

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.А.Н.КОСЫГИНА
(ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)

На правах рукописи



Кудринский Сергей Владимирович

**Разработка методов оценки показателей безопасности и качества
тканей для специальной одежды работников нефтяных
комплексов в условиях морских шельфов**

Специальность: 05.19.01 – Материаловедение производств текстильной и легкой
промышленности

Диссертация

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
кандидат технических наук,
профессор Давыдов А.Ф.

Москва 2018

Содержание

1. Введение.....	4
Общая характеристика работы.....	4
ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1 Нефтегазовый комплекс в России.....	10
1.2 Анализ рынка тканей для спецодежды.....	11
1.3 Евразийский экономический союз	15
1.4 Опасные факторы и риски заболеваний в нефтегазовом комплексе.....	18
1.5 Защитные свойства материалов для специальной одежды работников нефтегазового комплекса в условиях морских шельфов	21
Выводы по главе 1.....	33
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТКАНЕЙ ВЕРХА ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ РАБОТНИКОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ МОРСКИХ ШЕЛЬФОВ.....	35
2.1 Выбор объектов исследования.....	35
2.2 Выбор определяющих показателей качества тканей для спецодежды работников нефтегазового комплекса в условиях морских шельфов (экспертным методом).....	36
2.3 Методики определения показателей безопасности и качества тканей для спецодежды работников нефтегазового комплекса в условиях морских шельфов	37
2.4 Метод и установка для определения теплофизических свойств текстильных материалов при воздействии высоких температур	38
2.5 Определение защиты от воздействия пониженной температуры тканей для спецодежды работников нефтегазового комплекса.....	44
Выводы по главе 2.....	46
ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ РАБОТНИКОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ МОРСКИХ ШЕЛЬФОВ.....	47
Выводы по главе 3.....	55

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ ТКАНЕЙ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ И НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР.....	58
Выводы по главе 4.....	89
ГЛАВА 5. ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ОБРАЗЦОВ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОШИВА ОДЕЖДЫ РАБОТНИКОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ МОРСКИХ ШЕЛЬФОВ.....	91
Выводы по главе 5.....	104
Общие выводы по работе.....	105
Список литературы.....	107
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	124
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	133
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	157
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	160
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	162

Введение

Основное назначение ткани, которая используется для производства спецодежды – это защита. Залог качества спецодежды состоит в том, что при производстве современных тканей используется высокотехнологичное оборудование, позволяющее выпускать ткани с защитными целевыми характеристиками защитных свойств. Предприятие должно гарантировать персоналу сохранение его здоровья и минимизацию получения профзаболеваний. Спецодежда сегодня несет стабильность и уверенность в завтрашнем дне. Кроме всего прочего, в спецодежде должно быть удобно и комфортно работать.

Предприятия нефтегазового комплекса являются одними из самых тяжелых и опасных, несмотря на то что на них используются самые современные достижения науки и технологии. В современном оборудовании бурения скважин, по добыче нефти и газа, используют сложные технологии с механизмами повышенного содержания опасности. При добыче нефти, в скважинах создается повышенное давление, которое может создавать взрывные выбросы, приводящие к пожароопасной обстановке. Добыча углеводородов связана с тяжелыми климатогеографическими и природными условиями, что приводит к негативному влиянию на жизнь и здоровье работников комплекса. Поэтому на первый план выходит обеспечение безопасности персонала, последним рубежом которого является специальная одежда.

Нефть и сопутствующие ей химические соединения, выплескивающиеся из скважин, зачастую обладают ядовитыми и агрессивными свойствами, что значительно усложняют создание безопасных условий труда работникам нефтегазового комплекса [1]. В условиях нефтегазодобычи, на предприятиях комплекса, используются большое количество рабочих специальностей, таких как бурильщик скважин, монтажник бурового оборудования, вышкомонтажник-сварщик, машинист, электрик и др. Работники, из перечисленных специальностей, работают в условиях повышенного фактора риска, такие как климатические условия, выбросы ядовитых веществ и др.

На основании вышесказанного, задачей работы является выбор показателей безопасности и качества, определение нормированных показателей качества и проведения сравнительной оценки по выбранным показателям для тканей, предназначенных для пошива одежды работников вышкомонтажных установок, работающих в нефтегазовом комплексе в условиях морских шельфов.

Актуальность работы. На нефтедобывающих комплексах важнейшее значение уделяется безопасности жизни и здоровью людей, так как предприятия являются повышенной опасности. В связи с этим выбор материалов для спецодежды, которая обеспечит защиту работников, является актуальной задачей. Спецодежда должна не только обладать защитными свойствами, но и сохранять свои функции в течение всего срока службы. Поэтому важным является, на основе лабораторных испытаний, прогнозирование поведения материалов в разных климатических условиях, в том числе и в условиях морских шельфов.

Целью диссертационной работы является:

– разработка методов и методик оценки безопасности и показателей качества тканей для пошива спецодежды работников нефтяных комплексов в условиях морских шельфов.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи**:

– разработать и создать установку для определения теплофизических свойств текстильных материалов при воздействии теплового потока от открытого пламени, нагретой поверхности и источника теплового излучения;

– определение и анализ влияния различных вредных/опасных, производственных/природных факторов на здоровье и жизнь работников нефтяных комплексов, в условиях морских шельфов;

– обоснованный выбор номенклатуры показателей качества и безопасности тканей для пошива специальной одежды работников вышкомонтажных установок, используемой в нефтегазовом комплексе в условиях морского шельфа;

– определение и исследование защитных свойств тканей для пошива спецодежды работников нефтегазового комплекса как зарубежного, так и российского

производств, с целью оценки и нормирования показателей качества и безопасности;

– оценка изменения определяющих показателей качества и безопасности тканей для пошива спецодежды работников нефтегазового комплекса при воздействии низких температур и морской воды;

– разработка стандарта организации СТО (ТУ) «Ткань специальная защитная для работников вышкомонтажных установок нефтегазового комплекса, в условиях морских шельфов. Технические условия».

Научная новизна работы:

– впервые предложены три метода и разработана установка для определения теплофизических свойств огнестойкой ткани: при воздействии открытого пламени через текстильный материал и пакет одежды, теплового потока от нагретых поверхностей и теплового потока от источника излучения;

– разработаны методики определения влияния пониженных температур и морской воды на наиболее важные показатели безопасности и качества тканей, для специальной одежды работников вышкомонтажных установок;

– предложена методика прогнозирования степени ожога тела человека через огнестойкие ткани после воздействия высоких температур в лабораторных условиях;

– проведено определение номенклатуры наиболее значимых показателей безопасности тканей для пошива спецодежды работников вышкомонтажных установок нефтегазового комплекса в условиях морских шельфов.

Теоретическая и практическая значимость работы:

– разработанная установка для определения теплофизических свойств огнестойкой ткани, при воздействии открытого пламени, может широко применяться для сертификационных испытаний в испытательных лабораториях и испытательных центрах, а также для научных исследований в отраслевых и вузовских лабораториях. Данная установка может применяться как портативный прибор для

определения теплофизических свойств пакетов одежды, непосредственно в отделах охраны труда на буровых установках;

– разработан стандарт организации, который найдет применение в отделах охраны труда нефтегазодобывающих предприятиях и на швейных фабриках, по пошиву специальной одежды, в качестве нормативного документа стандарта организации;

– разработанные методики прогнозирования изменения защитных свойств и показателей безопасности тканей могут быть использованы для практического применения при выборе тканей на швейном предприятии по производству спецодежды.

Методы исследования. Экспериментальные исследования для определения защитных, гигиенических и эксплуатационных свойств тканей, для специальной одежды работников нефтегазового комплекса, осуществлялись на стандартном оборудовании по стандартным методикам, а также с помощью разработанных методов для оценки теплофизических свойств текстильных материалов и пакетов одежды. Исследования теплопередачи образцов проводились на разработанной нами установке. Полученные экспериментальные значения обрабатывались на ЭВМ с помощью методов математической статистики. В ходе выполнения работы использовались программы: Microsoft Office 2010, Paint, SolidWorks, Arduino ide, RAD Studio 10.2, Borland C++ Builder 6, MATcad.

Основные положения, выносимые на защиту:

– принцип работы установки для определения теплофизических свойств огнестойкой ткани при воздействии открытого пламени;

– результаты анализа влияния различных факторов на здоровье и жизнь работников вышккомонтажных установок нефтегазового комплекса, в условиях морских шельфов;

– результаты исследования показателей безопасности тканей, как в исходном состоянии, так и после воздействия природных факторов.

Апробация работы. Основные разработки и разделы диссертационной работы были представлены на Международной научно-технической конференции пре-

подавателей и студентов, посвящённой 50-летию университета УО «ВГТУ». — Витебск, 2015. Международной научно-технической конференции (ИННОВАЦИИ-2015) ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2015. — Москва. Студенты и молодые ученые КГТУ — производству, Межвузовской научно-технической конференции молодых ученых и студентов. Костромской гос. технол. ун-т. 2015. — Кострома. Внутривузовской научной студенческой конференции «Молодые ученые – инновационному развитию общества (МИР-2015)», ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2015. Научно-практической конференции «Студенческая наука», ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2015. По тематике диссертационной работы, в рамках научно-инновационного конкурса молодых ученых на именной грант Ректора РГУ им. Косыгина «ИДЕЯ», был выигран грант на тему: «Разработка устройства для определения теплопередачи при воздействии открытого пламени на текстильные материалы», и выполнен в установленные сроки (акт приемки-сдачи научно-технической продукции по договору 1706-Гр от 01. 02. 2017 г.). Подана заявка на изобретение (№ 2018127339).

Достоверность проведенных исследований. Обоснованность и достоверность основных разделов и выводов по диссертационной работе подтверждаются согласованностью экспериментальных исследований с теоретическими положениями. Все экспериментальные исследования выполнялись с применением современных методов и оборудования. Научные положения, результаты, рекомендации и выводы, сформулированные в диссертации на основе экспериментальных и теоретических исследований, не противоречат известным положениям и данным литературных источников. Достоверность результатов полученных в диссертационной работе подтверждается положительными отзывами специалистов в области текстильного материаловедения, полученных на заседаниях секций научно-технических конференций и научными публикациями.

Реализация результатов работы. Результаты работы апробированы на предприятия ООО «Торговый Дом Текстиль», г. Москва (акт промышленной апробации результатов кандидатской диссертационной работы от 01. 06. 2018г). Результаты работы внедрены на предприятии ООО «Испытательная лаборатория средств индивидуальной защиты МИОТ», г. Москва (акт о внедрении установки для опре-

деления теплофизических свойств текстильных материалов при воздействии высоких температур от 21. 06. 2018г).

Публикации. Материалы, изложенные в диссертации, опубликованы в 8 печатных работах, 3 из которых в изданиях, рекомендованных ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературных источников и приложений. Работа представлена на 165 страницах машинописного текста, содержит 61 рисунок, 26 таблиц, 5 приложений, списка литературы из 152 наименований источников.

ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Нефтегазовый комплекс в России

Главный локомотив российской экономики — предприятия нефтегазового комплекса. Промышленные предприятия, входящие в комплекс, дают основной объем производства продукции России и основной доход налоговых платежей и других доходов в бюджетную систему [2]. В Российской Федерации разрабатываются и начинаются добычи нефти и газа на шельфах Каспийского и Баренцева морей, в Республике Саха, на шельфе острова Сахалин. В тоже время, Арктика становится важной базой углеводородного сырья. Только под дном Северного Ледовитого океана, имеются громадные запасы нефти и газа. За последние годы открыты 32 месторождения и более 20 крупных нефтегазоносных бассейнов такие как, Ленинградское, Русановское, Штокмановское. Наибольшая доля в структуре ресурсов (67%), приходится на акваторию морей в западной Арктике: Карское, Печорское, Баренцево [3]. Необходимо множество различных рабочих специальностей для обеспечения работы платформы по добыче углеводородов. В таблице 1 перечислены некоторые из рабочих специальностей [4], которые необходимы для обслуживания и ремонта буровой установки.

Таблица 1 – Рабочие специальности для обслуживания буровой установки

Специальность	Выполняет работу
1	2
Бурильщик	Технологическая специальность для добычи нефти и газа, и других полезных ископаемых.
Сварщик	Занимается сварочными работами при сборе и разборе буровых установок, и прочих конструкций.
Лаборант-коллектор	Занимается приготовлением буровых смесей и ведет контроль, за укладкой керна и бурового цементного растворов.

Продолжение таблицы 1

1	2
Слесарь	Занимается текущим ремонтом и обслуживанием систем пневмоуправления насосов на буровых установках, приводом механизма и всего комплекса устройств.
Электромонтер	Занимается ремонтом и контролем состояния электрооборудования на буровых платформах, а также на буровых установках.
Вышкомонтажник	Монтаж буровых установок, работает в составе вышкомонтажной бригады. Также существуют должности вышкомонтажник-сварщик, вышкомонтажник-электромонтер, вышкомонтажник-дизелист, вышкомонтажник-плотник (в настоящее время практически не встречается, т. к. при монтаже современных буровых установок дерево, как материал, заменяется стальным прокатом).

1.2 Анализ рынка тканей для спецодежды

На каждом рабочем месте, которое имеет риск нанесения вреда здоровью работника, необходимо обеспечить индивидуальными средствами защиты от вредных и опасных факторов – называемой специальной одеждой. Специальная одежда – это не только защита от вредных факторов, но и элемент корпоративного стиля [5]. В процессе выполнения исследовательских работ, специалистами компании inFOLIO Research Group [6], была осуществлена классификация специальной одежды и защитной обуви. На основании анализа европейских и российских классификационных стандартов, которые в принципе не противоречат друг другу, были отмечены определенные разногласия. Так, в европейских стандартах предусматриваются понятия: защитная, рабочая, повседневная, деловая одежда и униформа. В отечественной классификации предусматривается несколько категорий, главной особенностью которых является выделение летней и зимней спецодежды.

Специалистами компании inFOLIO Research Group, были разработаны собственные критерии, на основе которых были выделены следующие группы одежды [6]:

- одежда для сферы услуг (для работников медицинских учреждений, общепита, торговых организаций, для обслуживающего и административного персонала);
- одежда для рабочих специальностей (для сварщиков, строительных, ремонтных и коммунальных работ, для дорожных рабочих – сигнальная одежда, для работников автомастерских, рабочая одежда для общепроизводственных работ, пожарное обмундирование);
- защитная одежда (от нефти и нефтепродуктов, от повышенных (сварщики)/пониженных температур, от токсичных веществ и растворов кислот, от вредных биологических факторов, от осадков (воды), от электростатических зарядов, полей);
- одежда частного назначения (для промо-акций, активного отдыха, рыбалки, охоты, туризма, для охранных структур).

Такое распределение категорий спецодежды позволило систематизировать направление исследовательских работ и разработку нормативных документов [7].

Самыми быстрыми темпами, по мнению экспертов [8], развиваются рынки специальной одежды в странах Германии, Франции, Великобритании и скандинавских государствах. На европейском рынке специальной профессиональной одежды основную нишу занимают около 20 фирм, производящих спецодежду для защиты от различных факторов влияния внешней среды. В будущем такие фирмы будут предлагать наряду с одеждой и пакет комплексных услуг. Поэтому маркетинг профессиональной одежды будет определяться не только соответствию требованиям защиты, но и разработки фирменного стиля и соответствия моде.

Страны Германия, Франция, Великобритания и скандинавские страны – создают образование наибольшего рынка сбыта профессиональной одежды. В соответствии с европейскими стандартами, всю спецодежду можно разделить на пять основных групп: защитная, рабочая, профессиональная, повседневная, деловая и униформа. Но в тоже время, по мнению ряда исследователей, эту классификацию

можно значительно упростить и свести к трем основным разновидностям – рабочей, выходной и деловой одежде.

В Российской Федерации в 2017 году продажи специальной одежды были увеличены до 150 млн. шт. [9], что превышает уровень 2011 г. на 42%. Также зафиксировано, что в течение последних лет показатель роста продаж ежегодно увеличивался, кроме 2012 года. По данным компании BusinesStat [10] в 2018-2020 гг. прогнозируется, что продажи специальной одежды (от воздействия различных факторов) в Российской Федерации возрастут на 2,2%-4,6% в год, и в 2020 году достигнут объема до 138,8 млн. шт. В 2017г. доля сектора государственных закупок составила 30% от продаж. По секторам продаж спецодежды, лидером является оптовая торговля (57%). Рост потребности, а значит и продаж спецодежды, будет определяться увеличением требований потребителей к повышению уровня защиты, от вредных внешних факторов, использованию новейших достижений науки и технологии. Одежда специального назначения постоянно модернизируется и обновляется, появляются новые ткани по волокнистому составу, структуре и специальных защитных свойств (огнестойкость, масло-водоотталкивание, теплоустойчивость, гигиенические свойства и др.). Повышение спроса на спецодежду в Российской Федерации, обуславливают климатические (температурные) условия в нашей стране, которые существенно влияют на структуру специальной одежды и ее срок эксплуатации. В таблицах 2 и 3 приведены параметры спроса и предложения спецодежды на российском рынке. Объем рынка спецодежды, предложенный к продаже в стране, равен сумме складских запасов спецодежды на начало года и спецодежды, которая была произведена или завезена в Россию в течение года.

Таблица 2 - Предложение спецодежды, РФ, 2013-2016 гг. (млн. шт.; %)

Год	2013	2014	2015	2016
Предложение (млн. шт.)	84.60	128.81	137.24	150
Динамика предложения (% к пред.году)	-17.5	52	6.5	8.8

Таблица 3 - Прогноз спецодежды, РФ, 2017-2021 гг. (млн. шт.; %)

Год	2017	2018	2019	2020	2021
Предложение(млн. шт.)	155.99	159.58	163.12	167.02	171.38
Динамика предложения (% к пред. году)	4.6	2.3	2.2	2.4	2.6

Предложение спецодежды в России, в 2012-2016 гг., увеличилось на 45,5%: со 102,5 млн. шт. до 149,2 млн. шт. Объем предлагаемой продукции ежегодно увеличивался, относительно предыдущих лет. Исключение составил 2012 г., когда предложение спецодежды в стране снизилось на 17,5%, относительно предыдущего года. Снижение показателя было связано с сокращением производства и импортных поставок, причиной которого стало снижение спроса на рынке. В 2012 г. продажи спецодежды во всех секторах рынка демонстрировали снижение. Ожидается, что объем предложения спецодежды в 2017-2021 гг., будет расти в среднем на 2,8% в год и в 2021 году составит 171,4 млн. шт. Рост предложения готовой продукции объясняется увеличением внутреннего производства, вследствие растущего спроса.

По данным агентства «Анитэкс» [11], на долю тканей для пошива корпоративной, специальной и форменной одежды, приходится 12.3% в общем объеме российского выпуска готовых тканей. В группе выпуска тканей для спецодежды, преобладают ткани хлопчатобумажные (61.2%) и смесовые (30.6%).

По результатам исследования рынка тканей в 2017г. агентством «Анитэкс» [11], на долю импорта тканей для специальной одежды приходится 44% от объема. Рынок РФ увеличивает свою привлекательность [12] как для отечественных, так и для мировых производителей тканей в области корпоративной, специальной и форменной одежды. Этому способствует улучшение экономической обстановки и улучшение уровня жизни, ужесточение требований со стороны государства к безопасности условий труда, к повышенному интересу как мелких предприятий, так и больших корпораций, к созданию собственного корпоративного стиля и

снижению рисков нанесения вреда работникам. В последние годы в России наметилась ориентация на соответствие специальной одежде моде, что также способствует развитию рынка.

Государство РФ уделяет большое внимание импорту замещению, в том числе и в производстве готовых тканей для специальной одежды, что даст быстрый рост их объема производства, следовательно, и на развитие текстильной промышленности.

К основным производителям Российских тканей для спецодежды, в том числе и огнестойких, следует отнести: ООО «Чайковский текстиль», ООО «Нордтекс», ООО «Лирсот», ООО ПФ «Кадотекс-2000», ПК «Элиот», ЗАО «АСО», ПК "Технические ткани", ПК «СолТэк», ООО «Текс-Центр», ООО «Торговый Дом Текстиль».

К наиболее известным производителям зарубежных тканей относятся:

Klopman International (Италия), Carrington Career&Workwear (Великобритания), Walls FR (США), Inventex (Германия), Daleas (Норвегия), Westex (США), «Моготекс» (Беларусь), ИП "Альфаэнерго"(Беларусь).

1.3 Евразийский экономический союз

Техническое регулирование в рамках Евразийского экономического союза, направлено на обеспечение безопасности продукции, обращаемой в странах входящих в Евразийский экономический союз, посредством применения технических регламентов. Технический регламент Евразийского экономического союза – документ, принятый Евразийской экономической комиссией и устанавливающий обязательные для применения и исполнения на территории союза [13]. Технические требования Евразийского экономического союза принимаются с уклоном на аналогичные европейские нормы [14]. В таблице 4 представлена евроинтеграция (гармонизация) российских стандартов с европейскими аналогами, применяемые в области стандартизации и сертификации специальной одежды.

