20,4)	10,0	4,0		
16,7 текс×2	±2,5	Кермель® 100%	I	24,0 (24,5)	9,5	3,5	36,0 (αМ = 114)	4,0
			II	21,0 (21,4)	10,5	4,0		

ТУ 9052-001-00302178-2011

Лист

9

- вид паковки;
- номер партии;
- массу нетто, кг;
- массу брутто кг;
- фактическую влажность, %;
- нормированную влажность, %;
- дату отправления;
- физико-механические показатели пряжи;
- обозначение настоящего стандарта.

По согласованию с потребителем содержание маркировки может быть дополнено другими реквизитами.

1.1.12. Транспортная маркировка осуществляется по ГОСТ 14192, ГОСТ 19433-88-96 с нанесением манипуляционных знаков «Беречь от влаги» со штампом на упаковке сверху, «Крюками не брать», «Ограничение температуры».

## 2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1 При переработке волокон НИТОКС<sup>®</sup>, Русар<sup>®</sup>, Кермель<sup>®</sup> - содержание пыли в воздухе рабочей зоны не должно превышать 5,0 мг/м<sup>3</sup> (3 класс опасности согласно СанПин 11-19), также должны соблюдаться требования пожарной безопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.004 Волокна нерадиоактивны, не содержат токсичных примесей и не оказывает токсичного воздействия на организм человека.

2.2 При производстве пряжи должны соблюдаться требования СанПин 11-09. Пряжа не оказывает раздражающего общетоксичного и sensibilizing эффектов и других вредных воздействий на организм человека при непосредственном контакте.

2.3 Все работы, связанные с производством пряжи, должны производиться в помещениях, снабженных общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией по ГОСТ 12.4.021, обеспечивающей чистоту воздуха. Предельно-допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны и класс опасности должна соответствовать ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

2.4 Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны и периодичность контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны при производстве пряжи должны соответствовать требованиям СанПин 11-19 и ГОСТ 12.005-88, ГН 2.1.6.1383-03. Периодичность контроля воздуха производственных помещений должна производиться в соот-

подп. и дата

гивн. № докум.

изм. инв. №

подп. и дата

Изм. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 9052-001-00302178-2011

Лист

10

ветствии с СанПин 11-19.

2.5 Медосмотр работников предприятия должен проводиться согласно приказам МЗ РФ №90-96 от 14.03.1996г и 83-04 от 16.03.2004.

### 3. ПРАВИЛА ПРИЁМКИ

3.1 Правила приемки – по ГОСТ 6611.0 со следующими дополнениями:

3.1.1 Для проверки качества пряжи по внешнему виду, качеству упаковки и качеству намотки изготовитель осуществляет контроль 100% продукции.

3.1.2.К скрытым дефектам пряжи относят:

- пряжа смешанных линейных плотностей;
- разнооттеночность пряжи;
- замасленная и загрязненная пряжа;
- сукрутины, жгуты, узелки, неправильно связанные узлы;
- непропряды, неправильная присучка утолщения и утонения пряжи, вызывающие дефекты в тканях, трикотажных полотнах и трикотажных изделиях;
- двойные нити, спутанные и несвязанные концы пряжи;
- посторонние нити и грубые волокна;
- растительный сор,
- заработанный пух;
- несвязанные концы;
- спутанные нити.

3.1.4 В пряже на паковках не допускаются следующие пороки:  
по качеству пряжи

- не соответствие физико-механических показателей пряжи;
- перекрученная;
- недокрученная;
- смешанные линейные плотности;

по намотке пряжи

- слабая и неправильная намотка;
- резко выраженные жгуты;
- сорванные и спущенные паковки;
- недомотанные бобины или початки;
- перетертая пряжа.

подп. и дата

инв. № докл.

изам. нав. №

подп. и дата

инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 9052-001-00302178-2011

Лист

11





относительного отклонения кондиционной линейной плотности от номинальной или результирующей кондиционной линейной плотности от результирующей номинальной по ГОСТ 6611.1-73.

4.3 Определение линейной плотности, коэффициента вариации по линейной плотности, - по ГОСТ 6611.1-73 (ИСО 2060-72).

4.4 Определение разрывной нагрузки, удельной разрывной нагрузке, разрывного удлинения и коэффициента вариации по разрывной нагрузке – по ГОСТ 6611.2-73 (ИСО 2062, ИСО 6939 -89).

4.5 Определение числа фактического числа кручений – по ГОСТ 6611.3-73.

4.6 Определение влажности – по ГОСТ 6611.4.- 73

4.7 Климатические условия испытаний – по ГОСТ 10681.

4.8 Определение массовой доли замасливателя и авиажных веществ в пряже из химических волокон и смеси химических волокон с натуральными ПО ГОСТ 29332-2006, СТБ ИСО 5088-2001, СТБ ИСО 1833-2001.

4.10 Метод контрольной перемотки пряжи

4.10.1 Контрольную перемотку пряжи в початках производят при скорости 400 м/мин и размере контрольной щели (а) в миллиметрах, вычисленной по формуле:

$$a = \frac{1,5 \times 1,35}{\sqrt{\frac{1000}{T}}}, \text{ где}$$

T- кондиционная линейная плотность пряжи, текс,

1,5 – коэффициент, учитывающий толщину пряжу;

1,35 – поправочный коэффициент.

4.10.2 Количество скрытых пороков проверяют на приборе типа «Устер-Тестер» или мотальной машине.

4.10.3 Качество пряжи по скрытым порокам проверяют при наблюдении за обрывностью во время контрольной перемотки на мотальной машине, фактическое число пороков на 100 км пряжи (X) определяют по формуле:

$$X = \frac{X_1 \times 100}{L}, \text{ где}$$

X<sub>1</sub> – суммарное фактическое число пороков после перематывания всех упаковочных единиц выборки;

L – расчетная длина перемотанной пряжи, км, определенная по формуле:

Изм. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Изм. № докл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ док.ум.	Подп.	Дата
------	------	-----------	-------	------

ТУ 9052-001-00302178-2011

Лист

13



## Приложение А

## Перечень нормативных документов, на которые даны ссылки в настоящих технических условиях

ГОСТ 2.114-70	Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.
ГОСТ Р 53224-2008	«Волокно хлопковое. Технические условия».
ТУ 1919-005-180747-2005	«Жгут полиакрилонитрильный термостабилизированный НИТОКС®».
ТУ 2272-001-51605609-00	«Нить Русар® номинальной линейной плотности 58,8 текс».
СТБ ИСО 1833-2001	Материалы текстильные. Методы количественного химического анализа двухкомпонентных смесей волокон.
СТБ ИСО 5088-2001	Материалы текстильные. Методы количественного химического анализа трехкомпонентной смесей волокон.
ГОСТ 12.005-88	Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
ГОСТ 12.4.021-75	Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования.
ГОСТ 6611.0-73	Нити текстильные. Правила приемки.
ГОСТ 6611.1-73 (ИСО 2060-72)	Нити текстильные. Метод определения линейной плотности
ГОСТ 6611.2-73 (ИСО 2060-72, ИСО 6939-88)	Нити текстильные. Методы определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве.
ГОСТ 6611.3-73	Нити текстильные. Методы определения числа кручений, укрутки и направления крутки.
ГОСТ 6611.4-73	Нити текстильные. Методы определения влажности.
ГОСТ 10354-82	Пленка полиэтиленовая. Технические условия
ГОСТ 10681-75	Нити текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения
ГОСТ 11970.3-70	Нити текстильные. Ряд номинальных линейных плотно-

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 9052-001-00302178-2011	Лист
						15

	2003	стей комплексных химических нитей, монопнитей и одиночной пряжи из химических и шелковых волокон			
	ГОСТ 10878-70	Материалы текстильные. Линейная плотность в единицах текс и основной ряд номинальных линейных плотностей.			
	ГОСТ 29332-2006	Волокна и нити химические. Методы определения массовой доли замасливателя.			
	СанПин 11-09-94	Санитарные правила организации технологических процессов и гигиенические требования к производственному оборудованию.			
	СанПин 11-19-94	Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ.			
	ГН 2.1.6.1383-03	Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.			
	ГН 2.2.5.1313-03	Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.			
	EN1021 : 1994	Международный стандарт			
	Приказ МЗ РФ № 90-96	О порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров и медицинских регламентах допуска к профессии.			
	Приказ МЗ РФ №83-04	О вредных и (или) опасных производственных факторах и работах, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядке проведения этих осмотров (обследований).			
	ГОСТ 7000-80	Материалы текстильные. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение.			
	ГОСТ 19433-88	Грузы опасные. Классификация и маркировка.			
	ГОСТ 14192-96	Маркировка грузов.			
	ГОСТ 10684	Климатические условия проведения испытаний.			
	ОСТ 17-96-86	Определение скрытых пороков пряжи при контрольном перематывании.			
г/нв. № подл.					
годп. и дата					
Взам. инв. №					
г/нв. № докл.					
годп. и дата					
г/нв. и дата					
		ТУ 9052-001-00302178-2011			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					16

ГОСТ 9092-81

Пряжа хлопчатобумажная для трикотажного производства.

ГОСТ 12.004

ССБТ Пожарная безопасность. Общие требования.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 9052-001-00302178-2011	Лист			
						17			
№ инв. № подл.		додп. и дата		Взам. инв. №		г/нв. № доум.		додп. и дата	

## ДАННЫЕ ИСПЫТАНИЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРЯЖИ

Сырьевой состав, %: Хлопок/Русар® 25/75

### Однониточная пряжа

№ п/п	Номинальная линейная плотность пряжи, текс	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %
1	2	3		5
1	28,0	1,7	22,0	12,2
2	29,3	1,4	27,0	11,6
3	29,3	1,4	22,7	12,2
4	28,3	1,7	25,4	11,6
5	28,3	1,7	22,4	12,2
6	27,9	1,9	29,3	11,5
7	29,2	1,5	24,1	15,0
8	29,5	1,7	28,5	11,1
9	29,0	1,8	23,1	14,4
10	28,6	1,3	24,3	14,3
<b>Среднее</b>	<b>28,7</b>	<b>1,6</b>	<b>24,9</b>	<b>12,6</b>

Влажность – 7,4%

### Крученая пряжа

№ п/п	Номинальная линейная плотность пряжи, текс	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %
1	2	3	4	5
1	57,4	1,5	31,5	10,7
2	56,2	1,8	28,6	7,1
3	58,0	2,0	27,0	8,6
4	57,6	1,9	28,2	9,0
5	58,0	2,3	29,0	8,9
6	59,0	2,1	29,1	9,8
7	58,9	1,7	29,5	9,0
8	58,0	1,9	30,0	10,0
9	59,0	1,8	31,0	10,6
10	57,0	2,0	29,0	9,2
<b>Среднее</b>	<b>58,1</b>	<b>1,9</b>	<b>29,3</b>	<b>9,3</b>

Подп. и дата

инв. № докл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 9052-001-00302178-2011

Лист

18

## Сырьевой состав, % : Русар®/Кермель® 65/35

## Однониточная пряжа

№ п/п	Номинальная линейная плотность пряжи, текс	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %
1	2	3	4	5
1	23,6	2,6	39,4	11,8
2	23,7	2,5	37,5	14,5
3	23,4	2,2	38,5	11,7
4	24,4	3,0	40,3	14,6
5	23,5	2,8	39,0	13,8
6	25,6	2,5	38,3	12,6
7	23,8	1,8	39,8	15,1
8	23,6	2,5	37,8	14,0
9	24,8	2,9	38,6	14,8
10	23,7	2,5	38,4	13,6
<b>Среднее</b>	<b>24,0</b>	<b>2,5</b>	<b>38,8</b>	<b>13,7</b>

Влажность – 5,5%

## Крученая пряжа

№ п/п	Номинальная линейная плотность пряжи, текс	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %
1	2	3	4	5
1	46,2	2,9	55,9	7,8
2	47,0	0,7	53,4	13,1
3	48,1	2,1	49,0	9,8
4	48,4	1,6	49,8	10,2
5	47,9	1,7	50,0	11,0
6	49,0	1,9	51,0	9,8
7	49,6	2,0	49,9	10,5
8	49,4	2,1	51,2	10,1
9	48,9	1,8	52,0	9,9
10	49,0	2,3	52,1	9,8
<b>Среднее</b>	<b>48,4</b>	<b>2,2</b>	<b>51,4</b>	<b>10,2</b>

1 подл. и дата

и инв. № доул.

Взам. инв. №

1 подл. и дата

инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ТУ 9052-001-00302178-2011

Лист

19



Сырьевой состав, % : Нитокс®/Русар®/Кермель® 40/40/20

**Однониточная пряжа**

№ п/п	Номинальная линейная плотность пряжи, текс	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %
1	2	3	4	5
1	30,3	2,9	27,4	15,8
2	31,7	2,5	28,1	14,6
3	30,0	3,3	27,8	16,0
4	29,2	2,0	28,7	13,2
5	29,5	2,2	26,4	18,2
6	29,0	2,6	28,1	16,2
7	28,6	2,9	26,1	14,5
8	30,0	2,5	28,0	14,8
9	29,3	2,5	25,4	15,0
10	29,5	2,7	27,5	14,6
<b>Среднее</b>	<b>29,7</b>	<b>2,6</b>	<b>27,4</b>	<b>15,3</b>

Влажность – 6,0%

**Крученая пряжа**

№ п/п	Номинальная линейная плотность пряжи, текс	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %
1	2	3	4	5
1	58,5	2,4	38,0	11,6
2	58,2	2,5	37,6	14,1
3	58,8	1,2	37,4	12,9
4	58,7	2,1	37,2	12,9
5	58,7	2,5	37,0	12,6
6	58,5	1,5	37,2	12,8
7	58,7	1,2	36,2	13,8
8	58,3	1,5	32,1	13,9
9	58,8	2,0	40,0	13,2
10	58,6	1,5	36	12,5
<b>Среднее</b>	<b>58,6</b>	<b>1,8</b>	<b>36,9</b>	<b>13,0</b>

Влажность – 6,3%

№ доп. и дата  
 № доп.  
 № инв. № док.  
 № инв. №  
 Взам. инв. №  
 № доп. и дата  
 № доп.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 9052-001-00302178-2011	Лист
						20

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов				Всего листов в док-к-ум.	№ до-к-ум.	Входящий № сопровод. до-к-ум. и дата	Подп.	Дата

инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	инв. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 9052-001-00302178-2011

Лист

21



Код ЦСМ		Группа КГС(ОКС)		Регистрационный номер	
01	200	02	М61	03	110 880
<b>КАТАЛОЖНЫЙ ЛИСТ ПРОДУКЦИИ</b> <small>Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии  ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»  г. Москва, ул. Мясницкая, д. 26/1</small>					
Код ОКП	11	905200			
Наименование и обозначение продукции	12	Пряжа для ткацкого и трикотажного производства			
Обозначение государственного стандарта	13				
Обозначение нормативного или технического документа	14	ТУ 9052-001-00302178-2011			
Наименование нормативного или технического документа	15	Пряжа кардная кольцевая из смесей химических огнестойких и натуральных волокон			
Коды предприятия-изготовителя по ОКПО и штриховой код	16	00302178			
Наименование предприятия-изготовителя	17	ОАО «ЦНИТИ» Открытое акционерное общество «Центральный научно-исследовательский текстильный институт»			
Адрес предприятия-изготовителя (индекс; город; улица; дом)	18	119071	г. Москва		
ул. Орджоникидзе, д. 12					
Телефон	19	(495) 952-31-42	Телефакс	20	(495) 952-46-81
Другие средства связи	21				
Наименование держателя подлинника	23	ОАО «ЦНИТИ» Открытое акционерное общество «Центральный научно-исследовательский текстильный институт»			
Адрес держателя подлинника (индекс; город; улица; дом)	24	119071	г. Москва		
ул. Орджоникидзе, д. 12					
Дата начала выпуска продукции	25	1 сентября 2011 г.			
Дата введения в действие нормативного или технического документа	26	1 сентября 2011 г.			
Обязательность сертификации	27	добровольная			

### 30. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦИИ

Пряжа из смесей химических огнестойких и натуральных волокон, одноплеточная и кручёная, вырабатываемая по кардной системе кольцевым способом по хлопчатобумажной системе прядения, предназначенная для ткацкого и трикотажного производства.

#### Основные характеристики

Наименование показателя	Ед. измерения	Значение (диапазон)	
		Сорт	
		одиночная I-II	кручёная I-II
Номинальная линейная плотность	текс	16,7-29,4	16,7 текс x 2 29,4 текс x 2
Допустимое минимальное отклонение кондиционной линейной плотности от номинальной	%	±2,5	
Удельная разрывная нагрузка	сН/текс	17,0-35,0	11,0-43,0
	гс/текс	17,3-35,7	11,2-43,8
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке	%	9,0-17,5	10,0-15,5
Коэффициент вариации по линейной плотности	%	3,0-5,0	3,0-4,5
Коэффициент крутки, $\alpha_T$ ( $\alpha_M$ )		35,0-37,8 (111-120)	27-36 (85-114)

		Фамилия	Подпись	Дата	Телефон
Представил	04	Дьяченко В.В.	<i>[Подпись]</i>		785-62-00
Заполнил	05				
Зарегистрировал	06	<i>Покасенкова</i>	<i>[Подпись]</i>	28.07.2011	225-682
Ввёл в каталог	07				



Матия Берсея;  
Вед. спец-т по кадрам  
и законпродовству  
Покасенкова В. В.

**Открытое акционерное общество  
«Центральный научно-исследовательский текстильный институт»  
(ОАО «ЦНИТИ»)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель генерального директора  
по научной работе, к.т.н.



Е.П.Лаврентьева

2010г.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ**

производства суровых огнезащитных тканей из многокомпонентной пряжи на  
основе термо- и огнестойких волокон.

Москва 2010

### **Введение.**

Технологические режимы производства суровой ткани из пряжи двух и трёхкомпонентного состава (по видам химических волокон) разработаны с учётом требований к тканям, предназначенным для изготовления огне- и термозащитной специальной одежды, применительно к типовому технологическому оборудованию отечественных текстильных предприятий.

### **1 Характеристика перерабатываемой пряжи**

В качестве сырья для выработки суровой ткани используется кручёная в два сложения смешанная двух и трёхкомпонентная пряжа кольцевого способа прядения на базе высокомолекулярных, высокопрочных и термостойких волокон.

Образец 042	65% Русар; 35% Кермель	25х5 текс (№40/2)
Образец 043	75% Хлопок; 25% Русар	29х2 текс (№34/2)
Образец 044	40% Нитокс; 40% Русар; 20% Кермель	29х2 текс (№34/2)

В ткацкое производство кручёная пряжа поступает на конических бобинах.

В пряже не допускаются следующие пороки:

по качеству пряжи:

- перекрученная;
- недокрученная;
- перетёртая;
- покрытая плесенью;
- замасленные и грязные нити.

по намотке пряжи:

- слабая и неправильная намотка;
- резковыраженные жгуты;
- сорванные и спущенные намотки;
- хорды на торцах бобин;

### **2 Технологические переходы и оборудование**

Производство суровых тканей включает следующие основные и вспомогательные технологические процессы:

- снование;

- привязывание (или по необходимости проборка) основ;
- ткачество;
- браковка, учёт, упаковка;
- перематывание начинков после снования.

Для выполнения названных операций используется следующая цепочка отечественного технологического оборудования:

- мотальная машина М-150-2;
- ленточная сновальная машина СЛ-180К2;
- бесчелночный ткацкий станок СТБ-2-180;
- узловязальная передвижная машина УП-5 с комбинированным или ценовым пробором;
- основопроборный механизированный станок ПС или полуавтоматический проборный станок ПСМ;
- агрегатно-поточная линия учёта и разбраковки ткани непрерывного действия.

### **3 Основные параметры технологического приготовительно-ткацкого и ткацкого оборудования**

#### **3.1 Перематывание пряжи**

Для перематывания пряжи в конусные бобины крестовой намотки используют мотальные машины М-150-1, М-150-2.

##### Требования к процессу перематывания.

В процессе перематывания производится удаление слабых мест и пороков пряжи, которые в процессе дальнейшей переработки могут быть причиной снижения производительности оборудования, ухудшения качества суровых тканей.

Разводка контрольных щелей ( $H$ ) определяется по формуле:

$$H = \frac{2,5 + 3,25}{33,3} \sqrt{T}, \text{ мм}$$

где  $T$  – линейная плотность перематываемых нитей.

Величина натяжения должна составлять 5-8% от прочности перематываемых нитей. Диапазон смещён в сторону уменьшения (обычно принимается 7-12%) ввиду повышенной прочности нитей.



Наработанные бобины не должны отличаться более, чем на 5% по длине намотки.

Ввиду введения в состав нитей высокопрочных волокон особое внимание должно быть уделено обеспечению периодичности заточки узловязателей.

Периодичность заточки определяется по формуле:

$$D = \frac{P_1}{P_2};$$

где  $D$  – периодичность заточки, дни

$P_1$  – допускаемое число связываемых узлов. Нормативная величина, принимаемая в среднем 35 тыс.узлов должна быть снижена до 15-10 тыс.узлов.

$P_2$  – число узлов, связываемых узловязателем за сутки.

Длина концов нитей в узлах должна быть 4-5,5 мм.

Качественная намотка исключает наличие дефектов:

- неправильная форма бобины;
- слабая или тугая намотка;
- намотка внахлест;
- сбросы нитей на торец бобины;
- намотка в два конца;
- неправильная вязка узлов;
- ненамотка или перемотка бобины по диаметру.

Таблица 1 – Технологические параметры работы мотальной машины М-150-2

№ п/п	Наименование параметров	Величина параметра
1	Скорость перематывания, м/мин	600-800
2	Разводка контрольной щели, мм	0,6-0,7
3	Масса грузовых шайб, г	25-34
4	Расстояние от верха паковки и до баллоногасителя, мм	150-200
5	Номер узловязателя	№3
6	Удельная плотность намотки, г/см <sup>3</sup>	0,42-0,44
7	Форма намотки бобины	коническая
8	Размеры бобины, мм	
	большой диаметр	230
	малый диаметр	190
	высота намотки	150

### 3.2 Снование основных нитей

Формирование ткацкого навоя производится на ленточной сновальной машине СЛ-180-К2 (возможно использование машин и других марок)

Таблица 2 – Техническая характеристика ленточной сновальной машины СЛ-180-К2

Наименование параметров	Значения параметров	
Линейная скорость снования, м/мин:	первая ступень	80-400
	вторая ступень	160-800
Линейная скорость перевивания, м/мин	10-100	
Форма барабана	цилиндрический с постоянным конусом	
Рабочая ширина барабана, мм	1800	
Максимальная толщина ленты, мм	110	
Шкала счётчика длины, мм	2000	
Подача суппорта за один оборот барабана, мм	0,118-1,99	
Максимальный диаметр фланцев навоя, мм	660	
Рассадка фланцев навоя, мм	1800	

Таблица 3 – Технологические параметры процесса снования

Наименование параметров	Значение параметров по вариантам заливок		
	042	043	044
Число бобин в ставке	166	166	139
Число лент	27	30	38
Угол подъёма конуса (без переключений), град	22	22	22
Количество нитей фона	4302	4808	5096
Количество кромочных нитей	48	58	64
Рассадка фланцев, см	162	163	162
Скорость снования, м/мин	400±50	400±50	400±50
Скорость перевивания, м/мин	25-50	25-50	25-50
Натяжение: одиночной нити, гс	15-20	15-20	15-20

Сформированный навой имеет плотность намотки 0,5-0,55 г/см<sup>3</sup>.

Не допускаются пороки на навитых навоях:

- разная длина лент;
- бугристость намотки;
- неравномерная намотка на навой и по одному краю;
- излишек или недостаток нитей в основе;
- неправильная прокладка цен или отсутствие их в отдельных лентах.

### 3.3 Процесс ткачества

Выработка суровых тканей проводится на ткацких бесчелночных станках с малогабаритными прокладчиками утка СТБ-2-180. заправочные параметры приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Заправочные параметры станка СТБ-2-180

№ п/п	Наименование параметров	Значения параметров
1	Частота вращения главного вала, мин <sup>-1</sup>	200-215
2	Обрывность, обр./м:	0,25-0,35
	по основе	0,1
	по утку	
3	Величина заступа, мм	40-45
	градусов	27-32
4	Угол заводки торсионного вала, градусов	29
5	Толщина пластины тормоза утка, мм	0,08; 0,1
6	Заправочное натяжение основных нитей, сН	30-35

Выработка ткани должна проводиться в соответствии с заправочными расчётами (таблицы 4, 5, 6, 7) и заправочными рисунками.

Таблица 4 – Заправочный расчёт на выработку ткани. Образец 042.

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Величина показателей
1	Ширина суровой ткани	см	158,0
2	Линейная плотность основной пряжи.	T(№)	25x2 (40/2)
3	Линейная плотность уточной пряжи	T(№)	25x2 (40/2)
4	Плотность ткани по основе	н/дм	279
5	Плотность ткани по утку	н/дм	183
6	Число нитей основы:		4350
	всего		4302
	фон		44
	кромки		4
	закрайки		
7	Ширина проборки	см.	162,0
8	Номер берда		90
9	Число зубьев берда в проборке		1458
10	Число нитей в зуб берда:		3
	фон		2
	кромка		
11	Количество ремиз:		6
	фон		2
	закрайки		
12	Уработка по основе	%	15,0
13	Уработка по утку	%	2,5
14	Масса основы в 100 пог.м ткани	кг.	22,4
15	Масса утка в 100 пог.м ткани	кг	13,6
16	Масса пряжи в 100 пог. м.ткани	кг	36,0
17	Поверхностная плотность ткани	гр./м <sup>2</sup>	228
18	Угары	%	2,0
19	Расход пряжи на выработку 100 пог.м.ткани	кг	36,7
20	Переплетение		Саржа 2/1

Таблица 5 – Заправочный расчёт на выработку ткани. Образец 043 (043/1; 043/2)

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Величина показателей
1	Ширина суровой ткани	см	159,0
2	Линейная плотность основной пряжи.	T(№)	29x2 (34/2)
3	Линейная плотность уточной пряжи	T(№)	29x2 (34/2)
4	Плотность ткани по основе	н/дм	305
5	Плотность ткани по утку	н/дм	180
6	Число нитей основы:		4866
	всего		4808
	фон		58
	кромки		
7	Ширина проборки	см.	163,0
8	Номер берда		75
9	Число зубьев берда в проборке		1222
10	Число нитей в зуб берда:		4
	фон		3
	кромка		
11	Количество ремиз:		8(4)
	фон		
12	Уработка по основе	%	11,5
13	Уработка по утку	%	2,5
14	Масса основы в 100 пог.м ткани	кг.	30,1
15	Масса утка в 100 пог.м ткани	кг.	16,6
16	Масса пряжи в 100 пог. м.ткани	кг	46,6
17	Поверхностная плотность ткани	гр./м <sup>2</sup>	293
18	Угары	%	2,0
19	Расход пряжи на выработку 100 пог.м.ткани	кг	47,5
20	Переплетение	обр. 043/1 обр. 043/2	саржа 3/1; неправильный 4-х ремизный сатин

Таблица 6 – Заправочный расчёт на выработку ткани. Образец 044 (044/1; 044/3)

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Величина показателей
1	Ширина суровой ткани	см	158,2
2	Линейная плотность основной пряжи.	T(№)	29x2 (34/2)
3	Линейная плотность уточной пряжи	T(№)	29x2 (34/2)
4	Плотность ткани по основе	н/дм	326
5	Плотность ткани по утку	н/дм	241
6	Число нитей основы:		5160
	всего		5096
	фон		60
	кромки		4*
	закрайки		
7	Ширина проборки	см.	162,0
8	Номер берда		80
9	Число зубьев берда в проборке		1296
10	Число нитей в зуб берда:		4
	фон		3
	кромка		2
	закрайки		

Окончание таблицы 6

11	Количество ремиз:	фон закрайки		8 2
12	Уработка по основе		%	11,2
13	Уработка по утку		%	2,3
14	Масса основы в 100 пог.м ткани		кг	35,5
15	Масса утка в 100 пог.м ткани		кг	20,3
16	Масса пряжи в 100 пог. м.ткани		кг	55,8
17	Поверхностная плотность ткани		гр./м <sup>2</sup>	353
18	Угары		%	2,0
19	Расход пряжи на выработку 100 пог.м.ткани		кг	56,9
20	Переплетение	Усиленный восьмимремизный атлас Диагональ (по рисунку)	044/1 044/3	

Примечание: \*Возможна выработка без закраек.

Таблица 7 – Заправочный расчет на выработку ткани. Образец 044/2

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Величина показателей	
1	Ширина суровой ткани	см	158,4	
2	Линейная плотность основной пряжи.	T(№)	29x2 (34/2)	
3	Линейная плотность уточной пряжи	T(№)	29x2 (34/2)	
4	Плотность ткани по основе	н/дм	326	
5	Плотность ткани по утку	н/дм	214	
6	Число нитей основы:		5160	
	всего		5096	
	фон		60	
	кромки		4*	
	закрайки			
7	Ширина проборки	см.	162,0	
8	Номер берда		80	
9	Число зубьев берда в проборке		1296	
10	Число нитей в зуб берда:		4	
	фон		3	
	кромка		2	
	закрайки			
11	Количество ремиз:	фон закрайки	8 2	
12	Уработка по основе		%	13,5
13	Уработка по утку		%	2,2
14	Масса основы в 100 пог.м ткани		кг	34,0
15	Масса утка в 100 пог.м ткани		кг	19,4
16	Масса пряжи в 100 пог. м.ткани		кг	53,4
17	Поверхностная плотность ткани		гр./м <sup>2</sup>	337
18	Угары		%	2,0
19	Расход пряжи на выработку 100 пог.м.ткани		кг	54,5
20	Переплетение	Двухслойный гарнитур (по рисунку)		

Примечание: \*Возможна выработка без закраек.

## Образец 042

Заправочный рисунок

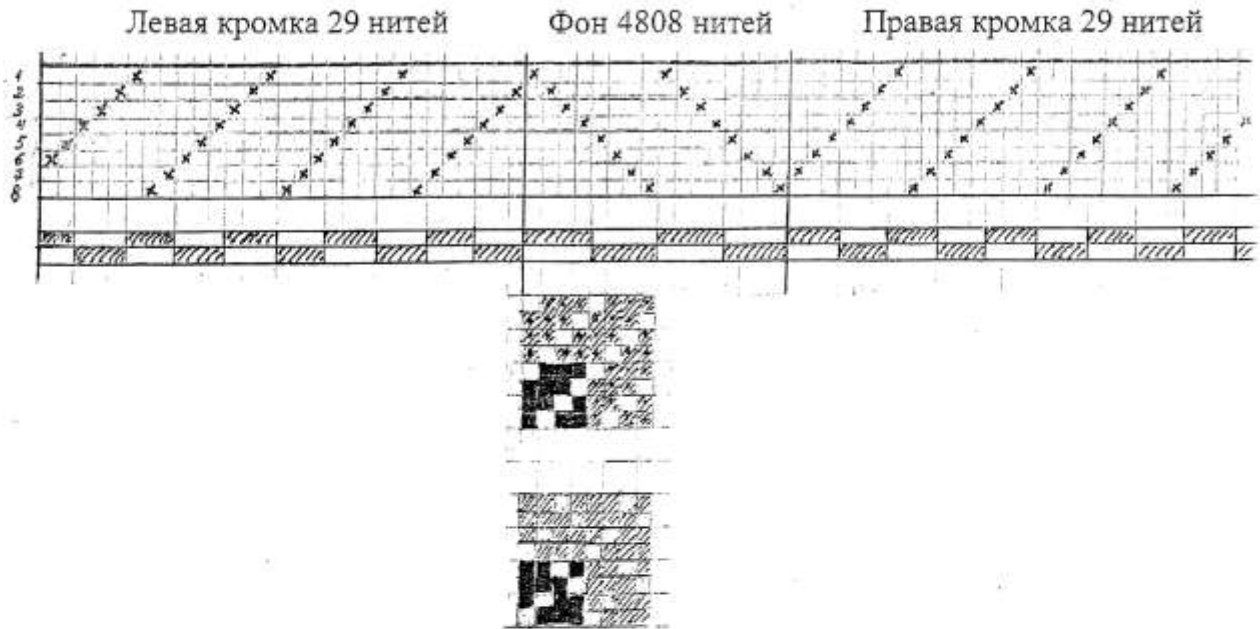


Общее число нитей	4350
Число ремиз в заправке	8
Закраечные ремизки*	1;2
Фоновые ремизки	3-8
Проборка нитей в ремиз:	фон – рядовая кромки – обратная рядовая
Число галев по ремизкам:	1;2 по 2 3;8 по 723 4-7 по 725
Бердо	№90
Число зубов в проборке	1458
Ширина проборки	162,0 см
Проборка в зуб берда:	фон – по 3 нити кромка – по 2 нити
Переплетение	саржа 2/1

Примечание: \* Возможна выработка без закраечных нитей

## Образец 043 (043/1; 043/2)

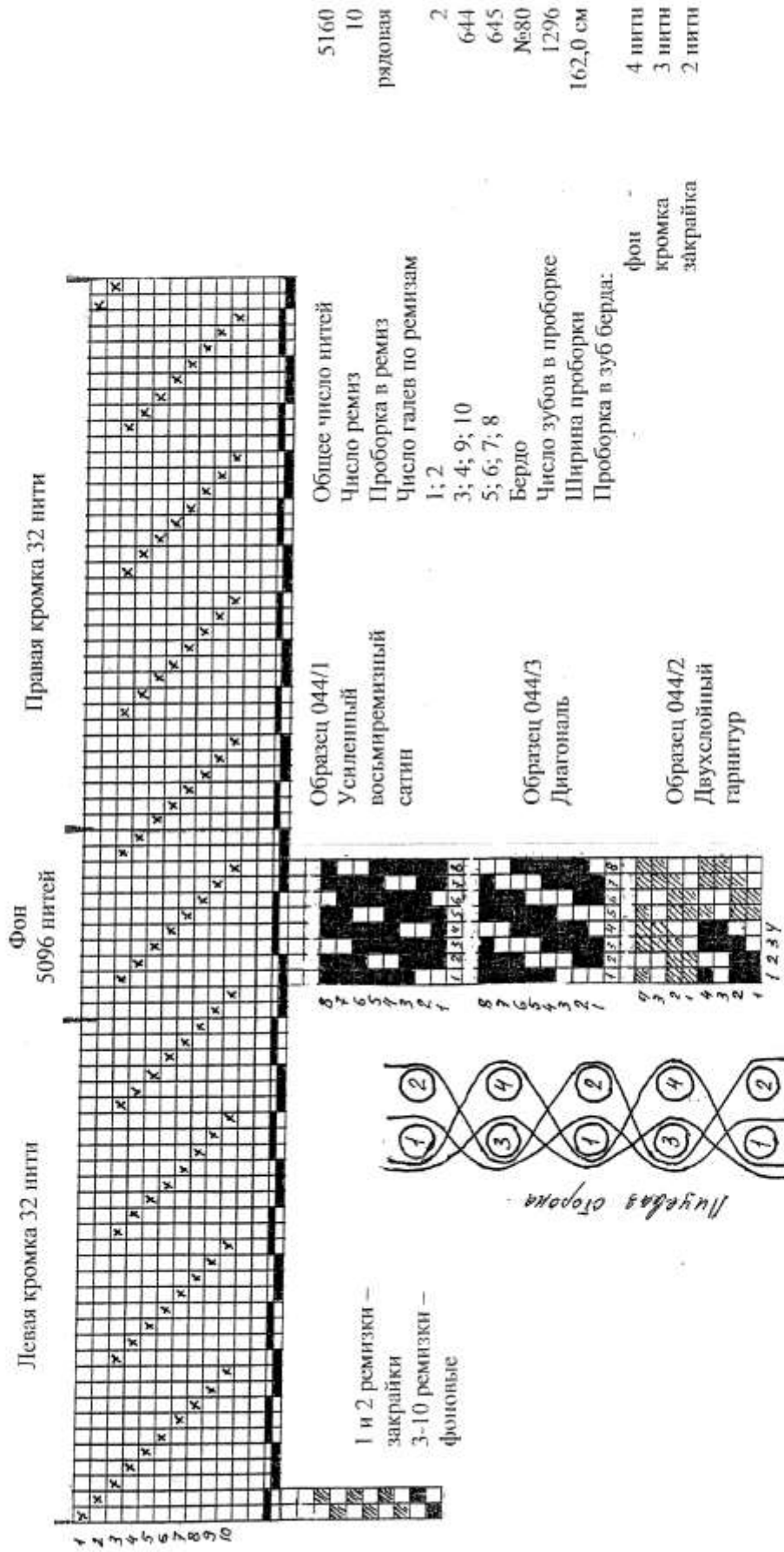
Заправочный рисунок



Общее число нитей	4866
Число ремиз в заправке	8
Проборка нитей в ремиз:	фон – рядовая кромки – обратная рядовая
Число галев по ремизкам:	1; 8 по 607 2; 7 по 608 3-6 по 609
Бердо	№75
Число зубов в проборке	1222
Ширина проборки	163,0 см
Проборка в зуб берда:	фон – по 3 нити кромка – по 2 нити
Переплетение	образец 043/1 – саржа 3/1

образец 043/2 – неправильный четырёхремизный сатин

**Образец 044 (044/1; 044/2; 044/3). Заправочный рисунок**



Образец 044/2 – разрез  
ткани вдоль основы



Технологический процесс на основе составленного режима обеспечивает следующие физико-механические показатели суровых тканей

Таблица 8 – Физико-механические показатели суровых тканей

№ образца	Ширина, см	Нитей на 10 см		Разрывная нагрузка, Н, не менее		Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>
		основа	уток	основа	уток	
042	158±2,5	279 -6	183 -5	2500	1500	228 -11
043/1; 043/2	159±2,5	305 -6	180 -5	2000	1000	293 -15
044/1; 044/3	158,2±2,5	326 -6	241 -7	2800	2000	353 -18
044/2	158,4±2,5	326 -6	214 -6	2500	2000	337 -17

#### Ответственные исполнители

Заведующий лабораторией ткачества, к.т.н.

Ведущий научный сотрудник, к.т.н.

М.П.Михайлова

Л.А.Мальков



Верна:  
Михайлова Т.В.

Описание процесса отделки суровых тканей,  
содержащих 100% огнестойкие волокна и тканей,  
состоящих из хлопка и огнестойкого волокна  
(хлопок 75% и Русар 25%)

С учетом требований, предъявляемых данным тканям (обр. 042 и обр. 044), часть из них была подвергнута масло-, водоотталкивающей отделке (МВО) фторорганическим препаратом Нува НРИ (ф. Pulcra, Германия), другая часть была отделана мягчителем Анзал КС (ООО НПФ «Траверс», г. Москва) для улучшения их товарного вида и предотвращения осыпаемости волокна Нитокс® в процессе эксплуатации.

#### 1. Отделка МО (мягкая отделка)

Часть суровых тканей партий 042 и 044 обрабатывали мягчителем Анзал КС (ООО НПФ «Траверс», г. Москва) без предварительной промывки.

Ткани отделяли на линии заключительной отделки ф. «Вакаяма» (Япония). Скорость - 15 м/мин.

Пропитка ткани осуществлялась в плюсовке (объем плюсовки 75л) раствором, содержащим препарат Анзал КС в концентрации 4-5 г/л. Прижим валов на выходе из плюсовки составлял 1,8 кг/см<sup>2</sup>, отжим 75-80%. Температура сушки составляла 135-140°C.

Ширина суровой ткани (042) – 158 см, (044) – 157,5 см. Ширина тканей после отделки МО - 159-160 см.

Всего с отделкой МО было выпущено 213,6 пог. м обр. 044 структур 1 и 2, и 136,9 м обр. 042.

#### 2. Отделка МВО (масло-, водоотталкивание)

Масло-, водоотталкивающей отделке подвергали ткани обр. 044 структура 1 и обр. 042.

Ткани обрабатывали на линии заключительной отделки ф. «Вакаяма» (Япония). Скорость 15 м/мин. Ширина ткани на входе составляла 159 см.

Ткани пропитывали раствором, содержащим, г/л:

Фторорганический препарат Нува НРИ (ф. Pulcra, Германия)	80
Смачиватель Флюавет VD (ф. Pulcra, Германия)	2
Уксусная кислота	0,3-0,5

рН раствора	5
Отжим, %	70

Сушка мокроотжатой ткани в 2-х секциях при температуре 135-140°C.

Термофиксация при температуре 180°C в течение 40 сек. в 5-ти секциях линии. Всего секций 7 по 3 метра в каждой. Ширина ткани на выходе 160 см.

Отделка ткани из хлопка (75%)  
и огнестойкого волокна Русар® (25%)

Перед огнестойкими отделками в производственных условиях проводили подготовку смешанной ткани (обр.043) по следующей технологической цепочке:

1. Отварка
2. Сушка
3. Наждаковка
4. Мерсеризация
5. Крашение
6. Огнезащитная отделка:
  - А) Препаратом Фогинол
  - Б) По технологии «Пироватекс»

1. Отварка

Ткань отваривали на линии ф. «Кюстерс» (Германия) со скоростью 40 м/мин. Ширина суровой ткани – 159 см

а) Промывка суровой ткани в 2-х промывных коробках при температуре 90-100°C.

б) Пропитка мокроотжатой ткани при температуре 60°C раствором, содержащем г/л:

	рабочий раствор	питательный раствор
Едкий натр (100%)	80	160
Смачиватель ЭМ-31 (ООО НПФ «Траверс», г. Москва)	5	10

Восстановитель Гинтол (ООО НПФ «Траверс», г. Москва)	3	6
Комплексообразователь Фиолент (ООО НПФ «Траверс», г. Москва)	2	4
Отжим, %	100	
Фактические концентрации едкого натра (100%)	82 – 78	168

в) Время лежки пропитанной ткани на конвейере при температуре 102-103°C 40 минут.

г) Промывка ткани после запаривания в 3-х промывных машинах башенного типа при температуре 90°C.

д) Кисловка уксусной кислотой 4,5 г/л при 40°C.

е) Накатка мокроотжатой ткани на ролик.

Ширина ткани на выходе – 156 см. Притяжка - 1,5 %.

## 2. Сушка отваренной ткани

Отваренную ткань сушили на сушильно-ширильной линии ф. Элитекс (Чехословакия).

Скорость сушки – 32 м/мин. Температура 160°C.

Ширина ткани на выходе – 158,5 см. Притяжка - 0%.

## 3. Наждаковка ткани

С целью достижения гладкой поверхности ткани (удаление узелков, «шишечек», «непса») была проведена наждаковка высушенной ткани на наждаковочной машине ф. Sucher+Muller (Германия). Скорость – 15 м/мин. Делали 2 прохода – по одному с каждой стороны. Расстояние от наждачной поверхности до ткани составляло 2,0 - 2,5 мм.

## 4. Мерсеризация

Ткань мерсеризовали на цепной мерсеризационной машине ф. Вакаяма (Япония). Скорость – 47 м/мин. Концентрация едкого натра в пропиточных коробках составляла в 1-ой коробке – 226 г/л, во 2-ой – 248 г/л. Концентрация

едкого натра в выщелачивателе (2 коробки) – 88 г/л, температура в выщелачивателе - 90°C.

Затем ткань промывали в 3-х промывных коробках при температуре 85-90°C. Далее в 2-х промывных коробках башенного типа при температуре 85°C. Кисловка в кисловочной машине, концентрация уксусной кислоты составляла 5-7 г/л.

Ширина ткани на входе составляла 159 см, ширина после пропитки – 152 см, ширина в цепном поле – 154 см.

Сушка на сушильных барабанах. Накатка высушенной ткани на ролик.

Ширина ткани после мерсеризации – 152 см. Притяжка - 1,5%.

#### 5. Крашение мерсеризованной ткани

а) Подбор колористического оформления ткани.

Было рассмотрено 3 цвета для ткани, содержащей 75% хлопкового волокна и 25% волокна Русар.

Расход красителей г/л для крашения образцов ткани:

Рецепт № 1

Кубовый рубиновый R 155% - 1,3 г/л

Кубовый синий RS - 2,2 г/л

Цибанон (новазол) морской DB-01 MD – 28,6 г/л

Рецепт № 2

Кубовый коричневый BR - 19,2 г/л

Цибанон (новазол) зеленый BF MD - 9,0 г/л

Цибанон (новазол) морской DB-01 MD - 27,0

Рецепт № 3 (активные красители)

Др. синий HFRL - 5,5 г/л

Цибакрон (новакрон) желтый C-2R - 10,6 г/л

Цм. Красный П-2Ж - 0,792 г/л.

Для колорирования опытной ткани был отобран рецепт № 2 как наиболее приемлемый для оформления ткани, идущей на форменную спецодежду.

Крашение мерсеризованной опытной ткани осуществляли на линии крашения ф. Монфорст (Германия) по выбранному рецепту № 2, скорость 40 м/мин.

Ткань пропитывали в 2-х плюсовках суспензией кубовых красителей. Отжим после 1-ой плюсовки – 75%, после 2-ой – 61%. Далее ткань сушили в инфрокрасной и воздушно-роликовой сушилке, обрабатывали в термокамере при температуре 120-140°C, стабилизировали при температуре 140°C.

Ткань пропитывали в двух двухвальных плюсовках проявительным раствором, содержащим, г/л:

Гидросульфит натрия	50
Глюкоза	2,5
Едкий натр (100%)	36,0
Отжим, %	65

Затем ткань запаривали при температуре 100°C в течение 85 секунд и промывали по следующему режиму:

- 1, 2 промывные коробки холодная вода,
- 3 промывная коробка раствор пероксида водорода - 3,0 г/л
- 4 коробка раствор соды кальцинированной – 1,5 г/л. рН раствора = 9,0-10,0.
- 5, 6 коробка раствор моющего средства (Эрипон OS – 1,5-2,0 г/л) при температуре 97°C,
- 7 коробка – горячая вода горячая вода при температуре 85°C
- 8 коробка - горячая вода при температуре 65°C
- 9 коробка теплая вода при температуре 45°C.

Промытую ткань сушили в воздушно-роликовой сушилке.

Ширина ткани на выходе после крашения составляла – 152,4 см.

6. Огнезащитная отделка ткани

А) Отделка препаратом Фогинол.

Часть окрашенной ткани в количестве 50, 0 пог. метров отделали на линии ф. «Вакаяма», (Япония). Скорость обработки – 15 м/мин. Ткань пропитывали раствором, содержащим, г/л:

Огнезащитный препарат Фогинол	500
Отжим, %	90-100

Давление в жале валов в плюсовке 1 кг/см<sup>2</sup>.

Сушка при температуре 135°С в 2- секциях сушильно-ширильного поля.

С целью придания ткани перманентных свойств, устойчивых к стиркам, ее подвергали термофиксации в течение 1 минуты при температуре 172°С в 5-ти секциях линии.

В результате огнестойкой отделки с применением операции термофиксации у готовой ткани наблюдалась повышенная осыпаемость волокна хлопка. Можно предположить, что в процессе термофиксации имеет место локальный перегрев хлопковой составляющей за счет повышенной аккумуляции тепла волокном Русар®

Накатка ткани в ролик.

Ширина ткани на выходе – 155 см.

#### Санфоризация отделанной ткани

Ткань после отделки препаратом Фогинол в концентрации 500 г/л обладала жестким грифом и с целью его улучшения проводили санфоризацию на машине ф. Танджоу (Китай). Давление пара составляло 4 атм. Делали 2 прохода при максимальном увлажнении. Скорость первого прохода – 25 м/мин. Скорость второго прохода 20 м/мин. Ширина ткани – 153 см.

Поэтому, чтобы избежать негативного эффекта и получения огнезащитных свойств, устойчивых к многократным химическим чисткам, было принято решение данную ткань после крашения в количестве 53,8 пог.м отделать препаратом Фогинол без термофиксации в производственных условиях ЗАО ПК «Нордтекс».

Б) Огнезащитная отделка ткани обр.043 по технологии «Пироватекс»



В производственных условиях ООО «Чайковский текстиль», ткань обр.043 в количестве 20 пог.м обрабатывали по технологии «Пироватекс» по следующей технологической цепочке:

1. Пропитка со скоростью 15 м/мин ткани на ЛНО ф. Вакаяма (Япония) в 2-х плюсовках раствором, содержащим, г/л:

Огнезащитный препарат Афламмит КWB (ф. Тор, Германия)	550
Меламино-формальдегидный отделочный препарат Квекадур DM 70 (ф. Тор, Германия)	22
Мягчитель Финистрол ESJ (ф. Тор, Германия)	30
Смачиватель Киолокс ВАТ (ф. Тор, Германия)	2
Ортофосфорная кислота	20
рН раствора	2-3
Отжим, %	63±3

2. Сушка при температуре 100-110°C.

3. Термофиксация\* при температуре 172°C в течение 1 мин.

4. Промывка ткани на линии ЛР ф. «Вакаяма», Япония. Скорость 29 м/мин.

1-ая ванна – вода при температуре 55-65°C

2-ая ванна – раствор кальцинированной соды 12-16 г/л, температура 55-65°C

3-ья ванна – раствор кальцинированной соды 4-6 г/л, температура 55-65°C

4,5,6-ая ванны - вода, температура 55-65°C

7-ая ванна – вода, температура 40-50°C

8-ая ванная – окисление раствор пероксида водорода (100%) – 2,0-2,5 г/л, температура 20-30°C.

5. Сушка при температуре 80-100°C в воздушно-роликовой сушильной машине.

рН ткани после отделки по технологии «Пироватекс» должна быть нейтральной.

\* - После термофиксации также наблюдалась осыпаемость волокна хлопка, которая устранилась при последующих промывках.

Отделка смешанной ткани, содержащей хлопок (75%)  
и огнестойкое волокно Русар® (25%)  
в производственных условиях ЗАО ПК «НОРДТЕКС»

Подготовленную и окрашенную кубовыми красителями в производственных условиях ООО ТК «Чайковская текстильная компания» ткань партия 043, содержащую 75% хлопка и 25% огнестойкого волокна Русар<sup>®</sup>, отделявали в производственных условиях ЗАО ПК «Нордтекс» филиал в г. Родники «Родники-Текстиль» с целью придания ткани огнезащитных свойств.

Для придания устойчивых к многократным стиркам и химчисткам свойств, ткань в количестве 81,6 пог.м. обрабатывали по технологии «Пробан» с использованием препаратов фирмы Тор (Германия).

#### 1. Отделка «Пробан»

Перед отделкой «Пробан» окрашенную ткань нейтрализуют (если это необходимо) до pH=6-7 уксусной кислотой и высушивают.

Отделка ткани «Пробан» состоит из трех технологических операций:

- а) Нанесение на ткань огнезащитного препарата Афламмит<sup>®</sup> SAP-G;
- б) Обработка ткани парами аммиака;
- в) Промывка.

Придание ткани огнезащитных свойств осуществлялось на линиях фирмы «Вакаяма» (Япония).

#### а) Нанесение на ткань огнезащитного препарата

1. Ткань пропитывали в 2-х плюсовках объемом по 125 литров раствором, содержащим, г/л:

Огнезащитный препарат Афламмит <sup>®</sup> SAP-G (ф. Тор, Германия)	600
Мягчитель Этапурон TL-1048 (ф. Тор, Германия)	40
Пенегаситель Киолокс ВАТ (ф. Тор, Германия)	1
Отжим, %	80
Прижим валов, атм	1,8
Скорость м/мин	25

1. Сушка мокроотжатой ткани на сушильных барабанах до остаточной влажности 10-15%

2. Сушка в сушильно-ширильном поле для подсушивания и правки утка ткани при температуре 110-130°C.
3. Выдерживание ткани в воздушном роликовом зрельнике при температуре 25-27°C.
4. Укладка ткани в тележку.

#### б) Обработка ткани парами аммиака

Ткань обрабатывали при скорости 5 м/мин парами аммиака на установке ф. Родия (Франция). Подача сжиженного аммиака из баллонов через перфорированные металлические трубки осуществлялась снизу машины в закрытый камеру со скоростью 425 л/мин. по всей ширине ткани с лицевой и изнаночной сторон. Аммиак вступает в экзотермическую реакцию поликонденсации с препаратом Афламмит® SAP-G. Температура в камере – 50-60°C. Скорость подачи аммиака зависит от количества огнезащитного препарата и плотности ткани. Накатка ткани на ролик.

#### в) Промывка

1. Ткань обрабатывали раствором пероксида водорода (100%) – 70 г/л.
2. Воздушный роликовый зрельник.
3. Промывные коробки:
  - 1-2 коробки едкий натр (100%) – 25 г/л до pH=11-12.
  - 3 коробка – сода кальцинированная pH=9-10.
  - 4 коробка бисульфит натрия pH=7-9.
  - 5-6 коробки промывная вода температура 50±5°C pH=6-7.

4. Сушка при температуре 130°C в сушильно-ширильном поле.
5. Накатка готовой ткани на ролик.

Ширина ткани на выходе – 153 см.

#### 2. Отделка МВО

Ткань после огнезащитной отделки с целью придания ей масло-, водоотталкивающих свойств обрабатывали на линии ф. «Вакаяма» (Япония). Скорость - 25м/мин.

1. Пропитка ткани в плюсовке раствором, содержащим, г/л:

Отделочный препарат Олеофобол ЦО (ф. Когнис, Германия).	80
Уксусная к-та до рН	5

2. Сушка при температуре 120-130°C

3. Термофиксация при температуре 165°C в течение 2-3-х мин.

3. Отделка отечественным препаратом Фогинол

В производственных условиях ЗАО ПК «Нордтекс» филиал в г. Родники «Родники-Текстиль» ткань отделявали на линии ф. «Вакаяма» (Япония). Скорость обработки 25 м/мин по следующей технологической цепочке:

1. Ткань пропитывали в плюсовке объемом 125 литров раствором, содержащим:

Огнезащитный препарат Фогинол (ООО НПФ Траверс» (г. Москва)	400
Смачиватель ЭМ-31 (ООО НПФ Траверс» (г. Москва)	1,0
Отжим, %	85
Прижим валов, атм	1,5

Нанесение на ткань препарата Фогинол соответствовало 34%.

2. Сушка на роликах в зрельнике при температуре 130°C горячим воздухом.

3. Сушка в цепном поле при температуре 130°C.

4. Сушка при температуре 90°C в роликовом зрельнике.

5. Укладка готовой ткани в тележку.

Ширина готовой ткани 153 см.

После огнестойкой отделки препаратом Фогинол по выше приведенной рецептуре ткань имела мягкий гриф и отсутствовал дефект осыпаемости хлопкового волокна.

Технологические режимы отделки  
огне-, термостойких тканей

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального  
директора по научной работе, к.т.н.

Е.П. Лаврентьева

«20» апреля 2011 г.



**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ОТДЕЛКИ  
ОГНЕ-, И ТЕРМОЗАЩИТНЫХ ТКАНЕЙ, ВЫРАБОТАННЫХ  
ИЗ 100% ОГНЕСТОЙКИХ ВОЛОКОН:**

- Ткань, содержащая волокна Русар® (65%), Кермель (35%);
- Ткань, содержащая волокна Нитокс® (40%), Русар® (40%), Кермель (20%)

**ОТДЕЛКА «МО» (мягкая отделка)**

Отделка тканей осуществляется на сушильно-ширильном оборудовании типа линии ф. «Вакаяма» (Япония). Скорость - 15 м/мин.

1. Пропитка суровой ткани в плюсовке раствором типа препарата Анзал КС (ООО НПФ «Траверс», г. Москва) в концентрации 4-5 г/л  
Отжим 75-80%.

2. Сушка при температура 135-140°C.

**ОТДЕЛКА «МВО» (масло-, водоотталкивающая отделка)**

Отделка тканей осуществляется на сушильно-ширильном оборудовании типа линии ф. «Вакаяма» (Япония). Скорость - 15 м/мин.

1. Пропитка суровой ткани в плюсовке раствором, содержащим, г/л:

Фторорганический препарат типа Фоборит Р (ООО НПФ «Траверс», г. Москва) или типа Нува НРИ (ф. Pulcra, Германия)	80
Смачиватель типа Флюовет VD (ф. Pulcra, Германия)	2
Уксусная кислота	0,3-0,5
pH раствора	5
Отжим, %	70



2. Сушка мокроотжатой ткани в при температуре 135-140°C.

3. Термофиксация при температуре 180°C в течение 40 сек.

Зав. отделом химических технологий и  
дизайна текстильных материалов, к.т.н.

Л.С. Ковальчук

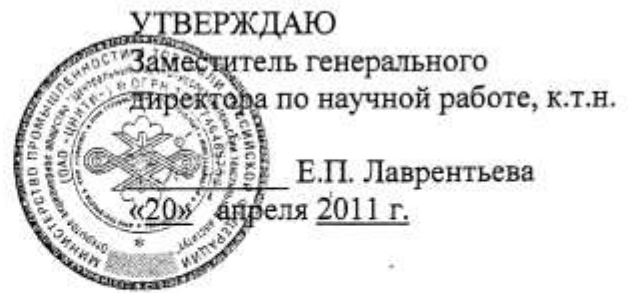
Ведущий научный сотрудник, к.т.н.

Л.И. Гаврикова

*Копия верна*  
*специалист по деэкономизации*



*Гаврикова Е.В.*



**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОТДЕЛКИ  
СУРОВОЙ ТКАНИ, ВЫРАБОТАННОЙ ИЗ ХЛОПКА (75%)  
И ОГНЕСТОЙКОГО ВОЛОКНА РУСАР (25%)<sup>®</sup>**

**I ПОДГОТОВКА СУРОВОЙ ТКАНИ**

**1. Отварка суровой ткани**

Отварка ткани осуществляется на линии типа ф. «Кюстерс» (Германия) со скоростью 40 м/мин.

- а) Промывка суровой ткани в 2-х промывных коробках при температуре 90-100°C.
- б) Пропитка мокроотжатой ткани при температуре 60°C раствором, содержащем г/л:

	раб .р-р	пит. р-р
Едкий натр (100%)	80	160
Смачиватель ЭМ-31 (ООО НПФ «Траверс», г.Москва)	5	10
Восстановитель Гинтол (ООО НПФ «Траверс», г.Москва)	3	6
Комплексообразователь Фиолент (ООО НПФ «Траверс», г.Москва)	2	4
Отжим, %	100	

в) Лежка пропитанной ткани на конвейере при температуре 102-103°C в течение 30-40 минут.

г) Промывка ткани после запаривания в 3-х промывных машинах башенного типа при температуре 90°C.

г) Промывка ткани после запаривания в 3-х промывных машинах башенного типа при температуре 90°C.

д) Кисловка уксусной кислотой 4-5 г/л при 40°C.

е) Накатка мокроотжатой ткани на ролик.

## **2. Сушка отваренной ткани**

Сушка отваренной ткани на сушильно-ширильной линии типа ф. Элитекс (Чехословакия) при температура 160°C. Скорость 32 м/мин

## **3. Стрижка или наждаковка**

С целью достижения гладкой поверхности ткани (удаление узелков, «шишечек», «непса») при необходимости проводить операции стрижки или наждаковки.

## **4. Мерсеризация**

Мерсеризация может осуществляться, как на безцепной, так и на цепной мерсеризационных машинах.

Мерсеризация на цепной машине типа ф. Вакаяма (Япония) проводится при скорости – 47 м/мин. Концентрация едкого натра в пропиточных коробках 220 – 250 г/л. Концентрация едкого натра в выщелачивателе (2 коробки) – 80-90 г/л, температура в выщелачивателе - 90°C.

Промывка ткани в 3-х промывных коробках при температуре 85-90°C. Промывка в 2-х промывных коробках башенного типа при температуре 85°C. Кисловка в кисловочной машине, концентрация уксусной кислоты - 5-7 г/л.

Сушка на сушильных барабанах.

Накатка высушенной ткани на ролик.

## II КРАШЕНИЕ МЕРСЕРИЗОВАННОЙ ТКАНИ КУБОВЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

Крашение мерсеризованной ткани осуществляется на линии крашения типа ф. Монфорст (Германия), скорость 40 м/мин.

1. Пропитка ткани в 2-х плюсовках суспензией кубовых красителей. Отжим после 1-ой плюсовки – 75%, после 2-ой – 61%.
2. Сушка в инфрокрасной термокамере и воздушно-роликовой сушилке, при температуре 120-140°C
3. Стабилизация при температуре 140°C.
4. Пропитка в двух двухвальных плюсовках проявительным раствором,

содержащим, г/л:

Гидросульфит натрия	50
Глюкоза	2,5
Едкий натр (100%)	36,0
Отжим, %	65

5. Запаривание при температуре 100°C в течение 85 секунд.

6. Промывка по следующему режиму:

1, 2 промывные коробки - холодная вода,

3 промывная коробка - раствор пероксида водорода (100%) - 3,0 г/л

4 коробка раствор соды кальцинированной – 1,5 г/л. рН раствора = 9,0-10,0.

5, 6 коробки - раствор моющего средства (типа Эрипон OS – 1,5-2,0 г/л) при температуре 97°C,

7 коробка – горячая вода горячая вода при температуре 85°C

8 коробка - горячая вода при температуре 65°C

9 коробка теплая вода при температуре 45°C.

10. Сушка в воздушно-роликовой сушилке.

### III ОГНЕЗАЩИТНАЯ ОТДЕЛКА

Отделка препаратом Фогинол опроводится на сушильно-ширильной линии типа ф. «Вакаяма», (Япония). Скорость обработки – 15 м/мин.

1. Пропитка ткани раствором, содержащим, г/л:

Огнезащитный препарат Фогинол	380-400
Отжим, %	100-90

2. Сушка при температуре 135-140°C

Накатка ткани в ролик.

Зав. отделом химических технологий и  
дизайна текстильных материалов, к.т.н.



Л.С. Ковальчук

Ведущий научный сотрудник, к.т.н.



Л.И. Гаврикова

*Копия верна*

*Специалист по делопроизводству*



*Буравцова Е.В.*

ОКП 83 8890

**СОГЛАСОВАНО**

Исполнительный директор  
ООО «Чайковская текстильная  
компания»  
*С.В. Загородников*  
2011 г.



**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор ОАО  
«ЦНИТИ» к.э.н.



*И. Акчурин*  
2011 г.

**ТКАНИ ОГНЕ-, ТЕРМОЗАЩИТНЫЕ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Технические условия

ТУ 8388-002-00302178-2011

Введены впервые

Срок действия с 17.10 2011 г.  
Срок действия не ограничен

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. Изм. №	Изм. № дубл.	Подп. и дата



*версия:*  
*В.В. Кавалерский*  
*С.С. Степанов*

Заместитель генерального директора по  
научной работе, к.т.н.

*Е.П. Лаврентьева*  
Е.П. Лаврентьева

Федеральное агентство по техническому  
регулированию и метрологии  
ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»  
зарегистрирован в федеральном реестре  
за № 17.10.2011  
2007/11/2011

Настоящие технические условия распространяются на суровые и готовые огне-, термозащитные ткани, содержащие химические высокопрочные, высокомодульные, огне- и термостойкие волокна с высоким кислородным индексом и натуральное волокно хлопка. Ткани предназначены для изготовления специальной одежды и защитных накладок к ней для сварщиков, металлургов, рабочих горячих цехов, средств индивидуальной защиты спецподразделений силовых структур, специальной защитной одежды пожарных, а также для защиты от огня и тепла в других аналогичных сферах деятельности.

Перечень нормативных документов, на которые даны ссылки в настоящих технических условиях, приведён в Приложении А.

Пример обозначения тканей огне-, термозащитных специального назначения при заказе и в документации другого изделия «Ткани огне-, термозащитные специального назначения» ТУ 8388-002-00302178-2011.

### 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1 Основные параметры и характеристики.

1.1.1 Ткани должны выработываться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.105, ГОСТ 12.4.221, ГОСТ Р 53264, настоящих технических условий и технологических режимов, разработанных ОАО «ЦНИТИ» и утверждённых в установленном порядке.

1.1.2 Ткани должны обладать комплексом огне-, термозащитных и специальных свойств и обеспечивать защиту от опасных и вредных производственных факторов: огня, повышенной температуры, искр и брызг расплавленного металла, тепловых потоков большой интенсивности в соответствии с назначением спецодежды и не оказывать токсического действия на организм работающих.

1.1.3 Ткани огне-, термозащитные различных структур могут выработываться из пряжи, содержащей следующие химические и натуральные волокна в различных соотношениях и комбинациях:

- термо-огнестойкое термоокисленное полиакрилонитрильное ПАН волокно НИТОКС®;
- высокопрочное огнестойкое параарамидное волокно Русар®, полученное из термостабилизированной нити Русар® линейной плотности 58,8 текс;
- термостойкое метаарамидное волокно Кермель® (фирма Rhodia, Франция);
- натуральное волокно – хлопок.

**ТУ 8388-002-00302178-2011**

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.			Лист			Листов		
Разраб.								2			18		
Разраб.													
Проверил													
Утвердил													

1.1.4 Ткани по сырьевому составу, физико-механическим, гигиеническим и специальным свойствам должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 1 (ткань арт.042), таблице 2 (ткань арт.044/1), таблице 3 (ткань арт.044/2), таблице 4 (ткань арт.043).

Таблица 1 – Сырьевой состав, физико-механические, гигиенические и специальные свойства ткани арт.042 суровой, с мягкой отделкой МО или масло-, водоотталкивающей отделкой МВО.

Наименование показателей	Величина показателя	
	суровая ткань	готовая ткань
Ширина ткани с кромками, см	150±2,5	150±2,5
Линейная плотность пряжи:		
- основа	25 тексх2	
- уток	25 тексх2	
Сырьевой состав пряжи по основе и утку, %*:		
- Русар®	65	
- Кермель®	35	
Вид переплетения	саржа 2/1	
Число нитей на 10 см		
- по основе	280±6	280±6
- по утку	183±4	186±4
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	228±11	228±11
Разрывная нагрузка полоски ткани, размером 50х200 мм, Н, не менее		
- по основе	3000	3000
- по утку	2000	2000
Раздирающая нагрузка полоски ткани размером 70х200 мм, Н (кгс), не менее		
- по основе	240 (25)	230 (23)
- по утку	270 (28)	240 (24)
Стойкость к истиранию по плоскости, циклы, не менее	7000	7000
Изменение линейных размеров ткани после мокрых обработок, %, не более		
- по основе	-	-3,5
- по утку	-	±2,0
Изменение линейных размеров ткани после химчистки, %, не более		
- по основе	-	-3,5
- по утку	-	±2,0

инв. № инв.	изам. инв. №	№ докл. и дата	№ докл. и дата	инв. № инв.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 8388-002-00302178-2011

Лист  
3



Инв. № подл. Подп. и дата Изам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата	Изменение размеров ткани в горячем воздухе, %, не более, - по основе	-0,7	-0,5			
	- по утку	0	-0,5			
	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ , не более	95	100			
	Гигроскопичность, %, не менее	7,0	6,0			
	Огнестойкость (контакт с пламенем в течение 30 с) - остаточное горение, с	0	0			
	- остаточное тление, с	0	0			
	Кислородный индекс, % не менее	36	36			
	Стойкость к прожиганию по основе, с, не менее	60	60			
	Уровень защиты от конвективной теплоты, балл, не менее	1	1			
	Суммарное тепловое сопротивление, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$	0,23	0,15-0,25			
	Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом, не более	$10^{11}$	$10^{11}$			
	Уровень защиты от теплового излучения, балл	1	1			
	Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2, $\text{кВт}/\text{м}^2$	95	95			
	Устойчивость показателя огне- и термостойкости к стирке, количество стирок, не менее	-	5			
	Устойчивость показателя огне- и термостойкости к химчистке, количество химчисток, не менее	-	5			
	Вид специальной отделки	-	мягкая (МО), масловодоот- талкивающая (МВО)			
	Маслоотталкивание для ткани с отделкой МВО, балл, не менее					
	- готовая ткань	-	5			
	- после 5 стирок	-	4			
	- после 5 химчисток	-	4			
Водоотталкивание для ткани с отделкой МВО, балл, не менее						
- готовая ткань	-	80				
- после 5 стирок	-	60				
- после 5 химчисток	-	60				
Водоупорность для ткани с отделкой МВО, мм вод.ст., не менее						
- готовая ткань	-	80				
- после 5 стирок	-	60				
- после 5 химчисток	-	60				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>ТУ 8388-002-00302178-2011</b>	Лист
						4

Таблица 2 – Сырьевой состав, физико-механические, гигиенические и специальные свойства ткани арт.044/1 суровой, с мягкой отделкой МО или масло-, водоотталкивающей отделкой МВО.

Наименование показателей	Величина показателя	
	суровая ткань	готовая ткань
Ширина ткани с кромками, см	150±2,5	150±2,5
Линейная плотность пряжи: - основа - уток	29 тексх2 29 тексх2	
Сырьевой состав пряжи по основе и утку, %*: - Нитокс® - Русар® - Кермель®	40 40 20	
Вид переплетения	усиленный восьмиремизный атлас	
Число нитей на 10 см - по основе - по утку	325±6 240±5	325±6 240±5
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	353±15	350±15
Разрывная нагрузка полоски ткани, размером 50х200 мм, Н, не менее - по основе - по утку	3500 2400	3000 2000
Раздирающая нагрузка полоски ткани размером 70х200 мм, Н (кгс), не менее - по основе - по утку	270 (27) 340 (34)	300 (31) 290 (30)
Стойкость к истиранию по плоскости, циклы, не менее	7000	7000
Изменение линейных размеров ткани после мокрых обработок, %, не более - по основе - по утку	- -	-3,5 ±2,0
Изменение линейных размеров ткани после химчистки, %, не более - по основе - по утку	- -	-3,5 ±2,0
Изменение размеров ткани в горячем воздухе, %, не более - по основе - по утку	-0,8 -0,5	-0,7 -0,5

Подп. и дата

Изм. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ТУ 8388-002-00302178-2011

Лист

5



Таблица 3 – Сырьевой состав, физико-механические, гигиенические и специальные свойства ткани арт.044/2 суровой, с мягкой отделкой МО или масло-, водоотталкивающей отделкой МВО.

Наименование показателей	· Величина показателя	
	суровая ткань	готовая ткань
Ширина ткани с кромками, см	150±2,5	150±2,5
Линейная плотность пряжи: - основа - уток	29 текс x2 29 текс x2	
Сырьевой состав пряжи по основе и утку, %*: - Нитокс® - Русар® - Кермель®	40 40 20	
Вид переплетения	двухслойная	
Число нитей на 10 см - по основе - по утку	325±6 214±5	325±6 205±5
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	337±15	330±15
Разрывная нагрузка полоски ткани, размером 50x200 мм, Н, не менее - по основе - по утку	3000 2300	3000 2000
Раздирающая нагрузка полоски ткани размером 70x200 мм, Н (кгс), не менее - по основе - по утку	280 (28) 290 (29)	260 (26) 270 (27)
Стойкость к истиранию по плоскости, циклы, не менее	7000	7000
Изменение линейных размеров ткани после мокрых обработок, %, не более - по основе - по утку	- -	-3,5 ±2,0
Изменение линейных размеров ткани после химчистки, %, не более - по основе - по утку	- -	-3,5 ±2,0
Изменение размеров ткани в горячем воздухе, %, не более - по основе - по утку	-1,0 -0,3	-0,7 -0,5

Изд. № докл.

Изд. № докл.

Изд. № докл.

Изд. № докл.

Изд. № докл.

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ТУ 8388-002-00302178-2011

Лист

7



Таблица 4 – Сырьевой состав, физико-механические, гигиенические и специальные свойства ткани арт.043 с огнезащитной отделкой ТОО «ФОГ».

Наименование показателей	Величина показателя	
	суровая ткань	готовая ткань
Ширина ткани с кромками, см	155±2,5	150±2,5
Линейная плотность пряжи:		
- основа	29 тексх2	
- уток	29 тексх2	
Сырьевой состав пряжи по основе и утку, %:*		
- Русар®	25	
- хлопок	75	
Вид переплетения	саржа 3/1	
Число нитей на 10 см		
- по основе	305±6	320±6
- по утку	180±4	170±4
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	293±15	300±15
Разрывная нагрузка полоски ткани, размером 50х200 мм, Н, не менее		
- по основе	2500	2000
- по утку	1300	1000
Раздирающая нагрузка полоски ткани размером 70х200 мм, Н (кгс), не менее		
- по основе	290 (29)	150 (15)
- по утку	230 (23)	100 (10)
Стойкость к истиранию по плоскости, циклы, не менее	7000	5000
Изменение линейных размеров ткани после химчистки, %, не более		
- по основе	-	-3,5
- по утку	-	±2,0
Изменение размеров ткани в горячем воздухе, %, не более		
- по основе	-0,7	±2,0
- по утку	-0,5	±2,0
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с, не более	36	40
Гигроскопичность, %, не менее	15	10,0
Вид специальной отделки	-	огнезащитная
Огнестойкость (контакт с пламенем в течение 30 с)		
- остаточное горение, с	-	0
- остаточное тление, с	-	0
Кислородный индекс, % не менее	-	36

Изм. № подл.

Изм. № докл.

Изм. инв. №

Изм. № подл.

Изм. № подл.

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ТУ 8388-002-00302178-2011

Лист

9

Стойкость к прожиганию по основе, с, не менее	–	50
Уровень защиты от конвективной теплоты, балл, не менее	–	2
Суммарное тепловое сопротивление, м <sup>2</sup> ·°С/Вт	–	0,26-0,35
Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом, не более	–	10 <sup>10</sup>
Уровень защиты от теплового излучения, балл	–	1
Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2 кВт/м <sup>2</sup>	–	95
Устойчивость показателя огне- и термостойкости к химчистке, количество химчисток, не менее	–	5

Примечания к таблицам:

По согласованию с потребителем допускается выработка ткани другой ширины.

Ширина двух закладных кромок не должна превышать 3,5 см.

\* -- допускается отклонение массовой доли составляющих компонентов при дозировании не более ±5% относительных.

Сокращённые буквенные обозначения:

В таблицах 1, 2, 3:

- МО – мягкая отделка композицией на основе поливинилацетата,
- МВО – масло-, водоотталкивающая отделка фторорганическим соединением.

В таблице 4:

- ТО «ФОГ» – огнестойкая отделка фосфорсодержащим соединением или композицией фосфор- и азотсодержащего соединения подготовленной колорированной ткани.

#### 1.1.6 Требования к сырью.

Качество волокон должно отвечать требованиям соответствующей нормативно-технической документации:

- ТУ 1919-005-18070047-2005 «Жгут полиакрилонитрильный термостабилизированный НИТОКС®» ;
- ТУ 2272-001-51605609-00 «Нить Русар® номинальной линейной плотности 58,8 текс»;
- Международный стандарт EN 1021:1994 «Метаарамидное волокно Кермель»;
- ГОСТ Р 53224-2008 «Волокно хлопковое. Технические условия».

#### 1.1.7 Комплектность.

В комплект поставки должны входить:

- термо-, огнезащитная ткань – 1 рулон (кусок);
- упаковка – 1 шт.

Изм. № подл. Подп. и дата Подп. и дата Изм. № дубл. Подп. и дата Изм. № док. Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

**ТУ 8388-002-00302178-2011**

Лист  
10





## 2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

- 2.1 При переработке волокна НИТОКС® содержание пыли в воздухе рабочей зоны не должно превышать 5,0 мг/м<sup>3</sup> (ТУ 1916-005-18070047-2005).
- 2.2 При переработке волокна Русар® содержание пыли в воздухе рабочей зоны не должно превышать 5,0 мг/м<sup>3</sup> (ТУ 2272-001-51605609-00).
- 2.3 Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны и периодичность контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны должны соответствовать требованиям СанПин 11-19, ГОСТ 12.1.005, ГН 2.2.5.1313.
- 2.4 Медосмотр работников предприятия должен проводиться согласно приказам МЗ РФ №90-96 и 83-04.

## 3. ПРАВИЛА ПРИЁМКИ

- 3.1 Правила приемки тканей по ГОСТ 20566.
- 3.2 Ткани принимают партиями. Партией считают количество рулонов (кусков) ткани одного наименования и артикула, сорта, вида отделки, оформленное одним документом о качестве.
- 3.3 Приемку тканей производят по внешнему виду и эксплуатационным характеристикам (таблицы 1, 2, 3, 4).
- 3.4 Проверке качества тканей по внешнему виду, соответствию упаковки и маркировки требованиям нормативно-технической документации подвергают 100% продукции.
- 3.5 Для контроля качества ткани по физико-механическим, физико-гигиеническим и специальным показателям от партии отбирают пробы для испытаний. Пробы для испытаний вырезают из рулонов, определенных в партии выборочно. Количество рулонов из партии, предназначенных для приготовления проб для испытаний - объем выборки, должен соответствовать указанному в таблице 5.

Таблица 5

Количество ткани в партии, м	Количество рулонов, шт.
До 5 000	Не менее 3-х
Свыше 5 000	3 и дополнительно 1 от каждых последовательно начатых 5 000 м

## 4. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ТКАНЕЙ

- 4.1 Отбор проб тканей для испытаний проводят по ГОСТ 20566.
- 4.2 Климатические условия при проведении испытаний по ГОСТ 10681.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 8388-002-00302178-2011

Лист  
12

- 4.3 Определение линейных размеров и поверхностной плотности проводят по ГОСТ 3811.
- 4.4 Определение числа нитей на 10 см проводят по ГОСТ 3812.
- 4.5 Определение разрывной нагрузки проводят по ГОСТ 3813.
- 4.6 Определение раздирающей нагрузки проводят по ГОСТ 17922.
- 4.7 Определение стойкости к истиранию по плоскости проводят по ГОСТ 18976.
- 4.8 Определение воздухопроницаемости проводят по ГОСТ 12088.
- 4.9 Определение гигроскопичности проводят по ГОСТ 3816.
- 4.10 Определение изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки проводят по ГОСТ 30157.0; ГОСТ 30157.1.
- 4.11 Определение изменения размеров в горячем воздухе проводят по ГОСТ 29104.9.
- 4.12 Определение огнестойкости проводят по ГОСТ 11209.
- 4.13 Определение стойкости к прожиганию проводят по ГОСТ 12.4.184.
- 4.14 Определение кислородного индекса проводят по ГОСТ 12.1.044, п.4.14.
- 4.15 Определение устойчивости специальных свойств к стирке проводят по ГОСТ 11209.П.3.15.
- 4.16 Определение устойчивости специальных свойств химчистки проводят по ГОСТ 21050.
- 4.17 Определение уровня защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями проводят по ГОСТ 20489.
- 4.18 Определение суммарного теплового сопротивления пакета в два слоя ткани проводят по ГОСТ 20489.
- 4.19 Определение уровня защиты от теплового излучения проводят по ГОСТ 12.4.221.
- 4.20 Определение устойчивости к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2 кВт/м<sup>2</sup> (в два слоя ткани) проводят по ГОСТ 12.4.079.
- 4.21 Определение удельного поверхностного электрического сопротивления проводят по ГОСТ 19616.
- 4.22 Определение маслоотталкивания проводят по американскому стандарту AATCC 118.
- 4.23 Определение водоотталкивания проводят по ГОСТ 30292.П.7.10.
- 4.24 Определение водоупорности проводят по ГОСТ 3816.