Таблица 4 - Евроинтеграция стандартов

ГОСТ Р (стандарт РФ)	EN (стандарт ЕС)
ГОСТ Р ИСО 6942-2007 [15]	EN ISO 6942:2002 [16]
ГОСТ Р 12.4.218-99 [17]	EN 340:2003 [18]
ГОСТ Р 12.4.237-2007 [19]	EN 348:1992 [20]
ГОСТ Р 12.4.234-2007 [21]	EN 61482-1-2:2007 [22]
ГОСТ 27643-88 [23]	EN 343(2007-11) [24]
ГОСТ Р 12.4.236-2011 ССБТ [25]	EN 14058:2004 [26]
ГОСТ Р ИСО 15025-2007 [27]	EN ISO 15025(2003-02) [28]
ГОСТ 12.4.101-92 [29]	EN ISO 374-1:2016 [30]
ГОСТ 27575-87 [31]	EN 340-2012 [32]
ГОСТ Р 12.4.198-99 [33]	EN 863(1993-01) [34]
ГОСТ Р 51553-99 [35]	EN 20811-92 [36]
ГОСТ Р ИСО 12.4.197-99 [37]	EN ISO 6530(2005-05) [38]
ГОСТ Р ИСО 6940-99 [39]	EN ISO 6942:2002 [40]

Требования ТР ЕАЭС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты», предъявляемые к тканям и материалам для изготовления специальных костюмов, рассмотренных в работе, приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Требования ТР ЕАЭС 019/2011«О безопасности средств индивидуальной защиты

Нормативные показатели	Одежда специальная для защиты от нефти и нефтепродуктов	Одежда защитная от механических воздействий и общих производственных загрязнений
1	2	3
Огнестойкость	Остаточное горение материалов, для средств индивидуальной защиты при воздействии пламени в течение 30 с должно отсутствовать и ткани не должны плавиться	-
Теплозащита	См. таблица 6	
От воздействия пониженной температуры.	Тепловое сопротивление .Не менее 0,50 м ² •град/Вт.	-

Продолжение таблицы 5

1	2	3
Водоупорность	Одежда специальная для защиты от дождя должна иметь водоупорность не менее 1800 Па.	Одежда специальная для защиты от дождя должна иметь водоупорность не менее 1800 Па.
Раздирающая нагрузка, Н По основе – По утку –	30 30	30 30
Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом	Не более 10^7 Ом	–
Защиты от нефти и нефтепродуктов	Одежда для защиты от нефти и нефтепродуктов и ткани для ее изготовления должны быть нефтенепроницаемыми и нефтестойкими, сохранять нефтезащитные свойства после 5 стирок или химчисток.	-
Паропроницаемость	-	-
Воздухопроницаемость	Воздухопроницаемость Не более $40 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$;	Воздухопроницаемость Не более $40 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$;
Гигроскопичность	Гигроскопичность Не более 15%	Гигроскопичность Не более 15%
Стойкость к истиранию, циклы	Не менее 500	Не менее 500
Разрывная нагрузка, Н По основе – По утку –	600 400	600 400

В таблице 6 представлена форма рекомендуемых параметров материалов, прошедших испытания по ГОСТ Р ИСО 9151 – 2007, которые можно разделить на пять областей.

Таблица 6 - Рекомендуемые параметры по ГОСТ Р ИСО 9151 – 2007

Область	Пределы НТИ	Типовая конструкция	Примечания	Воспроизводимость
1	3-6	Однослойная	Рекомендуемый результат 4-5	1.7
2	7-12	Двухслойная		2.3
3	13-20	Трехслойная	Для пожарных ≈ 16	3.2
4	21-30	Очень толстая		4.3
5	31	Черезвычайно толстая		-

1.4 Опасные факторы и риски заболеваний в нефтегазовом комплексе

В ходе трудовой деятельности человека на него воздействуют опасные и вредные производственные факторы, которые по профессиям могут существенно различаться, как качественно, так и количественно.

Вредный производственный фактор – фактор, который при воздействии на работающего человека в определенных условиях, вызывает снижение работоспособности или заболевания [41].

Опасный производственный фактор – фактор, который способен в тех или иных условиях стать причиной резкого ухудшения здоровья или травмы.

Вредные производственные факторы, в зависимости от продолжительности и интенсивности воздействия, способны становиться опасными.

Классификация вредных и опасных производственных факторов по профессиям производится согласно ГОСТ 12.0.003-2015.

Все факторы можно подразделить на 4 типа:

- 1) Физические (на возвышенности, открытом воздухе, пыль, шум, вибрация, пожароопасность, морской сырой ветер, климатогеографические факторы);
- 2) Химические (контакты с химикатами, контакты с сырой нефтью, нефтепродуктами);
- 3) Биологические (микробы, споры, микроорганизмы);
- 4) Психофизиологические (нервные перегрузки, стрессы, утомления).

Профессиональным заболеванием у рабочих и служащих, считается такое заболевание, которое развилось продолжительное время в процессе трудовой деятельности [42]. По данным Росстата на 10 тыс. работников нефтегазового комплекса, профессиональной болезнью страдают 2% работников. На основании анализа данных проведенных исследований, и на основании оценки труда работников нефтегазового комплекса [43] было установлено, что уровень вредности соответствуют 3 классу 1-4 степени вредности. Главным негативным условием и основ-

ными вредными факторами, которые оказывают влияние на получение заболеваний у работников нефтегазового комплекса, являются: совокупность физических и химических факторов, тяжесть и напряженность труда, неблагоприятный микроклимат, вибрация, шум [44].

По выше изложенным причинам, для предоставления безопасных и комфортных условий труда работникам нефтегазового комплекса, нужна комплексная организация исследований гигиены рабочих мест, технологического процесса, выявление опасных производственных факторов, влияния производственной среды.

На нефтегазовых комплексах велика опасность возникновения пожара на производстве, в связи с этим необходимо применять строгие требования к специальной одежде работников нефтегазового комплекса, в области таких свойств, как огнестойкость и антистатичность.

Условия труда у работников нефтегазового комплекса, обуславливаются сложными климатическими условиями и воздействиями факторов 2-4го класса опасности (газ, нефть, химические вещества и др.)

Классы условий труда по руководству:

- 1 – оптимальный;
- 2 – допустимый;
- 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 – вредный.

НИИ медицины труда [43] проводили исследования влияния условий труда на здоровье работников нефтегазового комплекса, были выявлены вредные факторы, определены рабочие нагрузки и климатические условия.

Для оценки травмобезопасности рабочих мест, по мнению Федорца А.Г[45], следует проводить аттестацию рабочих мест в соответствии с условием труда – как самого главного элемента в цепи выявления опасностей на рабочем месте. Подтверждение нормативных требований охраны труда и соблюдение государственных установленных порядком правил аттестации рабочих мест, приводит как минимум к снижению получения заболеваний и травм на производстве [46].

В рамках проведенной Лагуновой В.В [47] работы, была предложена градация риска по классу условий труда и оценки нанесения вреда здоровью работников, сформированная на базе статистического анализа данных производителей специальной одежды [48].

В таблице 7 представлены 4 класса условий труда, сформированных согласно рабочих условий (гигиены и т.п.): оптимальные, допустимые, вредные и опасные. Риски, связанные с профессиональными заболеваниями и (или) патологией легкой или средней степени тяжести нанесения вреда с потерей профессиональной трудоспособности, определяются на базе исследований проведенных НИИ медицины труда, по результатам статистической отчетности и аттестации рабочих мест с применением категорирования риска.

Таблица 7 - Классы условий труда работников нефтегазового комплекса

Классы условий труда по руководству. Р 2.2.755-99	Индекс профзаболеваний	Виды профессий нефтегазового комплекса	Категория профессионального риска нефтегазового комплекса.
1	2	3	4
1 – оптимальный	0	Для службы логистики	Риск отсутствует
2 – допустимый	<0,05	Для инженерной службы	Риск переносимый
3.1- вредный	0,05-0,11	Для операторов ДНГ, ППД, ООУ	Малый
3.2- вредный	0,11-0,25	Для машинистов	Средний
3,3- вредный	0,25-0,5	Для бурильщиков, пом.бурильщиков	Высокий
3.4 – вредный	0,5-1,0	Для монтажников-сварщиков (вышкомонтажник)	Очень высокий
4 – Опасный (экстремальный)	~1,0	-	Сверх высокий

Индекс профессиональной заболеваемости определяется вероятностью профессионального заболевания с устойчивой утратой трудоспособности, полученного от воздействия вредных производственных факторов. Коэффициент частоты профессиональных заболеваний определяется средним число заболеваний с

устойчивой утратой трудоспособности, приходящееся на 1000 работающих (чел.), за отчетный период времени: $K_{пз} = (T_3 / P) 1000$ (случаев/год), (12) где: T_3 – число устойчивых утрат трудоспособности за отчетный период (случаев/год); P – среднее число постоянно работающих за отчетный период (чел./год).

1.5 Защитные свойства материалов для специальной одежды работников нефтегазового комплекса в условиях морских шельфов

Материалы на основе натуральных волокон хлопка с огнестойкими пропитками.

На данное время имеется два лидера производителей огнестойких пропиток для хлопковых тканей – это Proban® и Pyrovatex®. Отличительная особенность заключается в химическом составе, а также в технологии пропитки. Первая пропитка делает ткань огнестойкой без проникновения во внутрь волокна, а вторая за счет образования молекулярных связей внутри волокна.

Пропитка Proban® – это химический и технологический процесс придания хлопчатобумажным тканям огнестойких свойств, который происходит на стадии отделки тканей [49].

Не поддерживают горения и тления, гарантируют защиту от ожогов II и III степеней. Составной частью технологического процесса, является химическая пропитка. После сушки и обработки газообразным аммиаком, по запатентованной технологии фирмы RHODIA, следует окисление и нейтрализация. Процесс формирования полимера необратим. Полимер совершенно нерастворим и входит в структуру волокна.

Ткани, обработанные по технологии Proban®, сохраняют огнестойкость в течение всего времени службы изделия. Ткани приобретают устойчивость к огню благодаря полимеру, зафиксированному в ткани. Под воздействием огня ткань Proban®, образует изолирующий слой нераспространяющегося, обуглившегося вещества, помогающего защитить носителя этой одежды. Ткани Proban® не тле-

ют, не горят, не плавятся, а огонь не распространяется за пределы обуглившейся области.

Натуральные хлопковые ткани, с огнезащитной пропиткой типа Pyrovatex [50], обладают всеми преимуществами тканей с пропиткой Proban. Более того, пропитка типа Pyrovatex, за счет ковалентных связей с макромолекулами хлопкового волокна, что придает тканям устойчивую огнестойкость. Важно, что эта связь усиливается в присутствии воды, т.е. в процессе стирки и эксплуатации, защитные огнестойкие свойства ткани фактически улучшаются, обеспечивая долгосрочную безопасность. Защиту от огня, так же обеспечивает пропитка Pyrovatex, сводящая малую вероятность получения ожогов II и III степени, при воздействии пламени. И сохраняет огнезащитные свойства ткани при 100 циклах стирок.

Отделка огнезащитными препаратами Pyrovatex, используется для тканей из хлопка или его смесей, для достижения эффекта перманентной защиты от огня. Как работает Pyrovatex? В процессе нанесения и фиксации, Pyrovatex образует с молекулами целлюлозы химические связи и становится частью волокна. Поэтому процесс не является «грубой» поверхностной обработкой и успешно применяется при отделке мебельных тканей, защитной одежды, одежды для военнослужащих, а также постельного белья для гостиниц и поездов. При нагревании до 300°C, целлюлоза начинает распадаться с выделением горючих газов, которые возгораются при температуре 350°C. Огнезащитные препараты действуют аналогично кислотам Льюиса и дегидрируют волокна целлюлозы, до стабильных остатков. Это явление происходит при температуре 250°C, что значительно ниже температуры возгорания, поэтому ткань не горит. Таким образом, возгорающаяся часть целлюлозы инактивируется задолго до достижения температуры возгорания. Фактически обуглившаяся часть ткани создает щит, а не образует дыры, и предохраняет от возгорания другие материалы, под тканью с огнезащитной отделкой, а во многих случаях и кожу человека. Такая защита не приводит к образованию расплавленных капель, которые служат причиной вторичного возгорания или ожога. Pyrovatex является фосфоросодержащим соединением, которое образует химиче-

ские связи с хлопком, с формированием безопасной перманентной огнезащитной отделки. Хлопок, с отделкой огнезащитными препаратами Pyrovatex, абсорбирует влагу и не накапливает статическое электричество.

Также были проведены работы в усовершенствование огнезащитных свойств специальной одежды исследователями Бесшапошниковой В.И. и Загоруйко М.В. [51, 52], в которых описана характеристика разработанных материалов и способы огнезащиты композиционных материалов. Установлена закономерность в получении огнезащитных композиционных материалов, путем дублирования слоев клеевыми материалами, позволяющая снижать их горючесть, из-за чего пропадает необходимость проводить огнезащитную обработку.

В США разработан способ применения ламинированных материалов, которые обладают высокими огнестойкими свойствами и повышенной устойчивостью к воздействию жидкостей для производства спецодежды [53]. Огнезащитный мембранный тканевый материал, состоящий из бикомпанентных комбинированных арамидных нитей по основе и утку, используемый для изготовления защитной одежды, был запатентован в Российской Федерации [54]. Компания «Восток – Сервис» разрабатывает свою линейку и проводит цикл испытаний спецодежды, защищающих от термических рисков, и тканей состоящих из натурального хлопка с огнестойкой пропиткой «Пробан», а также арамидных тканей «Номекс комфорт», в своих лабораториях [55].

В последние годы для производства спецодежды все более широкое применение находят материалы, изготовленные из химических огнестойких волокон. Важнейшей особенностью термостойкого химического волокна, является его высокое значение кислородного индекса. Например, у полиамидоимидного волокна Kermel – кислородный индекс (КИ) 28 %, а у полибензимидазольного волокна РВІ – 41 %. Эти волокна характеризуются высокой температурой разложения, порядка 350 – 550 °С [56]. Особенностью волокна Kermel, которое получают из ароматического полиамида, является обладание высокой устойчивостью к повышенным температурам и началом разложения в пределах 350-550 °С и выше [57, 58]. Создание высокомолекулярного волокна, с уникальным комплексом свойств, стала

основной задачей в области создания термостойких волокон. Российскими учеными было получено сополимерное мета-пара-арамидное волокно, обладающее термостойкими и огнестойкими свойствами «Тогилен», которое может производиться как в виде штапельного волокна, так и нитей [59, 60]. Уникальный набор свойств позволяет использовать изделия из Тогилена, в условиях экстремальных термических воздействий.

Разработаны и нашли применения замедлители горения [61, 62], которые содержат атомы фосфора и галогена. Эффект применения фосфора и галогенов, в одной молекуле, имеет аддитивный характер и может проявляться даже как антагонистический в полиакрилонитрильных волокнах. Как в России, так и за рубежом, производители предлагают методы получения огнезащитных свойств, основанными на послойном нанесении на ткань полимерной композиции, которая включает компоненты: поливинилхлорид, пластификатор, трехокись сурьмы и стабилизатор [63, 64]. Также известны способы получения огнезащитных свойств [65 - 73], за счет поверхностной модификации текстильных полотен, путем пропитывания водным раствором различных смол. С целью придания повышенной износостойкости и разрывной нагрузки, было предложено использовать смесь огне-теплостойких полиакрилонитрильных волокон, с добавлением параарамидных волокон [74]. Огнестойкую ткань можно получать на основе применения смеси волокон различного сырьевого состава, так в работе исследователя Лаврентьевой Е. П. описано создание отечественных огне-,термозащитных текстильных материалов на базе применения пряжи из отечественных химических волокон и их смесей с натуральными волокнами в сочетании с поверхностными пропитками для металлургов и сварщиков, спецподразделений силовых структур [75].

При организации проектировании спецткани, для пошива спецодежды, прежде всего учитываются необходимые показатели для защитных свойств, удовлетворяющие требованиям ТР ЕАЭС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты». Но также важно, чтобы эти свойства не теряли свои показатели в течение всего срока эксплуатации. В работе исследователя Юрцева О.О [76],

были проведены исследования на изменение защитных свойств спецодежды, после многократного воздействия на ткани (стирка + действие светопогоды).

Необходимо при проектировании тканей для спецодежды, установить взаимосвязь между характеристиками структуры и физико-механическими свойствами. При этом следует учитывать целевое назначение ткани, свойства используемого сырья, параметры технологического процесса и условия формирования текстильных материалов [77]. В процессе эксплуатации одежды, на ткань оказывают различные воздействия: природные (внешняя среда), эксплуатационные (тепловые, химико-физические, изнашивание).

По мнению исследователя Юрцева О.О., влияние различных факторов воздействующих на текстильные изделия, зависит от условий эксплуатации. Для оценки процесса обычно используют кинетические характеристики свойств, которые в общем виде обычно выражают моделями [76].

$$u = u_0 - mx^b - nx, \quad (1)$$

$$y = 100 - ax^b - cx, \quad (2)$$

где u и $y = 100u/u_0$ - абсолютные и относительные значения критерия (позитивного показателя качества), после x циклов воздействия;

x – число циклов воздействия;

u_0 – значение абсолютного критерия для материала не подвергавшегося воздействию;

a - b - c - m - n - v – константы уравнений, определяющие вид материала и зависящие от факторов износа.

Испытания, проведенные в работах [78-80] показали, что значения показателей воздухопроницаемости, полученных для суровых хлопчатобумажных тканей, уменьшаются (после первой стирки) на 53,0%, после второй – приблизительно на 10,0% , и после третьей на 1,5%.

Исследователь Склянников В.П [81], исследуя бельевые ткани установил, что поверхностная плотность, прочность, устойчивость к истиранию и выносливость к многократным изгибам снижаются в процессах стирки, а характеры сни-

жения зависят от их исходных значений, чем они больше, тем больше интенсивность их уменьшения. Исследователи Козьмич Д. И., Дианич М. М. [82] установили, что уменьшение плотности по утку и по основе льнолавсановых тканей, влияет на увеличение потери средней расчетной прочности.

Обобщая вышесказанное, можно констатировать, что увеличение площади поперечного сечения нитей при набухании, влияет на изменение линейных размеров ткани а, следовательно, элементов ее структуры и на изменение основных свойств [83].

Также важным элементом ткани, влияющим на усадку текстильных материалов, является волокнистый состав. Наличие в составе хлопчатобумажных и вискозных полотен, полиэфирных, полиамидных и поливинилхлоридных волокон, значительно повышает стабильность линейных размеров тканей после стирок [84-86]. Результатом воздействия многократных стирок, является снижение воздухопроницаемости, прочности и работы разрыва, увеличение разрывного удлинения. При влажно-тепловых воздействиях, факторы износа распространяются на всю волокнистую массу ткани одновременно, а изменения механических свойств, проявляются пропорционально массе тканей [87].

Климатические факторы, такие как влажность воздуха, солнечная радиация, осадки, ветер – именуется общим термином "светопогода" [76]. Светопогода приводит к старению текстильных изделий, т.е. их физико-механические свойства ухудшаются и, в итоге происходит их полное разрушение [88, 89]. Воздействие климатических факторов разрушает структуру красителей на волокнах и структуру самих волокон. Этот процесс осуществляется во времени, а следовательно, является кинетическим процессом [90]. Устойчивость окраски к действию светопогоды, в основном зависит от химического состава, марки и типа красителя, которые применяются в технологических процессах крашения, в зависимости от сырьевого состава текстильных полотен.

Для изучения процесса деструкции текстильных волокон и нитей нашла широкое применение электронная микроскопия, ИК-спектроскопия, хемилюминесцентный анализ, но в тоже врем оценку светостойкости можно характеризовать

изменениями физико-механических показателей [91]. Изменение свойств окрашенных материалов, под воздействием света, связано с фотохимическими изменениями в самом материале.

В работе Садова Ф.И. [92] отмечено, что уровень разрушения волокон под действием различных факторов светопогоды, определяется строением ткани: ее толщиной, поверхностным заполнением и плотностью. В зависимости от переплетения тканей, под действием светопогоды, потеря прочности может отличаться в 1,5 – 2 раза.

Для оценки степени износа текстильных изделий, в работах исследователей [91-93], применялось сканирование поверхности образцов, позволяющее проводить сравнение их с шаблонами дефектности. Изменение внешнего вида текстильных материалов, под воздействием светопогоды, можно оценивать также изменением изображения структуры образцов, в сравнение со шкалой эталонов. Проведенными исследованиями [94, 95] было выявлено, что при влиянии естественных атмосферных воздействий, полученных при опытном изнашивании ткани из смеси полиэфирных и целлюлозных волокон, разрушаются в меньшей степени, чем ткани из чисто хлопчатобумажной пряжи. Снижения разрывной нагрузки у смешанной ткани, определяется деструкцией ее полиэфирного компонента, что подтверждается кинетикой изменения физико-механических показателей, выделения CO_2 , изменения молекулярной массы, а также этому способствует образование новых концевых карбоксильных групп.

В работе [96] показано, что изменение толщины тканей, в значительной мере, происходит после 15 дней инсоляции. Удлинение тканей при разрыве, при действии инсоляции, также уменьшается. Исследователем С.С. Горшковой [97] изучалось влияние повышения температуры и интенсивности УФ - излучения, на изменения свойств тканей, в зависимости от их волокнистого состава. По итогам исследования был сделан вывод, что ускорение изменений от температурных воздействий и интенсивности УФ - излучения, в значительной мере, определяется сырьевым составом полотен. В работе [98] было выявлено, что воздействие солнечной радиации существенно ухудшает прочностные характеристики тканей,

особенно в летние солнечные дни, так как в это время солнечная радиация достигает максимальных значений и существенно ускоряет деструкцию текстильных полотен. Исследователем В.П. Склянниковым [99] предлагалось, в качестве основного критерия стойкости тканей к воздействию атмосферных условий и стирок, использовать устойчивость полотен к многократному изгибу. В результате исследования было показано, что изменение стойкости к многократному изгибу зависит от переплетения тканей и находится в пределах от 40 до 100%.

В работе [100] определялось влияние количества стирок на усадку после 12 часов инсоляции декоративных тканей, которая после 3-х стирок равнялась 0, а после 6-ой стирки отмечалась притяжка. А при инсоляции 20 часов, притяжка образовалась уже после первой стирки.

В работе С.Б. Белкиной [101] исследовалось совместное влияние различных факторов, таких как истирание, многократное растяжение, светопогода и стирка, на процесс изнашивания тканей костюмного ассортимента. Было установлено отсутствие влияния последовательности воздействий на степень износа. Изменение устойчивости к истиранию тканей, при опытной носки и лабораторного изнашивания со стирками, описывается уравнением степенной функции, а в условиях лабораторного изнашивания, без стирок – уравнением прямой. Изменение прочности при опытной носки и лабораторном изнашивании со стирками, выражается уравнением степенной функции.

Если температура воздуха находится за пределами диапазона 18 - 25 °С, то большинство людей, не имеющих одежды, начнет чувствовать себя некомфортно. А если температура выше 40 °С, то это может быть опасно для жизни. Кожа очень чувствительна к нагреванию. В работе [102] было установлено, что при воздействии открытого пламени, при температуре 45 °С, ощущается боль, а при 72°С – кожа полностью обгорает.

Цель огнезащитной одежды – уменьшение скорости нагрева кожи человека и обеспечение работнику достаточного времени, чтобы выйти из очага пожара. Увеличение времени и количества падающего теплового потока, в котором работник может находиться в условиях воздействия открытого пламени, являются

важными факторами при проектировании ткани. В нормальных условиях только 3 - 10 секунды доступны для человека, чтобы выйти из очага пожара, с тепловым потоком воздействия равному $100 \text{ кВт} / \text{м}^2$.