#### 5. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

- 5.1 Ткани транспортируют всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах в соответствии с действующими на них правилами перевозки грузов.
- 5.2 Упакованные текстильные материалы должны храниться в сухом, проветриваемом помещении в условиях, предотвращающих загрязнение, механические повреждения и действие солнечных лучей.

инв. № подл.	инв. № докум.	изм. инв. №	инв. № докум.	годп. и дата

					<b>ТУ 8388-002-00302178-2011</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

5.3 Текстильные материалы следует располагать на подтоварнике и стеллажах на расстоянии от пола не менее 20 см.

#### 6. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

6.1 Изготовитель гарантирует соответствие качества ткани требованиям настоящих технических условий при соблюдении заказчиком условий транспортирования, эксплуатации и хранения.

6.2 Гарантийный срок хранения ткани 5 лет со дня изготовления.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата	ТУ 8388-002-00302178-2011	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Перечень нормативных документов, на которые даны ссылки в настоящих технических условиях.

ГОСТ 12.1.005-88	Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
ГОСТ 12.1.044-89	Пожаробезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения
ГОСТ 12.4.074-79	Система стандартов безопасности труда. Ткани и материалы для спецодежды. Методы определения защитной способности и стойкости при воздействии ИК-излучения.
ГОСТ 12.4.105-81	Система стандартов безопасности труда. Ткани и материалы для спецодежды сварщиков. ОТУ.
ГОСТ 12.4.184-97	Система стандартов безопасности труда. Ткани и материалы для специальной одежды, средств защиты рук и верха специальной обуви. Методы определения стойкости к прожиганию.
ГОСТ 12.4.221-2002	Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от повышенных температур, теплового излучения, конвективной теплоты. ОТУ.
ГОСТ 161-86	Ткани хлопчатобумажные, смешанные и из пряжи химических волокон. Определение сортности.
ГОСТ 3811-72	Материалы текстильные. Ткани, нетканые материалы и штучные изделия. Метод определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей.
ГОСТ 3812-72	Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Метод определения плотностей нитей и пучков ворса.
ГОСТ 3813-72	Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении.
ГОСТ 3816-81	Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств

Инт. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инт. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>ТУ 8388-002-00302178-2011</b>	Лист
						15

	ГОСТ 10681-75	Материалы текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения.			
	ГОСТ 11209-85	Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. ТУ.			
	ГОСТ 12088-77	Материалы текстильные и изделия из них. Методы определения воздухопроницаемости.			
	ГОСТ 18976-73	Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию.			
	ГОСТ 19616-74	Ткани и трикотажные полотна. Метод определения удельного поверхностного электрического сопротивления.			
	ГОСТ 20489-75	Материалы текстильные. Метод определения суммарного теплового сопротивления.			
	ГОСТ 20566-75	Ткани и штучные изделия текстильные. Правила приемки и метод отбора проб.			
	ГОСТ 21050-2004	Ткани для спецодежды. Метод определения устойчивости к сухой химической чистке.			
	ГОСТ 29104.9-91	Ткани технические. Метод определения изменения размеров в горячем воздухе.			
	ГОСТ 30157.0-95	Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения.			
	ГОСТ 30157.1-95	Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок.			
	ГОСТ 30292-96	Полотна текстильные. Метод испытания дождеванием.			
	ГОСТ Р 53224-2008	Волокно хлопковое. Технические условия. Национальный стандарт РФ.			
	ГОСТ Р 53264-2009	Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний.			
Инв. № подл.					
Изм. и дата					
Изм. и дата					
Инв. № докум.					
Изм. и дата					
Инв. № подл.					
		<b>ТУ 8388-002-00302178-2011</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист 16

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Интв. № докл.	Изм. и дата	<p>ТУ 1919-005-180747-2005 ТУ 2272-001-51605609-00</p> <p>СанПин 11-19-94</p> <p>ГН 2.2.5.1313-03</p> <p>Приказ МЗ РФ № 90-96</p> <p>Приказ МЗ РФ №83-04</p> <p>Американский стандарт ААТСС 118-2002</p> <p>Международный стандарт EN 1021:1994</p> <p>Жгут полиакрилонитрильный термостабилизированный НИТОКС®</p> <p>Нить Русар® номинальной линейной плотности 58,8 текс</p> <p>Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ.</p> <p>Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.</p> <p>О порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров и медицинских регламентах допуска к профессии.</p> <p>О вредных и (или) опасных производственных факторах и работах, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядке проведения этих осмотров (обследований).</p> <p>Маслоотталкивание. Испытание устойчивости к углеводородам.</p> <p>Метаарамидное волокно Кермель®.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;"><b>ТУ 8388-002-00302178-2011</b></td> <td style="text-align: right;">Лист</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">17</td> </tr> </table>	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>ТУ 8388-002-00302178-2011</b>	Лист						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>ТУ 8388-002-00302178-2011</b>	Лист													
						17													

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов				Всего листов в докум.	№ докум.	Входящий № сопровод. докум. и дата	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 8388-002-00302178-2011

Лист

18

## КАТАЛОЖНЫЙ ЛИСТ ПРОДУКЦИИ

Код  
ЦСМ

01 200

Группа  
КГС

ОКС

Федеральное агентство по  
регулированию и метрологии  
ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»  
зарегистрирован каталожный лист  
выдан в р/г г. М 98  
за №Регистрационный  
номер,

03 111224

Код ОКП	11	83 8890
Наименование и обозначение продукции	12	Ткани огне-, термозащитные специального назначения
Обозначение государственного стандарта	13	
Обозначение нормативного или технического документа	14	ТУ 8388-002-00302178-2011
Наименование нормативного или технического документа	15	Ткани огне-, термозащитные специального назначения
Код предприятия-изготовителя по ОКПО и штриховой код	16	00302178
Наименование предприятия-изготовителя	17	ОАО «ЦНИТИ»
Открытое акционерное общество «Центральный научно-исследовательский текстильный институт»		
Адрес предприятия-изготовителя (индекс, область, город, улица, дом)	18	119071 г. Москва
ул. Орджоникидзе, 12		
Телефон	19	(495)954-55-11
Другие средства связи	21	tsniti@list.ru
Телефакс	20	(495)952-46-81
Наименование держателя подлинника	23	ОАО «ЦНИТИ»
Открытое акционерное общество «Центральный научно-исследовательский текстильный институт»		
	24	119071 г. Москва
ул. Орджоникидзе, 12		
Дата начала выпуска продукции	25	17.10.2011
Дата введения в действие нормативного или технического документа	26	17.10.2011
Обязательность сертификации	27	добровольная



## 30. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦИИ

Ткани огне-, термозащитные специального назначения

Ткани суровые и готовые огне-, термозащитные, содержащие химические высокопрочные, высокомодульные, огне- и термостойкие волокна с высоким кислородным индексом и натуральное волокно хлопок. Ткани предназначены для изготовления специальной одежды и защитных накладок к ней для сварщиков, металлургов, рабочих горячих цехов, средств индивидуальной защиты спецподразделений силовых структур, специальной защитной одежды пожарных, а также для защиты от огня и тепла в других аналогичных сферах деятельности.

Физико-механические и специальные свойства готовых ткани

Наименование показателей	Арт.042 МО или МВО	Арт.044/1 МО или МВО	Арт.044/2 МО	Арт.043 ТО «ФОГ»
Сырьевой состав пряжи по основе и утку, %:				
- Русар®	65	40	40	25
- НИТОКС®	-	40	40	-
- Кермель®	35	20	20	-
- хлопок	-	-	-	75
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	228±11	350±15	330±15	300±15
Разрывная нагрузка полоски ткани, размером 50x200 мм, Н, не менее				
- по основе	3000	3000	3000	2000
- по утку	2000	2000	2000	1000
Кислородный индекс, % не менее	36	36	36	36
Стойкость к прожиганию по основе, с, не менее	60	80	110	50
Суммарное тепловое сопротивление, м <sup>2</sup> ·°С/Вт	0,15-0,25	0,26-0,35	0,26-0,35	0,26-0,35

Примечание к таблице: МО – мягкая отделка композицией на основе поливинилацетата;

МВО – масло-, водоотталкивающая отделка фторорганическим соединением;

ТО «ФОГ»– огнестойкая отделка фосфорсодержащим соединением или композицией фосфор и азотсодержащего соединения подготовленной и колорированной ткани.

Изготовитель гарантирует соответствие качества тканей требованиям настоящих технических условий при соблюдении Заказчиком условий транспортирования, эксплуатации и хранения.

	Фамилия	Подпись	Дата	Телефон
Представил	04	Лаврентьева Е.П.	03.10.11	(495)954-49-00
Заполнил	05	Ковальчук Л.С.	03.10.11	(495)954-55-11
Зарегистрировал	06	Валентина	19.10.11	225-6182
Ввёл в каталог	07			



Валентина Беркова:  
связь - 5 по кадрам  
и производственному  
контролю -  
Томасенкова В. В.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Комплексные исследования физико-механических, гигиенических и специальных защитных свойств огне- и термозащитных тканей

- Протоколы испытаний в ИЦ «ЦНИХБИ»
- Протоколы испытаний ООО «НИИОТ в г. Иваново»
- Протоколы испытаний ООО НПП «Армоком-Центр»
- Протоколы испытаний НИИЦ маскировки «ФГУ 3 ЦНИИ Минобороны России»
- Акт проведения испытаний термостойких тканей на «Ижсталь»
- Заключение № 1 от 15 июня 2011 г. ООО «НИИОТ в г. Иваново» о возможности применения огнезащитной ткани образца 044/1 для изготовления специальной одежды и СИЗ рук
- Заключение № 2 от 15 июня 2011 г. ООО «НИИОТ в г. Иваново» о возможности применения огнезащитной ткани образца 044/2 для изготовления специальной одежды и СИЗ рук»
- Заключение № 3 от 15 июня 2011 г. ООО «НИИОТ в г. Иваново» о возможности применения огнезащитной ткани образца 042 для изготовления специальной одежды и СИЗ рук
- Заключение № 4 от 15 июня 2011 г. ООО «НИИОТ в г. Иваново» о возможности применения огнезащитной ткани образца 043 для изготовления специальной одежды и СИЗ рук

Протоколы испытаний  
в ИЦ «ЦНИХБИ»

**“УТВЕРЖДАЮ”**  
 Заместитель Генерального директора  
 ОАО «ЦНИТИ»



К.В. Сергеев  
 подпись

**Испытательный центр «ЦНИХБИ»**  
**РОСС RU.0001.21ЛТ68**  
 Открытое акционерное общество  
**«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕКСТИЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ»**  
 (ОАО «ЦНИТИ»)  
 119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (495) 954-39-89

### Протокол испытаний № 6В/3 от 24 марта 2011 г.

**Наименование заказчика проведения испытаний:** Отдел химических технологий и дизайна текстильных материалов ОАО «ЦНИТИ».

**Наименование образца, представленного для испытаний:** ткани огнезащитные:  
 образец 1 – 042-МО; образец 2 – 042-МОс; образец 3 – 042-МВО; образец 4 – 042-МВОс;  
 образец 5 – 044/1-МО; образец 6 – 044/1-МОс; образец 7 – 044/1-МВО;  
 образец 8 – 044/1-МВОс; образец 9 – 044/2-МО; образец 10 – 043-ПР.

**Дата проведения испытаний:** 21.02.11 г. – 24.03.11 г.

**Отбор образцов:** предоставлены Заказчиком.

**Методика испытаний:**

- ГОСТ 3811-72 (ИСО 3932-76, ИСО 3933-76, ИСО 3801-77) «Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей»;
- ГОСТ 3812-72 «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения плотностей нитей и пучков ворса»;
- ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении»;
- ГОСТ 3816-81 (ИСО 811-81) «Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств»;
- ГОСТ 12088-77 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости»;
- ГОСТ 30157.0-95 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения»;
- ГОСТ 30157.1-95 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок»;
- ГОСТ 29104.17-91 «Ткани технические. Метод определения стойкости к истиранию по плоскости»;
- ГОСТ 29104.9-91 «Ткани технические. Метод определения изменения размеров в горячем воздухе».

**Климатические условия проведения испытаний:** ГОСТ 10681-75; ГОСТ Р ИСО 139-2007.

**Результаты испытаний:** см. Приложение 1.

Руководитель ИЦ «ЦНИХБИ»  И.В. Лусинян  
 Ответственный исполнитель  Л.В. Филимонова  
 Копия верна:  
 Зав. канцелярией  Т.В.

## Приложение 1

Наименование качественной характеристики	042МО	042МОс	042МВО	042МВОс	044/1МО	044/1МОс	044/1МВО	044/1МВОс	044/2МО	043 ТА
Ширина, см	158,9	157,6	159,1	158,0	158,2	154,9	159,1	156,6	158,8	153,5
Толщина, мм	0,57	0,60	0,58	0,62	0,88	0,94	0,91	0,96	0,85	0,63
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	227,6	233,3	228,0	239,0	356,6	358,4	350,1	358,0	337,6	335,5
Количество нитей на 10 см										
- основа	264	283	284	281	335	333	320	325	326	321
- уток	183	187	189	186	243	252	237	236	207	171
Разрывная нагрузка полоски ткани 50x200мм, Н(кгс)										
- основа	3211,2(327,7)	3329,6(339,8)	3367,6(343,6)	3553,0(362,6)	3524,1(359,6)	3740,2(381,6)	3685,7(376,1)	3513,8(358,5)	3354,4(342,3)	2284,8(233,1)
- уток	2245,4(229,1)	2342,0(239,0)	2144,5(218,8)	2358,2(240,6)	2743,5(279,9)	2530,9(258,3)	2182,0(222,7)	2403,4(245,2)	2343,4(239,1)	1271,8(129,8)
Раздирающая нагрузка полоски ткани 70x200 мм, Н(кгс)										
- основа	231,5(23,6)	206,3(21,0)	335,3(34,2)	290,0(29,6)	355,7(36,3)	327,6(33,4)	326,3(33,3)	341,0(34,8)	271,0(27,7)	104,0(10,6)
- уток	247,2(25,2)	225,4(23,0)	320,6(32,7)	291,0(29,7)	296,3(30,2)	245,0(25,0)	329,6(33,6)	342,0(34,9)	278,6(28,4)	90,3(9,2)
Удлинение при разрыве, %										
- основа	19,3	20,7	19,9	22,8	16,3	18,8	17,5	18,5	21,3	6,9
- уток	6,5	7,1	6,5	7,8	8,2	9,9	6,8	9,0	7,2	8,1
Изменение линейных размеров после мокрых обработок, %										
- по основе	-1,3	-0,7	-0,8	-0,7	-2,7	-0,2	0,5	-0,5	-3,0	-2,5
- по утку	-0,7	0	-0,5	-0,3	-1,3	-0,2	-0,8	0	-2,0	0
Изменение линейных размеров в горячем воздухе, %										
- по основе	+0,2	+0,5	-0,5	-0,2	-0,7	0	-0,3	-0,2	-0,7	-0,2
- по утку	+0,5	+0,2	-0,2	0	0	0	0	0	0	0
Стойкость к истиранию (по суху), циклы	10130	11445	9258	10492	12072	11405	10924	9618	11061	8079
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с	98	79	82	98	57	50	77	55	45	26
Гигроскопичность, %	6,7	8,1	6,2	7,3	9,9	10,1	8,5	9,2	10,0	15,9

“УТВЕРЖДАЮ”  
Заместитель Генерального директора  
ОАО «ЦНИТИ»



К.В. Сергеев

**Испытательный центр «ЦНИХБИ»**

**РОСС RU.0001.21ЛТ68**

Открытое акционерное общество

«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕКСТИЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ»

(ОАО «ЦНИТИ»)

119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (495) 954-39-89

**Протокол испытаний № 2В/4 от 13 апреля 2011 г.**

**Наименование заказчика проведения испытаний:** Отдел химических технологий и дизайна текстильных материалов ОАО «ЦНИТИ».

**Наименование образца, представленного для испытаний:** ткани огнезащитные:  
образец 1 – 043 ТО «ПРВ»; образец 2 – 043 ТО «ПРВ» п/стир; образец 3 – 043 ТО «ФОГ»;  
образец 4 – 043 ТО «ФОГ» санф; образец 5 – 043 ТА+МВО; образец 6 – 043 ТА+МВО  
п/стир; образец 7 – 043 ТА п/стир; образец 8 – 042 МО п/хим; образец 9 – 042 МВО п/хим;  
образец 10 – 044/1 МО п/хим; образец 11 – 044/1 МВО п/хим; образец 12 – 044/2 МО  
п/хим.

**Дата проведения испытаний:** 29.03-2011-13.04.2011

**Отбор образцов:** предоставлены Заказчиком.

**Методика испытаний:**

- ГОСТ 3811-72 (ИСО 3932-76, ИСО 3933-76, ИСО 3801-77) «Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей»;
- ГОСТ 3812-72 «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения плотностей нитей и пучков ворса»;
- ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении»;
- ГОСТ 3816-81 (ИСО 811-81) «Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств»;
- ГОСТ 12088-77 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости»;
- ГОСТ 30157.0-95 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения»;
- ГОСТ 30157.1-95 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок»;
- ГОСТ 29104.17-91 «Ткани технические. Метод определения стойкости к истиранию по плоскости»;
- ГОСТ 29104.9-91 «Ткани технические. Метод определения изменения размеров в горячем воздухе».

**Климатические условия проведения испытаний:** ГОСТ 10681-75; ГОСТ Р ИСО 139-2007.

**Результаты испытаний:** см. Приложение 1 и Приложение 2.

Руководитель ИЦ «ЦНИХБИ»

И.В. Лусинян

Ответственный исполнитель

М.А. Туманова

Копия в архив  
Зав. канц. Сергеев  
С.И. Мельникова

Страница 1 из 3

## Приложение 1

Наименование качественной характеристики	043 ТО «ПРВ»	043 ТО «ПРВ» п/стир	043 ТО «ФОГ»	043 ТО «ФОГ» санф	043 ТА+МВО	043 ТА+МВО п/стир
Ширина, см	153,0	149,9	153,4	153,2	155,0	151,4
Толщина, мм	0,66	0,92	0,76	0,66	0,66	0,80
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	309,6	356,5	305,6	321,2	324,0	340,9
Количество нитей на 10 см						
- основа	320	326	322	316	314	324
- уток	173	190	174	174	172	174
Разрывная нагрузка полоски ткани 50x200мм, Н(кгс)						
- основа	2040,3(208,2)	1718,2(175,3)	2463,0(251,3)	2206,8(225,2)	2253,2(229,9)	2173,0(221,7)
- уток	1066,3(108,8)	1105,2(112,8)	1197,3(122,2)	1151,4(117,5)	1223,6(124,9)	1203,5(122,8)
Раздирающая нагрузка полоски ткани 70x200 мм, Н(кгс)						
- основа	64,7(6,6)	30,4(3,1)	163,7(16,7)	96,0(9,8)	85,3(8,7)	72,5(7,4)
- уток	53,9(5,5) (отрыв язычка)	38,2(3,9)	118,6(12,1) (отрыв язычка)	78,4(8,0) (отрыв язычка)	85,3(8,7) (отрыв язычка)	55,9(5,7) (отрыв язычка)
Удлинение при разрыве, %						
- основа	8,0	18,6	8,8	10,6	7,5	10,4
- уток	7,9	9,5	9,1	8,4	7,4	9,9
Изменение линейных размеров после мокрых обработок, %						
- по основе	-8,8	-1,6	-2,7	-2,7	-3,3	-1,8
- по утку	-1,5	-0,3	-0,6	+0,4	-1,2	-0,2
Изменение линейных размеров в горячем воздухе, %						
- по основе	-0,7	-0,5	-2,0	-0,8	-0,5	-0,8
- по утку	-0,5	-0,3	-0,3	0	-0,8	0
Стойкость к истиранию (по сукну), циклы	5960	5613	5646	4043	7256	7901
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с	21	23	32	32	27	25
Гигроскопичность, %	14,8	13,9	19,9	20,2	14,0	14,9

## Приложение 2

Наименование качественной характеристики	043 ТА п/стир	042 МО п/хим	042 МВО п/хим	044/1 МО п/хим	044/1 МВО п/хим	044/2 МО п/хим
Ширина, см	153,3	159,2	159,3	158,2	158,6	159,0
Толщина, мм	0,77	0,62	0,62	0,95	0,94	0,89
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	342,0	225,7	222,3	362,3	355,7	341,1
Количество нитей на 10 см						
- основа	318	278	274	326	330	328
- уток	172	186	182	234	234	213
Разрывная нагрузка полоски ткани 50x200мм, Н(кгс)						
- основа	2117,2(216,0)	3208,5(327,4)	3291,8(335,9)	3696,9(377,2)	3681,4(375,6)	3113,3(317,7)
- уток	1293,2(132,0)	2295,4(234,2)	2301,4(234,8)	2647,0(270,1)	2026,6(206,8)	2315,5(236,3)
Раздирающая нагрузка полоски ткани 70x200 мм, Н(кгс)						
- основа	80,4(8,2)	214,6(21,9)	226,4(23,1)	330,3(33,7)	335,2(34,2)	262,6(26,8)
- уток	81,3(8,3)	267,5(27,3)	266,6(27,2)	292,0(29,8)	332,2(33,9)	265,6(27,1)
Удлинение при разрыве, %						
- основа	10,2	18,1	18,0	16,0	17,5	20,3
- уток	8,5	16,5	5,8	7,4	7,1	6,4
Изменение линейных размеров после мокрых обработок, %						
- по основе	-1,9					
- по утку	-0,3					
Изменение линейных размеров в горячем воздухе, %						
- по основе	-0,7	0	-0,5	-0,8	-1,0	-0,7
- по утку	-0,3	0	0	-0,8	-0,5	-0,7
Стойкость к истиранию (по сукну), циклы	9664	10982	14107	12198	11368	13160
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с	23	104	114	26	76	48
Гигроскопичность, %	15,6	7,8	7,1	9,3	8,4	9,2



**“УТВЕРЖДАЮ”**  
Заместитель Генерального директора  
ОАО «ЦНИТИ»



К.В. Сергеев

ПОДПИСЬ

**Испытательный центр «ЦНИХБИ»**

**РОСС RU.0001.21ЛТ68**

Открытое акционерное общество

**«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕКСТИЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ»**

(ОАО «ЦНИТИ»)

119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (495) 954-39-89

**Протокол испытаний № 17В/4 от 29 апреля 2011 г.**

**Наименование заказчика проведения испытаний:** Отдел химических технологий и дизайна текстильных материалов ОАО «ЦНИТИ».

**Наименование образца, представленного для испытаний:** ткани огнезащитные: образец №1 – 043 ТО «ПРВ» п/хим, образец №2 – 043 ТО «ФОГ» п/хим, образец №3 – 043 ТА п/хим, образец №4 – 043 ТА+МВО п/хим.

**Дата проведения испытаний:** 18.04.2011-29.04.2011

**Отбор образцов:** предоставлены Заказчиком.

**Методика испытаний:**

- ГОСТ 3811-72 (ИСО 3932-76, ИСО 3933-76, ИСО 3801-77) «Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей»;
- ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении»;
- ГОСТ 3816-81 (ИСО 811-81) «Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств»;
- ГОСТ 12088-77 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости»;
- ГОСТ 29104.2-91 «Ткани технические. Метод определения толщины»;
- ГОСТ 29104.17-91 «Ткани технические. Метод определения стойкости к истиранию по плоскости»;
- ГОСТ 29104.9-91 «Ткани технические. Метод определения изменения размеров в горячем воздухе».

**Климатические условия проведения испытаний:** ГОСТ 10681-75; ГОСТ Р ИСО 139-2007.

**Результаты испытаний:** см. Приложение 1

Руководитель ИЦ «ЦНИХБИ»

И.В. Лусинян

Ответственный исполнитель

Л.В. Филимонова

Копия верна

Зав. канцелярией Сызганова Т.В.



## Приложение 1

Наименование качественной характеристики	043 ТО «ПРВ» п/хим	043 ТО «ФОГ» п/хим	043 ТА п/хим	043 ТА+МВО п/хим
Ширина, см	153,8	153,2	153,6	155,4
Толщина, мм	0,66	0,71	0,67	0,70
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	325,5	321,0	338,0	334,0
Разрывная нагрузка полоски ткани 50x200мм, Н(кгс)				
- основа	2121,6(216,3)	2557,1(260,7)	2389,3(243,6)	2127,9(216,9)
- уток	907,0(92,5)	1157,6(118,0)	1248,8(127,3)	1182,3(120,5)
Раздирающая нагрузка полоски ткани 70x200 мм, Н(кгс)				
- основа	113,8(11,6)	162,2(16,5)	118,4(12,1)	87,6(8,9)
- уток	68,7(7,0)	131,4(13,4)	107,2(10,9) (отрыв язычка)	84,0(8,6) (отрыв язычка)
Удлинение при разрыве, %				
- основа	8,5	9,1	6,0	6,3
- уток	7,7	9,0	8,7	6,9
Изменение линейных размеров в горячем воздухе, %				
- по основе	-0,9	-1,0	0	-0,2
- по утку	+0,3	-0,5	0	-0,1
Стойкость к истиранию (по сукну), циклы	6872	6193	7198	5789
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с	21	30	28	23
Гигроскопичность, %	15,8	20,3	14,9	15,0

**“УТВЕРЖДАЮ”**  
Заместитель Генерального директора  
ОАО «ЦНИТИ»



К.В. Сергеев

подпись

**Испытательный центр «ЦНИХБИ»**  
**РОСС RU.0001.21ЛТ68**

Открытое акционерное общество  
**«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕКСТИЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ»**  
(ОАО «ЦНИТИ»)  
119071, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д.12, тел. (495) 954-39-89

**Протокол испытаний № 1В/5 от 4 мая 2011 г.**

**Наименование заказчика проведения испытаний:** Отдел химических технологий и дизайна текстильных материалов ОАО «ЦНИТИ».

**Наименование образца, представленного для испытаний:** ткани огнезащитные.

**Дата проведения испытаний:** 27.04-2011-04.05.2011.

**Отбор образцов:** предоставлены Заказчиком.

**Методика испытаний:**

- Методика ЗМ – Test «Определение маслоотталкивающих свойств тканей»;
- Метод ААТСС-118-2002 «Маслоотталкивание. Испытание устойчивости к углеводородам»;
- ГОСТ 30292-96 (ИСО 4920-81) «Полотна текстильные. Метод испытания дождеванием», п. 7.10;
- ГОСТ 12930-97 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Нормы устойчивости окраски»;
- ГОСТ 9733.4-83 «Метод испытания устойчивости окраски к стирке»;
- ГОСТ 9733.13-83 «Метод испытания устойчивости окраски к органическим растворителям»;
- ГОСТ 9733.27-83 «Метод испытания устойчивости окраски к сухому трению».

**Климатические условия проведения испытаний:** ГОСТ 10681-75; ГОСТ Р ИСО 139-2007.

**Результаты испытаний:** см. Приложение 1.

Руководитель ИЦ «ЦНИХБИ»

И.В. Лусинян

Ответственный исполнитель

М.А. Туманова

Копия верна

Зав. канцеляр.

С.В. Зюлева Т.В.



## Приложение 1.

## Масло- и водоотталкивающие свойства ткани

Ткань, вид отделки	Маслоотталкивание		Водоотталкивание, усл. ед.
	По методике ЗМ – Test, усл. ед.	По методу ААТСС- 118-2002, балл	
042 МВО	110	5	90
042 МВО п/стирки	110	5	70
042 МВО п/хим	100	3	70
044/1 МВО	110	5	70
044/1 МВО п/стирки	110	5	70
044/1 МВО п/хим	90	2	65
043 ТА+МВО	110	5	100
043 ТА+МВО п/стирки	0	0	0
043 ТА+МВО п/хим	110	5	90

## Устойчивость окраски к физико-химическим воздействиям

Ткань, вид отделки	Показатели устойчивости окраски (балл) к воздействию		
	стирки №3	сухого трения	органического растворителя
043 ТО «Фог»	-	4	4
043 ТА	4/4	3	4
043 ТА+МВО	4/4	3	4
043 ТО «ПРВ»	4/4	3	4
042 МО	5/5	4	5
042 МВО	5/5	4	5
044/1 МО	4/4	3	4
044/1 МВО	4/4	3	4

Протоколы испытаний  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»

**ПРОТОКОЛ № 1 от 18.04.2011 г.**  
испытаний огнезащитных тканей обр. 044/1

В лабораторных условиях ООО «НИИОТ» в г. Иваново согласно заявке ОАО «ЦНИТИ» (письмо № 1-09/50 от 16.02.2011 г.) проведены испытания огнезащитных тканей обр. 044/1 с пропитками МО и МВО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей, предложенной заказчиком.

Испытания проводились по показателям: огнестойкость, стойкость к прожиганию, кислородный индекс, суммарное тепловое сопротивление (конвективная теплота при контакте с нагретыми поверхностями до 100°С поверхностями). Кроме того, определялось сохранение вышеприведенных защитных свойств после стирки и химической чистки.

Определение показателя стойкости к прожиганию проводилось согласно ГОСТ 12.4.184-97 на приборе ППТ-4 при температуре нагрева прожигающего элемента - 800°С.

Согласно ГОСТ 12.4.221-2002 определялись показатели: огнестойкость – по ГОСТ 11209-85 на приборе ОТ-68; уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°С поверхностями – по ГОСТ 20489-75 на приборе ПТС-225.

Кислородный индекс определялся в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица

Наименование ткани, обр.	Огнестойкость (контакт с пламенем 30 секунд), с		Стойкость к прожиганию, с	Кислородный индекс, %	Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°С поверхностями, балл (суммарное тепловое сопротивление пакета в 2 слоя ткани, м <sup>2</sup> ·°С/Вт)
	остаточное горение	остаточное тление			
044/1 суровая	0	0	95,3	37	2 (0,257)
044/1 МО	0	0	80,5	38	2 (0,253)
044/1 МО после стирки	0	0	101,6	38	2 (0,253)
044/1 МО после химчист.	0	0	79,1	37	2 (0,254)
044/1 МВО	0	0	80,0	36	2 (0,259)
044/1 МВО после стирки	0	0	88,6	37	2 (0,257)
044/1 МВО после химч.	0	0	106,7	37	2 (0,258)

Примечание: 1. Норматив показателя стойкости к прожиганию согласно ГОСТ 12.4.105-81 – не менее 50 с.

2. Норматив показателя кислородного индекса согласно НПБ – не менее 26 %.

Заведующий лабораторией средств индивидуальной защиты

ООО «НИИОТ» в Иваново



Н.В. Гуричев

Копия

зав. ценз.

Иванов Б.В.

**ПРОТОКОЛ № 2 от 18.04.2011 г.**  
**испытаний огнезащитных тканей обр. 044/2**

В лабораторных условиях ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно заявке ОАО «ЦНИТИ» (письмо № 1-09/50 от 16.02.2011 г.) проведены испытания огнезащитных тканей обр. 044/2 с пропитками МО и МВО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей, предложенной заказчиком.

Испытания проводились по показателям: огнестойкость, стойкость к прожиганию, кислородный индекс, суммарное тепловое сопротивление (конвективная теплота при контакте с нагретыми поверхностями до 100°С поверхностями). Кроме того, определялось сохранение вышеприведенных защитных свойств после стирки и химической чистки.

Определение показателя стойкости к прожиганию проводилось согласно ГОСТ 12.4.184-97 на приборе ППТ-4 при температуре нагрева прожигающего элемента - 800°С.

Согласно ГОСТ 12.4.221-2002 определялись показатели: огнестойкость – по ГОСТ 11209-85 на приборе ОТ-68; уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°С поверхностями – по ГОСТ 20489-75 на приборе ПТС-225.

Кислородный индекс определялся в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица

Наименование ткани, обр.	Огнестойкость (контакт с пламенем 30 секунд), с		Стойкость к прожиганию, с	Кислородный индекс, %	Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°С поверхностями, балл (суммарное тепловое сопротивление пакета в 2 слоя ткани, м <sup>2</sup> ·°С/Вт)
	остаточное горение	остаточное тление			
044/2 суровая	0	0	117,5	37	2 (0,252)
044/2 МО	0	0	121,3	38	2 (0,258)
044/2 МО после химчист.	0	0	93,9	38	2 (0,252)

Примечание: 1. Норматив показателя стойкости к прожиганию согласно ГОСТ 12.4.105-81 – не менее 50 с.

2. Норматив показателя кислородного индекса согласно НПБ – не менее 26 %.

Заведующий лабораторией средств индивидуальной защиты  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»



Н.В. Гиричева

Копия передана  
зав. канцелярией  
С.В. Сидорова



Б.В.

**ПРОТОКОЛ № 3 от 18.04.2011 г.**  
*испытаний огнезащитных тканей обр. 042*

В лабораторных условиях ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно заявке ОАО «ЦНИТИ» (письмо № 1-09/50 от 16.02.2011 г.) проведены испытания огнезащитных тканей обр. 042 с пропитками МО и МВО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей, предложенной заказчиком.

Испытания проводились по показателям: огнестойкость, стойкость к прожиганию, кислородный индекс, суммарное тепловое сопротивление (конвективная теплота при контакте с нагретыми поверхностями до 100°С поверхностями). Кроме того, определялось сохранение вышеприведенных защитных свойств после стирки и химической чистки.

Определение показателя стойкости к прожиганию проводилось согласно ГОСТ 12.4.184-97 на приборе ППТ-4 при температуре нагрева прожигающего элемента - 800°С.

Согласно ГОСТ 12.4.221-2002 определялись показатели: огнестойкость - по ГОСТ 11209-85 на приборе ОТ-68; уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°С поверхностями - по ГОСТ 20489-75 на приборе ПТС-225.

Кислородный индекс определялся в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица

Наименование ткани, обр.	Огнестойкость (контакт с пламенем 30 секунд), с		Стойкость к прожиганию, с	Кислородный индекс, %	Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°С поверхностями, балл (суммарное тепловое сопротивление наката в 2 слоя ткани, м <sup>2</sup> ·°С/Вт)
	остаточное горение	остаточное тление			
042 суровая	0	0	63,1	36	1 (0,233)
042 МО	0	0	75,9	37	1 (0,238)
042 МО после стирки	0	0	82,5	37	1 (0,237)
042 МО после химчист.	0	0	69,7	37	1 (0,241)
042 МВО	0	0	64,1	37	1 (0,236)
042 МВО после стирки	0	0	79,5	38	1 (0,235)
042 МВО после химч.	0	0	63,3	37	1 (0,240)

- Примечание: 1. Норматив показателя стойкости к прожиганию согласно ГОСТ 12.4.105-81 - не менее 50 с.  
2. Норматив показателя кислородного индекса согласно НПБ - не менее 25 %.

Заведующий лабораторией средств индивидуальной защиты  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»



Н.В. Гуричева

Копия в архив  
Зав. канцелярией - Селезнева Т.В.



## Результаты испытаний тканей ОАО «ЦНИТИ»

№ п/п	Наименование ткани, № обр.	Огнестойкость, с (контакт с пламенем 30 с)		Стойкость к прожиганию, с	Кислородный индекс, %	Уровень защиты от конвективной теплоты, балл (суммарное тепловое сопротивление, м <sup>2</sup> ·°С/Вт)	Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом
		остаточное горение	остаточное тление				
1.	044/1 МВО (п. стирки)	0	0	88,6	37	2 (0,257)	3,2 x 10 <sup>5</sup>
2.	044/1 МО	0	0	80,5	38	2 (0,253)	4,3 x 10 <sup>5</sup>
3.	044/1 МО (п. стирки)	0	0	101,6	38	2 (0,253)	3,9 x 10 <sup>5</sup>
4.	044/1 суровая	0	0	95,3	37	2 (0,251)	5,3 x 10 <sup>5</sup>
5.	044/1 МВО	0	0	80,0	36	2 (0,259)	4,0 x 10 <sup>5</sup>
6.	044/2 суровая	0	0	117,5	37	2 (0,252)	3,8 x 10 <sup>5</sup>
7.	044/2 МО	0	0	121,3	38	2 (0,258)	3,4 x 10 <sup>5</sup>
8.	042 МВО	0	0	64,1	37	1 (0,236)	3,7 x 10 <sup>5</sup>
9.	042 МО (п. стирки)	0	0	82,5	37	1 (0,237)	3,8 x 10 <sup>5</sup>
10.	042 МВО (п. стирки)	0	0	79,5	38	1 (0,235)	3,7 x 10 <sup>5</sup>
11.	042 МО	0	0	75,9	37	1 (0,238)	3,6 x 10 <sup>5</sup>
12.	042 суровая	0	0	63,1	36	1 (0,233)	3,8 x 10 <sup>5</sup>
13.	042 МВО (п. химчистки)	0	0	63,3	37	1 (0,240)	3,8 x 10 <sup>5</sup>
14.	042 МО (п. химчистки)	0	0	69,7	37	1 (0,241)	3,7 x 10 <sup>5</sup>
15.	043 ТО ФОГ	0	0	57,1	44	2 (0,278)	0,7 x 10 <sup>5</sup>
16.	043 ТА+МВО	0	0	39,6	40	2 (0,282)	3,5 x 10 <sup>5</sup>
17.	043 ТА (п. стирки)	0	0	68,3	41	2 (0,282)	3,6 x 10 <sup>5</sup>
18.	043 ТО «ПРВ»	0	0	25,8	41	2 (0,258)	3,5 x 10 <sup>5</sup>
19.	043 ТА+МВО (п. стирки)	0	0	65,4	40	2 (0,282)	3,6 x 10 <sup>5</sup>
20.	043 ТА	0	0	32,9	40	2 (0,289)	3,5 x 10 <sup>5</sup>
21.	043 ТО «ПРВ» (п. стирки)	0	0	56,6	41	2 (0,257)	4,3 x 10 <sup>5</sup>
22.	044/1 МВО (п. химчистки)	0	0	106,7	37	2 (0,258)	4,0 x 10 <sup>5</sup>
23.	044/1 МО (п. химчистки)	0	0	79,1	37	2 (0,254)	4,3 x 10 <sup>5</sup>
24.	044/2 МО (п. химчистки)	0	0	93,9	38	2 (0,252)	3,5 x 10 <sup>5</sup>
25.	043 ТО «ФОГ» (после х/ч)	0	0	40,4	43	1 (0,210)	1,0 x 10 <sup>5</sup>
26.	043 ТА (после химчистки)	0	0	40,0	40	2 (0,252)	3,5 x 10 <sup>5</sup>
27.	043 ТА+МВО (после х/ч)	0	0	37,7	40	2 (0,250)	3,5 x 10 <sup>5</sup>
28.	043 ТО «ПРВ» (после х/ч)	0	0	29,2	40	1 (0,225)	3,6 x 10 <sup>5</sup>

Зав. лабораторией ОИЗ  
ОАО «НИИОТ в г. Иваново»



Колма В.А.  
Зав. лабораторией



Н.Б. Причева

Селезнева Т.В.