Защитная одежда, предназначенная для защиты от пламени, должна иметь две функции, т.е. быть огнестойкой и формировать тепловой барьер. Последнее является очень важным фактором, если работник должен оставаться рядом с пламенем, в течении довольно длительного времени. На самом деле, опасность ожога лежит на частях тела не покрытых одеждой, подтверждается статистикой, показывающая, что 75% всех ожогов находятся на руках и лице [103].

На основании принятой в медицинской практике классификации ожогов [104] (для более удобного использования), в работе предложена градация степени риска появления ожога на теле человека, в зависимости от температуры воздействия открытого пламени:

1 степень – поверхностные ожоги $45 \dots 100 \text{ }^\circ\text{C}$;

2 степень – поверхностные ожоги $100 \dots 200 \text{ }^\circ\text{C}$;

3 степень – глубокие ожоги $200 \dots 300 \text{ }^\circ\text{C}$;

4 степень – глубокие ожоги $300 \dots 400 \text{ }^\circ\text{C}$.

Метаболизмы, происходящие внутри нашего организма, вырабатывают тепло, которое может сохранить жизнь или иметь смертельный исход, в зависимости от обстоятельств [105]. Человек чувствует себя комфортно в узком (26 ± 4) $^\circ\text{C}$ интервале температур. В летнее время, тепло вырабатываемое метаболической активностью, необходимо отводить за пределы одежды, а в зимнее время сохранять. Ткань, выбираемая для спецодежды, работникам нефтегазового комплекса на морских шельфах, должна сохранять свои защитные свойства в процессе всего срока службы. При понижении температуры от $0 \text{ }^\circ\text{C}$ до $-30 \text{ }^\circ\text{C}$, изменяются защитные свойства волокон, а также тканей спецодежды работников находящихся в условиях холодного климата.

Исследователи Yamana et al. [105], фиксируют огрубление (трещины) на концах волокон, при понижении температуры от $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ до $-30 \text{ }^\circ\text{C}$. Также с понижением температуры наблюдается увеличение плотности энергии при разрыве, а

также происходит деформация образцов при растяжении. Тем не менее, более высокая чувствительность к циклическому нагружению и испытанию на изгиб, с понижением температуры, наблюдалась у полиуретановых материалов, а трещины на концах волокон начинают появляться ниже $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Большинство материалов испытывают увеличение (около 20%) жесткости, при понижении температуры от $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Сопротивление после циклического нагружения, при низкой температуре до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, также уменьшается с понижением температуры. С другой стороны, свойства материалов сильно зависят от поглощения воды, в частности гибкость материалов снижается при низкой температуре (до 3 раз), в условиях повышенной влажности.

Понижение температуры влияет на свойства хлопковых волокон в образцах тканей не одинаково. На изменение свойств хлопковых волокон при понижении температуры оказывает влияние степень зрелости (кристалличности) волокна. Как было предложено исследователем Закощиковым [106], важные механические свойства определяются по степени зрелости и формируются в процессе роста, путем соотношений компонентов [106 – 108]. Также исследователем было предложено делить хлопковые волокна на 4-е группы (по виду под микроскопом): группа 1 – зрелое волокно, группа 2 – полужелтое волокно, группа 3 – незрелое волокно, группа 4 – мертвое волокно.

Зная кристалличность волокна, можно оценить его устойчивость к различным воздействиям. Хлопковые волокна, по мере роста (в одной коробочке), обладают различной степенью кристаллизации (зрелости), эти различия степени зрелости влияют на основные физические свойства хлопковых волокон. По мнению исследователей Бессоновой Н.Г., Жихарева А.П. [109], существенное влияние на теплопроводность оказывает характер пространственной ориентации волокон. Исследования, проводимые в работах [110, 111] по теплопроводности полимеров, продемонстрировали анизотропные признаки по теплопроводности, это означает, что вдоль ориентированных макромолекул теплопроводность значительно выше, чем поперечном направлении ориентированных макромолекул. Эти результаты исследований подтверждены и другими экспериментами [112].

В работе [110] установлено, что уменьшение теплопроводности материала зависит от температуры среды, чем ниже температура среды, тем ниже теплопроводность материала. В работе [105] были проведены исследования, подтверждающие данные об уменьшении теплового сопротивления материалов, при понижении температуры от 0°С до -40 °С.

Теоретически влияние толщины материала h на его тепловое сопротивление R , описывается зависимостью вида [110]:

$$R = \frac{h}{\lambda}, \quad (3)$$

где λ – эффективный коэффициент теплопроводности материала.

Авторы К. В. Карлина, В. Р. Боровский в проведенной работе [113] фиксируют, что при увеличении толщины зимнего пакета одежды тепловое сопротивление увеличивается не линейно, а по другому закону. В работе [114] было установлено, что с увеличением толщины пакета до 11мм, его тепловое сопротивление возрастает и стремится к линейной зависимости. Далее тепловое сопротивление падает, а при толщине свыше 23мм не изменяется. На основании этого, исследователями было установлено, что тепловое сопротивление пакета материалов зависит от его толщины, и характеризуется экспоненциальной взаимосвязью.

Приведенная зависимость объясняется прослойками воздуха между слоями, количество которых влияет на тепловое сопротивление пакета [115 - 123].

Показатели теплофизических свойства волокнистых материалов зависят от наличия ветра, скорости ветра [115]. Было установлено, что в условиях спокойного воздуха, влияние воздухопроницаемости тканей на их тепловое сопротивление не ощутимо, коэффициент воздухопроницаемости пакетов составляет менее $5...10 \text{ дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$, т.е. внутренняя конвекция отсутствует. При наличии ветра снижение теплового сопротивления пакетов одежды пропорционально их воздухопроницаемости [115].

Академиком АН СССР Михеевым М. А. [124] установлено, что при распространении тепла температура в различных частях неодинакова. В первую

очередь важно знать зависимость коэффициента теплопроводности от температуры. Теплопроводность определяется по формуле (Закон Фурье) [124]:

$$dQ_{\tau} = -\lambda \frac{dT}{dx} dF d\tau, \quad (4)$$

где dQ_{τ} – количество теплоты, Дж; dF – элемент изотермической поверхности; $d\tau$ – время; dT/dx – градиент температур.

Система дифференциальных уравнений дает описание процессов теплопроводности и устанавливает связь, между временными и пространственными изменениями температуры тела [109]:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \alpha \left[\frac{\partial^2 T}{dx^2} + \frac{\partial^2 T}{dy^2} + \frac{\partial^2 T}{dz^2} \right] + \frac{Q_v}{cp}, \quad (5)$$

где $\alpha = \frac{\lambda}{cp}$ – коэффициент температуропроводности, m^2 / c ;

T – температура тела, К; τ – время, с; p – плотность.

Английским учёным Рейнольдсом [125] установлено, что тепловой поток характеризуется двумя основными типами движения: ламинарным и турбулентным. При одном движении струйки потока располагаются упорядоченно и параллельно друг другу, а при другом режиме они хаотически переплетены друг с другом.

Критерии и числа подобия

Применять переход от сложных дифференциальных выражений к выражениям в конечной форме, было предложено академиком Лыковым А.В. [126 - 128], в своих работах для решения задач на тепло- и массообмен. Применяя теорию подобия, которая дает метод преобразований выражений, можно заменять сложные дифференциальные операторы на простейшие алгебраические выражения.

Выводы по главе 1

1. При выполнении работ в нефтегазовом комплексе, особенно на морских шельфах, на жизнь и здоровье рабочих оказывают влияние комплекс вредных производственных факторов, которые имеют химическую природу и могут быть отнесены к веществам 2, 3, 4-го классов опасности.
2. Анализ рисков степени нанесения вреда, основанный на статистических исследованиях НИИ медицины труда показал, что для оценки безопасности показатели должны выбираться с учетом риска нанесения вреда, в том числе и для работников нефтегазового комплекса в условиях арктических шельфов.
3. Спецодежда должна нести защитную функцию от влияния открытого пламени, защищать работников, т.е. она не должна воспламеняться и плавиться в течение всего срока эксплуатации. Даже если одежда будет огнестойкой, имеется риск получения высокой степени ожога, от воздействия тепла, передающегося от открытого пламени. Следовательно, кроме огнезащитных свойств, одежда работников, в условиях повышенной пожаровзрывоопасности, должна защищать также и от высоких температур. Данный норматив отсутствует в ТР ЕАЭС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты». При комплексной оценке защитных свойств следует использовать норматив ГОСТ ISO 11612-2014 ССБТ. «Одежда для защиты от тепла и пламени. Общие требования и эксплуатационные характеристики».
4. Для специальной одежды работников нефтегазодобывающих комплексов, в условиях арктического севера (IV зона), в регламенте ТР ЕАЭС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» – отсутствуют показатели характеризующие проникновение холода через специальную одежду (в условиях низких температур), что не позволяет давать объективную оценку защитных свойств специальной одежды.
5. При проектировании защитных свойств хлопчатобумажных и смешанных тканей для спецодежды, следует определять и анализировать степень кристалличности хлопковых волокон, на устойчивость их к различным видам воздействий.

6. На основании анализа литературных данных следует, что необходимо создание экспериментальных установок, позволяющих оценивать изменения теплопередачи на внутренней поверхности текстильного материала.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТКАНЕЙ ВЕРХА ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ РАБОТНИКОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ МОРСКИХ ШЕЛЬФОВ

2.1 Выбор объектов исследования

На основании исследования рынка тканей для спецодежды различных специальностей, работников нефтегазодобывающих комплексов, были выбраны ткани как зарубежного, так и отечественного производства, которые представлены в таблице 8 [129 - 132].

Таблица 8 - Характеристики исследуемых образцов тканей

Показатели	1. Megatec	2. Weldp Rotector	3. Мастер-Универсал	4. Премьер FR	5. Грета-М
1	2	3	4	5	6
Фирма - производитель, страна	«Клорман» (Италия)	«FRECOTEX» (Китай)	«Нордтекс» (Россия)	«Чайковский текстиль» (Россия)	«Моготекс» (Беларусь)
Сырьевой состав	75% ХБ, 24% ПЭ + 1% антистатическая нить нить	100 % ХБ	100% ХБ	99% ХБ + 1% антистатическая нить нить	50% ХБ, 49% ПЭ + 1% антистатическая нить нить
Вид отделки	НВО* + К50 + ТО	ВО + ТО	МВО+ТО	НМВО + ТО	НМВО
Назначение	Ткань для спецодежды работников нефтегазовой промышленности	Ткань для костюма сварщика	Ткань для спецодежды работников нефтегазовой отрасли, металлургии, топливно-энергетического комплекса	Ткань разработана по заказу российских нефтяных и газовых компаний	Ткань разработана по заказу российских нефтяных и газовых компаний
Вид переплетения	саржа 2/2	сатин 4/1	саржа 3/1	атлас 5/2	саржа 2/1

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6
Линейная плотность нитей (Т), мг/м					
Основа-	66	57	61	48	37
Уток-	67	80	80	46	44
Поверхностная плотность. (М), г/м ²	300	450	335	340	212
Толщина ткани, мм	0,58	0,77	0,70	0,55	0,38
Плотность ткани, число нитей на 10см ткани					
Основа -	250	360	230	300	270
Уток -	200	300	240	280	250

*Виды отделок: МВО – масло-водоотталкивающая, К50 – кислотостойкая, ТО – огнестойкая отделка, НМВО – нефте-масло-водоотталкивающая, ВО – водоотталкивающая отделка.

2.2 Выбор определяющих показателей качества тканей для спецодежды работников нефтегазового комплекса в условиях морских шельфов (экспертным методом)

Применительно к текстильным материалам широкое распространение, при выборе определяющих показателей качества, получил экспертный метод [133], являющийся простым и не требующим больших затрат. Поэтому этот метод выбран в работе для выявления наиболее значимых показателей качества [134, 135] и безопасности для тканей верха, используемых при пошиве специальной одежды работников вышкономонтажных установок, в условиях морских шельфов [136]. В качестве экспертов были приглашены преподаватели кафедры материаловедения

и товарной экспертизы РГУ им. А.Н. Косыгина и работники отделов охраны труда ПАО НК «Роснефть». На основании экспертной оценки и учетом риска нанесения вреда, были определены наиболее значимые показатели безопасности и качества:

1. Защитные показатели – огнестойкость, защита от воздействия повышенных температур, защита от воздействия пониженных температур, стойкость к действию нефти и масел, сопротивление раздиранию, удельное поверхностное электрическое сопротивление тканей, водопроницаемость;

2. Гигиенические показатели – паропроницаемость, воздухопроницаемость, гигроскопичность;

3. Эксплуатационные показатели – устойчивость к истиранию, разрывная нагрузка;

4. Технологические показатели – жёсткость при изгибе;

Коэффициент конкордации находится в пределах от 0,54 до 0,86, что подтверждает высокую степень согласованности экспертов.

2.3 Методики определения показателей безопасности и качества тканей для спецодежды работников нефтегазового комплекса в условиях морских шельфов

Все испытания проводились на кафедре материаловедения и товарной экспертизы РГУ им. А.Н. Косыгина по стандартным и разработанным методикам.

В таблице 9 приведена нормативная документация, на методы определения наиболее значимых показателей качества и безопасности тканей, для спецодежды работников нефтегазового комплекса в условиях морского шельфа.

Таблица 9 - Методы исследования специальных тканей

Показатель качества	Нормативная документация на методы испытаний
1	2
Водоупорность	ГОСТ 3816 [137]
Раздирающая нагрузка	ГОСТ 17922 [138]
Удельное поверхностное электрическое сопротивление	ГОСТ 19616 [139].

Продолжение таблицы 9

1	2
Нефте-масло-отталкивание	ГОСТ Р12.4.290 [140]
Паропроницаемость	Методика кафедры текстильного материаловедения и товарной экспертизы РГУ им. А.Н. Косыгина
Воздухопроницаемость	ГОСТ 12088 [141]
Гигроскопичность	ГОСТ 3816 [142]
Стойкость к истиранию	ГОСТ 18976 [143]
Разрывная нагрузка	ГОСТ 3813 [144]
Жесткость при изгибе	ГОСТ 10550 [145]

2.4 Метод и установка для определения теплофизических свойств текстильных материалов при воздействии высоких температур

В связи с отсутствием оборудования для определения теплопередачи при воздействии высоких температур (открытого пламени, нагретых поверхностей и теплового излучения) на текстильные материалы, и в соответствии с целями данной работы – нами был разработан метод и установка для определения теплофизических свойств текстильных материалов при воздействии высоких температур. Данная установка относится к термометрической измерительной технике и служит для фиксации температуры на внутренней поверхности текстильных материалов и/или пакетов одежды при воздействии на них высоких температур.

Установка для измерения теплофизических свойств текстильных материалов при воздействии открытого пламени (рисунки 1-3), состоит из металлической платформы 1 и расположенного на ней электромонтажного корпуса 2, на внутренней стороне которого закреплены четыре преобразователя сигналов термопар 3. На платформе также расположена передвижная тележка 4, в которую вставлен газовый баллон 5 с прикрученной газовой горелкой 6. Микроконтроллер 7, расположенный в электромонтажном корпусе 2, имеет на внешней стороне встроенный SD карт-модуль 8, для SD карты памяти 9 и потенциометр 10 для управления сервоприводом 11. Сервопривод с металлической осью 12 вмонтирован в стойку 13, прикрученную металлическими болтами к платформе 1. К металлической оси 12 прикручен болтами стальной держатель 14, способный поворачивать ось на угол

90° для закрепления испытуемого пакета материалов, в который вставлены четыре термопары 15, соединенных с преобразователями сигналов. Сигнал от преобразователей поступает на микроконтроллер 7, а затем передается в порт ПК.

Установка работает следующим образом.

Текстильный материал и/или пакет материалов 16 (ткань верхнего слоя, утеплитель, подкладочная ткань) размером 70x90мм крепится в стальном держателе (рисунок 3). Испытуемые образцы материала лицевой стороной вверх полойно прижимаются с двух сторон по краям стальными пластинами 17, надетыми на четыре болта 18.

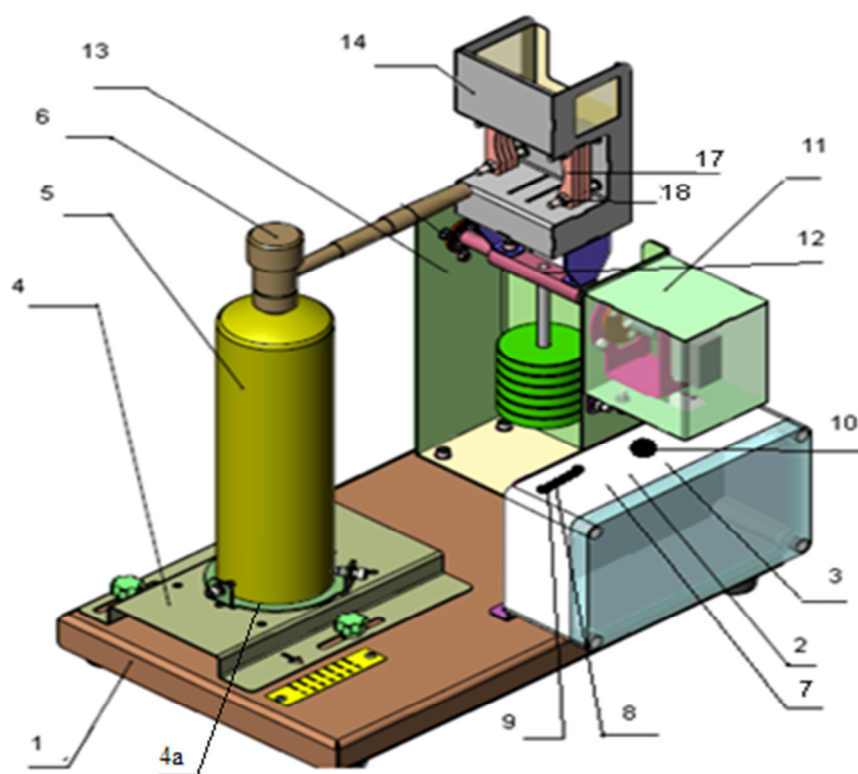


Рисунок 1 - Установка для определения теплофизических свойств текстильных материалов при воздействии открытого пламени

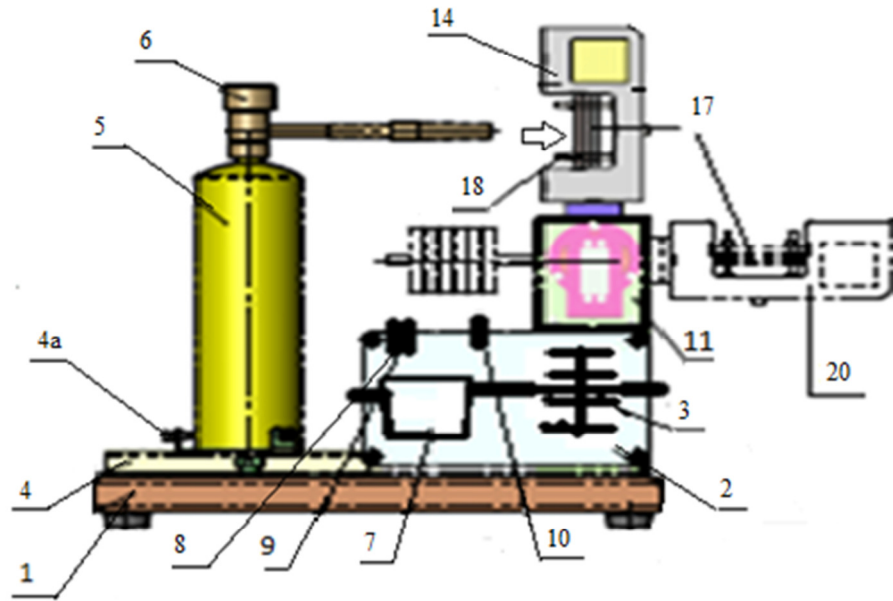


Рисунок 2 - Установка для определения теплофизических свойств огнестойкой ткани при воздействии открытого пламени (вид сбоку)

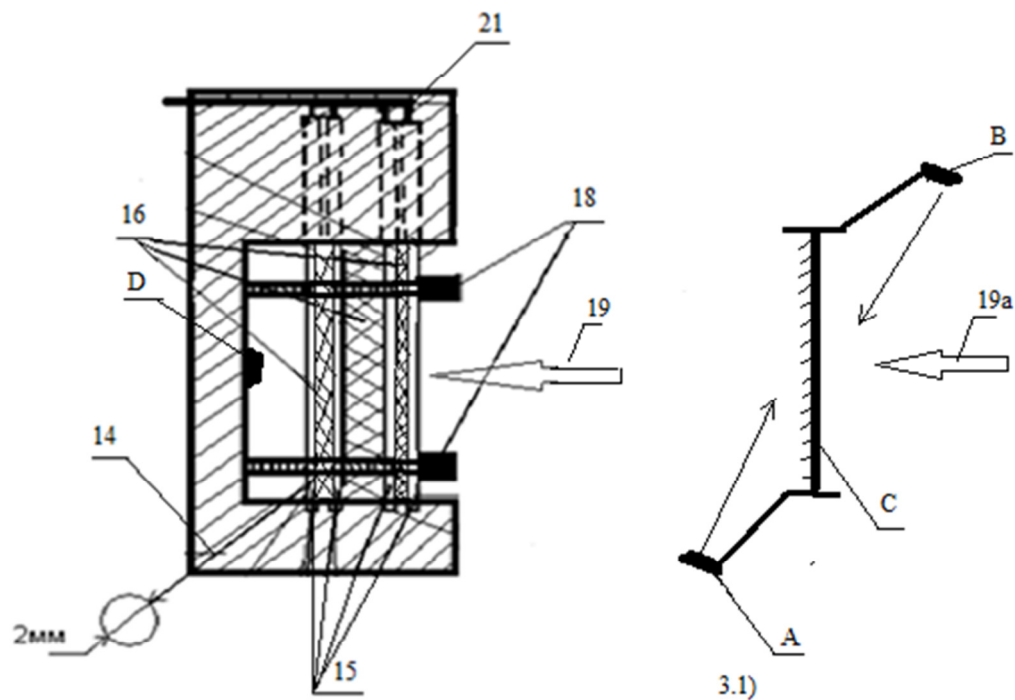


Рисунок 3 – Стальной держатель с закрепленным пакетом материала (вид сбоку)
 3.1) С – однослойный материал (вид сверху); А, В, D – Датчики пирозлектрические ИК IRA – E940ST3

В подготовительном положении стальной держатель расположен горизонтально платформе (рисунок 2). Измерения температур на каждом внутреннем из трех слоев производятся с помощью термопар типа К, вставленных сверху в стальной держатель. Открытое пламя 19 (температура горения газа до 2000 °С), создается с помощью газовой горелки на MAPP газе, которая расположена перпендикулярно образцу на передвижной тележке. После запуска программы, контроля (мониторинга) установки (термопар), а также подсоединения установки USB кабелем к ПК, установка готова к работе в подготовительном (стартовом) положении 20, когда стальной держатель находится в горизонтальном положении. Для того чтобы привести установку в рабочее положение, нужно зажечь газовую горелку и повернуть ручку потенциометра 10 вправо, давая команду сервоприводу 11 повернуть металлическую ось и расположить стальной держатель с пакетом ткани под углом 90° в вертикальное положение под действие теплового потока от открытого пламени газовой горелки. Тепловой поток перемещаясь через образец, воздействует на измерительные термопары. При изменении мощности теплового потока, создается соответствующее напряжение (сигнал) на термопарах которое посредством преобразователей сигналов термопар, фиксируется на микроконтроллере 7, а затем отсылается в порт ПК.