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ООО «НИИОТ В Г. ИВАНОВО»**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77  
Аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21 ЛТ 82 от 26.04.2011 г.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №1**  
**огнезащитной ткани образца 044/1**  
**от 15 июня 2011 г. на 2 страницах**

В испытательном центре ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» были проведены испытания огнезащитных тканей образца 044/1 с пропитками МО и МВО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно приложению №1 к договору №2900.

Испытания проводились по показателям:

1. Огнестойкость, по ГОСТ 11209-85;
2. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
3. Значение кислородного индекса, по ГОСТ 12.1.044-89;
4. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление пакета (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 20489-75;
5. Удельное поверхностное электрическое сопротивление, по ГОСТ 19616-74.

Так же определялось сохранение перечисленных защитных свойств после стирки и химической чистки.

Результаты испытаний приведены в таблице №1.

Таблица №1

Наименование ткани, образца	Огнестойкость, с		Стойкость к прожиганию, с	Кислородный индекс, %	Уровень защиты от конвективной теплоты, балл	Суммарное тепловое сопротивление пакета, м <sup>2</sup> °С/Вт	Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом
	остаточное горение	остаточное тление					
044/1 суровая	0	0	95,3	37	2	0,257	3,3×10 <sup>11</sup>
044/1 МО	0	0	80,5	38	2	0,253	0,9×10 <sup>11</sup>
044/1 МО после стирки	0	0	101,6	38	2	0,253	1,98×10 <sup>11</sup>
044/1 МО после х/ч	0	0	79,1	37	2	0,254	1,98×10 <sup>10</sup>
044/1 МВО	0	0	80,0	36	2	0,259	3,2×10 <sup>10</sup>
044/1 МВО после стирки	0	0	88,6	37	2	0,257	1,04×10 <sup>11</sup>
044/1 МВО после х/ч	0	0	106,7	37	2	0,258	1,98×10 <sup>10</sup>

Примечание:

1. Норматив показателя стойкости к прожиганию согласно ГОСТ 12.4.105-81, не менее 50 секунд.

2. Норматив показателя кислородного индекса согласно НПБ, не менее 26%.

Для образцов 044/1 МО и 044/1 МВО дополнительно были проведены испытания по показателям:

6. Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до  $2,0 \text{ кВт/м}^2$  (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.074-79;
7. Уровень защиты от теплового излучения (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.221-2002;
8. Разрывная нагрузка материала до и после теплового излучения интенсивностью до  $2,0 \text{ кВт/м}^2$ , по ГОСТ 3813-72;
9. Стойкость к истиранию до и после теплового излучения интенсивностью до  $2,0 \text{ кВт/м}^2$ , по ГОСТ 18976-73.

Результаты испытаний приведены в таблице №2.

Таблица №2

Наименование ткани, образца	Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до $2,0 \text{ кВт/м}^2$ , %	Уровень защиты от теплового излучения, балл	Разрывная нагрузка материала, Н (среднее значение)				Стойкость к истиранию, циклы (среднее значение)	
			до облучения		после облучения		до облучения	после облучения
			основа	уток	основа	уток		
044/1 МО	95	1	2100	2045	1995	2145	1658	1607
044/1 МВО	95	1	2090	1950	1950	1800	2222	1772

*Примечание:*

*Прочностные характеристики тканей после теплового облучения почти не изменились. Разница в результатах испытаний разрывных характеристик по основе и утку и стойкости к истиранию до и после облучения находятся в пределах статистической ошибки – 5%.*

Руководитель испытательного центра  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»

Ответственный исполнитель



*Гиричева Н.В.*

Гиричева Н.В.

*Киселева Е.С.*

Киселева Е.С.

*Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию. Возможность частичной перепечатки протокола без разрешения ИЦ исключена.*



*Киселева Е.С.*

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ООО «НИИОТ В Г. ИВАНОВО»**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77  
Аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21 ЛТ 82 от 26.04.2011 г.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №2**  
**огнезащитной ткани образца 044/2**  
**от 15 июня 2011 г. на 2 страницах**

В испытательном центре ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» были проведены испытания огнезащитных тканей образца 044/2 с пропиткой МО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно приложению №1 к договору №2900.

Испытания проводились по показателям:

1. Огнестойкость, по ГОСТ 11209-85;
2. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
3. Значение кислородного индекса, по ГОСТ 12.1.044-89;
4. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление пакета (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 20489-75;
5. Удельное поверхностное электрическое сопротивление, по ГОСТ 19616-74.

Так же определялось сохранение перечисленных защитных свойств после химической чистки.

Результаты испытаний приведены в таблице №1.

Таблица №1

Наименование ткани, образца	Огнестойкость, с		Стой- кость к прожига нию, с	Кисло- родный индекс, %	Уровень защиты от кон- вектив- ной теп- лоты, балл	Суммар- ное теп- ловое сопроти- вление пакета, м <sup>2</sup> °С/Вт	Удельное поверх- ностное электри- ческое сопротив- ление, Ом
	остаточ- ное горение	остаточ- ное тление					
044/2 суровая	0	0	117,5	37	2	0,252	1,2×10 <sup>11</sup>
044/2 МО	0	0	121,3	38	2	0,258	1,45×10 <sup>11</sup>
044/1 МО после х/ч	0	0	93,9	38	2	0,252	8,9×10 <sup>10</sup>

*Примечание:*

1. Норматив показателя стойкости к прожиганию согласно ГОСТ 12.4.105-81, не менее 50 секунд.
2. Норматив показателя кислородного индекса согласно НПБ, не менее 26%.

- Для образца 044/2 МО дополнительно были проведены испытания по показателям:
6. Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.074-79;
  7. Уровень защиты от теплового излучения (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.221-2002;
  8. Разрывная нагрузка материала до и после теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, по ГОСТ 3813-72;
  9. Стойкость к истиранию до и после теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, по ГОСТ 18976-73.

Результаты испытаний приведены в таблице №2.

Таблица №2

Наименование ткани, образца	Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0кВт/м <sup>2</sup> , %	Уровень защиты от теплового излучения, балл	Разрывная нагрузка материала, Н (среднее значение)				Стойкость к истиранию, циклы (среднее значение)	
			до облучения		после облучения		до облучения	после облучения
			основа	уток	основа	уток		
044/2 МО	95	1	2500	2300	2400	2100	2400	2180

*Примечание:*

*Прочностные характеристики тканей после теплового облучения почти не изменились. Разница в результатах испытаний разрывных характеристик по основе и утку и стойкости к истиранию до и после облучения находятся в пределах статистической ошибки – 5%.*

Руководитель испытательного центра  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»

Ответственный исполнитель



Гиричева Н.В.

/ Киселева Е.С.

*Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.  
Возможность частичной перепечатки протокола без разрешения ИЦ исключена.*



ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ООО «НИИОТ В Г. ИВАНОВО»**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77  
Аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21 ЛТ 82 от 26.04.2011 г.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №3**  
**огнезащитной ткани образца 042**  
**от 15 июня 2011 г. на 2 страницах**

В испытательном центре ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» были проведены испытания огнезащитных тканей образца 042 с пропитками МО и МВО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно приложению №1 к договору №2900.

Испытания проводились по показателям:

1. Огнестойкость, по ГОСТ 11209-85;
2. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
3. Значение кислородного индекса, по ГОСТ 12.1.044-89;
4. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление пакета (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 20489-75;
5. Удельное поверхностное электрическое сопротивление, по ГОСТ 19616-74.

Так же определялось сохранение перечисленных защитных свойств после стирки и химической чистки.

Результаты испытаний приведены в таблице №1.

Таблица №1

Наименование ткани, образца	Огнестойкость, с		Стойкость к прожиганию, с	Кислородный индекс, %	Уровень защиты от конвективной теплоты, балл	Суммарное тепловое сопротивление пакета, м <sup>2</sup> °C/Вт	Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом
	остаточное горение	остаточное тление					
042 суровая	0	0	63,1	36	1	0,233	0,9×10 <sup>11</sup>
042 МО	0	0	75,9	37	1	0,238	1,18×10 <sup>12</sup>
042 МО после стирки	0	0	82,5	37	1	0,237	2,3×10 <sup>11</sup>
042 МО после х/ч	0	0	69,7	37	1	0,241	8,9×10 <sup>11</sup>
042 МВО	0	0	64,1	37	1	0,236	1,05×10 <sup>11</sup>
042 МВО после стирки	0	0	79,5	38	1	0,235	2,6×10 <sup>11</sup>
042 МВО после х/ч	0	0	63,3	37	1	0,240	0,53×10 <sup>11</sup>

*Примечание:*

1. Норматив показателя стойкости к прожиганию согласно ГОСТ 12.4.105-81, не менее 50 секунд.
2. Норматив показателя кислородного индекса согласно НПБ, не менее 26%.

Для образцов 042 МО и 042 МВО дополнительно были проведены испытания по показателям:

6. Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.074-79;
7. Уровень защиты от теплового излучения (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.221-2002;
8. Разрывная нагрузка материала до и после теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, по ГОСТ 3813-72;
9. Стойкость к истиранию до и после теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, по ГОСТ 18976-73.

Результаты испытаний приведены в таблице №2.

Таблица №2

Наименование ткани, образца	Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0кВт/м <sup>2</sup> , %	Уровень защиты от теплового излучения, балл	Разрывная нагрузка материала, Н (среднее значение)				Стойкость к истиранию, циклы (среднее значение)	
			до облучения		после облучения		до облучения	после облучения
			основа	уток	основа	уток		
042 МО	95	1	2035	2040	2140	2063	1045	1092
042 МВО	95	1	1980	1815	1815	1710	771	660

*Примечание:*

*Прочностные характеристики тканей после теплового облучения почти не изменились. Разница в результатах испытаний разрывных характеристик по основе и утку и стойкости к истиранию до и после облучения находятся в пределах статистической ошибки – 5%.*

Руководитель испытательного центра  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»

Ответственный исполнитель



*Гиричева Н.В.*

Гиричева Н.В.

*Киселева Е.С.*

Киселева Е.С.

*Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.  
Возможность частичной перепечатки протокола без разрешения ИЦ исключена.*



ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ООО «НИИОТ В Г. ИВАНОВО»**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77  
Аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21 ЛТ 82 от 26.04.2011 г.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №4**  
**огнезащитной ткани образца 043**  
**от 15 июня 2011 г. на 2 страницах**

В испытательном центре ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» были проведены испытания огнезащитных тканей образца 043 с пропитками ТА, ТА+МВО, ТО «ПРВ» и ТО «ФОГ», предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно приложению №1 к договору №2900.

Испытания проводились по показателям:

1. Огнестойкость, по ГОСТ 11209-85;
2. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
3. Значение кислородного индекса, по ГОСТ 12.1.044-89;
4. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление пакета (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 20489-75;
5. Удельное поверхностное электрическое сопротивление, по ГОСТ 19616-74.

Так же определялось сохранение перечисленных защитных свойств после стирки и химической чистки.

Результаты испытаний приведены в таблице №1.

Таблица №1

Наименование ткани, образца	Огнестойкость, с		Стойкость к прожиганию, с	Кислородный индекс, %	Уровень защиты от конвективной теплоты, балл	Суммарное тепловое сопротивление пакета, м <sup>2</sup> °С/Вт	Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом
	остаточное горение	остаточное тление					
043 ТА	0	0	32,9	40	2	0,289	7,2×10 <sup>10</sup>
043 ТА после стирки	0	0	68,3	41	2	0,282	8,57×10 <sup>10</sup>
043 ТА после х/ч	0	0	40,0	40	2	0,252	1,05×10 <sup>11</sup>
043 ТА+МВО	0	0	39,6	40	2	0,282	9,9×10 <sup>10</sup>
043 ТА+МВО после стир	0	0	65,4	40	2	0,282	2,77×10 <sup>11</sup>
043 ТА+МВО после х/ч	0	0	37,7	40	2	0,250	2,37×10 <sup>11</sup>
043 ТО «ПРВ»	0	0	25,8	41	2	0,258	5,27×10 <sup>10</sup>
043 ТО «ПРВ» после стир	0	0	56,6	41	2	0,257	6,6×10 <sup>10</sup>
043 ТО «ПРВ» после х/ч	0	0	29,2	40	1	0,225	2,97×10 <sup>10</sup>
043 ТО «ФОГ»	0	0	57,1	44	2	0,278	3,95×10 <sup>8</sup>
043 ТО «ФОГ» после х/ч	0	0	40,4	43	1	0,210	4,6×10 <sup>8</sup>



Примечание:

1. Норматив показателя стойкости к прожиганию согласно ГОСТ 12.4.105-81, не менее 50 секунд.
2. Норматив показателя кислородного индекса согласно НПБ, не менее 26%.

Для образцов 043 ТА, 043 ТО «ПРВ» и 043 ТО «ФОГ» дополнительно были проведены испытания по показателям:

6. Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.074-79;
7. Уровень защиты от теплового излучения (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.221-2002;
8. Разрывная нагрузка материала до и после теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, по ГОСТ 3813-72;
9. Стойкость к истиранию до и после теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, по ГОСТ 18976-73.

Результаты испытаний приведены в таблице №2.

Таблица №2

Наименование ткани, образца	Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0кВт/м <sup>2</sup> , %	Уровень защиты от теплового излучения, балл	Разрывная нагрузка материала, Н (среднее значение)				Стойкость к истиранию, циклы (среднее значение)	
			до облучения		после облучения		до облучения	после облучения
			основа	уток	основа	уток		
043 ТА	95	1	2450	1000	2250	850	1833	1801
043 ТО «ПРВ»	95	1	1985	1050	1945	1020	1439	1565
043 ТО «ФОГ»	95	1	2350	1250	2295	1045	1172	1210

Примечание:

Прочностные характеристики тканей после теплового облучения почти не изменились. Разница в результатах испытаний разрывных характеристик по основе и утку и стойкости к истиранию до и после облучения находятся в пределах статистической ошибки – 5%.

Руководитель испытательного центра  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»

Ответственный исполнитель



*Гиричева Н.В.*  
*Киселева Е.С.*

Гиричева Н.В.

/ Киселева Е.С.

Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.  
Возможность частичной перепечатки протокола без разрешения ИЦ исключена.



*С.С. Верный*  
*С.С. Верный*  
*С.С. Верный*

Протоколы испытаний  
ООО НПП «Армоком-Центр»

Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР»**ПРОТОКОЛ № 1****1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образцы по договору № 9411.1003702.19.009-01/11 – 2 штуки: обр.042 с отделкой МВО, обр.042 с отделкой МВО после стирок.

Сырьевой состав: параарамидное волокно 65%, метаарамидной волокно 35%.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение устойчивости образцов к воздействию открытого пламени.

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 11 марта 2011 года в испытательной лаборатории по «Методике экспериментального исследования стойкости текстильных материалов к воздействию открытого пламени» от 25.08.2008г.

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

4.1 Температура открытого пламени ~900<sup>0</sup>С.

4.2 Температура окружающего воздуха в помещении 15<sup>0</sup>С.

4.3 Относительная влажность окружающего воздуха в помещении 65%.

**5 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ**

5.1 Установка для испытаний образцов на устойчивость к воздействию открытого пламени.

5.2 Секундомер.

**6 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ**

6.1 Результаты испытаний на огнестойкость представлены в таблице.

№ п/п	Образец	Время воздействия открытого пламени, с	Примечание
1	2	3	4
1	Обр. 042 с отделкой МВО	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение неинтенсивное, дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка отсутствует Высота обугливания, 7,0 см
	Обр. 042 с отделкой МВО	105	Возгорание отсутствует Дымовыделение неинтенсивное, дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка незначительная На 105-ой секунде прогар Высота обугливания 9,5 см

1		2	3
2	Обр. 042 с отделкой МВО после стирок	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение неинтенсивное, дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка отсутствует Высота обугливания, 7,5 см
	Обр. 042 с отделкой МВО после стирок	115	Возгорание отсутствует Дымовыделение неинтенсивное, дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка незначительная На 115-ой секунде прогар Высота обугливания, 10,0 см

Инженер

Копия верна.  
Зав. канцелярии Соловьева Т.В.



Е.А. Соловьева

Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР»**ПРОТОКОЛ № 2****1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образцы по договору № 9411.1003702.19.009-01/11 – 4 штуки: обр.044/1 с отделкой МО, обр.044/1 с отделкой МО после стирок, обр.044/1 с отделкой МВО, обр.044/1 с отделкой МВО после стирок.

Сырьевой состав: термоокисленное ПАН волокно 40%, параарамидное волокно 40%, метаарамидное волокно 20%.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение устойчивости образцов к воздействию открытого пламени.

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 11 марта 2011 года в испытательной лаборатории по «Методике экспериментального исследования стойкости текстильных материалов к воздействию открытого пламени» от 25.08.2008г.

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

4.1 Температура открытого пламени ~900<sup>0</sup>С.

4.2 Температура окружающего воздуха в помещении 15<sup>0</sup>С.

4.3 Относительная влажность окружающего воздуха в помещении 65%.

**5 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ**

5.1 Установка для испытаний образцов на устойчивость к воздействию открытого пламени.

5.2 Секундомер.

**6 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ**

6.1 Результаты испытаний на огнестойкость представлены в таблице.

№ п/п	Образец	Время воздействия открытого пламени, с	Примечание
1	2	3	4
3	Обр. 044/1 с отделкой МО	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка отсутствует Высота обугливания, 8,5 см
	Обр. 044/1 с отделкой МО	370	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка незначительная На 370-ой секунде прогар Высота обугливания, 10,0 см

1	2	3
4	Обр. 044/1 с отделкой МО после стирок 30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка отсутствует Высота обугливания, 9,0 см
	Обр. 044/1 с отделкой МО после стирок 365	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка незначительная На 365-ой секунде прогар Высота обугливания, 10,5 см
5	Обр. 044/1 с отделкой МВО 30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка отсутствует Высота обугливания, 9,5 см
	Обр. 044/1 с отделкой МВО 380	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка незначительная На 380-ой секунде прогар Высота обугливания, 11,0 см
6	Обр. 044/1 с отделкой МВО после стирок 30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка отсутствует Высота обугливания, 10,0 см
	Обр. 044/1 с отделкой МВО после стирок 375	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка незначительная На 375-ой секунде прогар Высота обугливания, 11,5 см

Инженер

Ноябрь 2014 г.  
Зав. отделом  
Владимир Т.В.



Е.А. Соловьева

Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР»**ПРОТОКОЛ № 3****1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образец по договору № 9411.1003702.19.009-01/11: обр.044/2 с отделкой МО.  
Сырьевой состав: термоокисленное ПАН волокно 40%, параарамидное  
волокно 40%, метаарамидное волокно 20%.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение устойчивости образца к воздействию открытого пламени.

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 11 марта 2011 года в испытательной лаборатории по  
«Методике экспериментального исследования стойкости текстильных  
материалов к воздействию открытого пламени» от 25.08.2008г.

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

4.1 Температура открытого пламени ~900°C.

4.2 Температура окружающего воздуха в помещении 15°C.

4.3 Относительная влажность окружающего воздуха в помещении 65%.

**5 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ**

5.1 Установка для испытаний образцов на устойчивость к воздействию  
открытого пламени.

5.2 Секундомер.

**6 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ**

6.1 Результаты испытаний на огнестойкость представлены в таблице.

№ п/п	Образец	Время воздействия открытого пламени, с	Примечание
7	Обр.044/2 с отделкой МО	30	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка отсутствует Высота обугливания, 9,0 см
	Обр.044/2 с отделкой МО	260	Возгорание отсутствует Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета Остаточного горения нет Остаточного тления нет Усадка незначительная Высота обугливания, 10,5 см

Инженер

*Копия верна: зав. канцелярией Колупаева Т.В.*

*Е.А. Соловьева*

**ПРОТОКОЛ № 4****1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образцы по договору № 9411.1003702.19.009-01/11: огнезащитная ткань обр.043 с разными видами отделки.

Сырьевой состав: хлопок 75%, параарамидное волокно 25%.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение устойчивости образцов огнезащитной ткани обр.043 с разными видами отделки к воздействию открытого пламени.

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 30 марта 2011 года в испытательной лаборатории по «Методике экспериментального исследования стойкости текстильных материалов к воздействию открытого пламени» от 25.08.2008г.

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

4.1 Температура открытого пламени ~900<sup>0</sup>С.

4.2 Температура окружающего воздуха в помещении 21<sup>0</sup>С.

4.3 Относительная влажность окружающего воздуха в помещении 68%.

**5 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ**

5.1 Установка для испытаний образцов на устойчивость к воздействию открытого пламени.

5.2 Секундомер.

**6 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ**

6.1 Результаты испытаний на огнестойкость представлены в таблице.

№ п/п	Образец	Время воздействия открытого пламени, с	Примечание
1	2	3	4
8	Обр.043 с отделкой ТО («Фог»)	30	Пламя выходит на наружную сторону через 3 – 5 секунд Дымовыделение интенсивное до 20 секунды, дым белого цвета, запах жженой бумаги Остаточного горения нет. Остаточного тления нет Усадка незначительная Высота обугливания, 11,0 см Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению
9	Обр.043 с отделкой ТА	30	Пламя выходит на наружную сторону через 3 – 5 секунд Дымовыделение самое интенсивное из всех представленных образцов, дым белого цвета, запах жженой бумаги Остаточного горения нет. Остаточного тления нет Усадка незначительная Высота обугливания, 11,5 см Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению



1	2	3	4
10	Обр.043 с отделкой ТА после стирки	30	Пламя выходит на наружную сторону через 3 – 5 секунд Дымовыделение интенсивное, дым белого цвета, запах жженой бумаги Остаточного горения нет. Остаточного тления нет Усадка незначительная Высота обугливания, 11,0 см Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению
11	Обр.043 с отделкой ТА+МВО	30	Пламя выходит на наружную сторону через 3 – 5 секунд Дымовыделение интенсивное до 20 секунды, дым белого цвета, запах жженой бумаги Остаточного горения нет. Остаточного тления нет Усадка незначительная Высота обугливания, 11,0 см Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению
12	Обр.043 с отделкой ТА+МВО после стирки	30	Пламя выходит на наружную сторону через 3 – 5 секунд Дымовыделение интенсивное до 20 секунды, дым белого цвета, запах жженой бумаги Остаточного горения нет. Остаточного тления нет Усадка незначительная Высота обугливания, 11,0 см Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению
13	Обр.043 с отделкой ТО «ПРВ»	30	Пламя выходит на наружную сторону через 3 – 5 секунд Дымовыделение неинтенсивное, дым белого цвета, запах жженой бумаги Остаточного горения нет. Остаточного тления нет Усадка незначительная Высота обугливания, 11,0 см Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению
14	Обр.043 с отделкой ТО «ПРВ» после стирки	30	Пламя выходит на наружную сторону через 3 – 5 секунд Дымовыделение неинтенсивное, дым белого цвета, запах жженой бумаги Остаточного горения нет. Остаточного тления нет Усадка незначительная Высота обугливания, 11,0 см Образец после воздействия открытого пламени становится хрупким и подвержен разрушению

Инженер



Е.А. Соловьёва




УТВЕРЖДАЮ

Начальник НИИЦ маскировки  
ФГУ «3 ЦНИИ Минобороны России»

А.Филёв

2011 г.



Протокол №2/2

проведения в НИИЦ маскировки «ФГУ 3 ЦНИИ Минобороны России»  
химической чистки образцов негорючей ткани

#### 1. Объект исследований

Объектом исследований являлись девять образцов негорючей ткани темного цвета (обр.042 с отделкой МО, обр.042 с отделкой МВО, обр.041/1 с отделкой МО, обр.044/1 с отделкой МВО, обр. 044/2 с отделкой МО, обр.043 с отделкой ТО («Фог»), обр.043 с отделкой ТА, обр.043 с отделкой ТА+МВО, обр.043 с отделкой ТО «ПРВ»), применяющейся для спецодежды из разных сырьевых смесей с использованием отечественных высокопрочных, огне- и термостойких химических и натуральных волокон, представленных ОАО «ЦНИТИ» в апреле 2011 года.

#### 2. Цель исследований

Целью исследований являлось проведение пятикратной химической чистки представленных образцов.

#### 3. Материально-техническое обеспечение исследований

При проведении химической чистки использовались контейнер закрытого типа и раствор Нефрас С-2-80/120 ТУ38.401-67-108-92.

#### 4. Условия проведения испытаний

Испытания проводились в апреле 2011 года в лабораторных условиях в соответствии с ГОСТ Р 51108-97 «Химическая чистка. Общие технические условия» и ГОСТ 27323-87 «Материалы текстильные. Методы испытания устойчивости окраски к химчистке». Представленные образцы подвергались пятикратному воздействию указанного раствора при температуре плюс 40<sup>0</sup>С в течение 30 минут с перерывом между воздействиями в течение 24 часов.

#### 5. Результаты исследований

Образцы прошли пятикратную химчистку в соответствии с ГОСТ Р 51108-97, ГОСТ 27323-87 .


#### 6. Замечания и рекомендации

Не имеются.

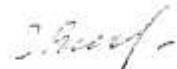
#### 7. Выводы

Представленные на исследования образцы ткани темного цвета (обр.042 с отделкой МО, обр.042 с отделкой МВО, обр.041/1 с отделкой МО, обр.044/1 с отделкой МВО, обр. 044/2 с отделкой МО, обр.043 с отделкой ТО («Фог»), обр.043 с отделкой ТА, обр.043 с отделкой ТА+МВО, обр.043 с отделкой ТО «ПРВ») после пятикратной химчистки по результатам внешнего осмотра не имеют отклонений от первоначального состояния.

Зам. начальника отдела НИИЦ маскировки ФГУ 3 ЦНИИ Минобороны России

 А.Кутавин

Старший научный сотрудник отдела НИИЦ маскировки ФГУ 3 ЦНИИ  
Минобороны России

 С.Вавилова



*Труфанов Е.С.*



Ижсталь

дата 02.11.2011

**Акт  
проведения испытаний термоогнестойких тканей**

Цель: Испытать ассортимент термоогнестойких тканей на устойчивость к брызгам расплавленного металла.

Испытания проводились на ОАО «Ижсталь» в сталеплавильном цехе (участок электродечей). На образцы тканей, расположенных под углом, ковшиком выливали расплавленный металл (сталь), и наблюдали, как себя ведут данные образцы.

Образец, артикул, вид	Результаты после воздействия расплавленного металла.
50402 MBO цв.01	Металл прилипает и мгновенно прожигает.
50402 К-4 цв.011001	Металл скатывается, не прилипает и не прожигает.
16466 То MBO цв.01	Металл прилипает и мгновенно прожигает, ткань горит.
042 MO	Металл прилипает и прожигает, не горит.
042 MBO	Металл прилипает и прожигает, но не горит.
044/2	Металл частично прилипает, не горит.
043 То («ФОГ»)	Металл скатывается, не прилипает, но при попадании большой порции металла прожигается, не горит.
044/1 MBO	Металл быстро скатывается, не прилипает, не прожигает.
044/1 MO	Металл скатывается, практически не прилипает и не прожигает, (порция металла была не большой- остатки в ковше).

При испытании присутствовали:

ООО ТК «Чайковский текстиль» - гл. менеджер Давыдова А.В.  
- гл. менеджер Шерстобитов А.

ОАО «Ижсталь»

- зам. начальника управления ПБ и ОТ В.В. Драчев  
- инженер ООТ Сандалова Н.В.



*Веня Берков:*  
*Зав. кабинетом ИИСТ*  
*И.И. Свешникова И.И.*

Заключения по тканям  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ЛАБОРАТОРИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ №1 от 15 июня 2011 г.**  
**о возможности применения огнезащитной ткани образца 044/1**  
**для изготовления специальной одежды и СИЗ рук**

В лаборатории СИЗ ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» были проведены испытания огнезащитных тканей образца 044/1 с пропитками МО и МВО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно приложению №1 к договору №2900.

Испытания проводились по показателям:

1. Огнестойкость, по ГОСТ 11209-85;
2. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
3. Значение кислородного индекса, по ГОСТ 12.1.044-89;
4. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление пакета (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 20489-75;
5. Удельное поверхностное электрическое сопротивление, по ГОСТ 19616-74.

Так же определялось сохранение перечисленных защитных свойств после стирки и химической чистки.

Для образцов 044/1 МО и 044/1 МВО дополнительно были проведены испытания по показателям:

6. Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.074-79;
7. Уровень защиты от теплового излучения (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.221-2002;
8. Разрывная нагрузка материала до и после теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, по ГОСТ 3813-72;
9. Стойкость к истиранию до и после теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, по ГОСТ 18976-73.

Анализ результатов испытаний тканей показал:

- 1) Ткани 044/1 суровая, а также с пропитками МО и МВО имеют высокие показатели огнезащитных свойств. Эти свойства сохраняются после стирки и химической чистки. Ткани выдерживают контакт с пламенем в течении 30 секунд и после этого не имеют остаточного горения и тления. Стойкость к прожиганию у тканей высокая и составляет от 79,1 до 106,7 секунд (норматив по ГОСТ 12.4.105-81, не менее 50 с.). Кислородный индекс тканей 36-38% (норматив по НПБ, не менее 26%).
- 2) Ткани имеют средние показатели по защите от теплового излучения и конвективной теплоты. Ткани выдерживают тепловое излучение интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, уровень защиты от теплового излучения составляет 1 балл (из 4 возможных). Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> составляет 95%, это говорит о том, что прочностные свойства тканей почти не изменились после теплового излучения и разница в их показаниях находится в пределах статистической ошибки – 5%.

Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями – 2 балла (из 4 возможных), эти свойства тканей сохраняются после стирки и химической чистки.

- 3) Ткани не обладают защитой от статического электричества. Удельное поверхностное электрическое сопротивление тканей образца 044/1 суровая, с пропитками МО и МВО, а также после стирки и химической чистке составляет  $10^{10}$  и  $10^{11}$  Ом (норматив по ГОСТ 12.4.124-83 не более  $10^7$  Ом).

На основании проведенных испытаний, ткани образца 044/1 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87);
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100 °С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
- средств защиты рук (рукавиц, вачег) для защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, окалины.

Заведующий лабораторией СИЗ  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»



Гиричева Н.В.



Копия берется:  
кабинет № 101  
Селищева Т.В.

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

ЛАБОРАТОРИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ №2 от 15 июня 2011 г.  
о возможности применения огнезащитной ткани образца 044/2  
для изготовления специальной одежды и СИЗ рук**

В лаборатории СИЗ ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» были проведены испытания огнезащитных тканей образца 044/2 с пропиткой МО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно приложению №1 к договору №2900.

Испытания проводились по показателям:

1. Огнестойкость, по ГОСТ 11209-85;
2. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
3. Значение кислородного индекса, по ГОСТ 12.1.044-89;
4. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление пакета (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 20489-75;
5. Удельное поверхностное электрическое сопротивление, по ГОСТ 19616-74.

Так же определялось сохранение перечисленных защитных свойств после химической чистки.

Для образца 044/2 МО дополнительно были проведены испытания по показателям:

6. Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.074-79;
7. Уровень защиты от теплового излучения (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.221-2002;
8. Разрывная нагрузка материала до и после теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, по ГОСТ 3813-72;
9. Стойкость к истиранию до и после теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, по ГОСТ 18976-73.

Анализ результатов испытаний тканей показал:

- 1) Ткани 044/2 суровая, а также с пропиткой МО имеют высокие показатели огнезащитных свойств. Эти свойства сохраняются после химической чистки. Ткани выдерживают контакт с пламенем в течении 30 секунд и после этого не имеют остаточного горения и тления. Стойкость к прожиганию у тканей высокая и составляет от 93,9 до 121,3 секунд (норматив по ГОСТ 12.4.105-81, не менее 50 с.). Кислородный индекс тканей 37-38% (норматив по НПБ, не менее 26%).
- 2) Ткани имеют средние показатели по защите от теплового излучения и конвективной теплоты. Ткани выдерживают тепловое излучение интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, уровень защиты от теплового излучения составляет 1 балл (из 4 возможных). Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> составляет 95%, это говорит о том, что прочностные свойства тканей почти не изменились после теплового излучения и разница в их показаниях находится в пределах статистической ошибки – 5%.



Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями – 2 балла (из 4 возможных), эти свойства тканей сохраняются после стирки и химической чистки.

- 3) Ткани не обладают защитой от статического электричества. Удельное поверхностное электрическое сопротивление тканей образца 044/2 суровая, с пропиткой МО, а также после химической чистке составляет  $10^{11}$  Ом (норматив по ГОСТ 12.4.124-83 не более  $10^7$  Ом).

На основании проведенных испытаний, ткани образца 044/2 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87);
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100 °С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
- средств защиты рук (рукавиц, вачег) для защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, окалины.

Заведующий лабораторией СИЗ  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»



Гиричева Н.В.



Виктор Викторов  
Кандидат  
Семцова Т.В.

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

ЛАБОРАТОРИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77

ЗАКЛЮЧЕНИЕ №3 от 15 июня 2011 г.  
о возможности применения огнезащитной ткани образца 042  
для изготовления специальной одежды и СИЗ рук

В лаборатории СИЗ ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» были проведены испытания огнезащитных тканей образца 042 с пропитками МО и МВО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно приложению №1 к договору №2900.

Испытания проводились по показателям:

1. Огнестойкость, по ГОСТ 11209-85;
2. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
3. Значение кислородного индекса, по ГОСТ 12.1.044-89;
4. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление пакета (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 20489-75;
5. Удельное поверхностное электрическое сопротивление, по ГОСТ 19616-74.

Так же определялось сохранение перечисленных защитных свойств после стирки и химической чистки.

Для образцов 042 МО и 042 МВО дополнительно были проведены испытания по показателям:

6. Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.074-79;
7. Уровень защиты от теплового излучения (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.221-2002;
8. Разрывная нагрузка материала до и после теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, по ГОСТ 3813-72;
9. Стойкость к истиранию до и после теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, по ГОСТ 18976-73.

Анализ результатов испытаний тканей показал:

- 1) Ткани 042 суровая, а также с пропитками МО и МВО имеют высокие показатели огнезащитных свойств. Эти свойства сохраняются после стирки и химической чистки. Ткани выдерживают контакт с пламенем в течении 30 секунд и после этого не имеют остаточного горения и тления. Стойкость к прожиганию у тканей высокая и составляет от 63,1 до 82,5 секунд (норматив по ГОСТ 12.4.105-81, не менее 50 с.). Кислородный индекс тканей 36-38% (норматив по НПБ, не менее 26%).
- 2) Ткани имеют низкие показатели по защите от теплового излучения и конвективной теплоты. Ткани выдерживают тепловое излучение интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, уровень защиты от теплового излучения составляет 1 балл (из 4 возможных). Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> составляет 95%, это говорит о том, что прочностные свойства тканей почти не изменились после теплового излучения и разница в их показаниях находится в пределах статистической ошибки – 5%.

Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями – 1 балл (из 4 возможных), эти свойства тканей сохраняются после стирки и химической чистки.

- 3) Ткани не обладают защитой от статического электричества. Удельное поверхностное электрическое сопротивление тканей образца 042 суровая, с пропитками МО и МВО, а также после стирки и химической чистке составляет  $10^{11}$  и  $10^{12}$  Ом (норматив по ГОСТ 12.4.124-83 не более  $10^7$  Ом).

На основании проведенных испытаний, ткани образца 042 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87);
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100 °С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
- средств защиты рук (рукавиц, вачег) для защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, окалины.

Заведующий лабораторией СИЗ  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»



*Гиричева Н.В.*

Гиричева Н.В.



*Жуковская  
Т.В.*

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

ЛАБОРАТОРИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ №4 от 15 июня 2011 г.  
о возможности применения огнезащитной ткани образца 043  
для изготовления специальной одежды и СИЗ рук**

В лаборатории СИЗ ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» были проведены испытания огнезащитных тканей образца 043 с пропитками ТА, ТА+МВО, ТО «ПРВ» и ТО «ФОГ», предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно приложению №1 к договору №2900.

Испытания проводились по показателям:

1. Огнестойкость, по ГОСТ 11209-85;
2. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
3. Значение кислородного индекса, по ГОСТ 12.1.044-89;
4. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление пакета (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 20489-75;
5. Удельное поверхностное электрическое сопротивление, по ГОСТ 19616-74.

Так же определялось сохранение перечисленных защитных свойств после стирки и химической чистки.

Для образцов 043 ТА, 043 ТО «ПРВ» и 043 ТО «ФОГ» дополнительно были проведены испытания по показателям:

6. Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.074-79;
7. Уровень защиты от теплового излучения (в 2 слоя ткани), по ГОСТ 12.4.221-2002;
8. Разрывная нагрузка материала до и после теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, по ГОСТ 3813-72;
9. Стойкость к истиранию до и после теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, по ГОСТ 18976-73.

Анализ результатов испытаний тканей показал:

- 1) Ткани образца 043 имеют огнезащитные свойства. Ткани выдерживают контакт с пламенем в течении 30 секунд и после этого не имеют остаточного горения и тления. Стойкость к прожиганию у тканей составляет от 25,8 до 57,1 секунд (норматив по ГОСТ 12.4.105-81, не менее 50 с.). Стойкость к прожиганию у тканей после стирки и химической чистке увеличивается и составляет от 29,2 до 68,3 секунд. Кислородный индекс тканей очень высокий 40-44% (норматив по НПБ, не менее 26%).
- 2) Ткани имеют средние показатели по защите от теплового излучения и конвективной теплоты. Ткани выдерживают тепловое излучение интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, уровень защиты от теплового излучения составляет 1 балл (из 4 возможных). Устойчивость к воздействию теплового излучения интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> составляет 95%, это говорит о том, что прочностные свойства тканей почти не изменились после теплового излучения и разница в их показаниях находится в пределах статистической ошибки – 5%.

Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями – 2 балла (из 4 возможных), эти свойства тканей сохраняются после стирки и химической чистки. За исключением тканей 043 ТО «ПРВ» и 043 ТО «ФОГ» - после химической чистки уровень защиты от конвективной теплоты составил 1 балл.

- 3) Ткани не обладают защитой от статического электричества. Удельное поверхностное электрическое сопротивление тканей образца 043 ТА, 043 ТА+МВО, 043 ТО «ПРВ», а также после стирки и химической чистке составляет  $10^{10}$  и  $10^{11}$  Ом (норматив по ГОСТ 12.4.124-83 не более  $10^7$  Ом). У ткани 043 ТО «ФОГ» по и после химической чистки удельное поверхностное электрическое сопротивление составило  $10^8$  Ом.

На основании проведенных испытаний, ткани образца 043 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87);
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100 °С;
- средств защиты рук (рукавиц, вачег) для защиты от теплового излучения.

Заведующий лабораторией СИЗ  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»



*Гричева Н.В.*

Гричева Н.В.



*Удостоверение  
Гричева Н.В.  
С.В.*

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Акты  
об использовании результатов работы



### АКТ

Настоящим актом подтверждаем, что результаты исследований соискателя Лаврентьевой Е.П., полученные и изложенные в диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Разработка научных основ и технологий производства текстильных материалов новых структур для специальной одежды и средств индивидуальной защиты» были использованы при разработке ГОСТ Р 12.4.297-2013 ССБТ. Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты, выплесков расплавленного металла, контакта с нагретыми поверхностями, кратковременного воздействия пламени. Технические требования и методы испытаний.

Заместитель Генерального  
директора по научной работе  
д.х.н., профессор

Зубкова Н.С.



Открытое акционерное общество  
**«Центральный научно-исследовательский  
 институт швейной промышленности»**  
 ул. Костомаровский пер., 3, Москва 105120  
 т. 917-37-90; 916-02-05;  
 факс (495) 916-31-34  
 e-mail: [cniishp@gmail.com](mailto:cniishp@gmail.com);  
<http://www.cniishp.ru>  
 ОКПО 00302190,  
 ИНН/КПП 7709049986, 770901001

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор  
 ОАО «ЦНИИИШП»



С.К. Лопандина

2015г.

№ 396 от 27.11.2015г.

#### АКТ

Настоящим актом подтверждаем, что результаты исследований соискателя Лаврентьевой Е.П., полученные и изложенные в диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Разработка научных основ и технологии производства текстильных материалов новых структур для специальной одежды и средств индивидуальной защиты» были использованы при разработке ГОСТ Р 11209-2014 Межгосударственный стандарт. Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний.

Зам. генерального директора  
 ОАО «ЦНИИИШП»

М.М. Парыгина

Ученый секретарь  
 ОАО «ЦНИИИШП»

Е.М. Петрова



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Технико-экономический анализ производства  
огнезащитных текстильных тканей

## 1. Основные методические положения для определения сравнительной экономической эффективности

В данной работе проведён технико-экономический анализ производства текстильных материалов для специальной одежды на основе проведения технологических исследований и выработки опытно-промышленных партий пряжи, суровой и готовой ткани из этой пряжи при использовании, в основном, отечественных высокомодульных, высокопрочных и термостойких волокон и нитей и составленных технологических режимов производства пряжи, суровых и готовых тканей.

Технико-экономический анализ выполнен в соавторстве с ведущим экономистом ОАО «ЦНИТИ» Карякиной Л.П. [118].

Технологические режимы производства пряжи на основе использования смесей термо-, огнестойких волокон и их смесей с хлопком, выработанных по хлопчатобумажной кардной системе прядения, были разработаны с учётом требований к текстильным материалам для спецодежды сварщиков и металлургов, спецподразделений силовых структур из выбранного оптимального состава сырья и оборудования, установленного на ООО «Чайковский текстиль».

В качестве оптимальных составов сырья для выбранного направления производства текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты были выбраны следующие составы смесей (таблица 1 З):

Из представленных оптимальных составов сырья для выбранного направления производства текстильных материалов были выработаны опытно-промышленные партии высококачественной пряжи 29 текс х 2, 25 текс х 2 и 18,5 текс х 2 ткацкого назначения с использованием химических огнестойких волокон и натуральных (хлопка 5 и 2 типов) кольцевым способом прядения с применением, в основном, зарубежного оборудования различных фирм, установленного на ООО «Чайковский текстиль».

На основе разработки ассортимента и структур огне- и термозащитных тканей были выработаны три опытные партии суровых тканей, существенно отличающиеся по структуре, поверхностной плотности и сырьевому составу.

Таблица 1 3

Образцы суровой ткани	Оптимальный состав сырья	Линейная плотность пряжи
Образец 042	65% Русар, 35% Кермель	25 текс х 2 (№ 40/2)
Образец 043	75% Хлопок, 25% Русар	29 текс х 2 (№ 34/2)
Образец 044	40% Нитокс, 40% Русар, 20% Кермель	29 текс х 2 (№34/2)

Выработка опытных партий суровых тканей проводилась в ткацком производстве ООО «Чайковский текстиль» на типовом отечественном технологическом оборудовании с использованием ткацких станков СТБ-2-180.

Технологическими исследованиями было установлено:

- разработанные проекты суровых тканей имеют хорошую воспроизводимость в промышленных условиях ткацкого производства, оснащённого типовым технологическим оборудованием;
- по структурным, физико-механическим показателям выработанные суровые ткани соответствуют исходным требованиям и заправочным расчётам.

Выработанная опытная партия суровых тканей из трёх различных по смесовому составу заправок была передана в отделочное производство ООО «Чайковский текстиль».

Были выработаны опытные партии готовых огне- и термозащитных тканей по разработанным технологическим режимам отделки суровых тканей из 100% огнестойких волокон и суровой смешанной ткани из хлопка (75%) и огнестойкого волокна Русар (25%).

Разработка оптимальных режимов заключительной отделки тканей, выработанных из 100% огнестойких волокон, проводилась в двух направлениях:

- разработка параметров мягкой отделки тканей (МО);
- получение на ткани комплекса перманентных огне-, термозащитных и масло-, водоотталкивающих свойств (ТО+МВО).

Ткань, содержащая 75% хлопкового волокна и 25% огнестойкого волокна Русар в соответствии с разработанными технологическими режимами, прошла технологические операции подготовки (отварка и мерсеризация), крашения и заключительной отделки с использованием отечественного препарата Фогинол. Использование данного препарата позволило устранить такой дефект как осыпаемость хлопковой составляющей ткани в процессе огнезащитной отделки.

Технико-экономический анализ проведён в соответствии с разработанными оптимальными технологическими режимами выработки опытно-промышленных огнезащитных тканей в условиях ООО «Чайковский текстиль» с учётом выбранного оптимального исходного состава сырья, фактических заправок на суровую ткань и оптимальных режимов заключительной отделки готовых тканей.

Были рассмотрены три варианта выработки огнезащитных тканей для выбранного направления производства текстильных материалов.

Схема предлагаемых для анализа вариантов производства огнезащитных тканей представлена в таблице 2.3.

Сравнительные технико-экономические показатели производства огнезащитных тканей определены расчётно-аналитическим методом на основе фактических технологических параметров производственного процесса: цепочки оборудования, планов прядения и ткачества и технологических проводок в отделочном производстве.

Балансы сырья, расход вспомогательных материалов, перечень профессий рабочих основного производства и другие параметры процесса определялись на основе нормативных данных, а также с учётом представленной калькуляции затрат и цены на ткань огнезащитную для защитной одежды специального назначения, разработанные на ООО «Чайковский текстиль» и принятые в качестве аналога при выполнении данной работы.

Сравнительный анализ затрат должен предусматривать сопоставимость параметров производственного процесса путём применения одинакового метода калькулирования продукции.

Таблица 2 3 – Схема вариантов производства огнезащитных тканей для проведения сравнительного анализа

I вариант	II вариант	III вариант
Для спецодежды сварщиков и металлургов		Для спецподразделений силовых структур
Проектируемая поверхностная плотность готовой ткани 340 г/м <sup>2</sup>	Проектируемая поверхностная плотность готовой ткани 300 г/м <sup>2</sup>	Проектируемая поверхностная плотность готовой ткани 250 г/м <sup>2</sup>
Выработка опытно-промышленной партии пряжи		
29 текс х 2 из смеси волокон: Русар – 40% Нитокс – 40% Кермель – 20%	29 текс х 2 из смеси волокон: Хлопок – 75% Русар – 25%	25 текс х 2 из смеси волокон: Русар – 65% Кермель – 35%
Выработка опытно-промышленных партий суровой ткани		
Образец 044/1 Переплетение: усиленный восьмиремизный атлас Фактическая поверхностная плотность суровой ткани 353 г/м <sup>2</sup>	Образец 043 Переплетение: саржа 3/1 неправильный четырёхремизный сатин Фактическая поверхностная плотность суровой ткани 293 г/м <sup>2</sup>	Образец 042 Переплетение: саржа 2/1 Фактическая поверхностная плотность суровой ткани 228 г/м <sup>2</sup>
Выработка опытных партий готовых огне- и термозащитных тканей		
Отделка МО (мягкая отделка) суровых тканей Отделка МВО (масло-, водоотталкивающая) отделка суровых тканей	Технология отварки, мерсеризации, крашение кубовыми красителями, огнестойкая отделка готовой ткани препаратом Фогинол	Отделка МО (мягкая отделка) суровых тканей Отделка МВО (масло-, водоотталкивающая) отделка суровых тканей

По экономической сущности затраты на производство и реализацию продукции подразделяются на расходы по экономическим элементам и калькуляционным статьям.

По классификации затрат по экономическим элементам невозможно определить расходы, непосредственно связанные с производством конкретного изделия, поэтому осуществляют группировку затрат по калькуляционным статьям.

Деление затрат по статьям себестоимости позволяет рассчитать затраты на единицу продукции или партию, составить калькуляцию.

По последовательности формирования различают себестоимость технологическую (операционную), цеховую, производственную и полную.

Технологическая себестоимость используется для экономической оценки вариантов новой техники и выбора наиболее эффективного, поскольку она включает затраты, имеющие непосредственное отношение к выполнению операций над определённым изделием. По этим затратам, в основном, определяется сравнительная экономическая эффективность капитальных вложений.

Цеховая себестоимость имеет более широкий спектр затрат: кроме технологической себестоимости включает затраты, связанные с организацией работы цеха и управления им.

Производственная себестоимость включает производственные затраты всех цехов, занятых изготовлением продукции, и расходы по общему управлению предприятием.

Полная себестоимость включает в себя производственную себестоимость и внепроизводственные (коммерческие) расходы.

Выделение таких видов себестоимости как индивидуальная и среднеотраслевая позволяют создать базу для определения отпускных цен (оптовых).

Индивидуальная себестоимость – это совокупность затрат отдельного предприятия на производство и реализацию продукции.

Среднеотраслевая себестоимость гарантирует затраты на производство данной продукции в среднем по отрасли.

Цена – это денежное выражение стоимости товара.

В практике различают несколько классификаций цен:

- по обслуживанию оборота;
- по территории действия;
- по времени действия;
- по степени свободы от воздействия государства при их определении;
- по распределению транспортных расходов.

По обслуживанию оборота различают оптовые цены предприятий, отпускные цены, розничные цены, закупочные цены, тарифы.

Оптовая цена предприятия включает полную себестоимость и прибыль.

Отпускная цена формируется на основе оптовой цены с учётом НДС и акциза (на подакцизные товары).

Розничная цена – это отпускная цена с учётом торговых надбавок (наценок), которые включают издержки торговых организаций, прибыль и налог на добавленную стоимость торговых услуг.

По территории действия выделяют цены единые (поясные) и региональные (зональные).

Единые цены устанавливаются и регламентируются федеральными органами (газ, электроэнергия).

Региональные цены регулируются местными органами самоуправления (коммунальные услуги, закупочные цены, тарифы на платные услуги населению).

Классификация цен по времени действия делит их на постоянные (относительно определённого отрезка времени), временные, сезонные, ступенчатые, «на срок». В настоящее время в отечественной экономике постоянных цен нет, т.к. наибольший период их действия определяется уровнем инфляции.

Временные цены устанавливают на период освоения новой продукции.

Сезонные цены используют в отраслях промышленности, перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию.

Ступенчатые цены связаны с этапами жизненного цикла товара, достигают предельно высоких значений в период роста и резкого подъёма спроса на новый, «пионерский» товар.

Цены «на срок» в настоящее время действуют как контрактные цены, при наличии контракта на реализацию какой-либо продукции. Заключение контракта на следующий срок предполагает их изменение. Разновидностью контрактных цен являются договорные цены.

Степень свободы цен от воздействия государства при их определении выделяет:

- свободные цены, которые складываются на рынке под влиянием спроса и предложения;
- регулируемые цены, которые также формируются в результате колебаний конъюнктуры рынка, но государство осуществляет либо их прямое ограничение, либо регламентацию рентабельности;
- фиксируемые цены устанавливаются федеральными органами управления на ограниченный круг товаров.

Классификация цен по распределению транспортных расходов называется системой франкирования. Сущность системы состоит в том, что расходы по перевозке продукции до места назначения, указанного во «франко» несёт поставщик продукции, а остальные – покупатель.

Из сказанного выше ясно, что цена товара выполняет различные функции и цели и выражает в денежной форме стоимость товара. При этом цена единицы продукции складывается на основе полной себестоимости сгруппированной по калькуляционным статьям и прибыли, которая регламентируется рентабельностью продукции.

При этом предприятие может закладывать в цену рентабельность, которую считает приемлемой для покрытия всех затрат и обеспечить желаемую прибыль. Если выйти на рынок с этой ценой невозможно, то следует прежде всего снизить свои затраты и предусматривать иную прибыль.

В основе анализа производственных затрат лежит их классификация по тому или иному признаку.

Наиболее важным признаком для целей анализа является деление затрат по элементам затрат, по статьям затрат, по способу отнесения затрат на себестоимость продукции.

По отношению к производственному процессу расходы могут быть основными и накладными, по отношению к себестоимости – прямые и косвенные.



В зависимости от объёма производства расходы могут быть условно-переменные (пропорциональные) и условно-постоянные (непропорциональные).

Для предприятия, работающего в условиях рыночной экономики, часто имеют место экономические ситуации, связанные с колебаниями загрузки производственных мощностей, что влечёт за собой изменение производства и продаж, а это в свою очередь, существенно влияет на себестоимость продукции, а следовательно, на финансовые результаты.

С этим связано деление затрат на постоянные и переменные.

Этому делению уделяется большое внимание в западной системе учёта, которая носит название «директ-костинг», в основе которой лежит исчисление сокращённой себестоимости продукции и определение маржинального дохода (предельного).

Метод исчисления сокращённой себестоимости продукции называется методом калькулирования себестоимости по величине покрытия, который предусматривает расчёт только переменных затрат на единицу продукции.

Сумма покрытия (или маржинальный доход, или прибыль брутто) показывает величину средств, которую должно зарабатывать предприятие, производя и реализуя свою продукцию, с тем, чтобы окупить постоянные затраты и получить прибыль.

Маржинальный метод бухгалтерского учёта формирует финансовые результаты предприятия путём определения:

- частичной себестоимости единицы продукции с учётом только переменных затрат;
- маржинальной прибыли (разница между ценой реализации и переменными затратами);
- прибыли по основной производственной деятельности (маржинальной прибыли умноженной на объём выпущенной продукции минус сумма постоянных затрат);
- прибыли от прочей деятельности;
- валовой прибыли или прибыли брутто;

- налога на прибыль;
- чистой прибыли или прибыли нетто.

Метод определения цены на базе сокращённых затрат предусматривает, что к переменным затратам добавляется рентабельность, которая покрывает все постоянные расходы и обеспечивает прибыль.

В последние годы этот метод получил достаточно широкое распространение на предприятиях, где внедрена система «директ-костинг» (при делении затрат на постоянные и переменные).

Применение метода сокращённой себестоимости для анализа эффективности производства основывается на сопоставлении рентабельности к прямым затратам по всей номенклатуре выпускаемой продукции на данном конкретном предприятии.

Настоящий технико-экономический анализ выработки трёх вариантов огнезащитных тканей для выбранного направления производства текстильных материалов был проведён по данным, представленной калькуляции затрат и цены на ткань огнезащитную для защитной одежды специального назначения, разработанных на ООО «Чайковский текстиль» с применением затратного метода ценообразования на основе полной себестоимости по статьям калькуляции в соответствии с учётной системой предприятия при приемлемой рентабельности продукции для покрытия всех затрат в размере 29% и обеспечения желаемой прибыли.

По аналогии с представленными данными были разработаны технико-экономические показатели выработки трёх вариантов опытно-промышленных партий огнезащитных тканей, которые по данным технологических исследований были признаны оптимальными по составу сырья, разработанным технологическим режимам и другим параметрам производственного процесса.

Данный технико-экономический анализ производства огнезащитных тканей проведён при исчислении себестоимости от «исходного сырья». Исчисление себестоимости готовой продукции «от сырья» означает, что в статью «сырьё» включается стоимость исходного сырья, определённого балансовым методом,

а далее исчисляется стоимость обработки, представляющая собой сумму затрат в прядильном, ткацком и отделочном производствах, исходя из потребности полуфабрикатов: пряжи и суровых тканей для производства единицы готовой ткани. При этом первоначально определяется потребность в суровье на единицу готовой ткани, затем потребность пряжи на потребленное количество суровья для изготовления единицы готовой ткани и затем потребность в волокне.

Исчисление себестоимости готовой продукции от «исходного сырья» позволяет выявить в единице готовой ткани действительную структуру затрат всех трёх производств: по прядению, ткачеству и отделке, в отличие от действующего метода, когда пряжа и суровые ткани передаются в отделочные производства по оптовым ценам.

## 2. Сравнительный технико-экономический анализ производства

### 2.1 Сравнительный анализ затрат в прядении

Сравнительный анализ затрат проведён на основе выработки трёх опытно-промышленных партий пряжи линейных плотностей 29 текс х 2 и 25 текс х 2 ткацкого назначения из оптимальных составов сырья и разработанной технологии выработки указанного ассортимента по хлопчатобумажной системе прядения с использованием, в основном, зарубежного оборудования различных фирм, установленного на ООО «Чайковский текстиль». Данное оборудование предназначено для переработки химических волокон или их смесей с хлопком.

Метод дозирования путём предварительного взвешивания компонентов смеси осуществлялся методом приготовления «постели» (ввиду отсутствия дозаторов и смесовых машин в поточной линии).

Такой метод дозирования путём предварительного взвешивания компонентов применялся для всех вариантов смесей.

Расчёт балансов использования сырья по рассматриваемым вариантам выработки пряжи определялся с учётом нормативных выходов отходов (таблицы 3-5 З).

Из представленных балансов разного сырьевого состава видно, что стоимость сырья в себестоимости единицы смесовой пряжи ткацкого назначения и выхода пряжи значительно различаются по рассматриваемым вариантам (таблица 6 3).

Таблица 6 3 – Сравнительная стоимость сырья по вариантам выработки пряжи ткацкого назначения

I вариант	II вариант	III вариант
Для спецодежды сварщиков и металлургов		Для спецподразделений силовых структур
Опытно-промышленная партия пряжи		
29 текс х 2 из смеси волокон: Русар – 40% Нитокс – 40% Кермель – 20%	29 текс х 2 из смеси волокон: Хлопок – 75% Русар – 25%	25 текс х 2 из смеси волокон: Русар – 65% Кермель – 35%
Показатели использования сырья		
Выход пряжи из смеси, %:		
86,39	88,19	90,03
Стоимость сырья в себестоимости пряжи, руб./кг		
2273,03	1159,11	3185,50

Как видно из таблицы 6 3 наименьшая стоимость сырья в себестоимости единицы смесовой пряжи (1159,11 руб./кг) получена при использовании смеси волокон: хлопка (75%) и огнестойкого волокна Русар (25%) за счёт более низкой оптовой цены на хлопок 5 типа I сорта (115 руб./кг) по сравнению с использованием значительно более дорогих химических волокон по рассматриваемым вариантам.

Таблица 3 3 - Баланс сырья для выработки 100 кг пряжи 29 Текс×2 из смеси волокон (Нитокс 40%, Русар 40%, Кермель 20%)

Поступило в производство					Получено из производства				
Элементы баланса	%	кг	Цена 1кг, руб.	Сумма, руб.	Элементы баланса	%	кг	Цена 1кг, руб.	Сумма, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Волокно Нитокс	38,83	44,95	600,00	26 970,00	Пряжа	86,39	100,00	2 273,03	227 302,75
Волокно Русар	38,83	44,95	3 820,00	171 709,00	Обраты:				
Волокно Кермель	19,40	22,45	1 275,00	28 623,75	Рвань настила	0,70	0,81	2 023,17	1 638,77
Всего волокон	97,06	112,35	2 023,17	227 302,75	Рвань ленты	1,54	1,78	20,23,17	3 601,24
Обраты:					Рвань ровницы	0,70	0,81	2 023,17	1 638,77
Рвань настила	0,70	0,81	2 023,17	1 638,77	Всего обратов	2,94	3,40	2 023,17	6 878,78
Рвань ленты	1,54	1,78	2 023,17	3 601,24	Возвратные отходы:				
Рвань ровницы	0,70	0,81	2 023,17	1 638,77	Мычка	2,52	2,92		
Всего обратов	2,94	3,40	2 023,17	6 878,78	Колечки	0,28	0,32		
					Орешек и пух трепальный	0,42	0,49		
					Очес кардный	1,68	1,94		
					Подметь чистая	0,21	0,24		
					Орешек и пух чесальный	0,70	0,81		
					Пух с чесальных палок и др.	0,10	0,12		
					Подметь загрязненная	0,06	0,07		
					Подметь грязная	0,08	0,09		
					Путанка	1,12	1,30		
					Всего возвратных отходов	7,17	8,30		
					Невозвратные отходы	3,50	4,05		
					Всего обратов и отходов	13,61	15,75		
Итого смеси	100,00	115,75	2 023,17	234 181,53	Итого смеси	100,00	115,75	2 023,17	234 181,53

Таблица 4 З - Баланс сырья для выработки 100 кг пряжи 29 Текс×2 из смеси волокон (Хлопок 75%, Русар 25%)

Поступило в производство					Получено из производства				
Элементы баланса	%	кг	Цена 1кг, руб.	Сумма, руб.	Элементы баланса	%	кг	Цена 1кг, руб.	Сумма, руб.
Волокно хлопок (5 тип 1 сорт)	73,62	83,48	115,00	9 600,20	Пряжа	88,19	100,00	1 159,11	115 910,80
Волокно Русар	24,54	27,83	3 820,00	106 310,60	Обраты:				
					Рвань настила	0,54	0,61	1 041,33	635,21
Всего волокон	98,16	111,31	1 041,33	115 910,80	Рвань ленты	0,91	1,03	1 041,33	1 072,57
Обраты:					Рвань ровницы	0,39	0,44	1 041,33	458,19
Рвань настила	0,54	0,61	1 041,33	635,21	Всего оборотов	1,84	2,08	1 041,33	2 165,97
Рвань ленты	0,91	1,03	1 041,33	1 072,57	Возвратные отходы:				
Рвань ровницы	0,39	0,44	1 041,33	458,19	Мычка	1,69	1,92		
Всего оборотов	1,84	2,08	1 041,33	2 165,97	Колечки	0,12	0,14		
					Орешек и пух трепальный	1,59	1,80		
					Очес кардный	1,69	1,92		
					Подметь чистая	0,15	0,17		
					Орешек и пух чесальный	0,80	0,91		
					Пух с чесальных палок и др.	0,13	0,15		
					Пух подвальный	0,23	0,26		
					Орешек и пух трепальный 2-го пропуска	0,81	0,92		
					Орешек и пух чесальный 2-го пропуска	0,19	0,21		
					Подметь загрязненная	0,12	0,13		
					Подметь грязная	0,05	0,06		
					Путанка	1,02	1,16		
					Всего возвратных отходов	8,59	9,75		
					Невозвратные отходы	1,38	1,56		
					Всего оборотов и отходов	11,81	13,39		
Итого смеси	100,00	113,39	1 041,33	118 076,77	Итого смеси	100,00	113,39	1 041,33	118 076,77

Таблица 5 3 - Баланс сырья для выработки 100 кг пряжи 25 Текс×2 из смеси волокон (Русар 65%, Кермель 35%)

Поступило в производство					Получено из производства				
Элементы баланса	%	кг	Цена 1кг, руб.	Сумма, руб.	Элементы баланса	%	кг	Цена 1кг, руб.	Сумма, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Волокно Русар	63,64	70,69	3 820,00	270 035,80	Пряжа	90,03	100,00	3 185,50	318 549,55
Волокно Кермель	34,26	38,05	1 275,00	48 513,75	Обраты:				
					Рвань настила	0,50	0,56	2 929,46	1 640,50
Всего волокон	97,90	108,74	2 929,46	318 549,55	Рвань ленты	1,10	1,22	2 929,46	3 573,94
Обраты:					Рвань ровницы	0,50	0,55	2 929,46	1 611,20
Рвань настила	0,50	0,56	2 929,46	1 640,50	Всего обратов	2,10	2,33	2 929,46	6 825,64
Рвань ленты	1,10	1,22	2 929,46	3 573,94	Возвратные отходы:				
Рвань ровницы	0,50	0,55	2 929,46	1 611,20	Мычка	1,80	2,00		
Всего обратов	2,10	2,33	2 929,46	6 825,64	Колечки	0,20	0,22		
					Орешек и пух трепальный	0,30	0,33		
					Очес кардный	1,20	1,33		
					Подметь чистая	0,15	0,17		
					Орешек и пух чесальный	0,50	0,55		
					Пух с чесальных палок и др.	0,07	0,08		
					Подметь загрязненная	0,04	0,04		
					Подметь грязная	0,06	0,07		
					Путанка	1,05	1,17		
					Всего возвратных отходов	5,37	5,96		
					Невозвратные отходы	2,50	2,78		
					Всего обратов и отходов	9,97	11,07		
Итого смеси	100,00	111,07	2 929,46	325 375,19	Итого смеси	100,00	111,07	2 929,46	325 375,19

Более высокая стоимость сырья (3185,50 руб./кг) получена при выработке двухкомпонентной смесовой пряжи при использовании в сырьевой смеси более дорогого волокна Русар (3820 руб./кг) с более высоким процентом его вложения в смесь по сравнению с другими рассматриваемыми вариантами (65% против 25% и 40%).

Разница в стоимости сырья при выработке пряжи из 100% огнестойких волокон в 2-2,7 раза превышает стоимость сырья при использовании смеси волокон с хлопком.

При переработке разных смесей состав оборудования был почти одинаков с некоторыми изменениями в составе (марок) машин и скоростными параметрами работы, которые были вызваны свойствами перерабатываемых волокон, а хлопковое волокно перед смешиванием с химическими волокнами перерабатывалось на отдельной цепочке машин, где осуществлялась его очистка и рыхление.

Конкретный состав машин и скоростные режимы работы оборудования для каждого состава смеси приведены в планах прядения (таблица 7 З).

Выработка трёх опытных партий пряжи ткацкого назначения (таблица 7 З) осуществлялась по одинаковым планам прядения из ровницы 667 текс (№ 1,5). Выработка трёхкомпонентной пряжи 29 текс х 2 (1 вариант) из смеси, включающей в свой состав волокно Нитокс проходила сложно, т.к. начиная с чёсальных машин и далее по всем переходам наблюдалось пушение волокна, особенно значительное на трёх переходах ленточных машин и ровничной машине, однако повышенная неровнота по сечению значительного повышения обрывности не вызывала из-за сравнительно высокой прочности пряжи, которую обеспечивало волокно Русар.

Вышесказанное определило использование определённых марок машин с более низким скоростным режимом, как на ленточных, так и на ровничных и прядильных переходах.



Таблица 7 3 - Планы прядения для выработки пряжи ткацкого назначения

Наименование оборудования	Выходящий продукт		Число сложений	Вытяжка	$\alpha_M/\alpha_T$	Крутка на 1м	Скорость		Теоретическая производительность, кг/ч	КПВ	Производительность с учетом КПВ, кг/ч
	кТекс, Текс	№					об/мин	м/мин			
1-й вариант: пряжа 29 Текс×2 из смеси волокон (Нитокс-40%, Русар-40%, Кермель-20%)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Поточная линия:											
Чесальные Card-2000	4,17	0,24	1	-	-	-	36,2	80	37,76	0,94	35,50
Ленточные машины:											
1-й переход 1547/2	4,17	0,24	6	6	-	-	-	250	62,50	0,87	54,38
2-й переход 1548/2	4,17	0,24	8	8	-	-	-	200	50,00	0,85	42,50
3-й переход 1548/2	4,17	0,24	8	8	-	-	-	200	50,00	0,85	42,50
Ровничные BF 90-3	667	1,5	1	6,25	9,2/29,2	35,6	800	23,5	0,897	0,81	0,727
Прядильные NSF-2	29	34,5	1	23	36,4/115	675	9 500	14,1	0,0245	0,97	0,0238
Мотальные MT-2M	29	34,5	1	-	-	-	-	650	1,13	0,76	0,86
Крутильные VTS-07/2	29×2	34,5/2	2	-	28,5/90	370	6 000	32,4	0,112	0,95	0,106
2-й вариант: пряжа 29 Текс×2 из смеси волокон (Хлопок-75%, Русар-25%)											
Поточная линия:											
Чесальные Card-2000	4,17	0,24	1	-	-	-	36,2	80	37,76	0,94	35,50
Ленточные машины:											
1-й переход 1547/2	4,17	0,24	6	6	-	-	-	250	62,50	0,87	54,38
2-й переход RSB-D-30	4,17	0,24	8	8	-	-	-	550	137,50	0,85	116,88
3-й переход RSB-D-30	4,17	0,24	8	8	-	-	-	550	137,50	0,85	116,88
Ровничные BF 90-3	667	1,5	1	6,25	9,2/29,2	35,6	1 400	39,3	1,57	0,81	1,272
Прядильные NSF-2	29	34,5	1	23	37,9/120	704	10 400	14,8	0,0257	0,97	0,0249
Мотальные MT-2M	29	34,5	1	-	-	-	-	650	1,13	0,76	0,86
Крутильные VTS-07/2	29×2	34,5/2	2	-	32/101	419	6 000	28,6	0,099	0,95	0,094

## Продолжение таблицы 7 3

<b>3-й вариант: пряжа 25 Текс×2 из смеси волокон (Русар-65%, Кермель-35%)</b>											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Поточная линия:											
Чесальные Card-2000	4,17	0,24	1	-	-	-	36,2	80	37,76	0,94	35,50
Ленточные машины:											
1-й переход 1547/2	4,17	0,24	6	6	-	-	-	250	62,50	0,87	54,38
2-й переход RSB-D-30	4,17	0,24	8	8	-	-	-	550	137,50	0,85	116,88
3-й переход RSB-D-30	4,17	0,24	8	8	-	-	-	550	137,50	0,85	116,88
Ровничные BF 90-3	667	1,5	1	6,25	7,9/25,1	30,7	1 000	32,6	1,306	0,81	1,058
Прядильные NSF-2	25	40	1	26,7	36,4/115	575	10 000	17,4	0,0206	0,97	0,0200
Мотальные МТ-2М	25	40	1	-	-	-	-	650	1,56	0,76	1,19
Крутильные VTS-07/2	25×2	40/2	2	-	27/85	380	6 000	31,6	0,0946	0,95	0,0899

Впервые переработка волокна Нитокс была осуществлена по хлопчатобумажной системе прядения. Это стало возможным благодаря выбору оптимального состава смеси. Использование термостойкого полиакрилонитрильного волокна Нитокс, обладающего высокой огнестойкостью, но и повышенной хрупкостью, в смеси с волокнами Русар и Кермель обеспечило прочность полуфабрикатам и пряжи, а также улучшило прядильную способность смеси.

До этого волокно Нитокс перерабатывалось только по аппаратной системе прядения шерсти, где механическое воздействие на волокно было минимальным.

Выработка двухкомпонентной смешанной пряжи 29 текс х 2 из смеси 75% хлопка 5 типа I сорта и волокна Русар проходила стабильно без осложнений по всем переходам при более высоких скоростных режимах работы оборудования по сравнению с выработкой трёхкомпонентной пряжи.

Для создания тканей для спецподразделений силовых структур с поверхностной плотностью не более 250 г/м<sup>2</sup> была выработана двухкомпонентная кручёная пряжа 25 текс х 2 из высокопрочного отечественного волокна Русар (65%) и волокна Кермель (35%) производства фирмы Родиа (Франция).

Смешивание компонентов проводилось методом «постели» с учётом нанесения эмульсии, как и в предыдущем варианте.

Перемотку пряжи на мотальном автомате Auto Coner 238 с электронной очисткой провести не удалось из-за высокой прочности пряжи, с которой не справлялись ножи, вырезающие пороки пряжи.

Параметры заправки машин поточной линии, включая чёсальную, были одинаковыми при переработке всех трёх смесей.

Крутка кручёной пряжи всех вариантов осуществлялась на крутильных машинах двойного кручения VTS 17/2 ф. Volkmann со следующими параметрами заправки (таблица 8 3).

Таблица 8 3 – Заправочные параметры крутильного оборудования

Состав смеси	Линейная плотность кручёной пряжи, текс	Коэффициент крутки, $\alpha_t$	Крутка, кр/м	Скорость выпуска, частота вращения веретён	
				об/мин	м/мин
40% Нитокс, 40% Русар, 20% Кермель	29 х 2	28,5	370	6000	32,4
75% Хлопок, 25% Русар	29 х 2	32	419	6000	28,6
65% Русар, 35% Кермель	25 х 2	27	380	6000	31,6

Процесс трощения осуществлялся в одно сложение непосредственно на крутильных машинах двойного кручения, куда поступали цилиндрические бобины с мотальных машин МТ-2М.

Применение разного технологического оборудования, скоростных режимов, а также выработка разных линейных плотностей пряжи по вариантам обусловило изменение потребного количества оборудования в заправке для производства единицы пряжи ткацкого назначения (таблица 9 3).

На основе машиноёмкости на единицу пряжи ткацкого назначения по рассматриваемым вариантам и с учётом принятых зон обслуживания или норм работы для рабочих основного производства определялась трудоёмкость производства пряжи.

Анализ трудоёмкости пряжи при принятых параметрах трудового процесса по цехам с учётом указания основных и вспомогательных рабочих основного производства представлен в таблице 10 3.

Таблица 9 3 - Расчет машиноёмкости производства 1 000 кг пряжи ткацкого назначения

Наименование оборудования	Производительность с учетом КПВ, кг/ч	Валовая выработка, кг/ч	Загон, %	Количество оборудования в работе	% простоя	Количество оборудования в заправке
1-й вариант: пряжа 29 Текс×2 из смеси волокон (Нитокс-40%, Русар-40%, Кермель-20%)						
1	2	3	4	5	6	7
Поточная линия:		1 141,66	114,166	3,80	5	4,00
Чесальные Card-2000	35,50	1 085,71	108,571	28,80	10	32,00
Ленточные машины:						
1-й переход 1547/2	54,38	1 072,37	107,237	19,72	3	20,33:2=10,16
2-й переход 1548/2	42,50	1 067,12	106,712	25,11	3	25,88:2=12,94
3-й переход 1548/2	42,50	1 061,88	106,188	24,98	3	25,76:2=12,88
Ровничные BF 90-3	0,727	1 054,44	105,444	1 450,00	4	1511:72=20,98
Прядильные NSF-2	0,0238	1 010,53	101,053	42 458,00	3,5	43998:480=91,66
Мотальные МТ-2М	0,86	1 009,26	100,926	1 174,00	4	1223:80=15,29
Крутильные VTS-07/2	0,106	1 000,00	100,000	9 434,00	4	9827:120=81,89
2-й вариант: пряжа 29 Текс×2 из смеси волокон (Хлопок-75%, Русар-25%)						
Поточная линия:		1 099,58	109,958	3,80	5	4,00
Чесальные Card-2000	35,50	1 052,94	105,294	28,80	10	32,00
Ленточные машины:						
1-й переход 1547/2	54,38	1 046,94	104,694	19,30	3	19,85:2=9,93
2-й переход RSB-D-30	116,88	1 044,05	104,405	8,95	3	9,21:1=9,21
3-й переход RSB-D-30	116,88	1 041,15	104,115	8,92	3	9,19:1=9,19
Ровничные BF 90-3	1,272	1 037,05	103,705	816,00	4	850:72=11,81
Прядильные NSF-2	0,0249	1 010,32	101,032	40 574,00	3,5	42047:480=87,60
Мотальные МТ-2М	0,86	1 009,07	100,907	1 173,00	4	1222:80=15,28
Крутильные VTS-07/2	0,094	1 000,00	100,000	10 638,00	4	11081:120=92,34
3-й вариант: пряжа 25 Текс×2 из смеси волокон (Русар-65%, Кермель-35%)						
Поточная линия:		1 100,30	110,030	3,80	5	4,00
Чесальные Card-2000	35,50	1 062,42	106,242	28,80	10	32,00

## Продолжение таблицы 9 3

Ленточные машины:	2	3	4	5	6	7
1-й переход 1547/2	54,38	1 053,49	105,349	19,37	3	9,97:2=9,98
2-й переход RSB-D-30	116,88	1 049,34	104,934	8,98	3	9,26:1=9,26
3-й переход RSB-D-30	116,88	1 046,30	104,630	8,95	3	9,23:1=9,23
Ровничные BF 90-3	1,058	1 040,81	104,081	984,00	4	1025:72=14,24
Прядильные NSF-2	0,02	1 010,00	101,000	50 500,00	3,5	52332:480=109,02
Мотальные МТ-2М	1,19	1 008,89	100,889	848,00	4	883:80=11,04
Крутильные VTS-07/2	0,0899	1 000,00	100,000	11 123,00	4	11587:120=96,56

Таблица 10 3 – Анализ трудоёмкости, чел.-ч/1000 кг пряжи

Профессия	1 вариант	2 вариант	3 вариант
1	2	3	4
Поточная линия кипа – резервный бункер			
Основные рабочие	-	3,00	-
Вспомогательные рабочие		0,33	
Всего	-	3,33	-
Поточная линия кипа – чесальная лента			
Основные рабочие	4,24	4,24	4,24
Вспомогательные рабочие	2,22	2,23	2,22
Всего	6,46	6,47	6,46
Ленточно-ровничный цех			
Основные рабочие	27,18	16,80	18,44
Вспомогательные рабочие	8,05	4,37	4,54
Всего	35,23	21,17	22,98
Прядильный цех			
Основные рабочие	33,06	31,60	35,44
Вспомогательные рабочие	9,13	8,81	10,47
Всего	42,19	40,41	45,91
Мотальный цех			
Основные рабочие	31,85	31,82	23,00
Вспомогательные рабочие	4,20	4,20	3,96
Всего	36,05	36,02	26,96
Крутильный цех			
Основные рабочие	84,23	94,98	99,32
Вспомогательные рабочие	14,36	15,55	16,04
Всего	98,59	110,53	115,36
Прядильное производство			
Основные рабочие, чел.-ч	180,56	182,44	180,44
%	82,63	83,71	82,90
Вспомогательные рабочие, чел.-ч	37,90	35,49	37,23
%	17,37	16,29	17,10
ИТОГО	218,52	217,93	217,67

Как видно из представленного анализа трудоёмкость производства пряжи по рассматриваемым вариантам примерно оказалась одинаковой, что приводит к примерно одинаковой заработной плате рабочих основного прядильного производства, от уровня которой будут зависеть общепроизводственные и общехозяйственные расходы на единицу продукции в соответствии с учётной политикой, принятой на ООО «Чайковский текстиль».

## 2.2 Сравнительный анализ затрат в ткачестве

Сравнительный анализ затрат в ткачестве проведён на основе разработки ассортимента и структур огне-, термозащитных тканей и выработки трёх опытно-промышленных партий суровых тканей выбранного ассортимента по разработанным технологическим режимам производства таких тканей, предназначенных для изготовления огне- и термозащитной специальной одежды.

Опытные партии суровых тканей были выработаны из кручёной пряжи в 2 сложения из двух и трёхкомпонентного состава сырья, принятого в качестве оптимального для выбранного направления производства текстильных материалов (таблица 2 3).