По истечении заданного времени воздействия открытого пламени на испытуемый текстильный материал, автоматически подается сигнал (команда) на сервопривод 11 повернуть обратно металлическую ось и тем самым поставить стальной держатель с пакетом материалов, в горизонтальное положение для смены образца. Путем мониторинга температуры термопар на ПК, после испытания материала, регулируется начальная температура на измерительных щупах термопар, для следующего процесса испытания. Температурные данные регистрируются в карте памяти, с заданным временным периодом и минимальным температурным шагом 0,25 °С.

Метод и установка для определения теплофизических свойств огнестойкой ткани при воздействии открытого пламени на текстильные материалы, позволяет провести исследование текстильного материала на соответствие уровня защиты

от воздействия открытого пламени. Программа предусматривает подсчет коэффициентов и индекса теплопередачи в автоматическом режиме. Технико-экономический эффект от использования предлагаемого метода и устройства определяется мобильностью, универсальностью использования, повышением точности измерения температуры, автоматизацией фиксирования результатов измерений, удобством обработки результатов измерений. Установка для определения теплофизических свойств огнестойкой ткани при воздействии открытого пламени дает возможность провести сравнительный анализ образцов тканей, и зафиксировать динамику прохождения тепла через образцы тканей. Для определения коэффициента теплопередачи при контакте с нагретой поверхностью, предложен метод и сменная нагревательная конструкция рисунок 4. Сущность метода состоит в замене источника высоких температур (газовой горелки), на систему нагревательных элементов (2-х тэнов, вставленных друг в друга). Система нагревательных элементов устанавливается в крепление 4а передвижной тележки, находящейся на металлической платформе установки для определения теплофизических свойств огнестойкой ткани при воздействии высоких температур.

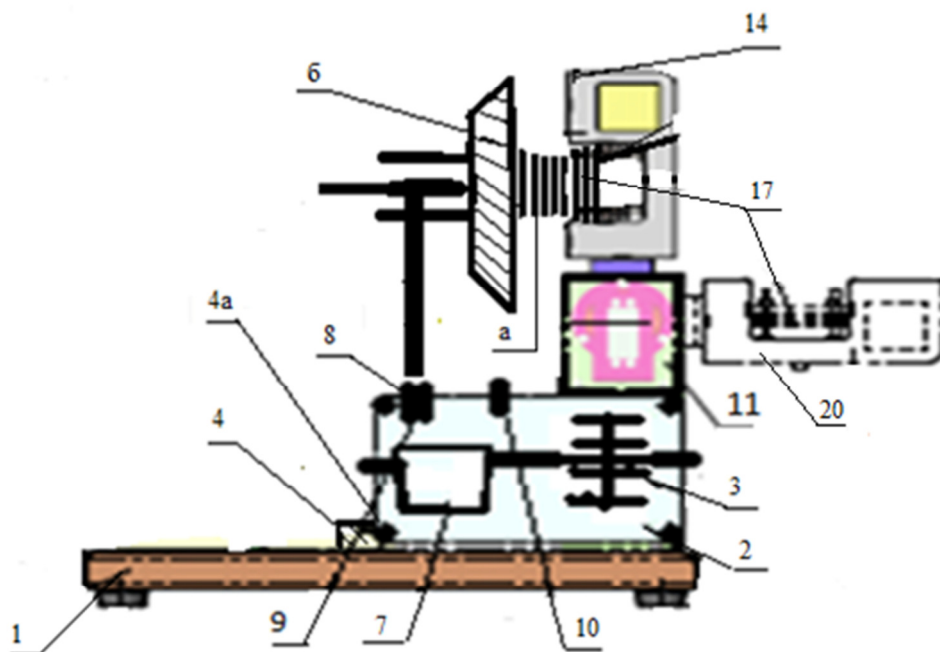


Рисунок 4 - Установка для определения теплофизических свойств текстильных материалов при воздействии нагретой поверхности

а) Система двух нагревательных элементов

(ТЕН 107 – 7,5 8,5/1,7 J 220, ТЕН 245 В 8,5/1,0 Т 220)

б) Стальной отражатель.

Для определения теплопередачи, при тепловом излучении, предложен метод и специальная конструкция (рисунок 5). Сущность метода состоит в замене газовой горелки на систему нагревательных элементов (2-х тэнов, вставленных друг в друга), на металлической платформе установки для определения теплофизических свойств огнестойкой ткани при воздействии высоких температур.

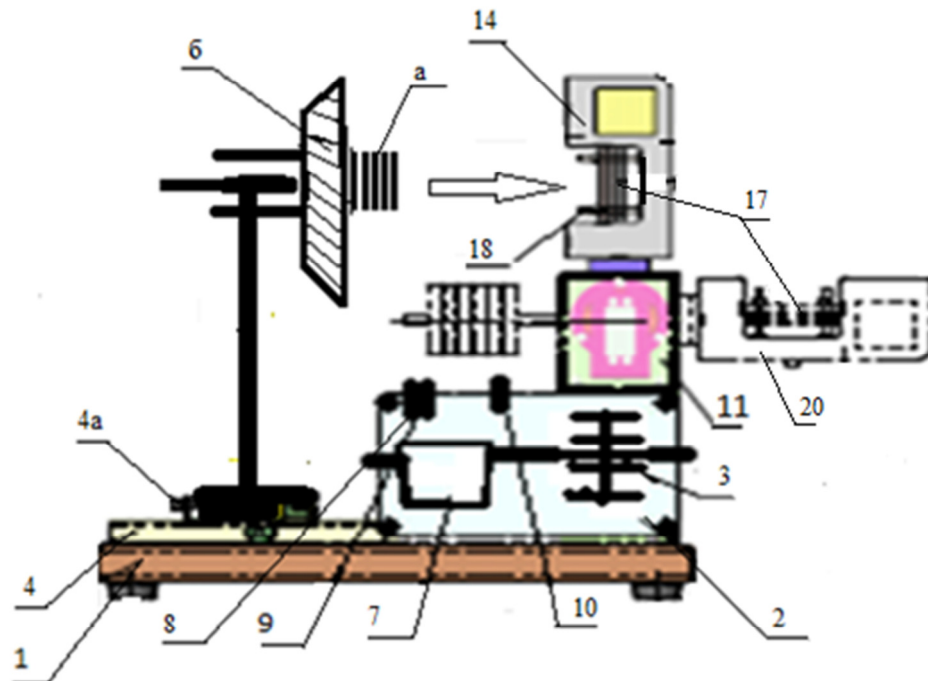


Рисунок 5 - Воздействие теплового излучения на образец пакета материалов

а) Система двух нагревательных элементов

(ТЕН 107 – 7,5 8,5/1,7 J 220, ТЕН 245 В 8,5/1,0 Т 220)

б) Стальной отражатель.

Для удобства пользования и обработки полученных данных на установке для определения теплофизических свойств огнестойкой ткани, было разработано приложение рисунок 6.

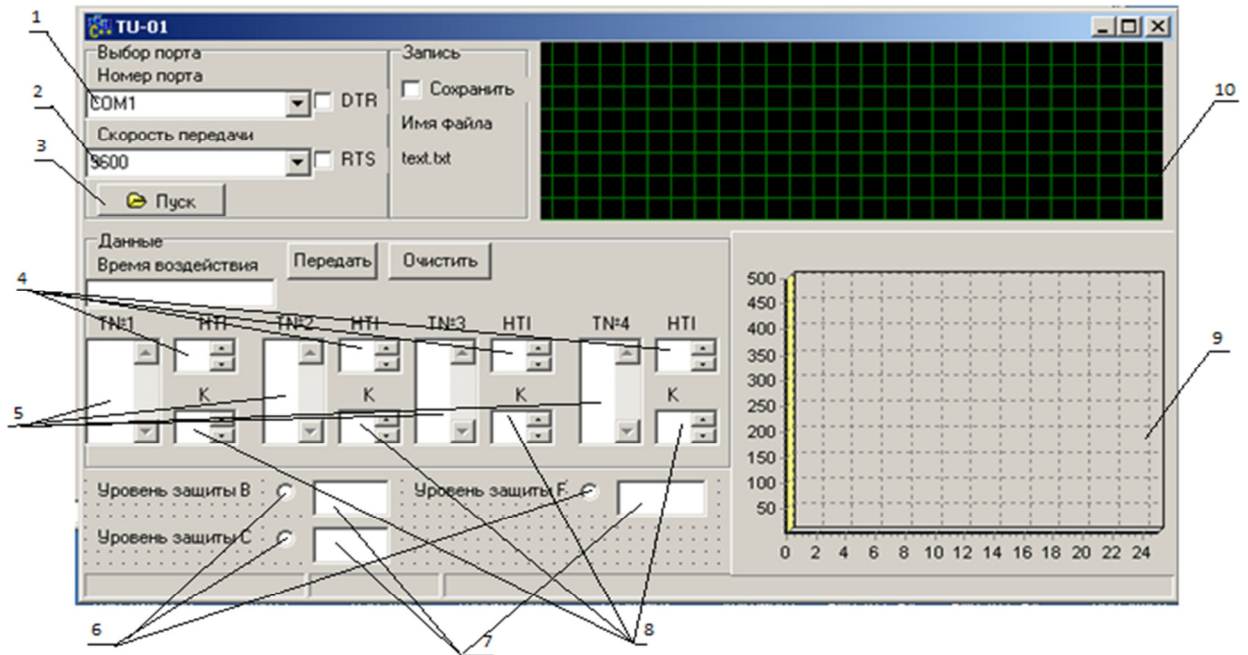


Рисунок 6 - Интерфейс приложения для обработки данных

1 – выбор COM - порта для приема потока данных, 2 – выбор скорости передачи, 3 – кнопка открытия порта, 4 – окна для вывода индекса теплопередачи, 5 – окна для вывода данных с 4-х термопар, 6 – выбор определения (исследования) на уровень защиты от высоких температур, 7 – выводы результатов уровня защиты (В - испытания уровень защиты от воздействия открытого пламени и конвективной теплопередачи, С - испытания на уровень защиты от теплового излучения, F - испытания на уровень защиты от контактной теплопередачи), 8 – окна для вывода коэффициента теплопередачи, 9 – объект для построения графиков (данных с термопар), 10 – объект для построения осциллограмм (данных с ИК датчиков).

Приложение предназначено для управления установкой, контроля процесса исследования, фиксации результатов исследования, вывода результатов исследования на экран монитора и формирования файла отчета (ПРИЛОЖЕНИЕ Г).

2.5 Определение защиты от воздействия пониженной температуры тканей для спецодежды работников нефтегазового комплекса

Для определения способности тканей и пакетов одежды сохранять тепло, был разработан метод и устройство для определения теплопередачи при воздействии низких температур.

На кафедре материаловедения и товарной экспертизы разработан экспресс – метод оценки изменения температуры на поверхности ткани, при воздействии низких температур (-28 ± 2) °С. За основу была выбрана методика определения защиты от холода средств индивидуальной защиты рук по ГОСТ EN 511 [146].

Для воздействия на образцы тканей пониженной температурой, была использована морозильная камера (-28 ± 2) °С. Методика заключается в том, что образец ткани находится в морозильной камере с периодами 24, 48, 72, 196 часов.

Устройство для определения теплопередачи текстильного материала при воздействии низких температур (рисунок 7), состоит из медной пластины 1, на которую с нижней стороны крепится испытуемый образец ткани 2 размером 50х90мм. В центре медной пластины вставлен термодатчик 3, сверху пластины устанавливается утепляющая конструкция 4, в виде корпуса, наполненного утепляющим синтетическим волокнистым материалом 5, который обеспечивает защиту от воздействия низких температур. Конструкция располагается на металлической подставке 6, расположенной на дне в морозильной камере 7, затем измеряется первоначальная температура и температура после 10 мин нахождения в морозильной камере. Данные фиксируются в градусах Цельсия на дисплее 8 ПК соединенным с помощью USB кабеля 9 через USB термометр 10.

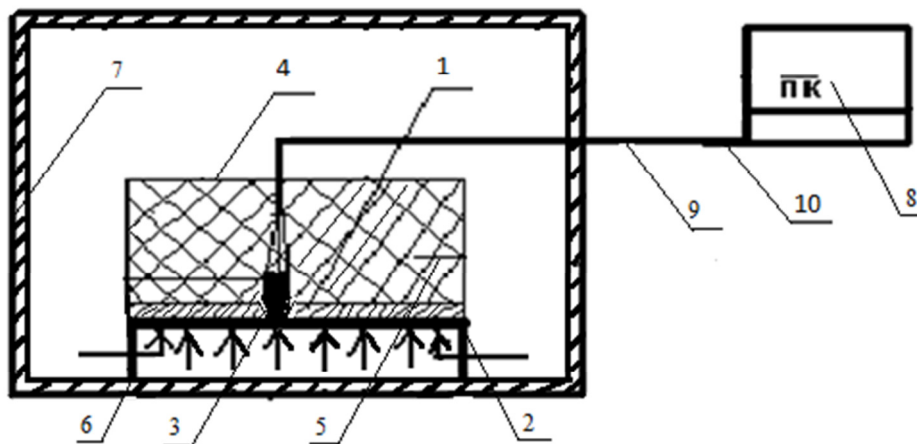


Рисунок 7 - Схема устройства для определения теплопередачи текстильного материала при воздействии низких температур

В соответствии с целями данной работы, для имитации реальных природных условий, было осуществлено воздействие на образцы тканей морской водой (морская соль растворенная в воде при комнатной температуре). Измерения показателей качества и безопасности ткани проводились после выдерживания образцов в морской воде с циклом 8, 24, 48, 72, 96 часов, и последующего высушивания образцов тканей до комнатной температуры.

Выводы по главе 2

1. Для определения теплопередачи при воздействии открытого пламени, высоких и низких температур на текстильные материалы и пакеты одежды, нами были разработаны установка и методики, позволяющие исследовать динамику изменения повышенных и пониженных температур на внутренней поверхности образцов и проводить расчеты основных показателей теплопроводности материалов.
2. Разработанная установка для определения теплофизических свойств, является портативной, что позволяет использовать ее не только в материаловедческих лабораториях, но и в отделах охраны труда для проведения испытаний непосредственно в местах буровых установок.
3. Разработанное обеспечение позволяет получать запись результатов, проводить обработку измерений и строить графические зависимости.

ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ТКАНЕЙ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ РАБОТНИКОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ МОРСКИХ ШЕЛЬФОВ

В таблице 10 представлены результаты исследований тканей, по выбранным наиболее значимым показателям качества, на основании комплексных исследований и гигиенической оценки условий труда работников в нефтегазодобывающей промышленности.

В строке 1 представлены результаты действия открытого пламени на огнестойкость и теплофизические характеристики образцов тканей. Описание методики в главе 2 на странице 38.

В строке 2 представлены зафиксированные результаты в секундах, после подъема температуры на 24 °С на внутренней стороне ткани, при воздействии теплового потока от открытого пламени.

В строке 3 представлены результаты измерения максимально достигнутой температуры на внутренней стороне ткани, после воздействия теплового потока от открытого пламени, в течение 15 секунд. Описание методики проведения испытаний представлено в главе 2 на странице 38.

В строке 4 представлены результаты воздействия низких температур, после 10 мин нахождения в морозильной камере с температурой (-28 ± 2) °С. Описание методики в главе 2 на странице 44.

В строках 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 представлены результаты исследований, которые проводились, согласно стандартных методик. В таблице 11 приведена нормативная документация на методы определения наиболее значимых показателей качества и безопасности для тканей специального назначения.

Таблица 10 - Результаты исследований определяющих показателей безопасности и качества тканей

Наименование показателей	Наименование тканей					Требования ТР ЕАЭС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» (для спецодежды)	Требования ГОСТ
	1. Megatec	2. Weldp Rotector	3. Мастер-Универсал	4.Премьер FR	5.Грета-М		
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Огнестойкость (время воздействия открытого пламени 30 секунд)	Не горит, не плавится	Не горит, не плавится	Не горит, не плавится	Не горит, не плавится	Сгорание образца. на 7 с	Ткань должна не гореть/ не плавится	
2. Индекс теплопередачи HTI_{24} (секунды)	$5,5 \pm 0,2$	$5,7 \pm 0,2$	$5,2 \pm 0,2$	$5,6 \pm 0,2$	$4,2 \pm 0,2$		ГОСТ Р ИСО 9151 – 2007 Рекомендуемый результат 4-5
3. Максимальная температура в градусах Цельсия на внутренней стороне ткани верха, после воздействия 15 секунд открытого пламени мощностью теплового потока 1кВт	190 ± 17 2-степень	170 ± 16 2-степень	218 ± 20 3-степень	196 ± 18 2-степень	584 ± 80 4-степень		ГОСТ Р ИСО 9151 – 2007 Градация риска появления ожога 1-степень 45-100t°С 2-степень 100– 200t°С 3-степень 200- 300t°С 4-степень 300- 400t°С

Продолжение таблицы 10

1		2	3	4	5	6	7	8
4. Максимальное падение температуры на внутренней стороне ткани после 10 минут нахождения в морозильной камере при температуре $(-28 \pm 2)^{\circ}\text{C}$		$-7,5 \pm 0,5$	$-12,0 \pm 0,6$	$-15,0 \pm 0,8$	$-14,5 \pm 0,7$	$-16,0 \pm 0,8$	Воздухопроницаемость не должна превышать $40 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	ГОСТ EN 511-2012 Тепловое сопротивление R, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{В}$ 1) $0,025 \leq R < 0,050$ 2) $0,050 \leq R < 0,100$ 3) $0,100 \leq R < 0,150$ 4) $0,150 \leq R$
5. Стойкость к действию нефти и масел, баллы		5	2	5	5	5	Одежда специальная для защиты от нефти и нефтепродуктов и материалы для ее изготовления должны быть нефтенепроницаемыми и нефтестойкими	ГОСТ Р 12.4.290-2013 Не мене 5 баллов
6. Водоупорность, Па		3924 ± 140	1470 ± 110	2940 ± 140	4000 ± 150	2450 ± 130	Не менее 1800	
7. Раздирающая нагрузка, Н	Основа	$30,1 \pm 1,3$	$45,4 \pm 2,6$	$33,0 \pm 1,5$	$49,4 \pm 2,5$	$36,8 \pm 1,8$	Не менее 30 Н	
	Уток	$32,3 \pm 1,5$	$41,5 \pm 2,5$	$30,2 \pm 1,5$	$46,3 \pm 2,5$	$37,1 \pm 2,0$	Не менее 30 Н	
8. Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом		$2,3 \cdot 10^7$	$2,1 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^8$	$2,4 \cdot 10^4$	$3,0 \cdot 10^4$	Не более 10^7	
9. Паропроницаемость, $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$		$30,6 \pm 0,2$	$29,6 \pm 0,4$	$31,1 \pm 0,2$	$29,0 \pm 0,3$	$28,34 \pm 0,3$	—	
10. Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$		$25,0 \pm 2,0$	$30,0 \pm 1,6$	$60,0 \pm 3,2$	$40,0 \pm 2,2$	$38,0 \pm 1,9$	Воздухопроницаемость не должна превышать $40 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	
11. Гигроскопичность, %		$7,0 \pm 0,1$	$12,2 \pm 0,4$	$8,5 \pm 0,1$	$10,6 \pm 0,3$	$11,0 \pm 0,3$	Не менее 7%	
12. Устойчивость к истиранию, циклы		8711 ± 700	5866 ± 450	4648 ± 340	4486 ± 330	9110 ± 830	Не менее 500 циклов Не менее 500 циклов	

Окончание таблицы 10

13. Разрывная нагрузка, <i>H</i>	Основа	1698 ± 140	1397 ± 120	1076 ± 110	1354 ± 130	1654 ± 160	Не менее 600Н	
	Уток	1030 ± 108	1348 ± 135	569 ± 60	1123 ± 120	882 ± 89	Не менее 400Н	
14. Жесткость при изгибе, мкН·см ²	Основа	8000 ± 710	11040 ± 980	8640 ± 780	5856 ± 510	10856 ± 956		ГОСТ 24684-87
	Уток	7000 ± 650	11000 ± 1000	8040 ± 700	5639 ± 500	8688 ± 635		

Результаты испытаний температурных данных (таблица 10) показали, что лучшей защитой от высоких температур обладает ткань WeldpRotector, имеющая большую толщину и поверхностную плотность. Наименьшая защита у ткани Грета-М, которая не имеет огнестойкой пропитки

В таблице 10 представлены результаты испытаний изменения температуры, на внутренней поверхности образцов ткани, в течении 10 минут нахождения в морозильной камере. Теплозащитные свойства ткани зависят от теплопроводности [120] волокон и их формы, воздухопроницаемости, а также от характера и количества заполнения ими объема ткани. Лучшие теплозащитные свойства у ткани Megatec, которая имеет смесовой состав (хлопок + полиэфир) и наименьшую воздухопроницаемость. Наибольшие значения максимального падения температуры на внутренней стороне ткани после 10 мин. нахождения в морозильной камере у ткани Грета-М, так как он имеет меньшую толщину и поверхностную плотность.