Технологические режимы выработки опытных партий суровых тканей были разработаны применительно к типовому отечественному технологическому оборудованию, установленному в ткацком производстве ООО «Чайковский текстиль».

Ниже представлена цепочка отечественного технологического оборудования по переходам ткацкого производства для выработки опытных партий суровых тканей:

- перематывание пряжи (начинков) в конусные бобины крестовой намотки на мотальной машине М-150-2;
- снование основных нитей на ленточной сновальной машине СЛ-180К2;
- узловязание основы на узловязальной передвижной машине УП-5 с комбинированным или цеповым прибором;
- проборка на основопроборном механизированном станке ПС;
- ткачество (выработка суровой ткани) на бесчелночном ткацком станке СТБ-2-180 с малогабаритными прокладчиками утка;
- разбраковка, учёт длины суровой ткани на агрегатно-поточной линии учёта и разбраковки ткани непрерывного действия с машинами БУ и МС.

Выработка опытных партий суровых тканей проводилась с учётом окончательных (отличных от проектных) фактических заправочных расчётов,



скорректированных с учётом результатов испытаний по трём рассматриваемым вариантам, представленным в таблицах 87, 88 и 89 основного тома диссертации.

Из указанных таблиц (таблицы 87, 88, 89) видна разница в показателях суровых тканей, величина которых определяет, в основном, уровень сравнительных технико-экономических показателей по рассматриваемым вариантам: расход пряжи на единицу суровой ткани, плотность ткани по утку, поверхностная плотность ткани и др. показатели.

Производство суровых тканей осуществлялось с учётом основных параметров технологического приготовительно-ткацкого и ткацкого оборудования, представленных в разработанных технологических режимах с учётом фактических заправок по вариантам.

#### Фактическая производительность ленточных сновальных машин СЛ-180-К2

В соответствии с технологическими режимами производства суровых термо- и огнестойких волокон снование основных нитей и формирование ткацкого навоя производится на ленточной сновальной машине СЛ-180-К2 (возможно использование машин и других марок).

Производительность ленточной сновальной машины СЛ-180-К2 определена с учётом проведения нормирования данного процесса.

Для расчёта производительности машины приняты следующие технологические параметры снования, указанные в технологических режимах (Приложение Д) и таблица 11 З.

Таблица 11 З – Параметры снования

Параметры	Значение параметров по вариантам заправок		
	044	043	042
Скорость снования, м/мин	400	400	400
Скорость перевивания, м/мин	50	50	50
Число лент в основе	38	30	27
Количество нитей фона	5096	4808	4302
Количество кромочных нитей	64	58	48
Число нитей в ленте	$5160/38=136$	$4866/40=162$	$4350/27=161$
Линейная плотность кручёной пряжи, текс	58	58	50

Средняя линейная скорость снования по данным, приведённым выше, составляет:

- I вариант (образец 044)  $V_c = 400 \times 50 \times 38/400 + 50 \times 38 = 330,4$  м/мин;
- II вариант (образец 043)  $V_c = 400 \times 50 \times 30/400 + 50 \times 30 = 315,8$  м/мин;
- III вариант (образец 042)  $V_c = 400 \times 50 \times 27/400 + 50 \times 27 = 308,6$  м/мин.

В зависимости от средней линейной скорости снования, производительность ленточной сновальной машины с учётом КПВ (По) будет равна (показатель КПВ принят условно):

- I вариант (образец 044):

$$Po = 60 \times 330,4 \times 136 \times 58 \times 10^{-6} = 156,4 \times 0,500 = 78,2 \text{ кг/час};$$

- II вариант (образец 043):

$$Po = 60 \times 315,8 \times 162 \times 58 \times 10^{-6} = 178,0 \times 0,500 = 89,0 \text{ кг/час};$$

- III вариант (образец 042):

$$Po = 60 \times 308,6 \times 161 \times 50 \times 10^{-6} = 149,1 \times 0,500 = 74,5 \text{ кг/час}.$$

#### Фактическая производительность мотальных машин М-150-2

Мотальные машины в основном технологическом процессе не участвуют, поскольку в ткацкое производство кручёная пряжа поступает на конических бобинах.

Мотальные машины в данном технологическом процессе необходимы для перематывания начинков после снования.

Фактическая производительность мотальных машин М-150-2 с учётом КПВ равна:

- I и II варианты (образцы (044 и 043):

$$Po = 60 \times 650/34,5 \times 1000 = 1,130 \times 0,76 = 0,859 \text{ кг/час};$$

- III вариант (образец 042):

$$Po = 60 \times 650/40 \times 1000 = 0,975 \times 0,76 = 0,741 \text{ кг/час}.$$

Перемотка начинков составляет 2% от потребности основной пряжи на единицу суровой ткани и равна (с учётом выходов полуфабрикатов) по вариантам:

- I вариант:  $3620 \text{ кг}/10000 \text{ м} \times 0,02 \times 0,9980 = 72,26 \text{ кг};$

- II вариант:  $3060 \text{ кг}/1000 \text{ м} \times 0,02 \times 0,9980 = 61,08 \text{ кг}$ ;
- III вариант:  $2280 \text{ кг}/1000 \text{ м} \times 0,02 \times 0,9980 = 45,52 \text{ кг}$ .

Для перематывания указанного выше количества пряжи (начинков) снования потребуется около одной мотальной машины М-150-2 при выработке 1 пог. м суровой ткани для каждого варианта.

Фактическая производительность ткацких станков  
СТБ-2-180 с учётом КПВ (По):

I вариант (образец 044):

$$Po = 6 \times 216,9/241 = 5,4 \text{ м/г} \times 0,825 = 4,46 \text{ м/г};$$

II вариант (образец 043):

$$Po = 6 \times 216/180 = 7,2 \text{ м/г} \times 0,825 = 5,94 \text{ м/г};$$

III вариант (образец 042):

$$Po = 6 \times 200/183 = 6,5 \text{ м/г} \times 0,825 = 5,36 \text{ м/г}$$

На основе принятой производительности технологического оборудования определена машиноёмкость производства 10000 пог. м суровой ткани по рассматриваемым вариантам (таблица 12 3).

Из таблицы 12 3 видно, что суммарное количество машин в заправке значительно различается по вариантам, в основном, из-за разного количества ткацких станков, работающих с разной фактической производительностью по рассматриваемым вариантам. Так, наибольшее количество ткацких станков на единицу суровой ткани требуется при заправке 044 из трёхкомпонентной пряжи, где основную долю (40%) составляет волокно Нитокс, из-за которого происходило значительное выделение пуха и станки работали с более низкой производительностью: 5,4 м/час вместо 6,5 м/час и 7,2 м/час в других вариантах (уровень указан по данным технологических исследований). Наименьшее количество ткацких станков потребовалось при производстве суровой смешанной ткани из хлопка (75%) и огнестойкого волокна Русар (25%) при производительности ткацких станков 7,2 м/час.

Таблица 12 3 - Расчет машиноёмкости производства 10 000 м ткани, машино-ч (станко-ч) в заправке

Марка машины	Производительность оборудования с учетом КПВ, кг/ч, м/ч	Коэффициент работающего оборудования	Количество полуфабрикатов, кг(м)	Машиноёмкость, машино-ч (станко-ч)
1-й вариант (044/1)				
СЛ - 180К2	78,20	0,95	3 619,28	48,72
УП - 5	157,40	0,95	2 889,92	19,33
ПС	62,12	0,95	722,48	12,24
СТБ - 2 -180	4,46	0,95	10 000,00	2 360,16
БУ	1 300,00	0,95	10 000,00	8,10
МС	1 800,00	0,95	10 000,00	5,85
М - 150 - 2 (начинки)	0,859	0,96	72,26	87,54
2-й вариант (043)				
СЛ - 180К2	89,00	0,95	3 059,34	36,18
УП - 5	157,40	0,95	2 442,86	16,34
ПС	62,12	0,95	610,71	10,35
СТБ - 2 -180	5,94	0,95	10 000,00	1 772,11
БУ	1 300,00	0,95	10 000,00	8,10
МС	1 800,00	0,95	10 000,00	5,85
М - 150 - 2 (начинки)	0,859	0,96	61,08	74,04
3-й вариант (042)				
СЛ - 180К2	74,50	0,95	2 279,54	32,21
УП - 5	157,40	0,95	1 820,54	12,18
ПС	62,12	0,95	455,13	7,71
СТБ - 2 -180	5,36	0,95	10 000,00	1 963,86
БУ	1 300,00	0,95	10 000,00	8,10
МС	1 800,00	0,95	10 000,00	5,85
М - 150 - 2 (начинки)	0,741	0,96	45,52	64,02

На основе машиноёмкости на единицу суровой ткани по рассматриваемым вариантам, уровням зон обслуживания или нормам работы для рабочих основного производства, принимаемых при проектировании аналогичных проектов, определялась трудоёмкость производства суровых тканей (таблица 13 З).

Таблица 13 З – Анализ трудоёмкости, чел.ч/10000 м ткани

Профессия	1 вариант (044)	2 вариант (043)	3 вариант (042)
Сновальный цех			
Основные рабочие	147,16	109,54	97,63
Вспомогательные рабочие	9,77	8,54	6,83
Всего	156,93	118,08	104,46
Проборный цех			
Основные рабочие	51,90	44,03	33,07
Вспомогательные рабочие	6,48	5,37	5,73
Всего	58,38	49,40	38,80
Ткацкий цех			
Основные рабочие	386,80	291,05	322,27
Вспомогательные рабочие	40,37	31,75	31,84
Всего	427,17	322,80	354,11
Контрольно-учётный цех			
Основные рабочие	24,45	24,45	24,45
Вспомогательные рабочие	6,13	6,13	6,13
Всего	30,58	30,58	30,58
Ткацкое производство			
Основные рабочие, чел.ч	610,31	469,07	477,42
%	90,70	90,10	90,40
Вспомогательные рабочие, чел.ч	62,75	51,79	50,53
%	9,30	9,90	9,60
Итого	673,06	520,86	527,95

Анализ данных таблицы 13 З показал, что затраты труда рабочих основного производства значительно отличаются по рассматриваемым вариантам.

Наибольшее количество рабочих требуется при выработке суровой ткани из трёхкомпонентной пряжи с волокном Нитокс. Разница в количестве рабочих составляет около 15 человек (~ 22%) по сравнению с другими вариантами.

Наименьшее количество рабочих требуется при выработке суровой ткани из смешанной пряжи с хлопком.

### 2.3 Сравнительный анализ затрат в отделке

Сравнительный анализ затрат проведён на основе выработки опытных партий готовых огне- и термозащитных тканей по разработанным технологическим режимам (Приложение Д).

Оптимальные технологические параметры, рецептуры и режимы отделки были разработаны для отделки суровых тканей из 100% огнестойких волокон и для смесовой ткани:

- ткань обр. 042- саржа 2/1 – из волокна Русар – 65%, Кермель – 35%;
- ткань обр. 044 – усиленный атлас – из волокна Нитокс – 40%, Русар – 40%, Кермель – 20%;
- смесовая ткань обр. 043 – саржа 3/1, которая наряду с огнестойкими волокном Русар – 25% содержит хлопковое волокно 5 типа I сорта – 75%.

С целью придания огнестойкости хлопковой составляющей ткани были разработаны оптимальные технологические параметры и режимы огнезащитной отделки (Приложение Д).

Схема обработки огнестойких тканей на ООО Текстильная компания «Чайковский текстиль» представлена на рисунке 62.

Разработка оптимальных режимов заключительной отделки тканей, выработанных из 100% огнестойких волокон, проводилась в двух направлениях:

- разработка параметров мягкой отделки тканей (МО);
- получение на ткани комплекса масло-, водоотталкивающих свойств (отделка МВО).

При этом мягкую отделку тканей (МО), для улучшения товарного вида тканей, рекомендовано проводить в суровом виде препаратом Анзал КС в концентрации 3-5 г/л.

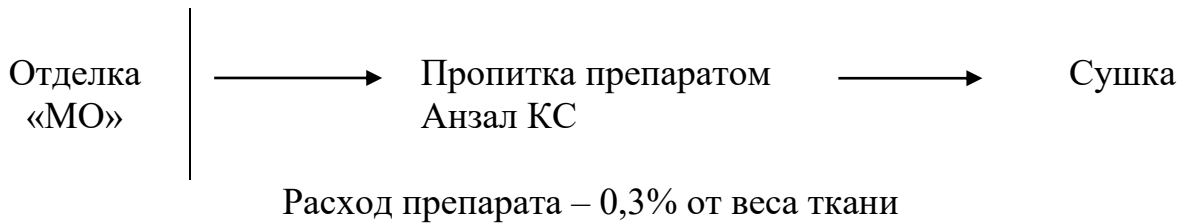
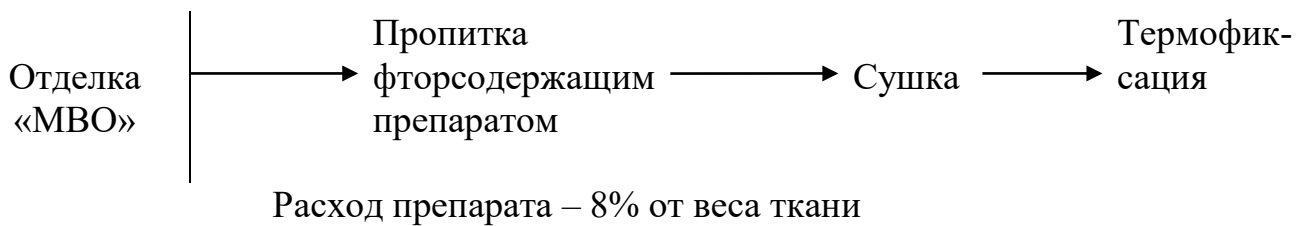
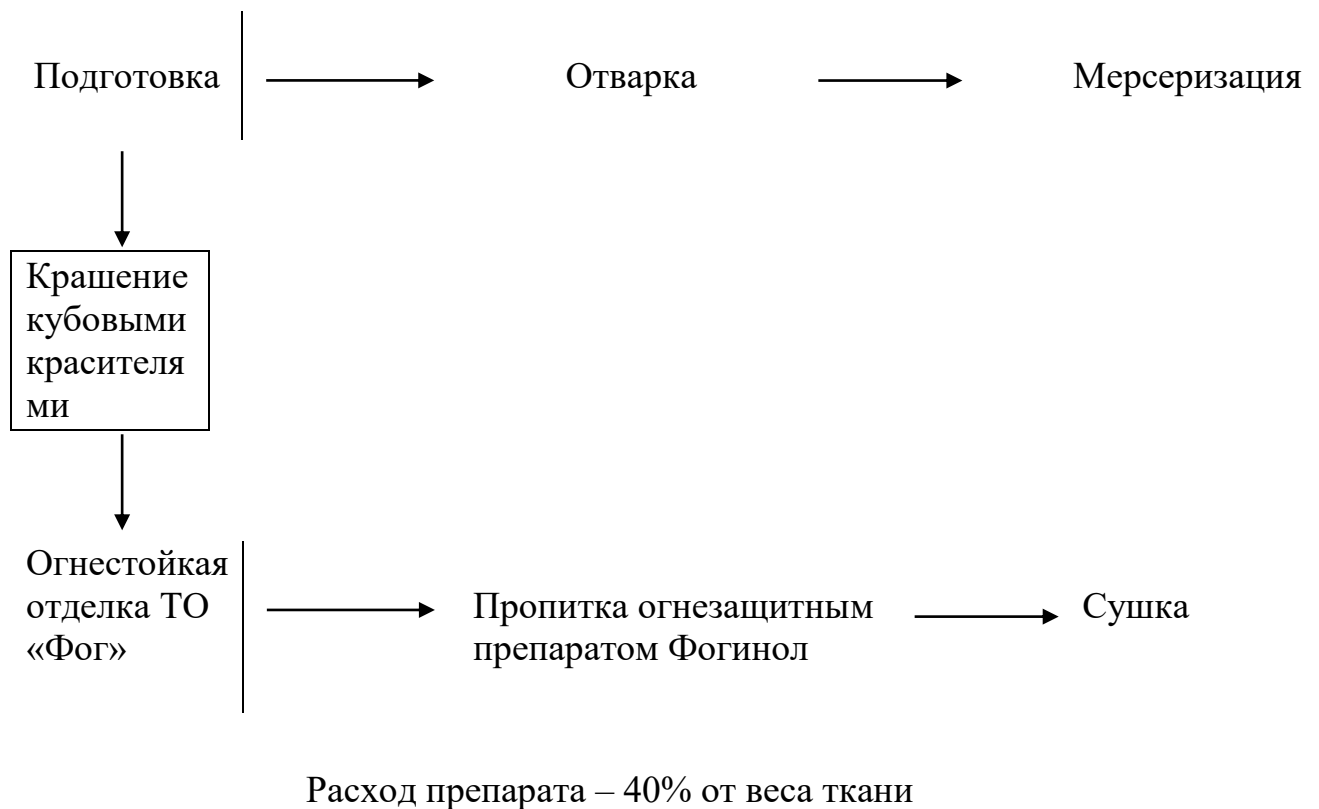
**Ткани обр. 042, обр. 044/1****1. Отделка «МО»****2. Отделка МВО****Ткань обр. 043**

Рисунок 62 – Схема обработки тканей

Отделку МВО, для придания тканям устойчивости к стиркам и химчисткам, рекомендовано проводить в суровом виде фторорганическим препаратом типа Фоборит Р в концентрации 80 г/л с термофиксацией при температуре не ниже 170<sup>0</sup>С в течение 1-1,5 минут.

Разработка оптимальных технологических параметров, рецептуры и режимов отделки смешанной ткани, состоящей из хлопка – 75% и огнестойкого волокна Русар – 25% проводилась по следующей схеме:

- с целью придания огнестойкости хлопковой составляющей ткани был разработан технологический режим, включающий операции отварки и мерсеризации суровой ткани;
- заключительная огнезащитная отделка смешанной ткани осуществлялась путём применения огнезащитного отечественного препарата Фогинол.

Технологические режимы выработки опытных партий готовых тканей разработаны с использованием цепочки оборудования, установленном на ООО «Чайковский текстиль».

Отделка «МО» и отделка «МВО» осуществлялись на сушильно-ширильном оборудовании типа линии фирмы «Вакаяма» (Япония) для тканей образца 044 (I вариант) и образца 042 (III вариант).

Для смесовой ткани образца 043 (II вариант) подготовка хлопковой составляющей ткани проходила операции:

- I. • отварки суровой ткани на линии типа фирмы «Кюстерс» (Германия);
  - сушки отваренной ткани на сушильно-ширильной линии типа фирмы «Элитекс» (Чехия);
  - стрижки или наждаковки с целью достижения гладкой поверхности ткани (удаление узелков, шишечек, непса);
  - мерсеризации на цепной машине типа фирмы «Вакаяма» (Япония);
  - сушки на сушильных барабанах;
  - накатки высушенной ткани на ролик.
- II. Крашение мерсеризованной ткани осуществлялось на линии крашения типа фирмы «Монфорс» (Германия);



- промывка в 9 коробках;
- сушка в воздушно-роликовой сушилке.

III. Огнезащитная отделка препаратом Фогинол проводилась на сушильно-ширильной машине типа фирмы «Вакаяма» (Япония);

- сушка и накатка ткани в ролик.

Расходы и стоимость вспомогательных материалов по рассматриваемым вариантам выработки опытно-промышленных партий готовых тканей представлены в таблицах 14 З – 16 З.

Из данных этих таблиц видно, что расходы вспомогательных материалов и затраты в рублях значительно различаются по рассматриваемым вариантам.

Таблица 14 З – Количество и стоимость вспомогательных материалов  
I вариант (образец 044)

Наименование	Расход кг/1000 м суровой ткани	Цена, руб. за 1 кг без НДС	Затраты, руб. на 1000 м
Отделка «МО» (мягкая отделка суровых тканей)			
Анзал КС	2,23	69,00	153,87
Итого на 1000 м суровой ткани			153,87
Выход готовой ткани из суровой			98,00%
Затраты на 1 м готовой ткани			0,16
Отделка «МВО» (масло-, водоотталкивающая отделка суровых тканей)			
Фторорганический препарат Фоборит Р	31,27	391,00	12226,57
Смачиватель Флюавет VD	0,78	166,00	129,48
Уксусная кислота	0,20	19,30	3,86
Итого на 1000 м суровой ткани			12359,91
Выход готовой ткани из суровой			98,00%
Затраты на 1 м готовой ткани			12,61

Таблица 15 З – Количество и стоимость вспомогательных материалов  
II вариант (образец 043)

Наименование	Расход кг/1000 м суровой ткани	Цена, руб. за 1 кг без НДС	Затраты, руб. на 1000 м
1	2	3	4
Огнезащитная отделка готовой ткани препаратом Фогинол			
<u>I. Подготовка суровой ткани</u>			
Едкий натр (100%)	37,27	20,10	749,13

## Продолжение таблицы 15 З

1	2	3	4
Смачиватель ЭМ-31	2,32	85,00	198,05
Восстановитель Гинтол	1,40	59,00	82,60
Комплексообразователь Фиолент	0,93	74,00	68,82
Едкий натр (100% мерсеризация)	27,95	20,10	561,80
<b>II. Крашение мерсеризованной ткани кубовыми красителями (рецепт №2)</b>			
Кубовый коричневый BR	6,71	398,93	2676,82
Цибанон (новазол) зелёный BF MD	3,14	633,00	1987,62
Цибанон (новазол) морской DB-01 MD	9,43	641,00	6044,63
Гидросульфит натрия	15,14	45,76	692,81
Глюкоза	0,76	41,53	31,56
Едкий натр (100%)	10,90	20,10	219,09
<b>III. Огнезащитная отделка готовой ткани препаратом Фогинол</b>			
Фогинол	186,35	99,00	18448,65
Итого на 1000 м готовой ткани			32033,27
Выход готовой ткани из суровой			98,00%
Затраты на 1 м готовой ткани			32,03

Таблица 16 З – Количество и стоимость вспомогательных материалов  
III вариант (образец 042)

Наименование	Расход кг/1000 м суровой ткани	Цена, руб. за 1 кг без НДС	Затраты, руб. на 1000 м
<b>Отделка «МО» (мягкая отделка суровых тканей)</b>			
Анзал КС	1,44	69,00	99,36
Итого на 1000 м суровой ткани			99,36
Выход готовой ткани из суровой			98,00%
Затраты на 1 м готовой ткани			0,10
<b>Отделка «МВО» (масло-, водоотталкивающая отделка суровых тканей)</b>			
Фторорганический препарат Фоборит Р	20,17	391,00	7886,47
Смачиватель Флюовет VD	0,50	166,00	83,00
Уксусная кислота	0,13	19,30	2,51
Итого на 1000 м суровой ткани			7971,98
Выход готовой ткани из суровой			98,00%
Затраты на 1 м готовой ткани			8,13

Наименьшие затраты получены при использовании мягкой отделки суровых тканей (отделка «МО») и масло-, водоотталкивающей отделки суровых тканей (отделка «МВО») в третьем варианте при выработке опытно-промышленной

партии готовой ткани. Затраты составили 0,10 руб./пог. м и 8,13 руб./пог. м соответственно (образец 042).

Наибольшие затраты – при огнезащитной отделке готовой ткани препаратом Фогинол с учётом затрат на подготовку суровой ткани (отварка, мерсеризация), на крашение кубовыми красителями мерсеризованной ткани и огнестойкую отделку готовой ткани препаратом Фогинол. Затраты составили при этом 32,03 руб./пог. м готовой ткани (образец 043).

#### 2.4 Сравнительные технико-экономические показатели производства готовых тканей

В данном разделе приведены сравнительные технико-экономические показатели производства трёх вариантов опытно-промышленных партий огнезащитных готовых тканей, которые по данным технологических исследований, были признаны оптимальными по составу «исходного сырья» и разработанным технологическим режимам производственного процесса.

В целях выявления действительной структуры и примерного уровня затрат, в отличие от действующего метода исчисления себестоимости, был применён метод исчисления себестоимости готовой ткани от «исходного сырья» (химических и хлопковых волокон) и стоимости обработки по прядению, ткачеству и отделке без внутреннего оборота (т.е. по себестоимости), исходя из потребности полуфабрикатов: пряжи и суровых тканей для производства единицы готовой ткани.

Был применён затратный метод ценообразования на основе выявления полной себестоимости по статьям калькуляции в соответствии с учётной политикой, действующей на ООО «Чайковский текстиль» при приемлемой рентабельности продукции в размере 29% для обеспечения желаемой прибыли.

При этом многие параметры процесса (особенно трудовые и стоимостные показатели) принимались, в основном, на уровне нормативных проектных данных.

Для определения сравнительной себестоимости готовой ткани по методу от «исходного сырья» денежные затраты определялись исходя из потребного количества полуфабрикатов по переходам (производствам) на единицу готовой ткани с учётом фактической поверхностной плотности готовой ткани.

В таблице 17 З приведены расчёты для исчисления себестоимости единицы готовой огнезащитной ткани по методу, действующему на предприятии ООО «Чайковский текстиль», при исчислении затрат на исходное сырьё (химических и хлопковых волокон) и затрат по статьям стоимости обработки по прядению, ткачеству и отделке без внутреннего оборота (по себестоимости).

В соответствии с учётной политикой, принятой на данном предприятии, в перечень прямых затрат (издержек) отнесены материальные затраты, расходы на оплату труда основных производственных рабочих с учётом страховых взносов, затраты на двигательную энергию, а в отделке, кроме того, на пар технологический, воду, газ.

Расходы на оплату труда ОПР определялись исходя из суммы затрат труда ( $\Sigma \text{Зт}$ , чел.-ч), принятых на уровне проектных показателей и среднемесячной заработной платы в расчёте на 1 час работы по данным других предприятий отрасли – 150 руб./час по прядению и 170 руб./час по ткачеству.

Расходы на двигательную энергию и тепло (пар технологический) приняты по тарифам, действовавшим на период 2011 г. (г. Москва) – 4,06 руб./кВт и 1090,60 руб./Гкал соответственно.

Остальные расходы, определяющие полную себестоимость единицы готовой огнезащитной ткани, принимались по фактическим данным предприятия (по представленному расчёту, принятому в качестве аналога) с учётом пересчёта на поверхностную плотность опытных тканей.

Сравнительная себестоимость и отпускные цены на готовую огнезащитную ткань (при исчислении себестоимости от «исходного сырья») по рассматриваемым вариантам выработки опытно-промышленных партий представлены в таблице 18 З.

Таблица 17 З – Затраты на «исходное сырьё» и расходы по статьям обработки на 1 пог. м готовой ткани

1	Показатели	Опытно-промышленные партии Образцы суровых тканей		
		044 I вариант	043 II вариант	042 III вариант
1	2	3	4	5
I	Затраты на «исходное сырьё»			
	Сырьевой состав, %			
	Нитокс	40,00	-	-
	Русар	40,00	25,00	65,00
	Кермель	20,00	-	35,00
	с/в хлопок	-	75,00	-
	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	353	293	228
	Расход пряжи на 1 пог. м суровья, г	569	475	367
	Выход пряжи из волокна, %	86,39	88,19	90,03
	Выход готовой ткани из суровья, %	98,00	98,00	98,00
	Расход волокна на 1 пог. м суровой ткани с учётом выхода пряжи из волокна, г	658,64	538,61	407,64
	Расход волокна на 1 пог. м готовой ткани с учётом усадки готовой ткани, г	672,08	549,60	415,96
	Стоимость сырья, руб./кг	2273,03	1159,11	3185,50
	Стоимость сырья в себестоимости готовой ткани, руб./пог. м	1527,66	637,05	1325,04
	II	Затраты на хим. материалы, руб./пог. м		
- отделка «МО» (мягкая отделка)		0,16	-	0,10
- отделка МВО (масло-, водоотталкивающая отделка)		12,61	-	8,13
	- отделка препаратом Фогинол	-	32,03	-
III	Затраты на оплату труда ОПР			
	Затраты в прядении на 1 кг пряжи ( $\sum Z_t \times 150$ руб./ч), руб./кг	27,08	27,37	27,07
	Затраты в прядении на 1 пог. м суровья (затраты на 1 кг x расход пряжи), руб. пог. м	15,41	13,00	9,93
	Затраты в ткачестве, руб. пог. м ( $\sum Z_t \times 170$ руб./ч)	10,37	7,97	8,12
	Затраты в отделке, руб./пог. м (пересчёт факт. данных на факт. поверхн. плотность опытных тканей)	2,30	1,91	1,48
	Всего	28,08	22,88	19,53
	Затраты по статье ФОТ ОПР на 1 пог. м готовой ткани с учётом выхода готовой ткани из суровой, руб./пог. м	28,65	23,35	19,93
	Страховые взносы (34,7%)	9,94	8,10	6,92
	Всего	38,59	31,45	26,85

## Продолжение таблицы 17 З

1	2	3	4	5
IV	Затраты на двигательную энергию, пар технологический, воду, газ Затраты в прядении: Эл. энергия на 1 кг пряжи, кВт-ч (норматив предприятия) Расход пряжи на 1 пог. м готовой ткани, г/пог. м (тариф - 4,06 руб./кВт-ч) Расход эл. энергии на 1 пог. м готовой ткани, кВт-ч Стоимость эл. энергии, руб./пог. М (тариф - 4,06 руб./кВт-ч) Затраты в ткачестве: Эл. энергия на 1 м суровой ткани (норматив предприятия) Расход эл. энергии на 1 пог. м готовой ткани, кВт-ч Стоимость эл. энергии, руб./пог. м (тариф - 4,06 руб./кВт-ч)	9,961 569x1,02= 580,38 5,78 23,47 0,540 0,540x1,02=0, 5508 2,24	9,961 475x1,02= 484,50 4,83 19,61 0,540 0,5508 2,24	9,961 367x1,02= 374,34 3,73 15,14 0,540 0,5508 2,24
	<u>Затраты в отделке:</u>	нормативы предпр-ия	принятые тарифы	затраты, руб.
	Нормы расхода и затраты на 1 пог. м готовой ткани: - эл. энергия - тепло (пар) - вода умягчённая - вода осветлённая - перекачка и очистка стоков - газ природный	0,50 кВт/ч x 0,006 гкал x 0,037 м <sup>3</sup> x 0,025 м <sup>3</sup> x 0,062 м <sup>3</sup> x 0,006 м <sup>3</sup> x	4,06 руб. = 2,04 руб. 1090,60 руб. = 6,54 руб. 13,75 руб. = 0,51 руб. 5,84 руб. = 0,15 руб. 11,64 руб. = 0,72 руб. 0,2282 руб. = 0,0014 руб.	
	Всего Итого, руб./пог. м готовой ткани: по прядению по ткачеству по отделке	23,47 2,24 9,96	19,61 2,24 9,96	15,14 2,24 9,96
V	Общепроизводственные расходы, руб./пог. м (коэффициент расходов К ФОТ ОПР – 1,54)	59,43	48,43	41,35
VI	Общехозяйственные расходы, руб./пог. м (коэффициент расходов К ФОТ ОПР – 1,0)	38,59	31,45	26,85
VII	Внепроизводственные расходы, руб./пог. м (пересчёт на факт. поверхностную плотность опытных тканей)	1,56	1,29	1,01
VIII	Расходы на упаковку, руб./пог. м (тоже с учётом пересчёта на поверхностную плотность)	0,17	0,14	0,11

Таблица 18 3 – Сравнительная себестоимость и отпускная цена на готовую огнезащитную ткань

Показатели	Опытно-промышленные партии				
	Пряжа 29 текс х 2			Пряжа 25 текс х 2	
	Образцы суровых тканей				
	044		043	042	
	Вид отделки тканей				
	МО	МВО	Фогинол	МО	МВО
Калькуляция себестоимости, руб./пог. м					
Сырьё и материалы:					
- сырьё	1527,66		637,05	1325,04	
- химические материалы, красители	0,16	12,61	32,03	0,10	8,13
Прямые издержки:					
- прядение	38,88		32,61	25,07	
- ткачество	12,61		10,21	10,36	
- отделка	12,26		11,87	11,44	
ИТОГО	63,75		54,69	46,87	
Общепроизводственные расходы	59,43		48,43	41,35	
Общехозяйственные расходы	38,59		31,45	26,85	
Обработка	161,77		134,57	115,07	
Внепроизводственные расходы	1,56		1,29	1,01	
Расходы на упаковку	0,17		0,14	0,11	
Полная себестоимость, руб./пог. м	1691,32	1703,77	805,08	1441,33	1449,36
Прибыль (при рентабельности 29%), руб./пог. м	490,48	494,09	233,47	417,99	420,31
Оптовая цена (без НДС), руб./пог. м	2181,80	2197,86	1038,55	1859,32	1869,67
Отпускная цена (НДС 18%). руб./пог. м	2574,52	2593,47	1225,49	2194,00	2206,21
Отпускная цена (НДС 18%), руб./м <sup>2</sup> (при ширине готовой ткани 1,55 м)	1660,48	1673,21	790,64	1415,48	1423,36

Как видно из таблицы 18 З, данные по себестоимости различаются по всем статьям по абсолютному значению показателей в рассматриваемых вариантах.

При этом значительная разница по абсолютному значению показателей приходится на материальные затраты (стоимость сырья), удельный вес которых в себестоимости единицы готовой ткани составляет 79,1% при использовании смесовой пряжи с хлопком и 89,7-91,9% при использовании 100% огнестойких волокон.

Отпускные цены при принятой рентабельности продукции 29% составляют:

- при использовании смесовой пряжи с хлопком – 1225,49 руб./пог. м или 790,64 руб./м<sup>2</sup> (при ширине готовой ткани 1,55 м);
- при использовании 100% огнестойких волокон диапазон цен – 2593,47 руб./пог. м или 1673,21 руб./м<sup>2</sup> (трёхкомпонентная пряжа, заправка 044, отделка «МВО») - 2194,00 руб./пог. м или 1415,48 руб./м<sup>2</sup> (двухкомпонентная пряжа, заправка 042, отделка «МО»).

Сравнительная себестоимость и отпускные цены на готовую огнезащитную ткань при использовании 100% огнезащитных волокон выше в 1,8-2,1 раза по сравнению с использованием смесовой пряжи с хлопком (двухкомпонентная пряжа, заправка 043, отделка препаратом Фогинол).

Таким образом:

1. Техничко-экономический анализ проведён на основе выработки трёх вариантов опытно-промышленных партий огнезащитных готовых тканей для выбранного направления текстильных материалов на предприятии ООО «Чайковский текстиль».
2. Установлено что основным источником, определяющим уровень технико-экономических показателей, является стоимость материальных затрат (стоимость сырья) в себестоимости единицы готовой ткани.



3. Стоимость сырья в себестоимости готовой ткани, которая определяется стоимостью исходного сырья (химических и хлопковых волокон) с учётом фактического расхода волокон на 1 пог. м готовой ткани, составила:
- при использовании смесовой пряжи с хлопком – 637,05 руб./пог. м;
  - при использовании двухкомпонентной пряжи из 100% химических волокон -  
1325,04 руб./пог. м;
  - при использовании трёхкомпонентной пряжи из 100% химических волокон -  
1527,66 руб./пог. м.
4. Стоимость сырья в себестоимости готовой ткани составляет:
- при использовании смесовой пряжи с хлопком – 79,1%;
  - при использовании 100% огнестойких волокон – 89,7-91,9%.
5. Стоимость вспомогательных материалов составила 0,10-32,03 руб./пог. м в зависимости от видов отделок:
- мягкая отделка «МО» и масло-, водоотталкивающая отделка «МВО» суровых тканей из 100% огнестойких волокон - 0,10-0,16 руб./пог. м и 8,13-12,6 руб./пог. м соответственно;
  - огнестойкая отделка при пропитке огнезащитным препаратом Фогинол - 32,03 руб./пог. м при использовании смесовой пряжи с хлопком.
- Данная стоимость вспомогательных материалов незначительно влияет на величину себестоимости и уровень цен на готовую огнезащитную ткань в сравнении с определяющим влиянием стоимости сырья (химических и хлопковых волокон).
6. Отпускные цены по данным затратам и принятой рентабельности продукции в размере 29% (уровень ООО «Чайковский текстиль») составили (при ширине готовой ткани 1,55 м):
- при использовании смесовой пряжи с хлопком - 790,64 руб./м<sup>2</sup>;
  - при использовании 100% огнестойких волокон диапазон цен от 1415,48 руб./м<sup>2</sup> при использовании двухкомпонентной пряжи и мягкой отделки

суровой ткани («МО») до 1673,21 руб./ м<sup>2</sup> при использовании трёхкомпонентной пряжи и масло-, водоотталкивающей отделки суровой ткани («МВО»).

7. Учитывая, что стоимость тканей, произведённых из 100% химических огнестойких волокон, выше стоимости тканей, произведённых из смеси натуральных и огнестойких химических волокон с огнезащитной пропиткой, у потребителя есть возможность из серии разработанных тканей осуществить выбор, учитывая фактор «цена-качество».

## ПРИЛОЖЕНИЕ И

Тестирование пакетов для моделей  
спецодежды различного назначения

- Протоколы испытаний пакетов для зимних моделей спецодежды ООО «НИИОТ в г. Иваново»
- Заключения ООО «НИИОТ в г. Иваново» о возможности применения зимних пакетов для изготовления специальной одежды
- Протоколы испытаний пакетов для летних моделей спецодежды ООО «НИИОТ в г. Иваново»
- Заключения ООО «НИИОТ в г. Иваново» о возможности применения летних пакетов для изготовления специальной одежды
- Протоколы испытаний ООО НПП «Армоком-Центр» по термоизолирующей способности пакетов материалов
- Заключения о результатах опытной эксплуатации костюмов для водителей бронетанковой военной техники
- Протокол ФГУ ВНИПО МЧС России

Протоколы испытаний  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»  
(пакеты для зимних моделей)

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ООО «НИИОТ В Г. ИВАНОВО»**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77  
Аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21 ЛТ 82 от 26.04.2011 г.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №9**  
**испытаний пакетов зимних с огнезащитной тканью образца 044/1**  
**от 20 сентября 2011 г. на 2 стр.**

В испытательном центре ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» (и согласно заявке № 1-09/335 от 18.08.2011 г.), были проведены испытания теплозащитных пакетов с использованием огнезащитной ткани образца 044/1 с пропиткой МВО и хлопчатобумажной ткани образца 100 ХлТО, предназначенных для зимней спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно заявке.

Испытания проводились по показателям:

1. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
2. Уровень защиты от теплового излучения, по ГОСТ 12.4.221-2002;
3. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление, по ГОСТ 20489-75;
4. Водоупорность, по ГОСТ 3816-81;
5. Воздухопроницаемость, по ГОСТ 12088-77.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица

№ образца	Наименование пакета	Стойкость к прожиганию, с	Уровень защиты от теплового излучения, балл	Уровень защиты от конвективной теплоты, балл	Суммарное тепловое сопротивление пакета, м <sup>2</sup> °С/Вт	Водоупорность, мм вод.ст.	Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> .с
1.	044/1 МВО давальческий	198,2	2	3	0,414	120	42,0
1а.	044/1 МВО шерстон	142,1	2	3	0,425	110	47,5
1б.	044/1 МВО холлофайберТЭК	112,7	2	4	0,482	110	51,0
2.	100 ХлТО + 044/1 МВО давальческий	280,1	2	3	0,418	190	17,8
2а.	100 ХлТО + 044/1 МВО шерстон	241,0	2	3	0,442	190	18,4
2б.	100 ХлТО + 044/1 МВО холлофайбер ТЭК	230,1	2	4	0,540	180	17,8
3.	044/1 МВО + 044/1 МВО давальческий	368,8	2	3	0,473	140	28,6
3а.	044/1 МВО + 044/1 МВО шерстон	358,3	2	4	0,516	140	27,8
3б.	044/1 МВО + 044/1 МВО холлофайберТЭК	282,9	2	4	0,505	140	30,6

Примечание: Испытания по определению уровня защиты от теплового излучения определялись при тепловом излучении  $5,0 \text{ кВт/м}^2$  в течение 780 секунд.

Руководитель испытательного центра  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»

Ответственный исполнитель



*Handwritten signature*

Гиричева Н.В.

*Handwritten signature*

Киселева Е.С.

*Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.  
Возможность частичной перепечатки протокола без разрешения ИЦ исключена.*

*Копия верка:*

*вед. спец-г по кадрам  
и делопроизводству*



*Тонкаенкова В.В.*

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ООО «НИИОТ В Г. ИВАНОВО»**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77  
Аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21 ЛТ 82 от 26.04.2011 г.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №10**  
**испытаний пакетов зимних с огнезащитной тканью образца 042**  
**от 20 сентября 2011 г. на 2 страницах**

В испытательном центре ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» (и согласно заявке № 1-09/335 от 18.08.2011 г.), были проведены испытания теплозащитных пакетов с использованием огнезащитной ткани образца 042 с пропиткой МВО и хлопчатобумажной ткани образца 100 ХлТО, предназначенных для зимней спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно заявке.

Испытания проводились по показателям:

1. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
2. Уровень защиты от теплового излучения, по ГОСТ 12.4.221-2002;
3. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление, по ГОСТ 20489-75;
4. Водоупорность, по ГОСТ 3816-81;
5. Воздухопроницаемость, по ГОСТ 12088-77.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица

№ образца	Наименование пакета	Стойкость к прожиганию, с	Уровень защиты от теплового излучения, балл	Уровень защиты от конвективной теплоты, балл	Суммарное тепловое сопротивление пакета, м <sup>2</sup> °С/Вт	Водоупорность, мм вод.ст.	Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> .с
4.	042 МВО давальческий	164,2	2	4	0,476	100	64,0
4а.	042 МВО шерстон	138,3	2	3	0,442	100	61,5
4б.	042 МВО холлофайберТЭК	88,6	2	4	0,491	100	71,5
5.	100 ХлТО + 042 МВО давальческий	273,6	2	4	0,457	190	20,4
5а.	100 ХлТО + 042 МВО шерстон	191,0	2	3	0,445	190	21,0
5б.	100 ХлТО + 042 МВО холлофайбер ТЭК	159,8	2	4	0,523	180	19,4
6.	042 МВО + 042 МВО давальческий	242,0	2	4	0,467	130	40,5
6а.	042 МВО + 042 МВО шерстон	248,9	2	4	0,493	120	42,0
6б.	042 МВО + 042 МВО холлофайберТЭК	168,7	2	3	0,444	120	43,5

Примечание: Испытания по определению уровня защиты от теплового излучения определялись при тепловом излучении  $5,0 \text{ кВт/м}^2$  в течение 780 секунд.

Руководитель испытательного центра  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»

Гиричева Н.В.

Ответственный исполнитель



Киселева Е.С.

*Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.  
Возможность частичной перепечатки протокола без разрешения ИЦ исключена.*

*Копия верна:*

*для спец-г по пожарам  
в Целларпроектводострой*



*Гонименко В.В.*



ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ООО «НИИОТ В Г. ИВАНОВО»**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77  
Аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21 ЛТ 82 от 26.04.2011 г.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №11**  
**испытаний пакетов зимних с огнезащитной тканью образца 043**  
**от 20 сентября 2011 г. на 2 страницах**

В испытательном центре ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» (и согласно заявке № 1-09/335 от 18.08.2011 г.), были проведены испытания теплозащитных пакетов с использованием огнезащитной ткани образца 043 с пропиткой ТО «ФОГ» и хлопчатобумажной ткани образца 100 ХлТО, предназначенных для зимней спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно заявке.

Испытания проводились по показателям:

1. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
2. Уровень защиты от теплового излучения, по ГОСТ 12.4.221-2002;
3. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление, по ГОСТ 20489-75;
4. Воздухопроницаемость, по ГОСТ 12088-77.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица

№ образца	Наименование пакета	Стойкость к прожиганию, с	Уровень защиты от теплового излучения, балл	Уровень защиты от конвективной теплоты, балл	Суммарное тепловое сопротивление пакета, м <sup>2</sup> °С/Вт	Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> .с
7.	043 ТО «ФОГ» давальческий	121,0	2	3	0,372	27,0
7а.	043 ТО «ФОГ» шерстон	80,6	2	3	0,423	31,0
7б.	043 ТО «ФОГ» холлофайбер ТЭК	73,3	2	4	0,478	29,0
8.	100 ХлТО + 043 ТО «ФОГ» давальческий	262,3	2	3	0,424	14,4
8а.	100 ХлТО + 043 ТО «ФОГ» шерстон	158,7	2	3	0,379	15,6
8б.	100 ХлТО + 043 ТО «ФОГ» холлофайбер ТЭК	137,8	2	4	0,463	15,6
9.	043 ТО «ФОГ» +043 ТО «ФОГ» давальческий	218,4	2	4	0,467	40,5
9а.	043 ТО «ФОГ» +043 ТО «ФОГ» шерстон	248,9	2	4	0,493	42,0
9б.	043 ТО «ФОГ» +043 ТО «ФОГ» холлофайберТЭК	168,7	2	3	0,444	43,5

Примечание: Испытания по определению уровня защиты от теплового излучения определялись при тепловом излучении  $5,0 \text{ кВт/м}^2$  в течение 780 секунд.

Руководитель испытательного центра  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»

Ответственный исполнитель



*Гричева*  
*Е.С.*

Гричева Н.В.

Киселева Е.С.

*Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.  
Возможность частичной перепечатки протокола без разрешения ИЦ исключена.*



*Копия верна:  
Вед. спец.-б по кадрам  
Ивановского филиала  
Грищенко В.В.*

Заключения  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»  
(пакеты для зимних моделей)

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ЛАБОРАТОРИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ №9 от 20 сентября 2011 г.**  
**о возможности применения пакетов зимних с огнезащитной тканью образца 044/1**  
**для изготовления специальной одежды**

В лаборатории СИЗ ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» были проведены испытания пакетов (под номерами 1, 1а, 1б, 2, 2а, 2б, 3, 3а, 3б) с использованием огнезащитных тканей образца 044/1 с пропиткой МВО, хлопчатобумажной ткани образца 100 Хл ТО и различных утепляющих прокладок. Пакеты предназначены для зимней спецодежды сварщиков и металлургов. Испытания проводились по номенклатуре показателей согласно заявке № 1-09/335 от 18.08.2011 г.

Испытания проводились по показателям:

1. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
2. Уровень защиты от теплового излучения, по ГОСТ 12.4.221-2002;
3. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление, по ГОСТ 20489-75;
4. Воздухопроницаемость, по ГОСТ 12088-77;
5. Водоупорность, по ГОСТ 3816-81.

Анализ результатов испытаний пакетов показал:

- 1) Пакеты имеют высокие показатели огнезащитных свойств. Стойкость к прожиганию пакетов с использованием одного слоя ткани обр. 044/1 МВО – от 112,7с до 198,2с; пакетов с использованием ткани обр. 044/1 МВО и 100ХлТО – от 230,1с до 280,1с; пакетов с использованием двух слоев ткани обр. 044/1 МВО – от 282,9с до 368,8с. При этом наиболее высокие результаты у давальческих пакетов № 1, 2, 3, с применением в качестве утепляющей прокладки термозащитного материала. Наименьшие результаты испытаний у пакетов с утепляющей прокладкой холлофайбер ТЭК.
- 2) Все пакеты имеют одинаковые средние показатели по защите от теплового излучения. Пакеты выдерживают тепловое излучение интенсивностью 5,0 кВт/м<sup>2</sup>, уровень защиты от теплового излучения составляет 2 балла (из 4 возможных). Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями пакетов № 1, 1а, 2, 2а с применением в качестве утепляющей прокладки термостойкого нетканого материала и шерстона – 3 балла (из 4 возможных); пакетов № 1б, 2б – 4 балла. Пакеты № 3, 3а, 3б имеют наиболее высокий показатель защиты от конвективной теплоты - 4 балла. Суммарное тепловое сопротивление пакетов составляет от 0,414 м<sup>2</sup>.°С/Вт до 0,540 м<sup>2</sup>.°С/Вт. Причем, наиболее высокие результаты у пакетов с применением холлофайбер ТЭК, наиболее низкие – у давальческих (с применением в качестве теплозащитного слоя термостойкого нетканого материала).
- 3) Воздухопроницаемость пакетов № 2, 2а, 2б, 3, 3а, 3б в норме и составляет от 17,8 до 30,6 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.с (норматив согласно ГОСТ Р 12.4.236-2007 – не более 40 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.с). Воздухопроницаемость пакетов № 1, 1а, 1б составляет 42,0-51,0 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.с, что не

соответствует норме. В этих пакетах необходимо применение ветрозащитной прокладки.

- 4) Все пакеты не имеют водоупорных и водоотталкивающих свойств. При проведении испытаний на водоупорность наблюдалась 100% смачиваемость поверхности наружного слоя пакетов, фильтрация пакетов. Показатели водоупорности пакетов №1, 1а, 1б (110-120 мм вод. столба), пакетов № 2, 2а, 2б (180-190 мм вод. столба), пакетов № 3, 3а, 3б (140 мм вод. столба) достигнуты за счет плотности ткани верха, второго слоя ткани и теплозащитного слоя. Нормативов показателя водоупорности пакетов не существует. Водоупорность пакетов определяется, как правило, водоупорностью ткани верха.

На основании проведенных испытаний, пакеты зимние с огнезащитной тканью образца 044/1 МВО и хлопчатобумажной тканью образца 100ХЛТО можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 5,0 кВт/м<sup>2</sup> включительно;
  - специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100°С;
  - специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
- пакеты № 3а (044/1 МВО + 044/1 МВО шерстон) и 3б (044/1 МВО + 044/1 МВО холлофайберТЭК) можно рекомендовать для изготовления специальной одежды, предназначенной для комплексной защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, конвективной теплоты и пониженных температур для I класса защиты согласно ГОСТ 12.4.236-2007 (для эксплуатации в I и II климатических поясах).

Заведующая лабораторией СИЗ  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»



Гричева Н.В.



Томас Верко;  
Вед. спец-т по кадрам  
и экономике  
Томасенкова В.В.

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ЛАБОРАТОРИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ №10 от 20 сентября 2011 г.**  
**о возможности применения пакетов зимних с огнезащитной тканью образца 042**  
**для изготовления специальной одежды**

В лаборатории СИЗ ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» были проведены испытания пакетов (под номерами 4, 4а, 4б, 5, 5а, 5б, 6, 6а, 6б) с использованием огнезащитных тканей образца 042 МВО, хлопчатобумажной ткани образца 100 Хл ТО и различных утепляющих прокладок. Пакеты предназначены для зимней спецодежды сварщиков и металлургов. Испытания проводились по номенклатуре показателей согласно заявке № 1-09/335 от 18.08.2011 г.

Испытания проводились по показателям:

1. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
2. Уровень защиты от теплового излучения, по ГОСТ 12.4.221-2002;
3. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление, по ГОСТ 20489-75;
4. Воздухопроницаемость, по ГОСТ 12088-77;
5. Водоупорность, по ГОСТ 3816-81.

Анализ результатов испытаний пакетов показал:

- 1) Пакеты имеют высокие показатели огнезащитных свойств. Стойкость к прожиганию пакетов с использованием одного слоя ткани обр. 042 МВО – от 88,6с до 164,2с; пакетов с использованием ткани обр. 042 МВО и 100ХлТО – от 159,8с до 273,6с; пакетов с использованием двух слоев ткани обр. 042 МВО – от 168,7с до 242,0с. При этом наиболее высокие результаты у давальческих пакетов № 4, 5, 6 с применением в качестве утепляющей прокладки термозащитного нетканого материала (соответственно: 164,2 с, 273,6 с, 242,0 с) и пакетов № 4а, 5а, 6а – с шерстоном (соответственно: 138,3 с, 159,8 с, 242,0 с). Наименьшие результаты испытаний у пакетов с утепляющей прокладкой холлофайбер ТЭК.
- 2) Все пакеты имеют одинаковые средние показатели по защите от теплового излучения. Пакеты выдерживают тепловое излучение интенсивностью 5,0 кВт/м<sup>2</sup>, уровень защиты от теплового излучения составляет 2 балла (из 4 возможных). Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями пакетов № 4, 4б, 5, 5б, 6, 6б с применением в качестве утепляющей прокладки термостойкого нетканого материала и холлофайбер ТЭК – 4 балла (из 4 возможных); пакетов № 4а, 5а, 6а – 3 балла. Суммарное тепловое сопротивление пакетов составляет от 0,442 м<sup>2</sup>.°С/Вт до 0,523 м<sup>2</sup>.°С/Вт.
- 3) Воздухопроницаемость пакетов № 5, 5а, 5б в норме и составляет от 19,4 до 21 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.с (норматив согласно ГОСТ Р 12.4.236-2007 – не более 40 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.с). Воздухопроницаемость пакетов № 4, 4а, 4б, 6, 6а, 6б составляет 40,5-71,5 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.с, что не соответствует норме. В этих пакетах необходимо применение ветрозащитной прокладки.

- 4) Все пакеты не имеют водоупорных и водоотталкивающих свойств. При проведении испытаний на водоупорность наблюдалась 100% смачиваемость поверхности наружного слоя пакетов, фильтрация пакетов. Показатели водоупорности пакетов № 4, 4а, 4б (100 мм вод. столба), пакетов № 5, 5а, 5б (180-190 мм вод. столба), пакетов № 6, 6а, 6б (120-130 мм вод. столба) достигнуты за счет плотности ткани верха, второго слоя ткани и теплозащитного слоя.

Нормативов показателя водоупорности пакетов не существует. Водоупорность пакетов определяется, как правило, водоупорностью ткани верха.

На основании проведенных испытаний, пакеты зимние с огнезащитной тканью образца 042 МВО и хлопчатобумажной тканью образца 100ХлТО можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 5,0 кВт/м<sup>2</sup> включительно;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100°С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
- пакет № 56 (100 ХлТО + 042 МВО холлофайбер ТЭК) можно рекомендовать для изготовления специальной одежды, предназначенной для комплексной защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, конвективной теплоты и пониженных температур для 1 класса защиты согласно ГОСТ 12.4.236-2007 (для эксплуатации в I и II климатических поясах).

Заведующая лабораторией СИЗ  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»



*Гиричева*

Гиричева Н.В.



*Тонина Верно:  
вед. спец-т по кадрам  
и охране здоровья*

*Тонина Верно В.В.*

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ЛАБОРАТОРИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ №11 от 20 сентября 2011 г.**  
**о возможности применения пакетов зимних с огнезащитной тканью образца 043**  
**для изготовления специальной одежды**

В лаборатории СИЗ ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» были проведены испытания пакетов (под номерами 7, 7а, 7б, 8, 8а, 8б, 9, 9а, 9б) с использованием огнезащитных тканей образца 043 ТО «ФОГ», хлопчатобумажной ткани образца 100 Хл ТО и различных утепляющих прокладок. Пакеты предназначены для зимней спецодежды сварщиков и металлургов. Испытания проводились по номенклатуре показателей согласно заявке № 1-09/335 от 18.08.2011 г.

Испытания проводились по показателям:

1. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
2. Уровень защиты от теплового излучения, по ГОСТ 12.4.221-2002;
3. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление, по ГОСТ 20489-75;
4. Воздухопроницаемость, по ГОСТ 12088-77.

Анализ результатов испытаний пакетов показал:

- 1) Пакеты имеют высокие показатели огнезащитных свойств. Стойкость к прожиганию пакетов с использованием одного слоя ткани обр. 043 ТО «ФОГ» – от 73,36с до 121,0с; пакетов с использованием ткани обр. 043 ТО «ФОГ» и 100ХлТО – от 137,0с до 262,0с; пакетов с использованием двух слоев ткани обр. 043 ТО «ФОГ» – от 129,4с до 218,4с. При этом наиболее высокие результаты у давальческих пакетов № 7, 8, 9 с применением в качестве утепляющей прокладки термозащитного нетканого материала (соответственно: 121,0 с, 262,3 с, 218,4 с) и пакетов № 7а, 8а, 9а – с шерстоном (соответственно: 80,6 с, 158,7 с, 137,8 с). Наименьшие результаты испытаний у пакетов с утепляющей прокладкой холлофайбер ТЭК.
- 2) Все пакеты имеют одинаковые средние показатели по защите от теплового излучения. Пакеты выдерживают тепловое излучение интенсивностью 5,0 кВт/м<sup>2</sup>, уровень защиты от теплового излучения составляет 2 балла (из 4 возможных). Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями пакетов № 7, 7а, 8, 8а с применением в качестве утепляющей прокладки термостойкого нетканого материала и шерстона – 3 балла (из 4 возможных); пакетов № 7б, 8б, 9, 9а – 4 балла, пакета № 9б – 3 балла. Суммарное тепловое сопротивление пакетов составляет от 0,372 м<sup>2</sup>°С/Вт до 0,479 м<sup>2</sup>°С/Вт.
- 3) Воздухопроницаемость пакетов № 7, 7а, 7б, 8, 8а, 8б в норме и составляет от 14,4 до 31,0 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.с (норматив согласно ГОСТ Р 12.4.236-2007 – не более 40 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.с). Воздухопроницаемость пакетов № 9, 9а, 9б составляет 40,5-43,5 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.с, что не соответствует норме. В этих пакетах необходимо применение ветрозащитной прокладки.



На основании проведенных испытаний, пакеты зимние с огнезащитной тканью образца 043 ТО «ФОГ» и хлопчатобумажной тканью образца 100ХлТО можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 5,0 кВт/м<sup>2</sup> включительно;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100°С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины;
- специальной одежды, предназначенной для комплексной защиты от теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла, конвективной теплоты.

Заведующая лабораторией СИЗ  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»



*Гиричева*

Гиричева Н.В.



*Копия верна:*

*Вер. спец-т по кадрам  
и документам в воде обш*

*Тонсенкова В.В.*

Протоколы испытаний  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»  
(пакеты для летних моделей)

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ООО «НИИОТ В Г. ИВАНОВО»**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77  
Аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21 ЛТ 82 от 26.04.2011 г.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №5**  
**испытаний пакетов с огнезащитной тканью образца 044/1**  
**от 15 августа 2011 г. на 1 странице**

В испытательном центре ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» (и согласно заявке № 1-09/309 от 25.07.2011 г.), были проведены испытания пакетов с использованием огнезащитных тканей образца 044/1 с пропитками МО и МВО и хлопчатобумажной ткани образца 100 Хл ТО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно заявке.

Испытания проводились по показателям:

1. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
2. Уровень защиты от теплового излучения, по ГОСТ 12.4.221-2002;
3. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление, по ГОСТ 20489-75;
4. Водоупорность, по ГОСТ 3816-81.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица

№ образца	Наименование пакета	Стойкость к прожиганию, с	Уровень защиты от теплового излучения, балл	Уровень защиты от конвективной теплоты, балл	Суммарное тепловое сопротивление пакета, м <sup>2</sup> °С/Вт	Водоупорность, мм вод.ст.
5	044/1 МО + 100 Хл ТО	228,3	1	1	0,226	-
6	044/1 МО + 044/1 МО	256,3	1	2	0,253	-
7	044/1 МВО	-	-	-	-	60,0
8	044/1 МВО + 100 Хл ТО	247,2	1	1	0,231	110,0
9	044/1 МВО + 044/1 МВО	273,2	1	2	0,259	100,0

Руководитель испытательного центра  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»

Ответственный исполнитель



Гричева Н.В.

Киселева Е.С.

*Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.  
Возможность частичной перепечатки протокола без разрешения ИЦ исключена.*



*Зав. конструкторской  
службы Т.В.*

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ООО «НИИОТ В Г. ИВАНОВО»**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77  
Аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21 ЛТ 82 от 26.04.2011 г.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №6**  
**испытаний пакетов с огнезащитной тканью образца 044/2**  
**от 15 августа 2011 г. на 1 странице**

В испытательном центре ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» (и согласно заявке № 1-09/309 от 25.07.2011 г.), были проведены испытания пакетов с использованием огнезащитных тканей образца 044/2 с пропитками МО и хлопчатобумажной ткани образца 100 Хл ТО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно заявке.

Испытания проводились по показателям:

1. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
2. Уровень защиты от теплового излучения, по ГОСТ 12.4.221-2002;
3. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление, по ГОСТ 20489-75.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица

№ образца	Наименование пакета	Стойкость к прожиганию, с	Уровень защиты от теплового излучения, балл	Уровень защиты от конвективной теплоты, балл	Суммарное тепловое сопротивление пакета, м <sup>2</sup> °С/Вт
2	044/2 МО + 100 Хл ТО	207,9	1	1	0,236
3	044/2 МО + 044/2 МО	277,2	1	2	0,258

Руководитель испытательного центра  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»

Ответственный исполнитель



*Гиричева Н.В.*  
*Киселева Е.С.*

Гиричева Н.В.

Киселева Е.С.

*Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.*  
*Возможность частичной перепечатки протокола без разрешения ИЦ исключена.*



*Киселева Е.С.*  
*Киселева Е.С.*

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ООО «НИИОТ В Г. ИВАНОВО»**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77  
Аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21 ЛТ 82 от 26.04.2011 г.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №7**  
**испытаний пакетов с огнезащитной тканью образца 042**  
**от 15 августа 2011 г. на 1 странице**

В испытательном центре ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» (и согласно заявке № 1-09/309 от 25.07.2011 г.), были проведены испытания пакетов с использованием огнезащитных тканей образца 042 с пропитками МО и МВО и хлопчатобумажной ткани образца 100 Хл ТО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно заявке.

Испытания проводились по показателям:

1. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
2. Уровень защиты от теплового излучения, по ГОСТ 12.4.221-2002;
3. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление, по ГОСТ 20489-75;
4. Водоупорность, по ГОСТ 3816-81.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица

№ образца	Наименование пакета	Стойкость к прожиганию, с	Уровень защиты от теплового излучения, балл	Уровень защиты от конвективной теплоты, балл	Суммарное тепловое сопротивление пакета, м <sup>2</sup> °С/Вт	Водоупорность, мм вод.ст.
11	042 МО + 100 Хл ТО	138,7	1	1	0,223	-
12	042 МО + 042 МО	174,8	1	1	0,238	-
13	042 МВО	-	-	-	-	75,0
14	042 МВО + 100 Хл ТО	132,3	1	1	0,215	115,0
15	042 МВО + 042 МВО	140,3	1	1	0,236	90,0

Руководитель испытательного центра  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»

Ответственный исполнитель



*Гричева Н.В.*  
*Киселева Е.С.*

Гричева Н.В.

Киселева Е.С.

*Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.*  
*Возможность частичной перепечатки протокола без разрешения ИЦ исключена.*



*Зав. кафедрой*  
*Киселева Е.С.*

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ООО «НИИОТ В Г. ИВАНОВО»**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77  
Аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21 ЛТ 82 от 26.04.2011 г.

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №8**  
**испытаний пакетов с огнезащитной тканью образца 043**  
**от 15 августа 2011 г. на 1 странице**

В испытательном центре ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» (и согласно заявке № 1-09/309 от 25.07.2011 г.), были проведены испытания пакетов с использованием огнезащитных тканей образца 043 с пропитками ТО «ФОГ» и хлопчатобумажной ткани образца 100 Хл ТО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно заявке.

Испытания проводились по показателям:

1. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
2. Уровень защиты от теплового излучения, по ГОСТ 12.4.221-2002;
3. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление, по ГОСТ 20489-75.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица

№ образца	Наименование пакета	Стойкость к прожиганию, с	Уровень защиты от теплового излучения, балл	Уровень защиты от конвективной теплоты, балл	Суммарное тепловое сопротивление пакета, м <sup>2</sup> °С/Вт
17	043 ТО «ФОГ» + 100 Хл ТО	83,0	1	1	0,231
18	043 ТО «ФОГ» + 043 ТО «ФОГ»	80,2	1	2	0,278

Руководитель испытательного центра  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»

Ответственный исполнитель



*Handwritten signature of N.V. Girichina*

Гиричева Н.В.

*Handwritten signature of E.S. Kisileva*

Киселева Е.С.

*Протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.  
Возможность частичной перепечатки протокола без разрешения ИЦ исключена.*



*Handwritten signature: Киселева Е.С.*

Заключения  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»  
(пакеты для летних моделей)

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ЛАБОРАТОРИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ №5 от 15 августа 2011 г.**  
**о возможности применения пакетов с огнезащитной тканью образца 044/1**  
**для изготовления специальной одежды**

В лаборатории СИЗ ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» были проведены испытания пакетов (под номерами 5-9) с использованием огнезащитных тканей образца 044/1 с пропитками МО и МВО и хлопчатобумажной ткани образца 100 Хл ТО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно заявке № 1-09/309 от 25.07.2011 г..

Испытания проводились по показателям:

1. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
2. Уровень защиты от теплового излучения, по ГОСТ 12.4.221-2002;
3. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление, по ГОСТ 20489-75;
4. Водоупорность, по ГОСТ 3816-81.

Анализ результатов испытаний пакетов показал:

- 1) Пакеты имеют высокие показатели огнезащитных свойств. Стойкость к прожиганию высокая и составляет от 228,3 до 273,2 секунд. При этом наиболее высокие результаты у пакетов №6 и №9, состоящих из двух слоев тканей 044/1 МО и 044/1 МВО.
- 2) Пакеты имеют средние показатели по защите от теплового излучения и конвективной теплоты. Пакеты выдерживают тепловое излучение интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, уровень защиты от теплового излучения составляет 1 балл (из 4 возможных).  
Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями для пакетов №6 и №9 (состоящих из двух слоев ткани 044/1 МО и 044/1 МВО) – 2 балла (из 4 возможных). Для пакетов №5 и №8 (ткань 044/1 МО и 044/1 МВО в сочетании с хлопчатобумажной тканью 100 Хл ТО) – 1 балл.
- 3) Ткань и пакеты не имеют водоупорных и водоотталкивающих свойств. При проведении испытаний на водоупорность наблюдалась 100% смачиваемость поверхности. Показатель водоупорности 60 мм вод.ст. у ткани 044/1 МВО (образец №7) достигался за счет плотности ткани. Показатели водоупорности 110 и 100 мм вод.ст. у пакетов №8 и №9 достигались за счет второго слоя и плотности ткани.  
Существующие минимальные нормативы водоупорности следующие:  
- по ГОСТ 15530-93 «Парусины и двунитки. Общие технические условия» - 100 мм вод.ст.;  
- по ГОСТ 11209-85 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Технические условия» - 180 мм вод.ст.

Нормативов для определения водоупорности пакетов не существует, но они должны быть не ниже нормативов на ткани.



На основании проведенных испытаний, пакеты с огнезащитной тканью образца 044/1 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> включительно (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87);
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100 °С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины.

Заведующий лабораторией СИЗ  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»



*Гиричева*

Гиричева Н.В.



*Хочу вернуть:  
качество работы  
Гиричева Н.В.*

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ЛАБОРАТОРИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ №6 от 15 августа 2011 г.**  
**о возможности применения пакетов с огнезащитной тканью образца 044/2**  
**для изготовления специальной одежды**

В лаборатории СИЗ ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» были проведены испытания пакетов (под номерами 2,3) с использованием огнезащитной ткани образца 044/2 с пропиткой МО и хлопчатобумажной ткани образца 100 Хл ТО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно заявке № 1-09/309 от 25.07.2011 г.

Испытания проводились по показателям:

1. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
2. Уровень защиты от теплового излучения, по ГОСТ 12.4.221-2002;
3. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление, по ГОСТ 20489-75.

Анализ результатов испытаний пакетов показал:

- 1) Пакеты имеют высокие показатели огнезащитных свойств. Стойкость к прожиганию высокая и составляет у пакета №2 – 207,9 у пакета №3 – 277,2 секунд. При этом наиболее высокий результат у пакета №3, состоящего из двух слоев ткани 044/2 МО.
- 2) Пакеты имеют средние показатели по защите от теплового излучения и конвективной теплоты. Пакеты выдерживают тепловое излучение интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, уровень защиты от теплового излучения составляет 1 балл (из 4 возможных).  
Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями у пакета №3 (состоящих из двух слоев ткани 044/2 МО) – 2 балла (из 4 возможных), у пакета №2 (ткань 044/2 МО в сочетании с хлопчатобумажной тканью 100 Хл ТО) – 1 балл.

На основании проведенных испытаний, пакеты с огнезащитной тканью образца 044/2 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> включительно (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87);
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100 °С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины.

Заведующий лабораторией СИЗ  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»



Гиричева Н.В.

*Зав. лабораторией СИЗ  
Гиричева Н.В.*

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ЛАБОРАТОРИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ №7 от 15 августа 2011 г.**  
**о возможности применения пакетов с огнезащитной тканью образца 042**  
**для изготовления специальной одежды**

В лаборатории СИЗ ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» были проведены испытания пакетов (под номерами 11-15) с использованием огнезащитных тканей образца 042 с пропитками МО и МВО и хлопчатобумажной ткани образца 100 Хл ТО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно заявке № 1-09/309 от 25.07.2011 г..

Испытания проводились по показателям:

1. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
2. Уровень защиты от теплового излучения, по ГОСТ 12.4.221-2002;
3. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление, по ГОСТ 20489-75;
4. Водоупорность, по ГОСТ 3816-81.

Анализ результатов испытаний пакетов показал:

- 1) Пакеты имеют высокие показатели огнезащитных свойств. Стойкость к прожиганию высокая и составляет от 132,3 до 174,8 секунд. При этом наиболее высокий результат у пакета №12, состоящего из двух слоев ткани 042 МО.
- 2) Пакеты имеют низкие показатели по защите от теплового излучения и конвективной теплоты. Пакеты выдерживают тепловое излучение интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, уровень защиты от теплового излучения составляет 1 балл (из 4 возможных). Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями – 1 балл (из 4 возможных).
- 3) Ткань и пакеты не имеют водоупорных и водоотталкивающих свойств. При проведении испытаний на водоупорность наблюдалось 100% смачиваемость поверхности. Показатель водоупорности 75 мм вод.ст. у ткани 042 МВО (образец №13) достигался за счет плотности ткани. Показатели водоупорности 115 и 90 мм вод.ст. у пакетов №14 и №15 достигались за счет второго слоя и плотности ткани.  
Существующие минимальные нормативы водоупорности следующие:  
- по ГОСТ 15530-93 «Парусины и двунитки. Общие технические условия» - 100 мм вод.ст.;  
- по ГОСТ 11209-85 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Технические условия» - 180 мм вод.ст.

Нормативов для определения водоупорности пакетов не существует, но они должны быть не ниже нормативов на ткани.

На основании проведенных испытаний, пакеты с огнезащитной тканью образца 042 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до  $2,0 \text{ кВт/м}^2$  включительно (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87);
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до  $100^\circ \text{C}$ ;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины.

Заведующий лабораторией СИЗ  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»



Гиричева Н.В.



Литовская Верика:  
Заведующий  
Гиричева Н.В.

ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОХРАНЫ ТРУДА В Г. ИВАНОВО»

**ЛАБОРАТОРИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ**  
153002, г. Иваново, пр. Ленина, 94, тел. (4932) 30-17-25, факс (4932) 30-42-77

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ №8 от 15 августа 2011 г.**  
**о возможности применения пакетов с огнезащитной тканью образца 043**  
**для изготовления специальной одежды**

В лаборатории СИЗ ООО «НИИОТ в г. Иваново» согласно договору №2900 от 01.03.2011 г. с ОАО «ЦНИТИ» были проведены испытания пакетов (под номерами 17,18) с использованием огнезащитной ткани образца 043 с пропиткой ТО «ФОГ» и хлопчатобумажной ткани образца 100 Хл ТО, предназначенных для спецодежды сварщиков и металлургов, по номенклатуре показателей согласно заявке № 1-09/309 от 25.07.2011 г.

Испытания проводились по показателям:

1. Стойкость к прожиганию, по ГОСТ 12.4.184-97;
2. Уровень защиты от теплового излучения, по ГОСТ 12.4.221-2002;
3. Уровень защиты от конвективной теплоты (при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями) и суммарное тепловое сопротивление, по ГОСТ 20489-75.

Анализ результатов испытаний пакетов показал:

- 1) Пакеты имеют средние показатели огнезащитных свойств. Стойкость к прожиганию достаточная и составляет у пакета №17 – 83,0 у пакета №18 – 80,2 секунд. При этом наиболее высокий результат у пакета №17, состоящего из ткани 043 ТО «ФОГ» в сочетании с хлопчатобумажной тканью 100 Хл ТО.
- 2) Пакеты имеют средние показатели по защите от теплового излучения и конвективной теплоты. Пакеты выдерживают тепловое излучение интенсивностью до 2,0 кВт/м<sup>2</sup>, уровень защиты от теплового излучения составляет 1 балл (из 4 возможных).  
Уровень защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми до 100°C поверхностями у пакета №18 (состоящих из двух слоев ткани 043 ТО «ФОГ») – 2 балла (из 4 возможных), у пакета №17 (ткань 043 ТО «ФОГ» в сочетании с хлопчатобумажной тканью 100 Хл ТО) – 1 балл.

На основании проведенных испытаний, пакеты с огнезащитной тканью образца 043 можно рекомендовать для изготовления:

- специальной одежды, предназначенной для защиты от теплового излучения до 2,0 кВт/м<sup>2</sup> включительно (для изготовления костюмов мужских и женских типов А и Б по ГОСТ 12.4.045-87 и ГОСТ 12.4.044-87);
- специальной одежды, предназначенной для защиты от конвективной теплоты при контакте с нагретыми поверхностями до 100 °С;
- специальной одежды, предназначенной для защиты от искр, брызг расплавленного металла и окалины.

Заведующий лабораторией СИЗ  
ООО «НИИОТ в г. Иваново»



Гиричева Н.В.

*Зав. лабораторией  
Сидяева Г.В.*

Протоколы испытаний  
ООО НПЦ «Армоком-Центр»  
по термоизолирующей способности  
пакетов материалов

Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР»

## Протокол № 5

**1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образцы по договору № 9411.1003702.19.009-01/11 – 2 штуки: обр.042 с отделкой МВО, обр.042 с отделкой МВО после стирок.

Сырьевой состав: параарамидное волокно 65%, метаарамидной волокно 35%.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение термоизолирующей способности пакетов материалов

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 15 марта 2011 года в испытательной лаборатории по «Методике экспериментального исследования термоизолирующей способности текстильных материалов при контакте с нагретой поверхностью № 1/10-АЦ»

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

Пакеты материалов первым слоем помещали на тен, температура которого  $300 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , и термодатчиком фиксировали температуру на втором слое (тыльной стороне) пакета материалов каждые 5 секунд. Температура окружающего воздуха в помещении  $17^{\circ}\text{C}$ . Относительная влажность окружающего воздуха в помещении 68%. Результаты представлены в таблице и на рисунке.

Таблица - Результаты испытаний.

Время, сек	обр.042 с отделкой МВО на подложке	обр.042 с отделкой МВО после стирок на подложке
	Температура поверхности тыльной стороны пакета материалов в зоне контакта, °C	
0	20	18
5	32	31
10	41	39
15	44	43
20	48	47
25	53	52
30	58	57
35	61	60
40	65	64

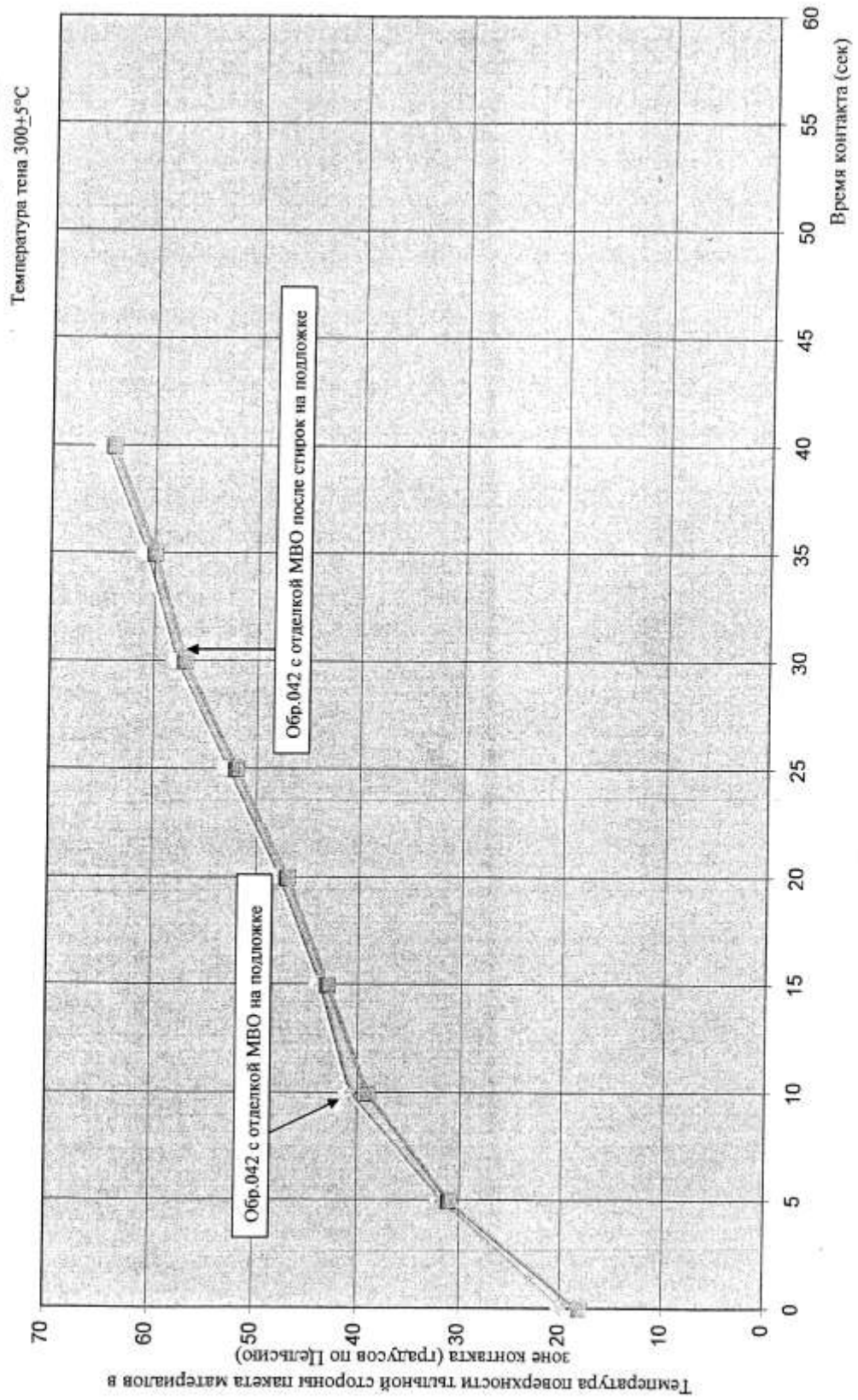
Инженер

Копия в архив  
Зав. канцелярией  
Соловьева Т.В.