Устойчивость к воздействию нефти и масел зависит от нефте-масло-водоотталкивающей пропитки. Ткань WeldpRotector не имеет пропитки, поэтому отсутствуют нефте-масло-водоотталкивающие свойства и она не соответствует требованиям ТР ЕАЭС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты».

Водоупорность зависит от водоотталкивающей пропитки, а также от плотности ткани. Наибольшая величина показателя наблюдается у ткани Премьер FR.

На раздирающую нагрузку оказывает влияние толщина ткани, структура волокон в нитях. Все ткани соответствуют требованиям ТР ЕАЭС 019/2011.

Удельное поверхностное электрическое сопротивление характеризуется способностью рассеивать заряд, и определяется наличием антистатической нити в образце или антистатической пропитки. Наименьшее удельное поверхностное электрическое сопротивление наблюдалось у ткани Премьер FR и Грета-М, у тканей WeldpRotector и Мастер-универсал, которые не имеют антистатических нитей и антистатической пропитки, этот показатель не соответствует требованиям ТР ЕАЭС «О безопасности средств индивидуальной защиты».

Паропроницаемость демонстрирует сорбционные свойства ткани, на который влияет пористость, волокнистый состав, толщина, плотность полотна. Все образцы имеют показатели паропроницаемости, приблизительно одного уровня.

На воздухопроницаемость текстильных материалов влияние оказывают следующие факторы: пористость, поверхностное заполнение, виды переплетения, раппорт и число перекрытий в раппорте. С увеличением числа перекрытий воздухопроницаемость уменьшается.

У ткани Мастер-универсал воздухопроницаемость больше нормативного показателя, и поэтому она не соответствует требованиям ТР ЕАЭС «О безопасности средств индивидуальной защиты».

Все ткани по гигроскопичности соответствуют требованиям ТР ЕАЭС «О безопасности средств индивидуальной защиты». Наибольшая гигроскопичность у ткани WeldpRotector(12,2%)

На устойчивость к истиранию влияет волокнистый состав, опорная поверхность, вид отделки. При смешивании хлопковых и химических волокон, ткань становится устойчивей к истиранию. Наибольшее количество циклов истирания выдерживает ткань Грета-М, так как образец имеет в составе ткани 49% полиэфирных волокон. Наименьшее количество циклов истирания у ткани Премьер FR, все ткани соответствуют требованиям технического регламента ТР ЕАЭС «О безопасности средств индивидуальной защиты».

Разрывная нагрузка зависит не только от вида и прочности волокон и нитей, а также от структурных характеристик ткани. Наибольший результат по разрывной нагрузке у ткани Megatec, так как ткань содержит полиэфирные волокна, которые обладают повышенной разрывной нагрузкой.

Жесткость полотен зависит от их волокнистого состава, строения, толщины, отделки ткани и влияет на структуру поверхности и внешний вид изделий, определяя тем самым выбор модели и ее назначение. Показатели жесткости всех тканей находятся в допустимых пределах, которые позволяют широко использовать в швейном производстве, передовая одежде достаточную формоустойчивость и комфортность в носке. На рисунке 8 представлена динамика подъема

температуры на внутренней поверхности образцов ткани, после воздействия теплового потока от открытого пламени в течение 15 секунд и шагом в 2-е секунды.

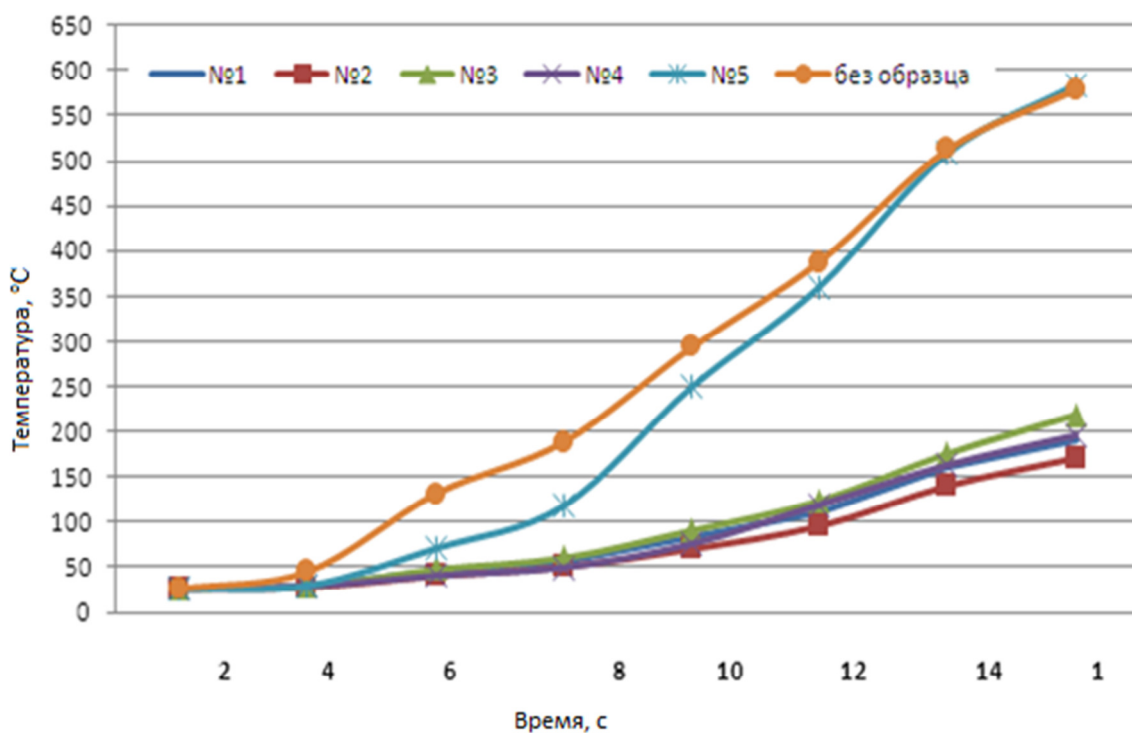


Рисунок 8 - Динамика подъема температуры на внутренней поверхности пяти образцов ткани, после воздействия теплового потока от открытого пламени, в течение 15 секунд и шагом в 2-е секунды.

В таблице 11 представлены данные и ранее предложенная в работе градация степени риска появления ожога. Подъем температуры на внутренней поверхности 5 образцов ткани после воздействия теплового потока от открытого пламени, в течение 15 секунд.

Таблица 11 - Исследование тканей на защиту от повышенных температур и открытого пламени

№ п, Образцы тканей	1 степень - 45...100 °С	НП124 Время подъема температуры на 24 °С, (секунды)	2 степень - 100...200 °С	Время достижения 2 степени ожога, с	3 степень - 200...300 °С	Время достижения 3 степени ожога, с	4 степень - 300...400 °С	Время достижения 4 степени ожога, с
№1 Megatec	50	5,5	190	15	-	-	-	-
№2 WeldpRotector	50	5,7	170	15	-	-	-	-
№3 Мастер-Унивесал	50	5,2	105	9	218	15	-	-
№4 Премьер FR	50	5,6	196	15	-	-	-	-
№5 Грета - М	50	4,2	102	7	200	11	584	15

Из результатов, представленных в таблице 11 видно, что наибольшей защитой от повышенных температур обладает ткань WeldpRotector (2 степень ожога), а наименьшей защитой от повышенных температур ткань Грета - М (4 степень ожога). На рисунках 9, 10, 11, 12, 13 представлен результат контакта (30 секунд) нагретой поверхности (до 380 °С) с пакетом материала.



Рисунки 9, 10, 11, 12, 13 - Образцы пакета материала после 30 секунд контакта с нагретой поверхностью до 380°C

Выводы по главе 3

1. Все отобранные образцы удовлетворяют требованиям ТР ЕАЭС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» и действующих стандартов в РФ. Они не горят/ не плавятся в течении 30 секунд, кроме ткани Грета - М, у которой отсутствует огнестойкая пропитка.

2. Индекс теплопередачи для исследованных образцов ткани верха соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО 9151 – 2007 (HTI_{t24} – для однослойных тканей). Наилучший индекс теплопередачи у ткани WeldpRotector, ткань имеет наибольшую толщину и поверхностную плотность, а наихудший индекс теплопередачи у ткани Грета - М.
3. После воздействия на образцы тканей теплового потока от открытого пламени в течении 30 секунд – наименьшая температура на внутренней стороне у ткани WeldpRotector, а наибольшая у ткани Грета - М. Следовательно, предпочтительнее использовать для защиты от повышенных температур ткань WeldpRotector.
4. При исследовании тканей для верха защитной одежде от пониженных температур, минимальное падение температуры на внутренней стороне ткани (после 10 минут нахождения в морозильной камере) – у ткани Megates, а максимальное у ткани Грета - М. Наилучшей тканью для верха одежды является ткань Megates.
5. Все исследуемые ткани показали высокую стойкость к действию нефти и масел – получили оценку 5 баллов (по 5 бальной шкале). Кроме ткани WeldpRotector, которая была оценена 2 баллами, что связано с отсутствием нефте-масло-водоотталкивающая пропитки.
6. По разрывной нагрузке и сопротивлению раздиранию, образцы тканей соответствуют требованиям ТР ЕАЭС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты».
7. Водоупорность у всех образцов соответствует требованиям ТР ЕАЭС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты», кроме ткани WeldpRotector, не имеющей водоупорной пропитки.
8. Удельное электрическое сопротивление у ткани WeldpRotector и ткани Мастер - универсал, не соответствуют требованиям ТР ЕАЭС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты», так как у них отсутствуют токопроводящие нити и, следовательно, они не могут применяться для работы во взрывоопасных помещениях. У остальных тканей удельное электрическое сопротивление соответствует требованиям ТР ЕАЭС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты».

9. Жесткость при изгибе техническим регламентом не регламентируются, а полученные значения у всех 5 образцов соответствуют требованиям ГОСТ 24684-87, и поэтому эти ткани могут быть использованы в швейном производстве для пошива спецодежды.

10. По стойкости к истиранию и гигроскопичности, все ткани удовлетворяют требованиям ТР ЕАЭС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты».

11. Ткани Megates и Премьер FR полностью соответствуют требованиям технического регламента соответствующих стандартов, и поэтому могут использоваться для пошива одежды заявленного целевого назначения. Ткань Мастер - универсал может применяться в нефтегазовом комплексе, только в условиях отсутствия взрывоопасной среды. Ткани WeldpRotector и Грета - М, несмотря на то, что они рекомендованы производителями для нефтегазового комплекса, но на основании полученных в работе экспериментальных данных было выявлено, что они не соответствуют требованиям ТР ЕАЭС 019/2011, и поэтому не могут применяться для использования в спецодежде работников нефтегазового комплекса.

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ ТКАНЕЙ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ И НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

В ходе лабораторных испытаний было имитировано воздействие на ткани морской водой (морская соль, растворенная в воде при комнатной температуре), и пониженной температурой. Методики подробно описаны в главе 2 на странице 45. В таблице 12 и на рисунках 14, 15 представлены данные испытаний воздействия открытого пламени (30 секунд) на образцы тканей, как в исходном состоянии, так и после воздействия морской воды и низких температур с периодами по 24, 48, 72, 96, 168 часов.

Таблица 12 - Изменение температуры на внутренней поверхности тканей верха изделий при воздействии теплового потока от открытого пламени, после нахождения образцов в морской воде и в условиях низких температур

Вид воздействия на ткани, (время воздействия, ч)	Температура, °С				
	1. Megatec	2. Weldp Rotector	3. Мастер- Универсал	4. Премьер FR	5. Грета- М
1	2	3	4	5	6
*исх	423 ± 21	375 ± 19	400 ± 19	377 ± 18	850 ± 57
мв (24)	437 ± 22	395 ± 20	409 ± 22	380 ± 19	868 ± 60
мв (48)	446 ± 23	395 ± 19	418 ± 22	409 ± 20	879 ± 62
мв (72)	446 ± 25	400 ± 22	428 ± 25	418 ± 21	901 ± 67

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6
мв (96)	450 ± 24	400 ± 19	432 ± 24	423 ± 25	920 ± 74
нт (24)	418 ± 22	386 ± 18	386 ± 18	377 ± 17	825 ± 63
нт (48)	400 ± 20	381 ± 18	395 ± 19	368 ± 16	800 ± 60
нт (72)	381 ± 19	368 ± 16	381 ± 18	372 ± 20	795 ± 59
нт (168)	372 ± 18	368 ± 17	368 ± 16	363 ± 17	780 ± 57

*Условные обозначения:

- исх – материал в исходном состоянии;
- мв – воздействие морской воды;
- нт – воздействие низких температур.

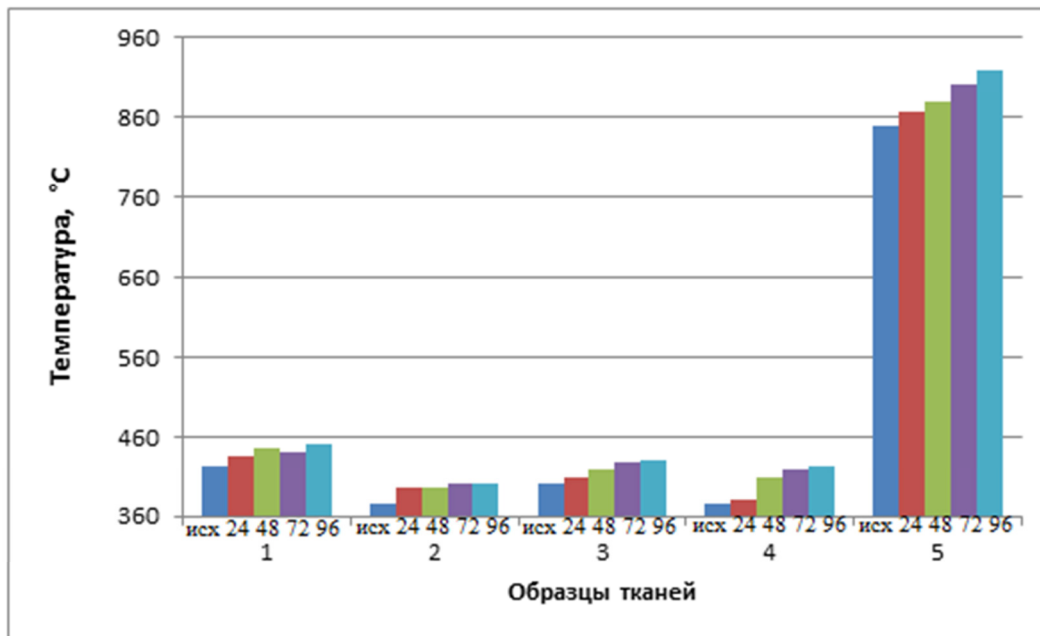


Рисунок 14 - Изменение температуры на внутренней поверхности тканей при воздействии теплового потока от открытого пламени, в течение 30 секунд, после различных периодов времени выдерживания в морской воде

Текстильные материалы имеют сложную пористую структуру, которая состоит из волокон и заполненных воздухом межволоконное пространство. Кристаллы соли оседают на волокнах, и тем самым заполняют поры, а теплопроводность кристаллического NaCl выше, чем у текстильных изделий (порядка 0.5 Вт/(м·К)). На основании этого, теплопроводность у образцов тканей повышается, после воздействия морской воды. Из таблицы 12 видно, что после нахождения в морской воде у всех образцов увеличилась теплопроводность. Наибольшее увеличение теплопроводности у ткани Премьер FR, а наименьшее у ткани Megatec.

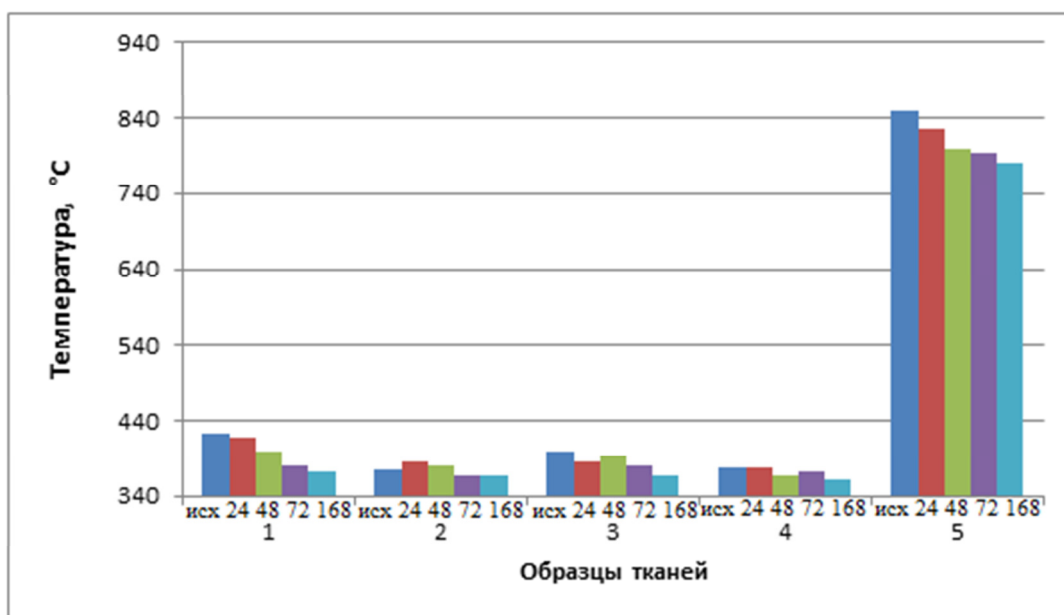


Рисунок 15 - Изменение температуры на внутренней поверхности тканей при воздействии теплового потока от открытого пламени, в течение 30 секунд, после различных периодов по времени воздействий низких температур

После воздействия низких температур происходит уменьшение теплопроводности у образцов тканей. В работе [105] зафиксировано огрубление и появление трещин на концах волокон, при воздействии пониженной температуры. При этом волокна деформируются, что приводит к увеличению воздушной прослойки неподвижного воздуха между волокнами и нитями и, как следствие, снижению теплопроводности. Наибольшее уменьшение теплопроводности у ткани Megatec, а наименьшее у ткани WeldpRotector. В таблице 13 и на рисунках 16, 17 представлены данные воздействий низких температур на образцы тканей, как в исходном состоянии, так и после воздействия морской воды и низких температур. Для

воздействий на образцы тканей пониженной температурой, была использована морозильная камера (-28 ± 2)°С. Методика исследования описана в главе 2 на странице 44.

Таблица 13 - Изменение температуры на внутренней поверхности материалов после воздействий морской воды и низких температур в морозильной камере

Вид воздействия на ткани, (время воздействия, ч)	Температура, °С				
	1. Megatec	2. Weldp Rotector	3. Мастер- Универсал	4. Премьер FR	5. Грета- М
исх	$-7,5 \pm 0,5$	$-12,0 \pm 0,6$	$-15,0 \pm 0,8$	$-14,5 \pm 0,7$	$-16,0 \pm 0,8$
мв (24)	$-9,0 \pm 0,5$	$-13,5 \pm 0,7$	$-15,5 \pm 0,8$	$-15,0 \pm 0,8$	$-16,0 \pm 0,8$
мв (48)	$-10,5 \pm 0,5$	$-14,0 \pm 0,7$	$-16,0 \pm 0,8$	$-16,0 \pm 0,8$	$-17,0 \pm 0,9$
мв (72)	$-11,0 \pm 0,5$	$-14,5 \pm 0,7$	$-17,0 \pm 1,0$	$-16,5 \pm 1,0$	$-18,0 \pm 1,0$
мв (96)	$-11,5 \pm 0,5$	$-14,5 \pm 0,7$	$-17,0 \pm 1,0$	$-16,5 \pm 1,0$	$-19,0 \pm 1,5$
нт (24)	$-8,0 \pm 0,5$	$-9,0 \pm 0,5$	$-13,5 \pm 0,7$	$-12,5 \pm 0,5$	$-15,0 \pm 0,8$
нт (48ч)	$-7,0 \pm 0,5$	$-8,5 \pm 0,5$	$-13,0 \pm 0,7$	$-11,5 \pm 0,5$	$-13,0 \pm 0,7$
нт (72)	$-6,5 \pm 0,2$	$-7,5 \pm 0,5$	$-12,0 \pm 0,5$	$-11,0 \pm 0,5$	$-12,0 \pm 0,3$
нт (168)	$-6,0 \pm 0,2$	$-7,0 \pm 0,5$	$-11,5 \pm 0,5$	$-10,5 \pm 0,5$	$-11,0 \pm 0,3$

Условные обозначения:

- исх – материал в исходном состоянии;
- мв – воздействие морской воды; • нт – воздействие низких температур.

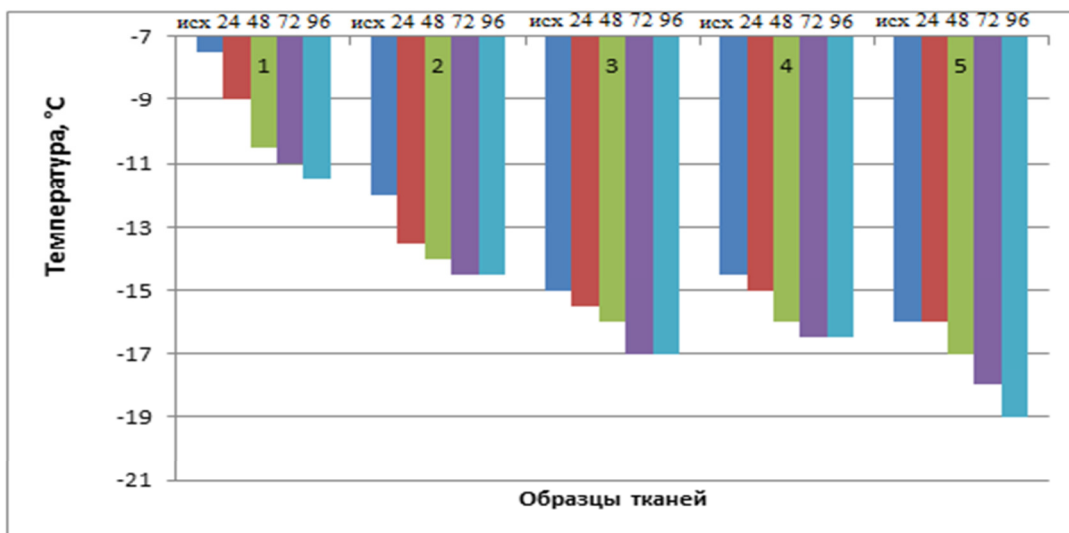


Рисунок 16 - Результаты изменения температуры на внутренней поверхности образцов ткани в морозильной камере, в течение 10 минут, после различных периодов времени выдерживания в морской воде

Изменение температуры после воздействия морской воды происходит аналогичным образом, как и при воздействии повышенных температур. У всех образцов увеличилась теплопроводность. Наибольшее увеличение теплопроводности у ткани Megates, наименьшее у ткани Мастер-Универсал.

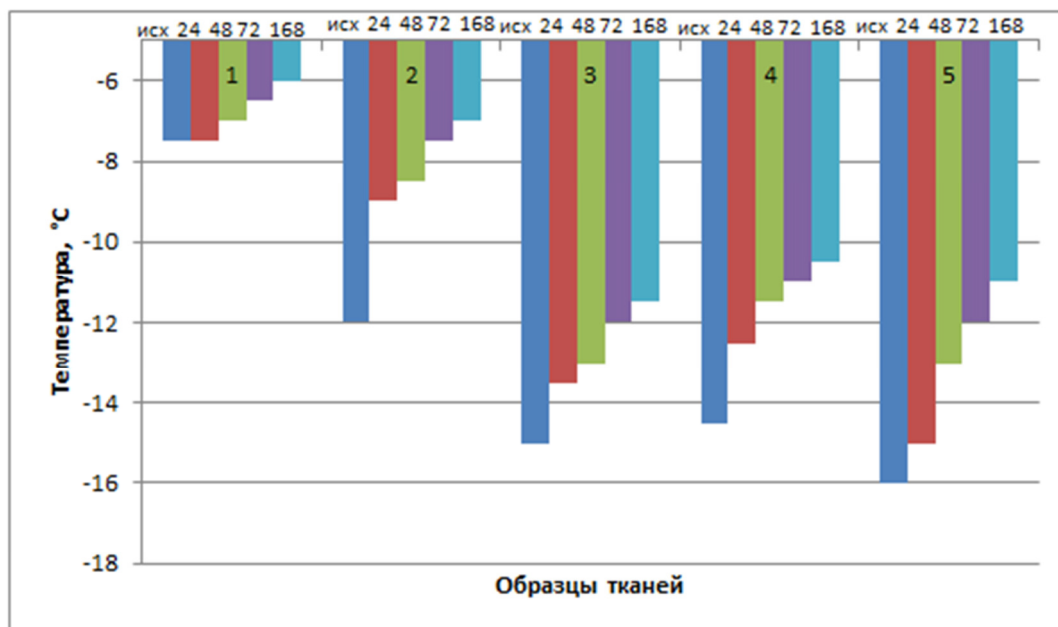


Рисунок 17 - Изменение температуры на внутренней поверхности ткани в морозильной камере, в течение 10 минут, после различных периодов времени воздействий низких температур

Методика исследования описана в главе 2 на странице 45.

Изменения температуры, после воздействия низких температур, происходит аналогичным образом, как и при воздействии повышенных температур. После воздействия низких температур происходит уменьшение теплопроводности у образцов тканей. Наибольшее уменьшение теплопроводности у ткани Грета-М и WeldpRotector, наименьшее у ткани Megatec.

На стойкость образцов тканей к действию масел и нефтепродуктов, воздействия морской воды и низких температур, ни как не повлияли.

В таблице 14 и на рисунках 18, 19 представлены данные изменения водостойкости образцов тканей, как в исходном состоянии, так и после воздействия морской воды и низких температур.

Таблица 14 - Изменение водостойкости после воздействий морской воды и низких температур

Вид воздействия на ткани, (время воздействия, ч)	Водостойкость, Па				
	1. Megatec	2. Weldp Rotector	3. Мастер- Универсал	4. Премьер FR	5. Грета-М
1	2	3	4	5	6
исх	3924 ± 150	1470 ± 110	2940 ± 140	4000 ± 150	2450 ± 130
мв (24)	3500 ± 145	1340 ± 120	2670 ± 130	3700 ± 145	2230 ± 130
мв (48)	2900 ± 140	950 ± 80	2160 ± 140	2880 ± 140	1560 ± 130
мв (72)	1650 ± 130	750 ± 60	1615 ± 130	2450 ± 140	737 ± 60

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6
мв (96)	1650 ± 120	550 ± 50	1610 ± 120	2450 ± 140	735 ± 60
нт (24)	3524 ± 170	1270 ± 110	2540 ± 140	3800 ± 180	2250 ± 140
нт (48)	3100 ± 170	780 ± 60	2180 ± 130	3410 ± 160	1940 ± 130
нт (72)	2850 ± 160	710 ± 50	1980 ± 130	3050 ± 140	1890 ± 130
нт (168)	2730 ± 150	650 ± 50	1780 ± 130	2550 ± 140	1800 ± 130

Условные обозначения:

- исх – материал в исходном состоянии;
- мв – воздействие морской воды;
- нт – воздействие низких температур.

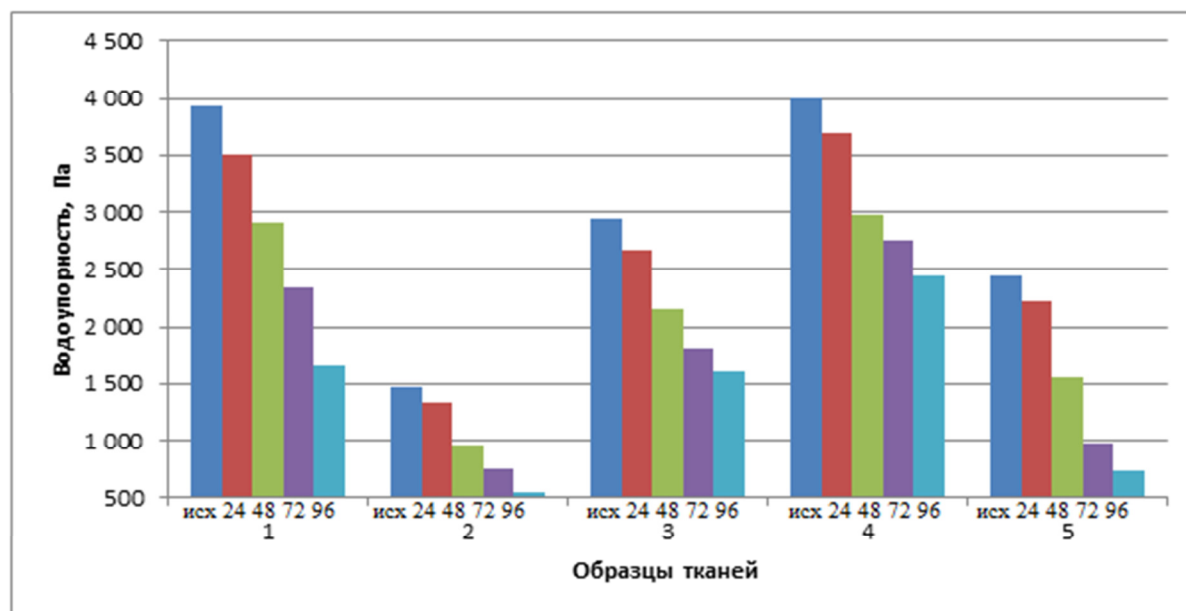


Рисунок 18 - Изменение водоупорности после различных периодов времени выдерживания в морской воде

Водоупорность зависит от водоотталкивающей пропитки и характера переплетения ткани. После воздействия морской воды у всех образцов уменьшилась водоупорность, так как морская вода – это агрессивная среда, которая оказала негативное воздействие на водоупорные пропитки. Наибольшее уменьшение водоупорности у ткани Грета-М, наименьшее у ткани Премьер FR.

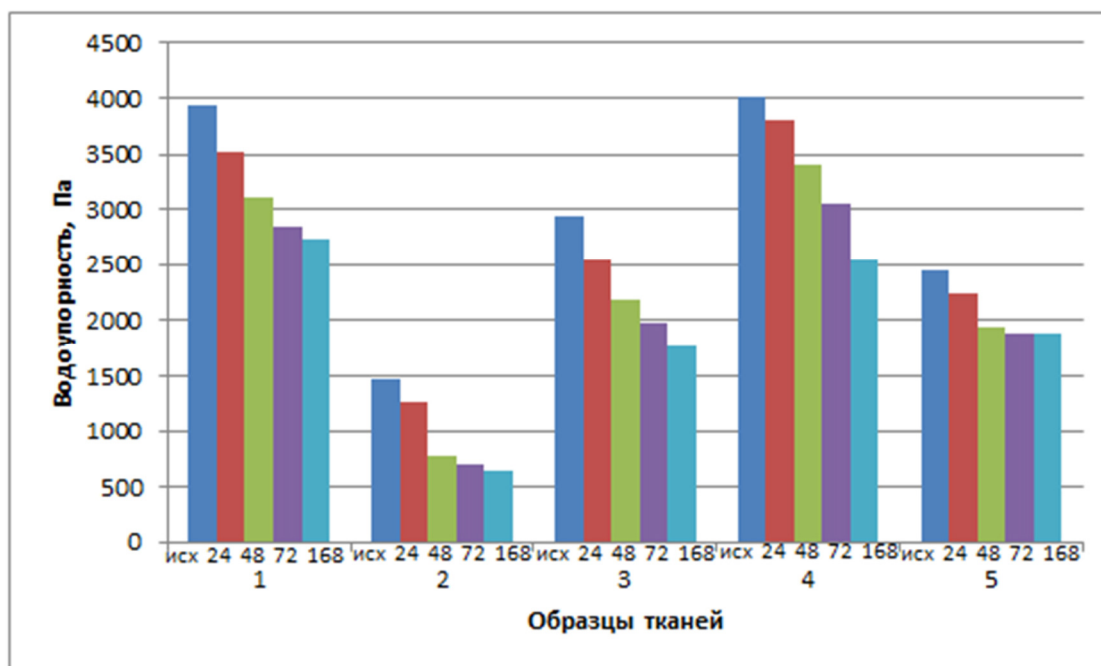


Рисунок 19 - Изменение водоупорности после различных периодов времени воздействий низких температур

После воздействия низких температур водоупорность уменьшается, из-за увеличения воздушных пор и частичного разрушения химического состава пропитки. Наибольшее уменьшение водоупорности у ткани WeldpRotector, а наименьшее у ткани Грета-М.

На рисунках 20, 21, 22, 23 представлены данные изменения раздирающей нагрузки (Н), как в исходном состоянии, так и после воздействий морской воды и низких температур.

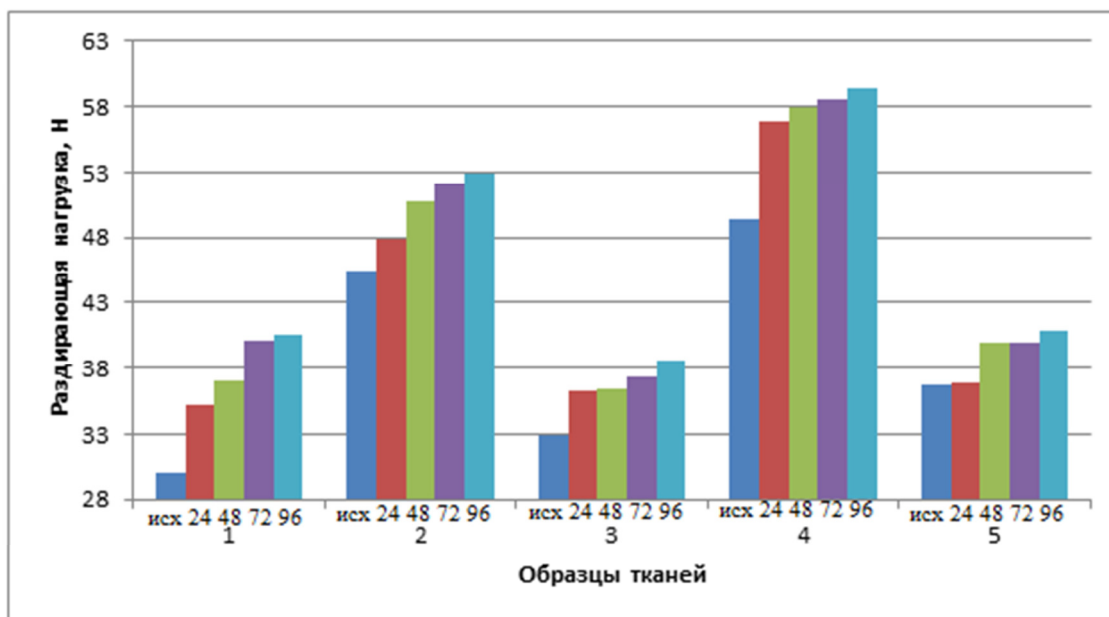


Рисунок 20 - Изменение раздирающей нагрузки (по основе) после различных периодов времени выдерживания в морской воде

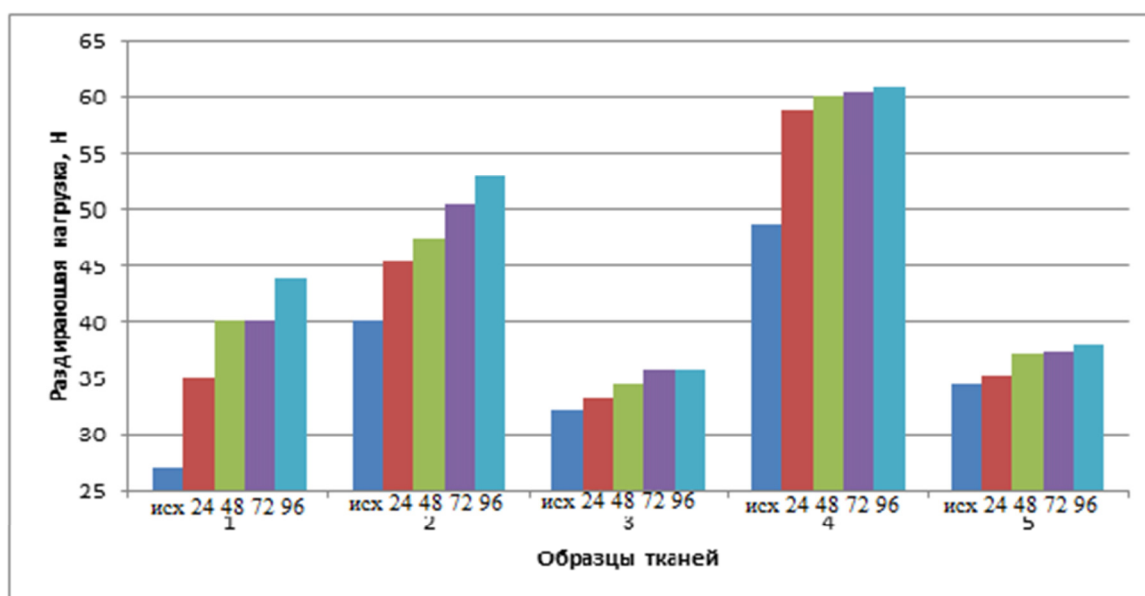


Рисунок 21 - Изменение раздирающей нагрузки (по утку) после различных периодов времени выдерживания в морской воде

После обработки морской водой наблюдается увеличение раздирающей нагрузки. В связи с образованием солевого налета на образцах (рисунки 48- 57), происходит увеличение жесткости тканей, что влияет на увеличение раздирающей

щей нагрузки. Наибольшее увеличение раздирающей нагрузки у ткани Megatec, а наименьшее увеличение у ткани Грета-М.

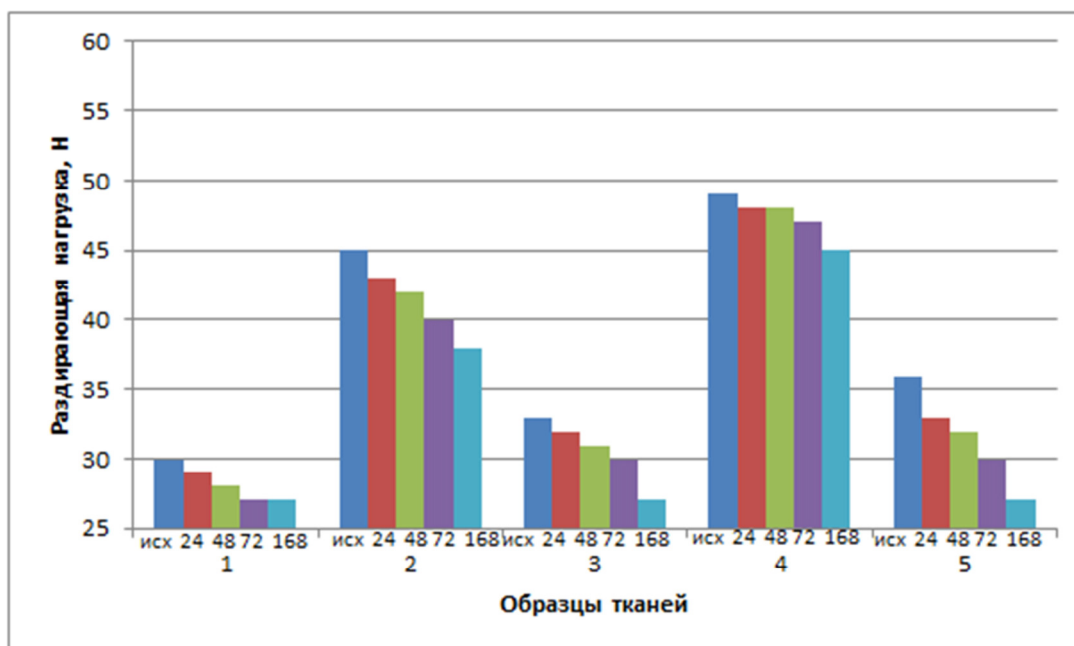


Рисунок 22 - Изменение раздирающей нагрузки (по основе) после различных периодов времени воздействий низких температур

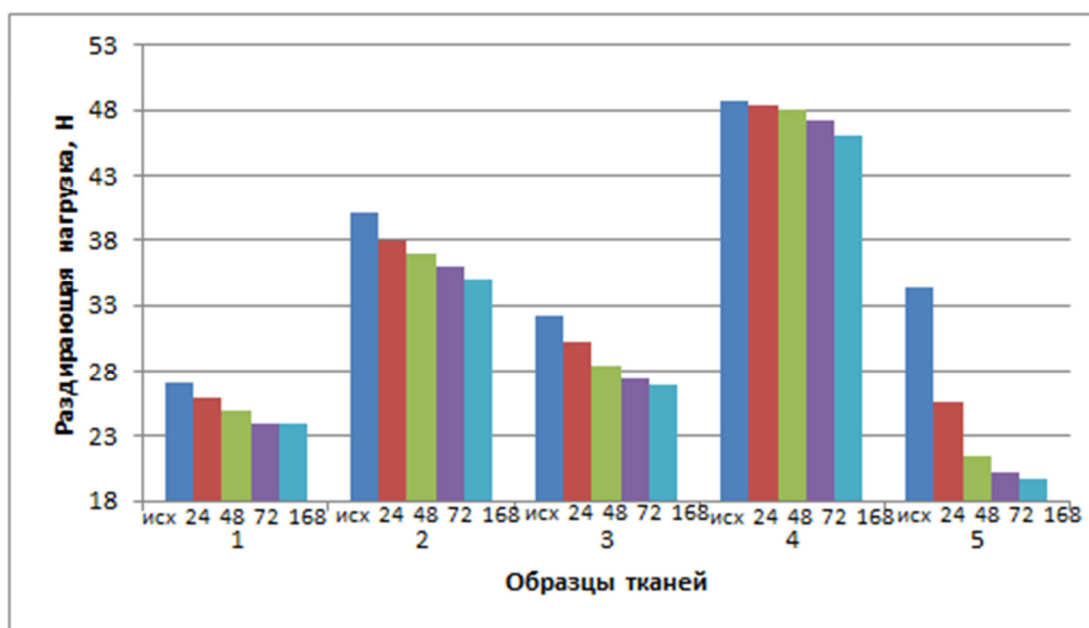


Рисунок 23 - Изменение раздирающей нагрузки (по утку) после различных периодов времени воздействий низких температур

Воздействие низких температур приводит к уменьшению эластичности волокон. Воздействие низких температур приводит к хрупкости (ломкости) волокон, на концах волокон образуются трещины, и поэтому происходит деформация [105]. В связи с этим происходит уменьшение сцепления волокон и нитей в тканях, и как результат – снижение сопротивления раздиранию. Наибольшее уменьшение раздирающей нагрузки у ткани Мастер-Универсал, наименьшее у ткани Megatec.

В таблице 15 представлены данные изменения удельного поверхностного электрического сопротивления образцов тканей, как в исходном состоянии, так и после воздействий морской воды и низких температур.

Таблица 15 - Изменение удельного поверхностного электрического сопротивления после воздействий морской воды и низких температур

Вид воздействия на ткани, (время воздействия, ч)	Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом				
	1. Megatec	2. Weldp Rotector	3. Мастер- Универсал	4. Премьер FR	5. Грета- М
1	2	3	4	5	6
исх	$2,3 \cdot 10^7$	$2,1 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^8$	$2,4 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^4$
мв (24)	$2,3 \cdot 10^6$	$2,1 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^8$	$2,4 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^4$
мв (48)	$2,3 \cdot 10^6$	$2,1 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^7$	$2,4 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^4$
мв (72)	$2,3 \cdot 10^4$	$2,1 \cdot 10^7$	$3 \cdot 10^6$	$2,4 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$
мв (96)	$2,3 \cdot 10^4$	$2,1 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^5$	$2,4 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$
нт (24)	$2,3 \cdot 10^8$	$2,1 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^8$	$2,4 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^4$

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6
нт (48)	$2,3 \cdot 10^9$	$2,1 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^8$	$2,4 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^4$
нт (72)	$2,3 \cdot 10^9$	$2,1 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^9$	$2,4 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^4$
нт (168)	$2,3 \cdot 10^9$	$2,1 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^{11}$	$2,4 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^4$

Условные обозначения:

- исх – материал в исходном состоянии;
- мв – воздействие морской воды;
- нт – воздействие низких температур.