Соловьева Е.А. Соловьева

График изменения температуры в зоне контакта пакетов материалов с защищаемой поверхностью





Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР»

## Протокол № 6

**1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образцы по договору № 9411.1003702.19.009-01/11 – 4 штуки: обр.044/1 с отделкой МО, обр.044/1 с отделкой МО после стирок, обр.044/1 с отделкой МВО, обр.044/1 с отделкой МВО после стирок.

Сырьевой состав: термоокисленное ПАН волокно 40%, параарамидное волокно 40%, метаарамидное волокно 20%.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение термоизолирующей способности пакетов материалов.

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 15 марта 2011 года в испытательной лаборатории по «Методике экспериментального исследования термоизолирующей способности текстильных материалов при контакте с нагретой поверхностью № 1/10-АЦ»

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

Пакет материалов первым слоем помещали на тен, температура которого  $300 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , и термодатчиком фиксировали температуру на третьем слое (тыльной стороне) пакета каждые 5 секунд. Температура окружающего воздуха в помещении  $15^{\circ}\text{C}$ . Относительная влажность окружающего воздуха в помещении 68%. Результаты представлены в таблице и на рисунках.

Время, сек	обр.044/1 с отделкой МО на подложке	обр.044/1 с отделкой МО после стирок на подложке	обр.044/1 с отделкой МВО на подложке	обр.044/1 с отделкой МВО после стирок на подложке
	Температура поверхности тыльной стороны пакета материалов в зоне контакта, $^{\circ}\text{C}$			
0	20	19	21	20
5	35	33	36	36
10	48	46	49	48
15	50	49	51	51
20	51	50	52	52
25	52	51	53	53
30	54	53	55	54
35	58	57	59	58
40	62	60	63	62
45		61		64
50		63		

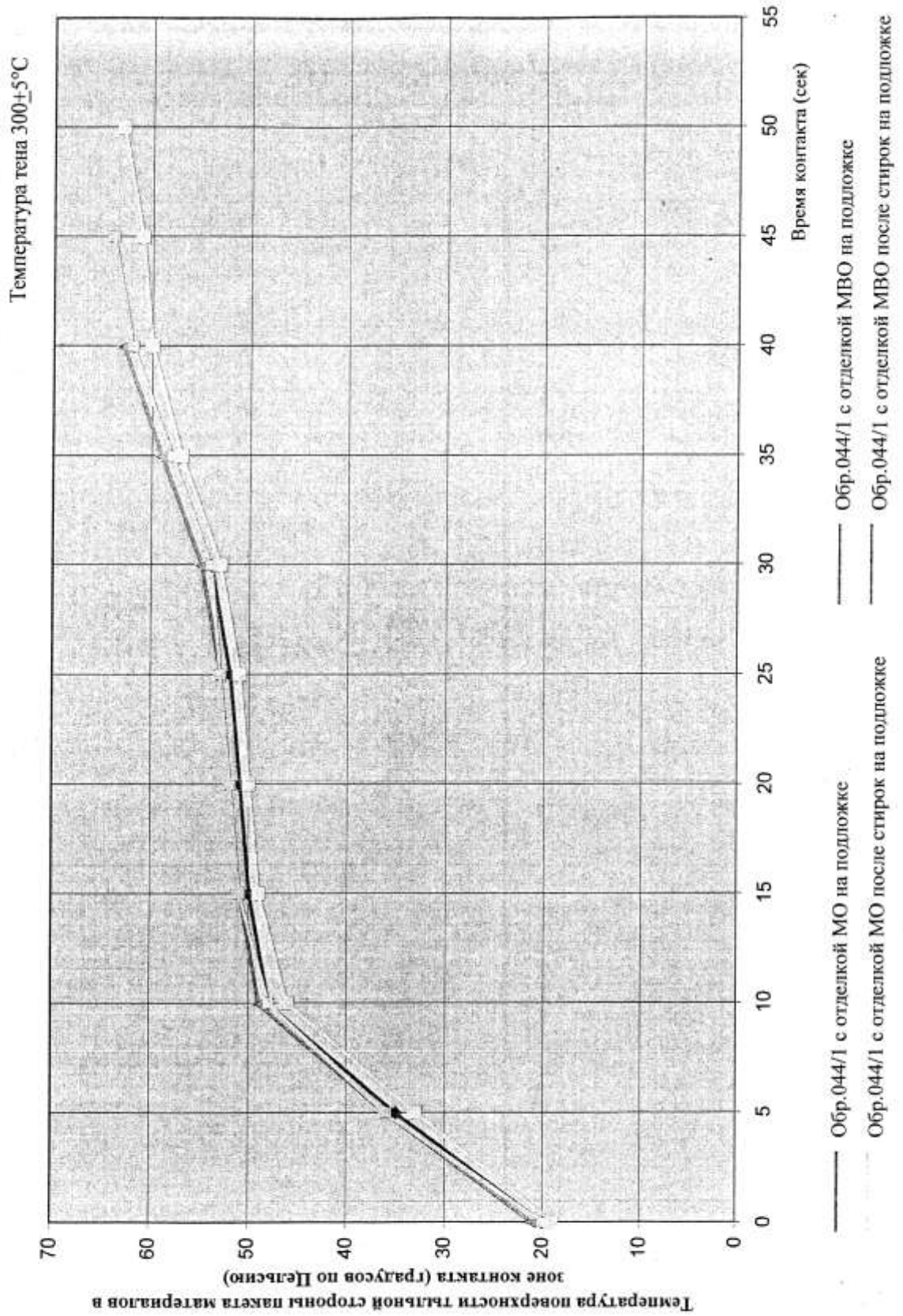
Инженер

*Катия Верина*  
зав. канцелярией  
*Селезнева Т.В.*



*Соловьева* Е.А. Соловьева

График изменения температуры в зоне контакта пакетов материалов с защищаемой поверхностью



Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР»

## Протокол № 7

**1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образец по договору № 9411.1003702.19.009-01/11: обр.044/2 с отделкой МО. Сырьевой состав: термоокисленное ПАН волокно 40%, параарамидное волокно 40%, метаарамидное волокно 20%.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение термоизолирующей способности пакета материалов

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 23 марта 2011 года в испытательной лаборатории по «Методике экспериментального исследования термоизолирующей способности текстильных материалов при контакте с нагретой поверхностью № 1/10-АЦ»

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

Пакет материалов первым слоем помещали на тен, температура которого  $300 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , и термодатчиком фиксировали температуру на третьем слое (тыльной стороне) пакета материалов каждые 5 секунд. Температура окружающего воздуха в помещении  $15^{\circ}\text{C}$ . Относительная влажность окружающего воздуха в помещении 68%. Результаты представлены в таблице и на рисунке.

Таблица - Результаты испытаний.

Время, сек	Обр.044/2 с отделкой МО на подложке
	Температура поверхности тыльной стороны пакета материалов в зоне контакта, $^{\circ}\text{C}$
0	20
5	36
10	45
15	47
20	48
25	50
30	53
35	56
40	58
45	61
50	64

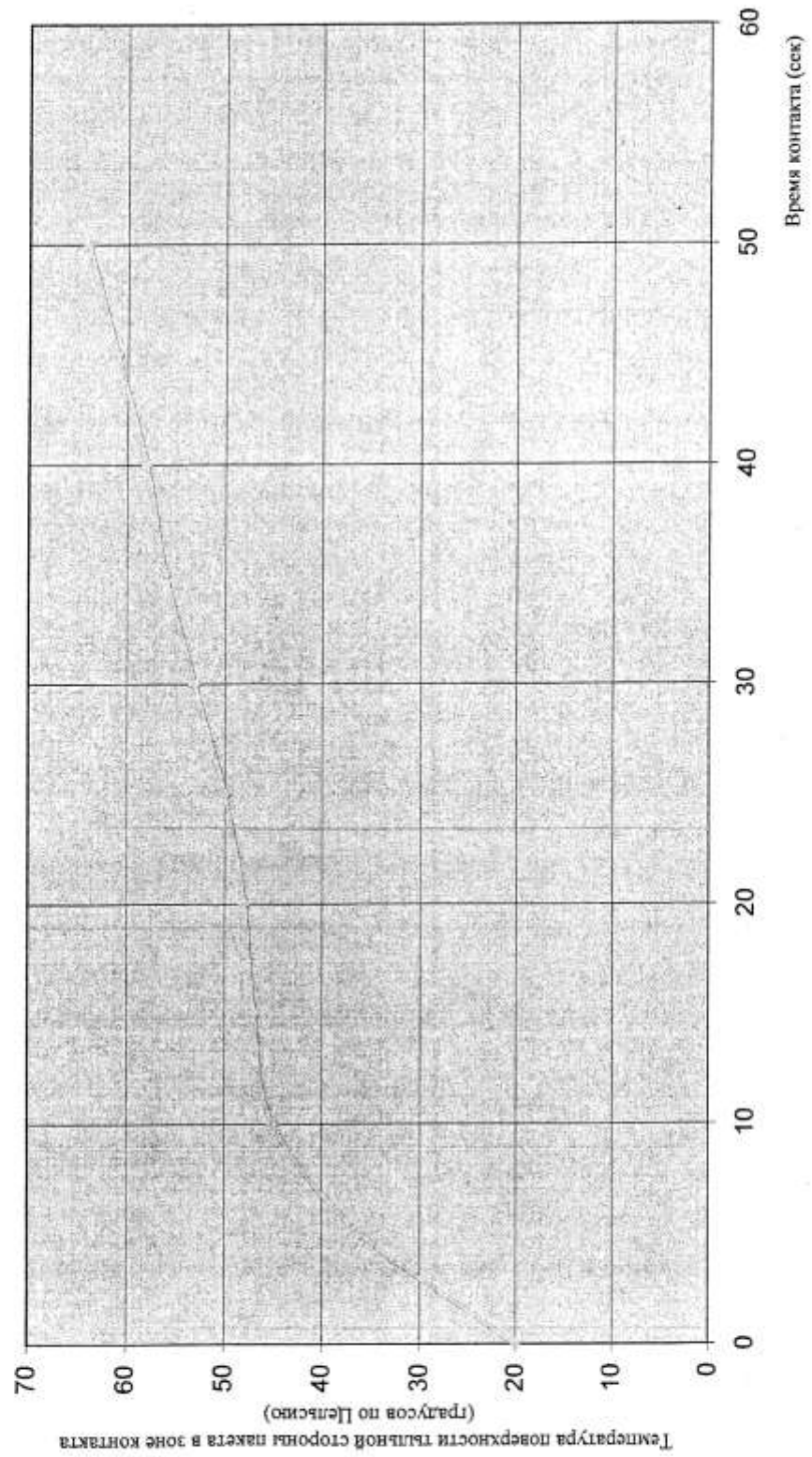
Инженер

Котля вера  
Зав. канцелярии  
Соловьева Т.В.



Соловьева Е.А. Соловьева

График изменения температуры в зоне контакта пакета с обр.044/2 с отделкой МО с защищаемой поверхностью



Научно-производственное предприятие «АРМОКОМ-ЦЕНТР»**Протокол № 8****1 ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ**

Образец по договору № 9411.1003702.19.009-01/11: обр.043 с разными отделками.

Сырьевой состав: хлопок 75%, параарамидное волокно 25%.

**2 ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ**

Определение термоизолирующей способности пакетов материалов

**3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Испытания проводились 23 марта 2011 года в испытательной лаборатории по «Методике экспериментального исследования термоизолирующей способности текстильных материалов при контакте с нагретой поверхностью № 1/10-АЦ»

**4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

Пакет материалов первым слоем помещали на тен, температура которого  $300 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , и термодатчиком фиксировали температуру на третьем слое (тыльной стороне) пакета материалов каждые 5 секунд. Температура окружающего воздуха в помещении  $19^{\circ}\text{C}$ . Относительная влажность окружающего воздуха в помещении 68%. Результаты представлены в таблице и на рисунках.

Таблица - Результаты испытаний.

Время, сек	Обр.043 с отделкой ТО («Фог») на подложке	Обр.043 с отделкой ТА на подложке	Обр.043 с отделкой ТА после стирки на подложке	Обр.043 с отделкой ТА+МВО на подложке	Обр.043 с отделкой ТА+МВО после стирки на подложке	Обр.043 с отделкой ТО «ПРВ» на подложке	Обр.043 с отделкой ТО «ПРВ» после стирки на подложке
0	19	20	18	20	19	18	19
5	36	35	32	33	34	35	33
10	45	48	41	44	43	43	45
15	47	50	46	47	48	47	48
20	48	51	48	48	50	49	51
25	50	52	53	50	53	52	53
30	53	54	58	53	57	56	56
35	56	58	61	57	59	59	59
40	58	62	65	58	61	62	62
45	61			61	64	65	65
50	64			63			

Инженер

Конья Верис  
Зав. канцелярии Селизмет Т.В.



Соловьева Е.А. Соловьева

График изменения температуры в зоне контакта пакетов материалов с защищаемой поверхностью

Температура тена 300°+5°С

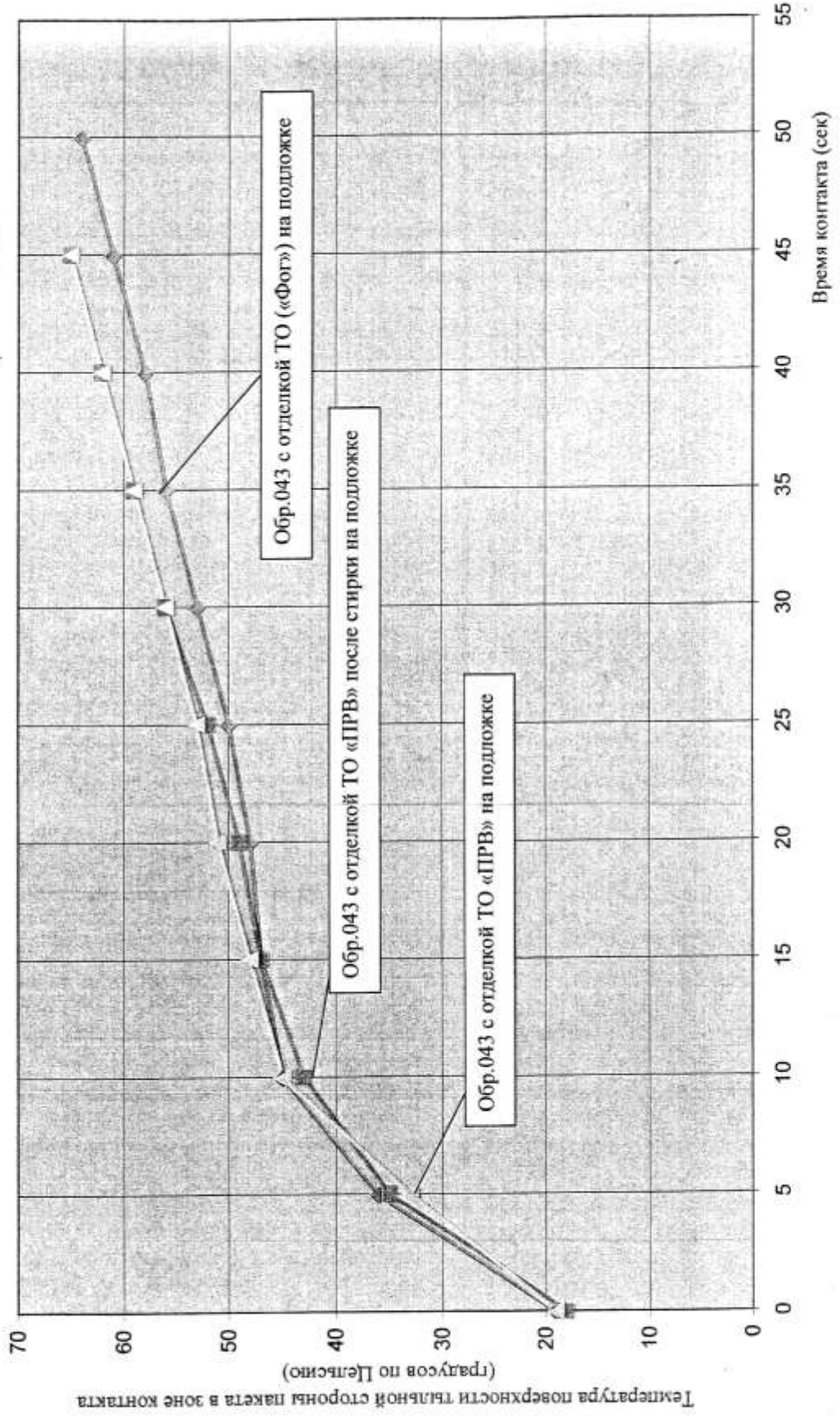


График изменения температуры в зоне контакта пакетов с защищаемой поверхностью

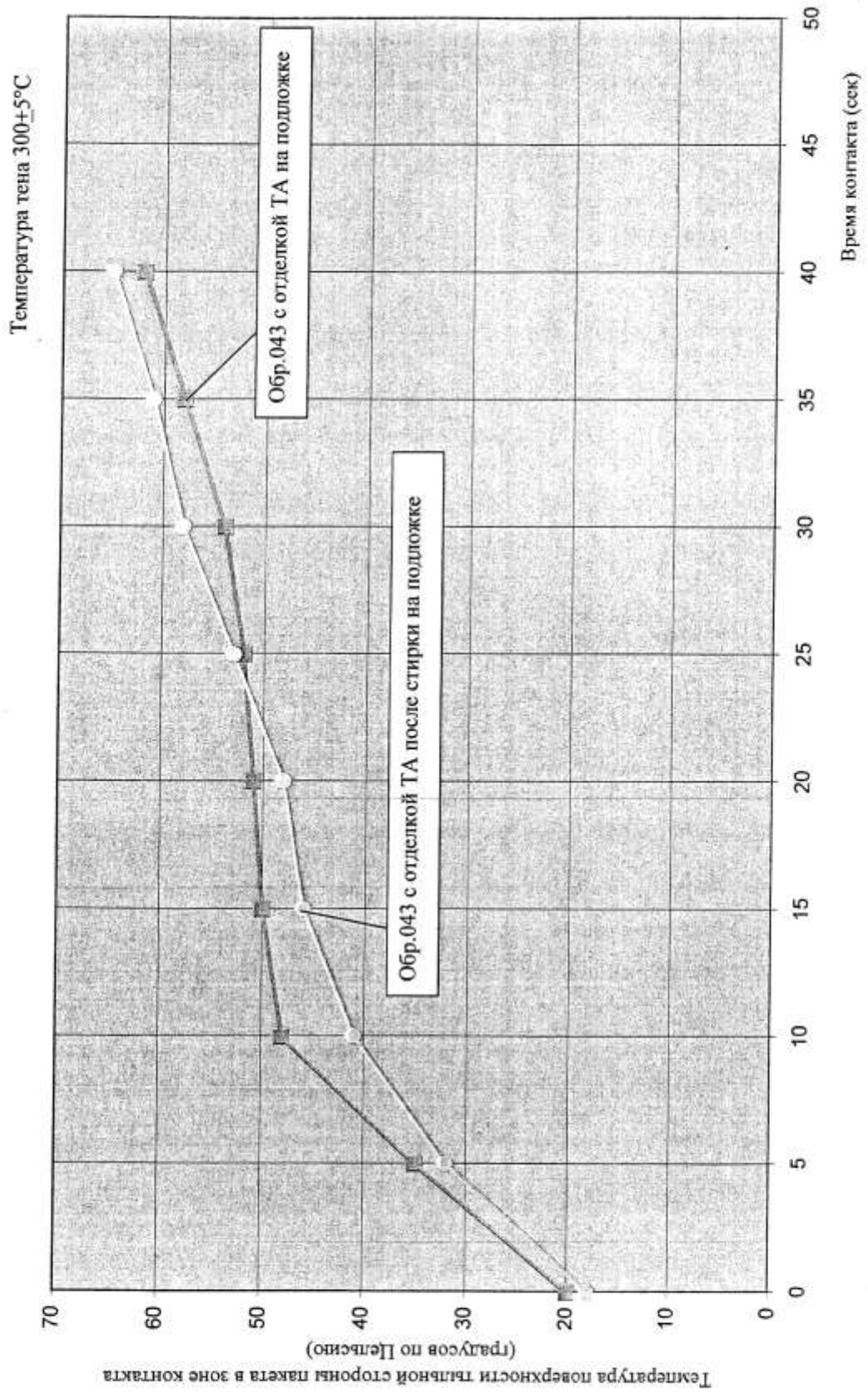
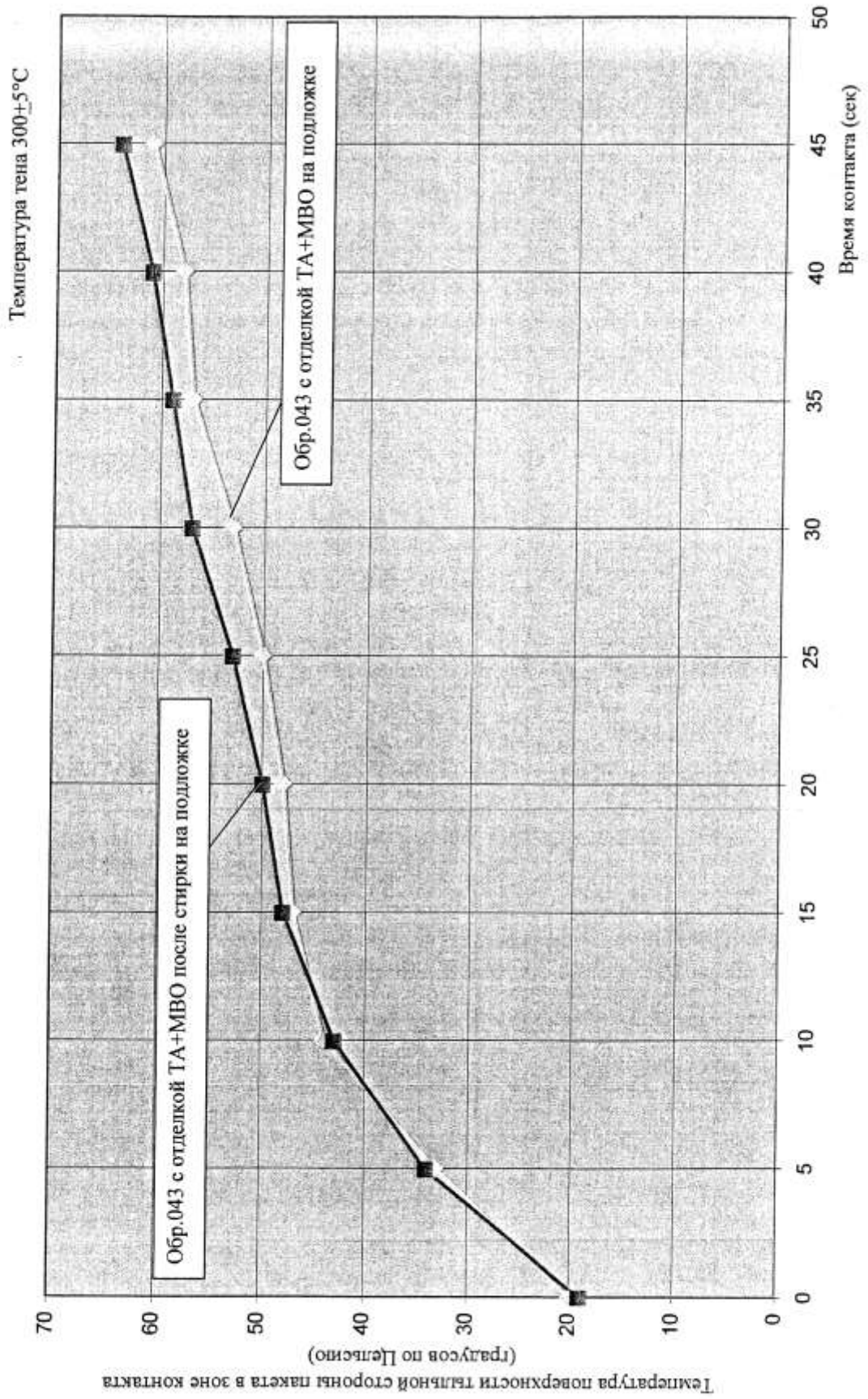


График изменения температуры в зоне контакта пакетов с защищаемой поверхностью





### Заключение

о результатах опытной эксплуатации изделий в рамках научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы (НИОКР) «Оценка огне-, термозащитных и эксплуатационных характеристик трикотажного белья и СИЗ», входящей составной частью в Государственный контракт № 9411.1003702.19.009 от 16.09.2009 г. «Разработка технологии производства текстильных материалов для специальной одежды и средств индивидуальной защиты на основе отечественных высокомолекулярных, высокопрочных и термостойких волокон и нитей, имеющих высокий кислородный индекс» шифр «Защита»

В целях определения своевременной и качественной оценки конструктивных и эксплуатационных характеристик костюмов для водителей БТВТ была назначена комиссия в составе:

председателя комиссии:	ведущего инженера НПП «АРМОКОМ-ЦЕНТР» Кормаковой Е.Д.;
членов комиссии:	начальника лаборатории НПП «АРМОКОМ-ЦЕНТР» Курмашовой И.А.;
	инженера НПП «АРМОКОМ-ЦЕНТР» Соловьевой Е.А.
	представителя в/ч 28337 Фалеева А.В.

На эксплуатационные испытания предоставлены:

- костюм для водителей БТВТ из огнестойкой ткани обр.042 с отделкой МО в количестве 1 шт.;
- костюм для водителей БТВТ из огнестойкой ткани обр.042 с отделкой МВО в количестве 1 шт.

Эксплуатационные испытания проводились по следующей программе:

1. Проверка возможности и удобства самостоятельного надевания (снятия) костюмов для водителей техники на базе БТВТ;
2. Оценка возможности выполнения функциональных обязанностей личным составом в костюмах для водителей техники на базе БТВТ;
3. Проверка возможности ношения личным составом костюмов для водителей техники на базе БТВТ при различных температурах в диапазоне от -30°C до +30°C;
4. Проверка возможности непрерывного ношения личным составом костюмов для водителей техники на базе БТВТ.

Испытания по п.п. 1, 2, 4 оценивали по пятибалльной шкале; по п.3 – по физиологическому состоянию.

Полученные результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1 - Сводная таблица результатов испытаний опытной носки

Вид бронемашины				
№	Действия при эксплуатации костюма для водителей БТВТ	Оценка	Что при эксплуатации вызвало неудобство	
1	Надевание (снятие) костюма без посторонней помощи	5	-	
2	Выполнение функциональных обязанностей: (указать боевое транспортное средство)	-управление транспортным средством	5	-
		- посадка и высадка в боевое транспортное средство	4	-
3	Теплоощущения в костюме при температурах: ответы: жарко - ж тепло - т холодно - х нормально - н	+30°C	ж	-
		+20°C	н	-
		+10°C	н	-
		0°C	не проводились	
		-10°C	не проводились	
		-20°C	не проводились	
		-30°C	не проводились	
4	Возможность непрерывного ношения костюма (количество часов)	8	5	нет проветривания в брюках
		12	5	
		24	5	
		36	5	

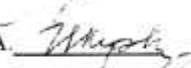
#### Выводы:

1. Испытания (опытная носка) предоставленных ЦНИТИ костюмов для водителей БТВТ, проведенные в войсковой части 28337, показали удовлетворительные результаты и могут быть рекомендованы для специальностей, связанных с возникновением пожаров.


Председатель комиссии:

Кормакова Е.Д. 

Члены комиссии:

Курмашова И.А. 

Соловьева Е.А. 

Фадеев А.В. 





**МЧС России**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ  
ОБОРОНЫ»  
(ФГУ ВНИИПО МЧС России)**

мкр. ВНИИПО, д. 12, г. Балашиха, Московская область, 143903

Испытательный центр ФГУ ВНИИПО МЧС России.

Зарегистрирован в Государственном реестре  
Системы сертификации ГОСТ Р  
Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.215508 до 27.08.2014



European Group of Official Laboratories for Fire  
testing

Испытательная лаборатория научно-исследовательского  
центра пожарной техники и систем пожаротушения ФГУ  
ВНИИПО МЧС России  
ИЛ НИЦ ПТ и СП ФГУ ВНИИПО МЧС России

Зарегистрирована в Государственном реестре  
Системы сертификации в области пожарной безопасности  
Аттестат аккредитации № ТРПБ.RU.ИНО1 до 31.05.2015

**УТВЕРЖДАЮ**

*Зем. Руководитель*  
*С.Н. Копылов*  
«    » 2011 г.

**ПРОТОКОЛ №0251/2.2-2011**

*лабораторных испытаний опытных образцов ткани*

*изготовитель ОАО «ЦНИТИ»*



*Копия верна:*

*Зак. канцеляриск  
Селезнева Т.В.*

Балашиха 2011 г.

## **1 НАИМЕНОВАНИЕ И АДРЕС ЗАКАЗЧИКА**

ОАО «ЦНИТИ», ул. Орджоникидзе, д. 12, г. Москва, 119071, тел 952-31-42, факс 952-46-81.

## **2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИСПЫТАНИЙ**

На испытания были представлены опытные образцы огне-, термозащитной ткани № 042, № 043, № 044/1.

## **3 ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАКАЗЫВАЕМОЙ УСЛУГИ**

Лабораторные испытания опытных образцов огне-, термозащитной ткани № 042, № 043, № 044/1 (далее ткань) проводились на основании счета № 1995/КИ-2.2 от 29.06.2011 г. Испытания проводились на соответствие требованиям ГОСТ Р 53264-2009, п.5.3.1, таблица 4, строки 1 - 3, 5, 6, 13 - 18 к боевой одежде пожарного (БОП).

Испытания проводились в соответствии с методами, изложенными в ГОСТ Р 53264-2009 (раздел 7).

Испытания проводились на образцах ткани и пакетов материалов, состоящих из:

- материала верха – образцы ткани №№ 042, 043, 044/1;
- водонепроницаемого слоя – ткань техническая влагозащитная (ТТВ – 1) ТУ 2926 – 004 – 00300268 – 98;
- теплоизоляционного слоя – ватин холстопршивной шерстяной поверхностной плотностью 293 г ГОСТ 18273 – 89 (2 слоя);
- подкладки - бязь хлопчатобумажная ГОСТ 29298 – 92.

## **4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ**

4.1 Испытания проводились в период с 30 июня по 27 июля 2011 г.

4.2 При проведении испытаний в помещении обеспечивались следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха 21-22 °С;
- относительная влажность воздуха 65–67 %.

Кондиционирование образцов проводилось в течение 24 часов.

## **5 ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

5.1 Установка по определению устойчивости материалов и тканей (пакетов) к воздействию теплового потока, б/н, срок очередной аттестации 14.02.2012 г.

5.2 Установка по определению устойчивости материалов к воздействию открытого пламени, б/н, срок очередной аттестации 14.02.2012 г.

5.3 Камера высокотемпературная ПЛ-18, заводской № 2, срок очередной аттестации 27.09.2011 г.

5.4 Установка для определения кислородного индекса «КИ», б/н, срок очередной аттестации 14.02.2012 г.

5.5 Машина для испытания текстильных материалов РТ-250М-2, заводской № R 18, срок очередной аттестации 27.09.2011 г.

5.6 Стиральная машина «Эврика», заводской № 38395.

5.7 Установка по определению водонепроницаемости материалов, заводской № б/н, срок очередной аттестации 14.02.2012 г.

5.8 Прибор для определения жесткости и упругости искусственной кожи и пленочных материалов ПЖУ-12-2м, заводской № 49, срок очередной аттестации 14.02.2012 г.

5.9 Климатическая камера Ех 77723 НА, заводской № 7755, срок очередной аттестации 01.06.2012 г.

## 6 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 Приемник теплового потока ДППВ, заводской № 381, срок очередной поверки 09.02.2012 г.

6.2 Преобразователь термоэлектрический кабельный КТХА 02.01, № 2616.29186, 2616.29187, 2616.29193, срок очередной поверки 20.12.2011 г.

6.3 Прибор для измерения и регулирования температуры «Термодат-11М3», заводской № РС7Z29425, срок очередной поверки 03.02.2012 г.

6.4 Весы электронные VIC-5100 d1, заводской № 18753677, срок очередной поверки 06.07.2012 г.

6.5 Секундомер СОС пр-26-2-010, № 3093801, срок очередной поверки 01.02.2012 г.

6.6 Линейка металлическая, б/н, срок очередной поверки 28.07.2011 г.

6.7 Гигрометр психрометрический типа ВИТ-1, заводской № 17, срок очередной поверки 28.05.2012 г.

## 7 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

7.1 Перечень проведенных лабораторных испытаний и их результаты приведены в таблице.

Таблица

№ п/п	Обозначение НД и № пункта	Наименование контролируемого параметра	Значение параметра			
			По НД	Фактическое		
				№ 042	№ 043	№ 044/1
1	2	3	4	5	6	7
1	ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строка 1)	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	от 150 до 400	223	312	346
2	ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строка 2)	Разрывная нагрузка, Н: - по основе - по утку	не менее 1000 не менее 800	2160 2500	1360 2221	2500 2500
3	ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строка 3)	Сопrotивление раздиранию, Н: - по основе - по утку	не менее 80 не менее 60	310 290	96 117	290 320

Продолжение таблицы

4	ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строка 5)	Усадка после намокания и высушивания: - по основе, %, не более - по утку, %, не более	2,5 2,5	0 0	0 0	0 0
5	ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строка 6)	Водоупорность, мм вод. ст., не менее	80	80	0	60
6	ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строка 13)	Кислородный индекс, % (об.), не менее	28,0	28,0	28,4	28,2
7	ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строка 14, 15)	Устойчивость к воздействию температуры окружающей среды 300 °С в течение 300 с и усадка после нагревания <b>Оценка после испытаний:</b> - разрушение наружной поверхности: оплавление, обугливание, прогар и т. п.;  - изменение линейных размеров материала (усадка), %; - воспламенение;  - снижение физико-механических показателей ткани от нормативного значения, %: а) разрывная нагрузка: - по основе - по утку б) сопротивление раздиранию: - по основе - по утку	не допуска- ется  не более 5 не допуска- ется  не более 50 не более 50  не более 50 не более 50	не на- блюда- лось  0 не на- блюда- лось  0 0  50 0	не на- блюда- лось  <b>18</b> не на- блюда- лось  <b>100</b> <b>96</b>  <b>100</b> <b>100</b>	не на- блюда- лось  5 не на- блюда- лось  4 0  11 0

## Продолжение таблицы

8	ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строка 16)	Устойчивость к контакту с нагретой до 400 °С твердой поверхностью в течение 7 с <b>Оценка после испытаний:</b> - разрушение наружной поверхности: оплавление, обугливание, прогар и т. п.;  - воспламенение;  - снижение физико-механических показателей ткани от нормативного значения, %: а) разрывная нагрузка: - по основе - по утку б) сопротивление раздиранию: - по основе - по утку	не допускается  не допускается  не более 50 не более 50  не более 50 не более 50	не наблюдается  отсутствует  0 0  0 0	не наблюдается  отсутствует  44 0  50 0	не наблюдалось  отсутствует  0 0  0 0
9	ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строка 17)	Устойчивость к воздействию открытого пламени в течение 15 с <b>Оценка после испытаний при кромочном и поверхностном зажигании (в том числе после пятикратной стирки ткани):</b> - время остаточного горения и тления, с  - разрушение теплоизоляционной подкладки (сквозной прогар)	не более 2  не допускаются	отсутствует  отсутствует	отсутствует  отсутствует	отсутствует  отсутствует

## Окончание таблицы

10	ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строка 18)	<p>Устойчивость к воздействию теплового потока <math>5 \text{ кВт/м}^2</math> в течение 240 с</p> <p><b>Оценка после испытаний:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрушение наружной поверхности ткани: оплавление, обугливание, прогар и т. п.;</li> <li>- воспламенение;</li> <li>- снижение физико-механических показателей ткани от нормативного значения, %:</li> <li>а) разрывная нагрузка:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- по основе</li> <li>- по утку</li> </ul> </li> <li>б) сопротивление раздиранию:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- по основе</li> <li>- по утку</li> </ul> </li> <li>- среднеарифметическое значение температуры на внутренней поверхности пакета материалов, °С</li> </ul>	<p>не допускается</p> <p>не допускается</p> <p>не более 20</p> <p>не более 20</p> <p>не более 20</p> <p>не более 20</p> <p>не более 50</p>	<p>не наблюдалось</p> <p>не наблюдалось</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>48</p>	<p>не наблюдалось</p> <p>не наблюдалось</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>53</p> <p>50</p>	<p>не наблюдалось</p> <p>не наблюдалось</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>52</p>
11	ГОСТ Р 53264-2009 Таблица № 4 (строка 18)	<p>Устойчивость к воздействию теплового потока <math>40 \text{ кВт/м}^2</math> в течение 5 с</p> <p><b>Оценка после испытаний:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрушение наружной поверхности ткани: оплавление, обугливание, прогар и т. п.;</li> <li>- воспламенение;</li> <li>- снижение физико-механических показателей ткани от нормативного значения, %:</li> <li>а) разрывная нагрузка:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- по основе</li> <li>- по утку</li> </ul> </li> <li>б) сопротивление раздиранию:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- по основе</li> <li>- по утку</li> </ul> </li> <li>- среднеарифметическое значение температуры на внутренней поверхности пакета материалов, °С</li> </ul>	<p>не допускается</p> <p>не допускается</p> <p>не более 20</p> <p>не более 20</p> <p>не более 20</p> <p>не более 20</p> <p>не более 50</p>	<p>не наблюдалось</p> <p>не наблюдалось</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>37</p>	<p>не наблюдалось</p> <p>не наблюдалось</p> <p>10</p> <p>0</p> <p>7</p> <p>0</p> <p>36</p>	<p>не наблюдалось</p> <p>не наблюдалось</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>38</p>



**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате проведенных испытаний установлено:

- образец ткани № 042 выдержал испытания и соответствует требованиям ГОСТ Р 53264-2009 по всем проверенным показателям;
- образец ткани № 043 не выдержал испытания по показателям: усадка после нагревания, устойчивость к воздействию температуры окружающей среды 300 °С, водоупорность, устойчивость к воздействию теплового потока 5 кВт/м<sup>2</sup>;
- образец ткани № 044/1 не выдержал испытания по показателям: водоупорность, устойчивость к воздействию теплового потока 5 кВт/м<sup>2</sup>;
- образец ткани № 042 может использоваться в качестве материала верха для БОП.

**ИСПОЛНИТЕЛИ:**

Начальник отдела 2.2 НИЦ ПСТ  
ФГУ ВНИИПО МЧС России



В.И. Логинов

Начальник сектора 2.2.2  
ФГУ ВНИИПО МЧС России



И.Д. Игнатова

Главный специалист отдела 2.2  
ФГУ ВНИИПО МЧС России



К.Э. Архиреев