Удельное поверхностное электрическое сопротивление ткани, характеризуется способностью рассеивать заряд, чему в большей мере способствует наличие антистатической нити в образце. Наблюдается значительное уменьшение поверхностного эл. сопротивления, после обработки морской водой, так как электропроводность кристаллического NaCl лучше, чем у текстильных изделий, а после воздействия низких температур увеличение. В таблице 16 и на рисунках 24, 25 приведены результаты изменения паропроницаемости образцов тканей, как в исходном состоянии, так и после воздействий морской воды и низких температур.

Таблица 16 - Изменение паропроницаемости после воздействия морской воды и низких температур

Вид воздействия на ткани, (время воздействия, ч)	Паропроницаемость, мг/(м ² · ч)				
	1. Megatec	2. Weldp Rotector	3. Мастер- Универсал	4. Премьер FR	5. Грета- М
1	2	3	4	5	6
исх	$30,6 \pm 0,1$	$29,6 \pm 0,4$	$31,1 \pm 0,1$	$29,0 \pm 0,3$	$28,3 \pm 0,3$

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6
МВ (24)	30,0 ± 0,1	29,3 ± 0,3	28,8 ± 0,2	28,9 ± 0,1	28,0 ± 0,4
МВ (48)	29,2 ± 0,3	28,6 ± 0,3	28,1 ± 0,3	28,8 ± 0,3	27,5 ± 0,3
МВ (72)	28,0 ± 0,3	27,8 ± 0,3	28,0 ± 0,3	28,7 ± 0,3	27,2 ± 0,2
МВ (96)	27,5 ± 0,3	27,2 ± 0,3	27,1 ± 0,3	28,1 ± 0,4	26,9 ± 0,2
НТ (24)	30,4 ± 0,2	31,3 ± 0,3	32,2 ± 0,3	30,7 ± 0,3	29,6 ± 0,4
НТ (48)	32,1 ± 0,3	32,6 ± 0,3	32,7 ± 0,3	31,2 ± 0,4	31,3 ± 0,3
НТ (72)	33,4 ± 0,4	32,9 ± 0,4	32,5 ± 0,4	31,3 ± 0,4	32,1 ± 0,4
НТ (168)	33,7 ± 0,4	34,1 ± 0,4	33,0 ± 0,4	31,6 ± 0,4	33,1 ± 0,4

Условные обозначения:

- исх – материал в исходном состоянии;
- МВ – воздействие морской воды;
- НТ – воздействие низких температур.

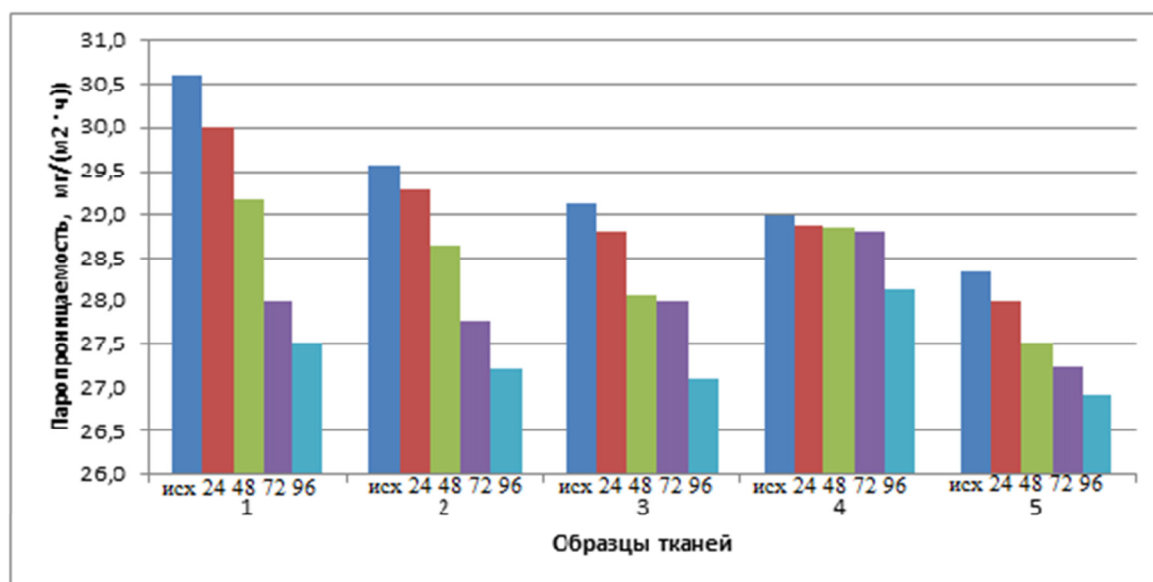


Рисунок 24 - Изменение паропроницаемости после различных периодов времени выдерживания в морской воде

Происходит уменьшение паропроницаемости, из-за заполнения пор кристаллами соли (рисунки 48- 57), и тем самым увеличения сорбции, но уменьше-

ние десорбции. Наибольшее уменьшение паропроницаемости у ткани Мастер-Универсал, а наименьшее у ткани Премьер FR.

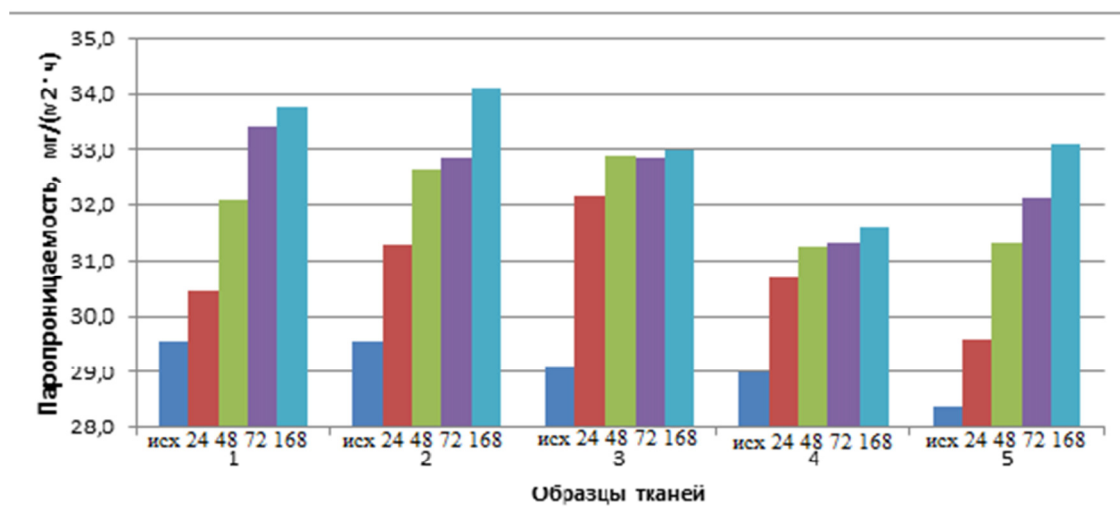


Рисунок 25 - Изменение паропроницаемости после различных периодов времени воздействий низких температур

После воздействия низких температур происходит увеличение паропроницаемости, из-за увеличения воздушного пространства между переплетениями (рисунки 38- 47). Наибольшее увеличение паропроницаемости у ткани Грета-М, а наименьшее у ткани Мастер-Универсал.

В таблице 17 и на рисунках 26, 27 представлены данные изменения воздухопроницаемости образцов тканей, как в исходном состоянии, так и после воздействий морской воды и низких температур.

Таблица 17 - Изменение воздухопроницаемости после воздействия морской воды и низких температур

Вид воздействия на ткани, (время воздействий, ч)	Воздухопроницаемость, Дм ³ /м ² · с				
	1. Megatec	2. Weldp Rotector	3. Мастер-Универсал	4. Премьер FR	5. Грета- М
1	2	3	4	5	6
исх	30 ± 2,0	32 ± 1.6	60 ± 3,2	42 ± 2,2	38 ± 1,9
мв (24)	27 ± 1,9	31 ± 1,5	52 ± 2,5	38 ± 1,9	37 ± 1,9

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5	6
МВ (48)	25 ± 1,5	30 ± 1,5	48 ± 2,3	30 ± 1,5	34 ± 1,5
МВ (72)	20 ± 1,0	30 ± 1,5	40 ± 2,0	20 ± 1,0	30 ± 1,5
МВ (96)	20 ± 1,0	25 ± 1,4	29 ± 1,5	10 ± 0,5	30 ± 1,5
НТ (24)	35 ± 1,9	32 ± 1,6	68 ± 3,0	45 ± 1,8	40 ± 1,9
НТ (48)	37 ± 1,9	51 ± 1,6	75 ± 2,9	33 ± 1,5	40 ± 1,9
НТ (72)	37 ± 1,9	71 ± 1,5	83 ± 2,7	45 ± 1,5	45 ± 1,7
НТ (168)	40 ± 1,9	80 ± 1,4	93 ± 2,5	47 ± 1,5	47 ± 1,5

Условные обозначения:

- исх – материал в исходном состоянии;
- МВ – воздействие морской воды;
- НТ – воздействие низких температур.

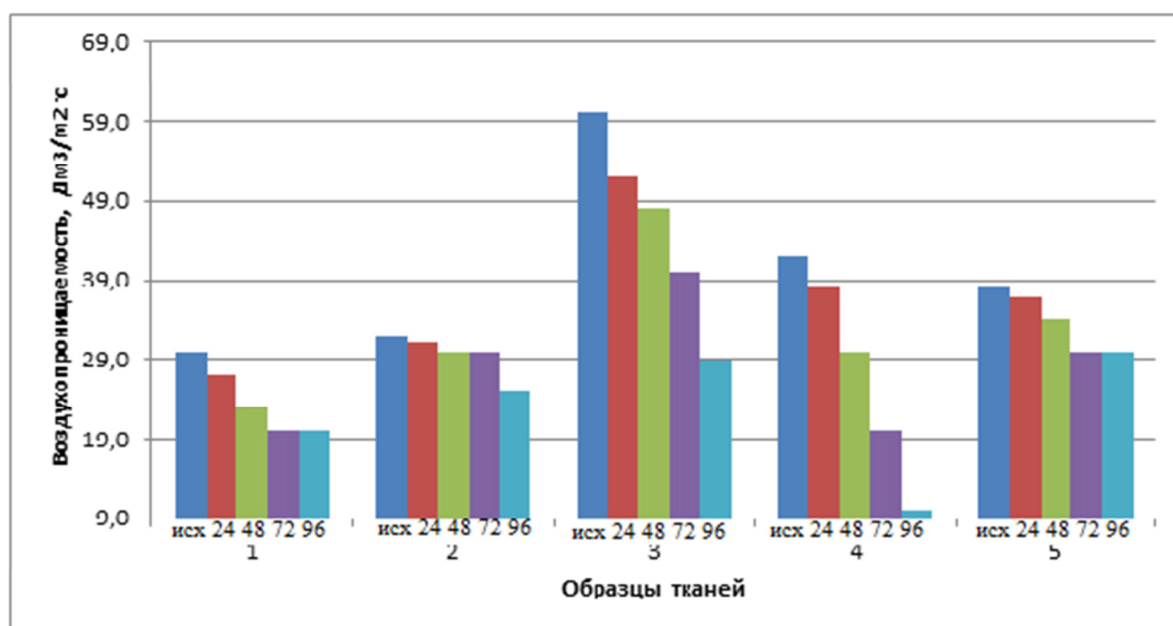


Рисунок 26 - Изменение воздухопроницаемости после различных периодов времени выдерживания в морской воде

При воздействии морской воды воздухопроницаемость уменьшилась, из-за заполнения пор ткани кристаллами соли (рисунки 48- 57). Наибольшее уменьшение воздухопроницаемости у ткани Премьер FR, а наименьшее у ткани Грета-М.

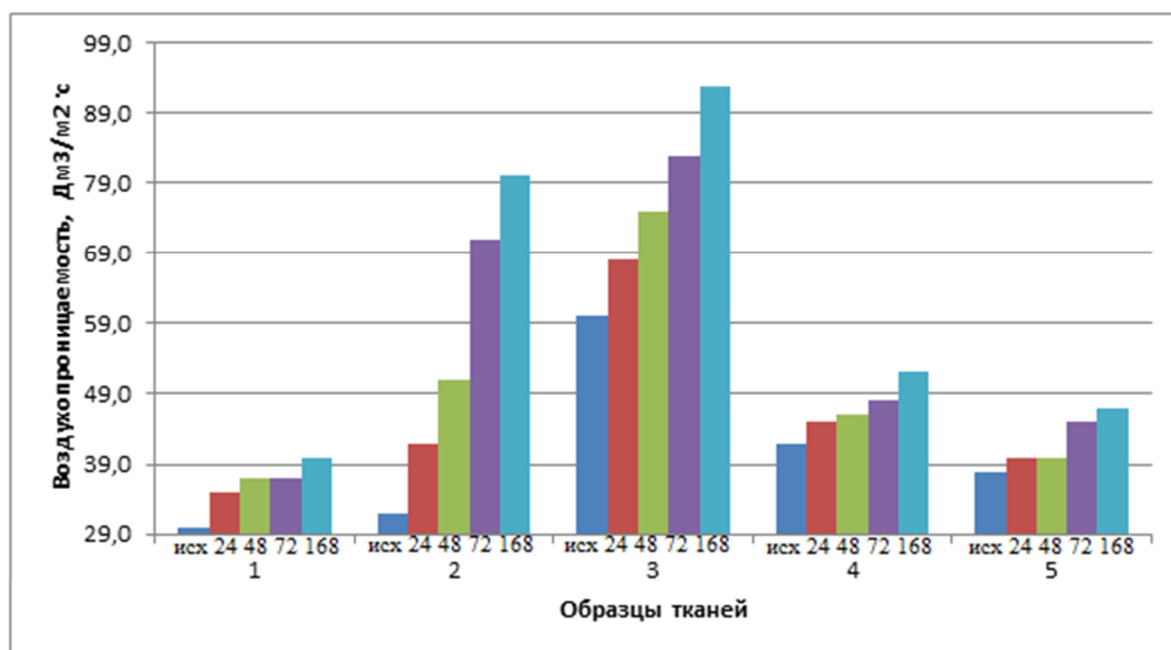


Рисунок 27 - Изменение воздухопроницаемости после различных периодов времени воздействий низких температур

Из представленных данных в таблице 17 и рисунка 27 видно, что после воздействия низких температур происходит увеличение воздухопроницаемости, из-за увеличения воздушного пространства между нитями в тканях (рисунки 38- 47). Наибольшее увеличение воздухопроницаемости у ткани WeldpRotector, наименьшее у ткани Премьер FR. В таблице 18 и на рисунках 28, 29 представлены данные изменения гигроскопичности образцов тканей, как в исходном состоянии, так и после воздействий морской воды и низких температур.

Таблица 18 - Изменение гигроскопичности после воздействия морской воды и низких температур

Вид воздействия на ткани, (время воздействия, ч)	Гигроскопичность, %				
	1. Megatec	2. Weldp Rotector	3. Мастер- Универсал	4. Премьер FR	5. Грета-М
1	2	3	4	5	6
исх	7,0 ± 0,1	12,2 ± 0,4	8,5 ± 0,1	10,6 ± 0,3	11,0 ± 0,3
мв (24)	8,3 ± 0,1	13,1 ± 0,3	9,4 ± 0,2	12,2 ± 0,1	12,9 ± 0,1

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5	6
мв (48)	10,7 ± 0,3	15,5 ± 0,3	11,7 ± 0,3	14,5 ± 0,3	14,4 ± 0,3
мв (72)	12,5 ± 0,3	17,5 ± 0,3	12,5 ± 0,3	15,7 ± 0,3	15,5 ± 0,3
мв (96)	14,0 ± 0,1	18,9 ± 0,1	13,9 ± 0,1	17,0 ± 0,1	17,9 ± 0,1
нт (24)	6,1 ± 0,1	11,1 ± 0,1	8,0 ± 0,1	10,1 ± 0,1	10,9 ± 0,1
нт (48)	5,8 ± 0,1	10,3 ± 0,1	7,0 ± 0,1	9,7 ± 0,1	9,9 ± 0,1
нт (72)	5,4 ± 0,1	8,9 ± 0,1	6,6 ± 0,1	9,0 ± 0,1	9,4 ± 0,1
нт (168)	5,2 ± 0,1	7,0 ± 0,1	6,1 ± 0,1	8,3 ± 0,1	9,0 ± 0,1

Условные обозначения:

- исх – материал в исходном состоянии;
- мв – воздействие морской воды;
- нт – воздействие низких температур.

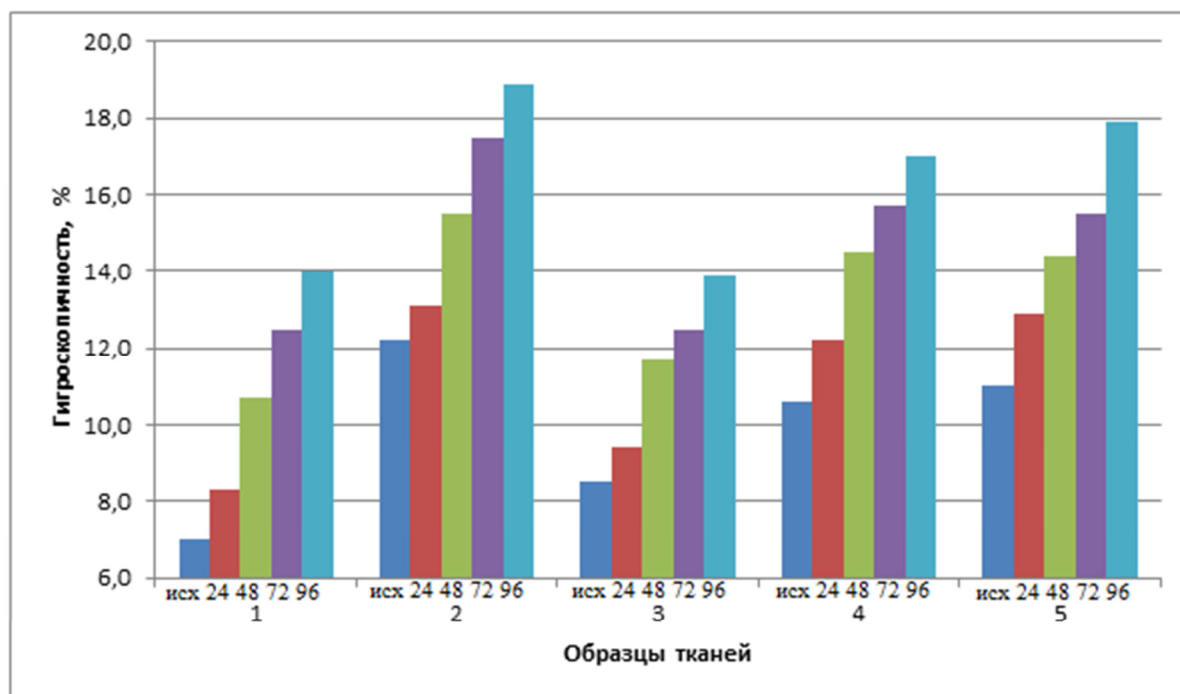


Рисунок 28 - Изменение гигроскопичности после различных периодов времени выдерживания в морской воде

После обработки морской водой происходит увеличение гигроскопичности. Заполнившие поры ткани кристаллы соли (рисунки 48- 57), дополнительно впитывают влагу и, тем самым увеличивают гигроскопичность. Наибольшее увеличение гигроскопичности на 100% у ткани Megates, а наименьшее на 54% у ткани Премьер FR.

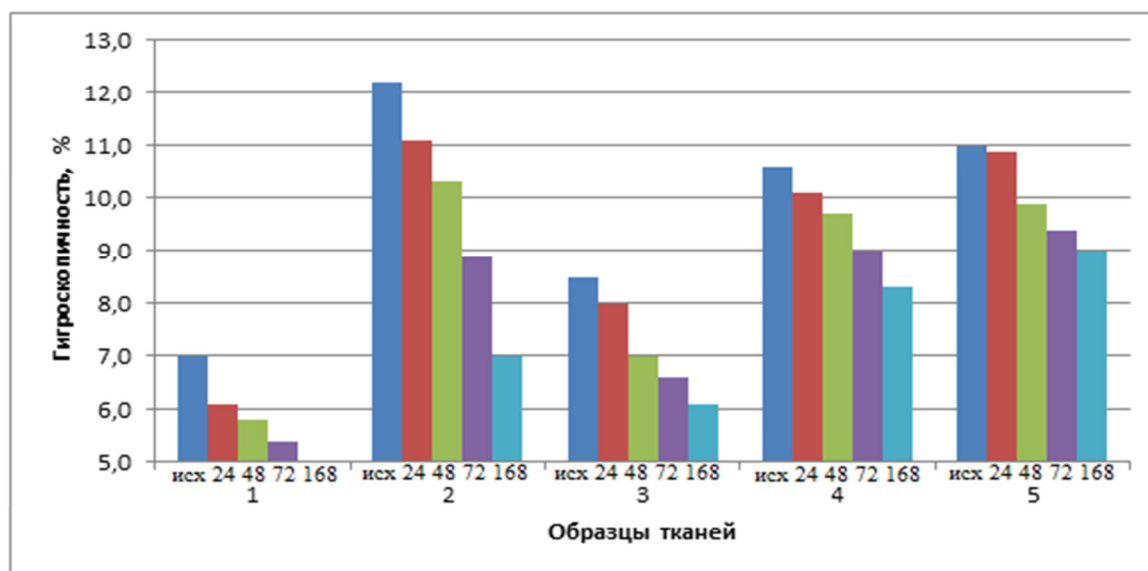


Рисунок 29 - Изменение гигроскопичности после различных периодов времени воздействий низких температур

Многokратное воздействие холод/тепло приводит к изменению в структуре волокон и нитей [147]. Нарушается упорядоченность волокон в нитях, что приводит к расшатыванию структуры и дополнительным прослойкам воздуха в структуре волокон и нитей, и как следствие уменьшение гигроскопичности после воздействия низких температур. В проведенной работе [105] зафиксировано огрубление, трещины на концах волокон, при воздействии пониженных температур. Происходит деформирование волокон и образование большей воздушной прослойки неподвижного воздуха, и как следствие снижение гигроскопичности.

Наибольшее уменьшение гигроскопичности у ткани WeldpRotector, наименьшее у ткани Грета-М.

В таблице 19 и на рисунках 30, 31 представлены данные изменения устойчивости к истиранию образцов тканей, как в исходном состоянии, так и после воздействий морской воды и низких температур.

Таблица 19 - Изменение устойчивости к истиранию после воздействий морской воды и низких температур

Вид воздействия на ткани, (время воздействия, ч)	Устойчивость к истиранию, циклы				
	1. Megatec	2. Weldp Rotector	3. Мастер- Универсал	4. Премьер FR	5. Грета-М
исх	8711 ± 820	5866 ± 520	4648 ± 410	4486 ± 440	9110 ± 900
мв (24)	8146 ± 780	4817 ± 400	4063 ± 380	4100 ± 380	8830 ± 830
мв (48)	8012 ± 780	4595 ± 390	3798 ± 310	3859 ± 350	8676 ± 840
мв (72)	7598 ± 720	4389 ± 430	3132 ± 270	3680 ± 340	8550 ± 830
мв (96)	7223 ± 700	4040 ± 370	3020 ± 190	3330 ± 320	8482 ± 810
нт (24)	8411 ± 870	5266 ± 450	4148 ± 360	4386 ± 420	8810 ± 890
нт (48)	8146 ± 700	4817 ± 430	4063 ± 290	4100 ± 400	8630 ± 810
нт (72)	8012 ± 790	4595 ± 410	3798 ± 310	3859 ± 320	8476 ± 800
нт (168)	7598 ± 730	4389 ± 410	3132 ± 280	3680 ± 330	7950 ± 760

Условные обозначения: Исх – материал в исходном состоянии;

Мв – воздействие морской воды; Нт – воздействие низких температур.

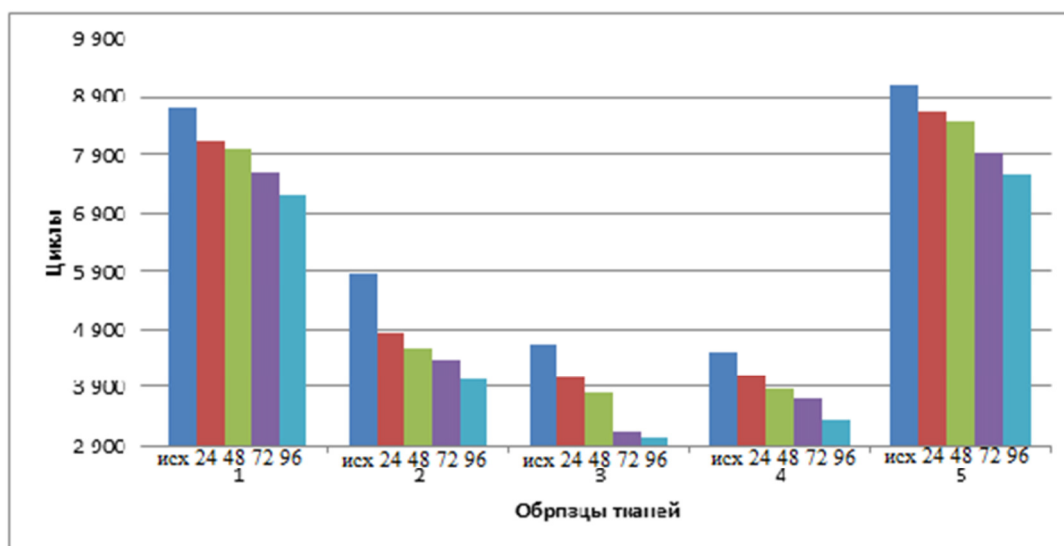


Рисунок 30 - Изменение устойчивости к истиранию после различных периодов времени выдерживания в морской воде

После обработки образцов тканей морской водой, происходит уменьшение количества циклов истирания, так как образовавшийся солевой налет на тканях (кристаллы солей), при истирании работают как абразив (рисунки 48- 57).

Наибольшее уменьшение количества циклов истирания у ткани WeldpRotector, наименьшее у ткани Грета-М.

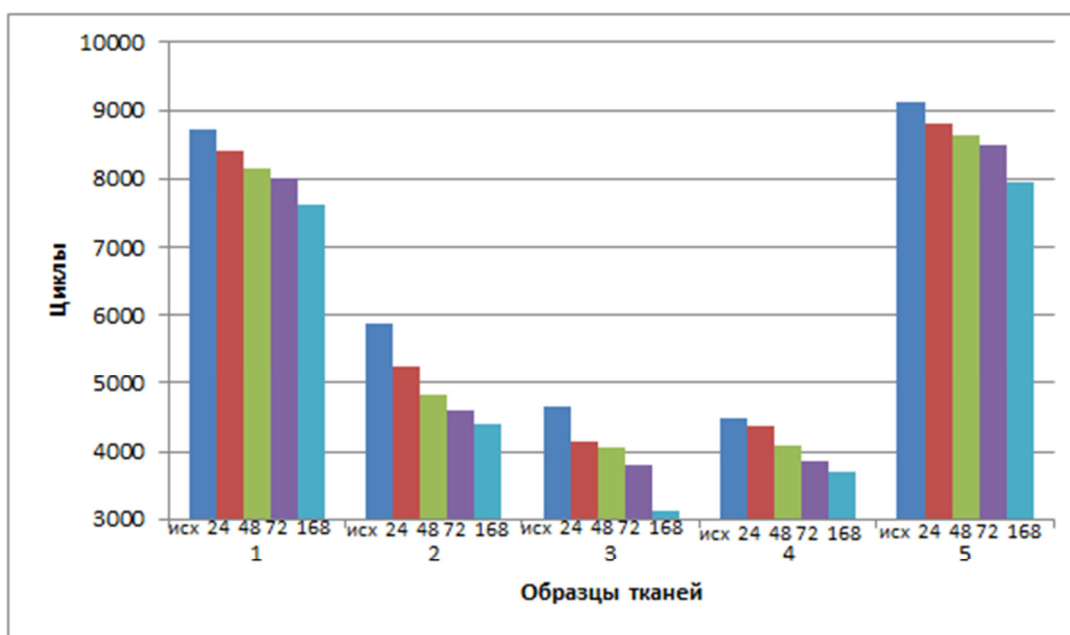


Рисунок 31 - Изменение устойчивости к истиранию после различных периодов времени воздействий низких температур

После воздействия на образцы тканей низких температур, наблюдается уменьшение количества циклов истирания. Циклическое воздействие на образцы тканей холод/тепло, приводит к уменьшению эластичности волокон в нитях, увеличению хрупкости (ломкости) и, как следствие уменьшение устойчивости к истиранию.

Наибольшее уменьшение количества циклов истирания произошло у ткани Мастер-Универсал, а наименьшее у ткани Грета-М.

В таблице 20 и на рисунках 32, 33 представлены данные изменения разрывной нагрузки образцов тканей, как в исходном состоянии, так и после воздействия морской воды и низких температур.

Таблица 20 - Изменение разрывной нагрузки после воздействия морской воды и низких температур

Вид воздействия на ткани, (время воздействий, ч)		Разрывная нагрузка, Н				
		1. Megatec	2. Weldp Rotector	3. Мастер- Универсал	4. Премьер FR	5. Грета- М
исх	основа	1697 ± 140	1438 ± 120	995 ± 110	1089 ± 130	1479 ± 160
	уток	1030 ± 108	1389 ± 135	750 ± 60	1123 ± 120	793 ± 89
мв (24)	основа	1723 ± 150	1502 ± 120	1106 ± 90	1215 ± 110	1581 ± 140
	уток	1100 ± 117	1404 ± 145	952 ± 78	1137 ± 116	935 ± 95
мв (48)	основа	1749 ± 150	1612 ± 150	1160 ± 110	1397 ± 120	1699 ± 140
	уток	1112 ± 117	1433 ± 145	993 ± 77	1165 ± 118	1013 ± 105
мв (72)	основа	1785 ± 150	1633 ± 140	1189 ± 100	1435 ± 120	1713 ± 150
	уток	1202 ± 125	1467 ± 150	1085 ± 74	1198 ± 125	1040 ± 105
мв (96)	основа	1831 ± 160	1652 ± 140	1290 ± 110	1498 ± 120	1713 ± 150
	уток	1309 ± 130	1468 ± 150	1134 ± 85	1244 ± 125	1188 ± 120
нт (24)	основа	1690 ± 140	1340 ± 120	798 ± 80	1009 ± 110	1458 ± 110
	уток	992 ± 90	1289 ± 115	708 ± 80	1100 ± 100	757 ± 80
нт (48)	основа	1620 ± 120	1300 ± 110	779 ± 90	990 ± 120	1414 ± 120
	уток	962 ± 86	1164 ± 115	685 ± 80	1050 ± 95	714 ± 75
нт (72)	основа	1560 ± 140	1220 ± 120	761 ± 60	999 ± 100	1385 ± 100
	уток	964 ± 85	931 ± 110	660 ± 61	1030 ± 98	683 ± 60
нт (168)	основа	1515 ± 140	1110 ± 120	689 ± 70	901 ± 120	1353 ± 110
	уток	863 ± 85	779 ± 100	559 ± 50	879 ± 90	574 ± 53

Условные обозначения:

- исх – материал в исходном состоянии;
- мв – воздействие морской воды; • нт – воздействие низких температур.

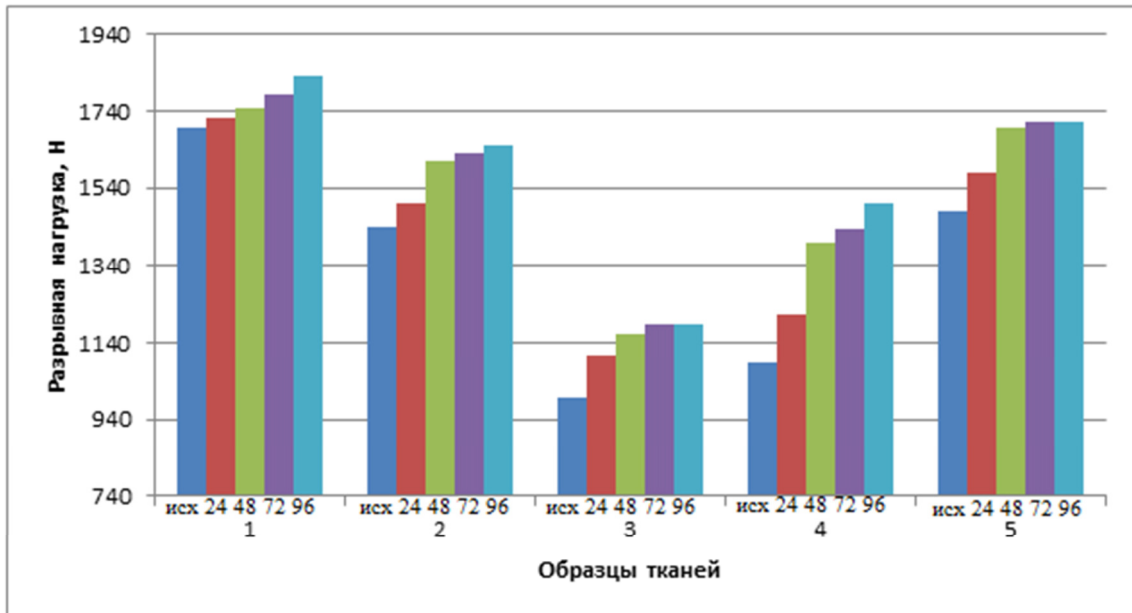


Рисунок 32 - Изменение разрывной нагрузки (по основе) после различных периодов времени выдерживания в морской воде

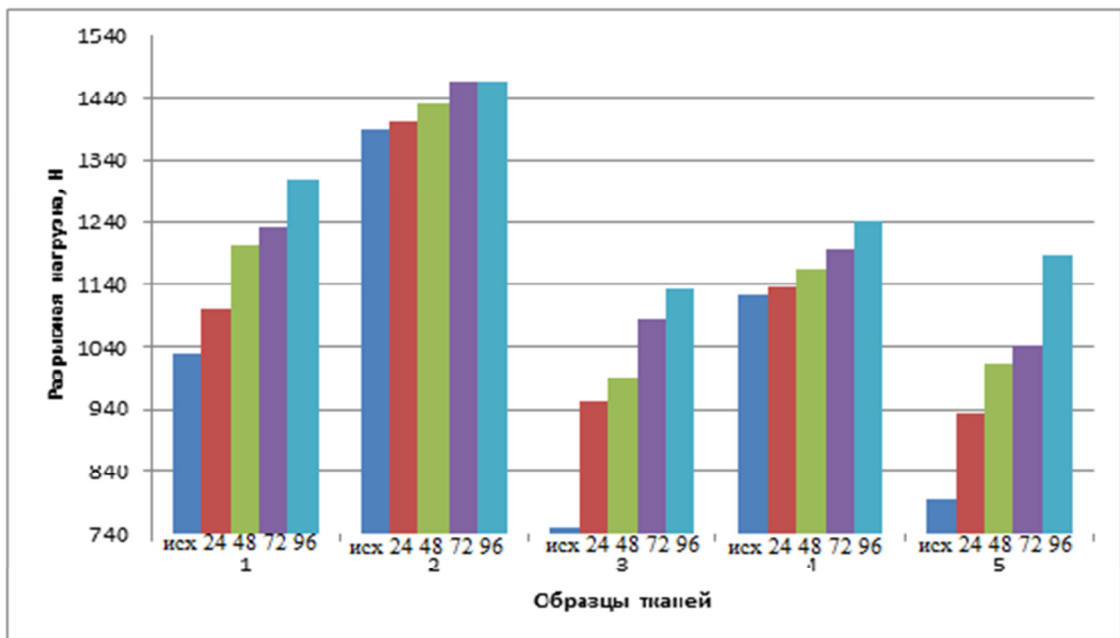


Рисунок 33 - Изменение разрывной нагрузки (по утку) после различных периодов времени выдерживания в морской воде

После обработки морской водой, в связи с образованием солевого налета в структуре ткани, наблюдается увеличение разрывной нагрузки.

Наибольшее увеличение прочности у ткани Мастер-Универсал, а наименьшее у ткани Megatec.

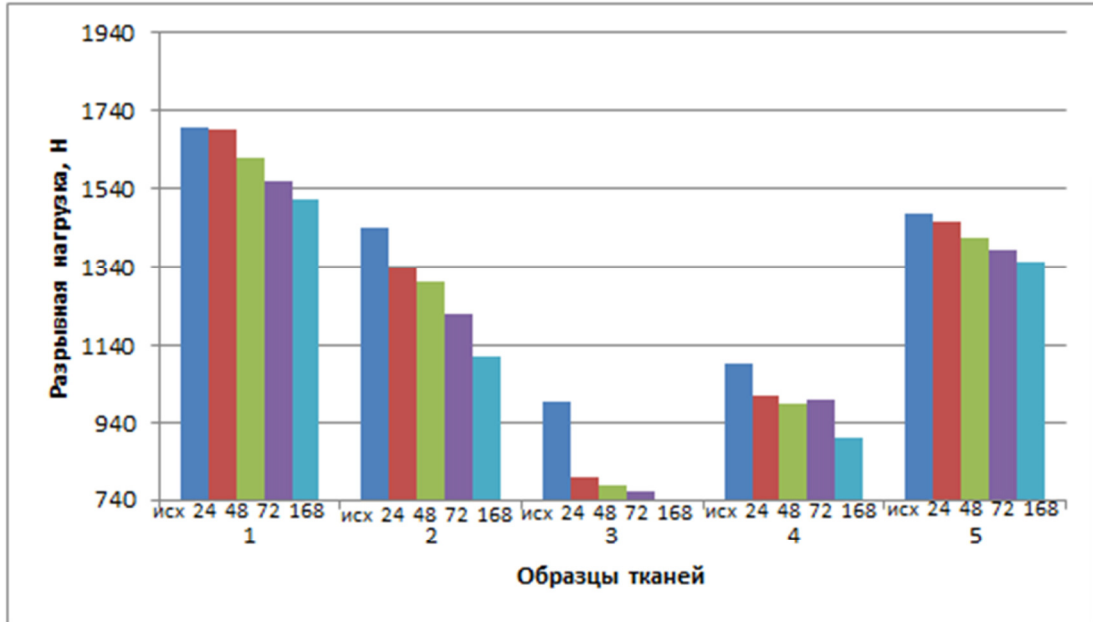


Рисунок 34 - Изменение разрывной нагрузки (по основе) после различных периодов времени воздействий низких температур

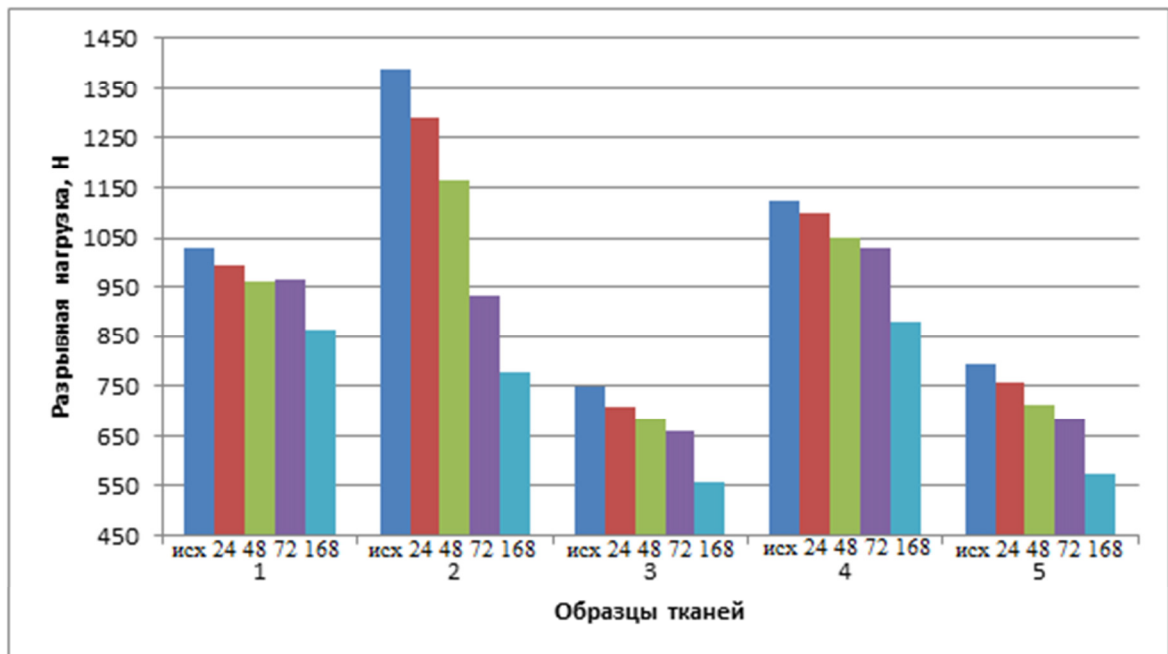


Рисунок 35 - Изменение разрывной нагрузки (по утку) после различных периодов времени воздействий низких температур

Циклическое воздействие на образцы тканей холод/тепло, влияет на уменьшение эластичности и увеличение хрупкости волокон [105], и соответственно – снижение прочности. Разрывная нагрузка возрастает с увеличением времени воздействия морской воды, и уменьшается после нахождения в условиях низких температур. Наибольшее уменьшение разрывной нагрузки у ткани Мастер-Универсал, а наименьшее у ткани WeldpRotector.

На рисунках 36, 37 представлены данные изменения жесткости при изгибе образцов тканей, как в исходном состоянии, так и после воздействий морской воды и низких температур.

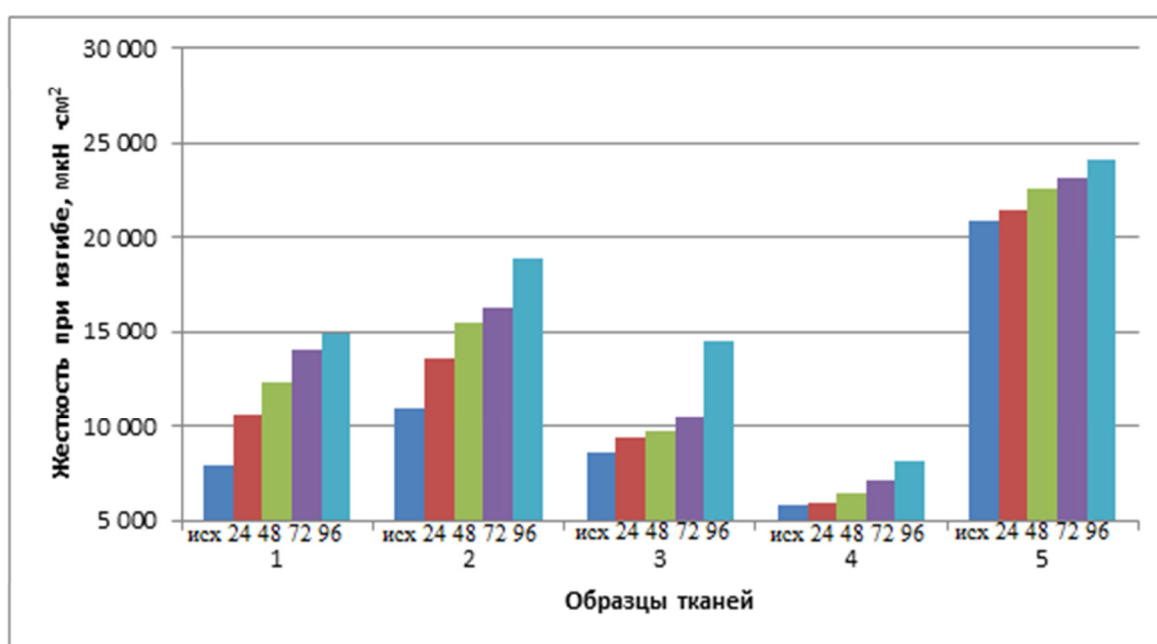


Рисунок 36 - Изменение жесткости при изгибе после различных периодов времени выдерживания в морской воде

После обработки морской водой наблюдается увеличение жесткости у всех образцов тканей, из-за оседания частиц солей на волокнах тканей, и тем самым образования солевого налета (рисунки 48- 57). Наибольшее увеличение жесткости у ткани WeldpRotector, а наименьшее у ткани Грета-М.

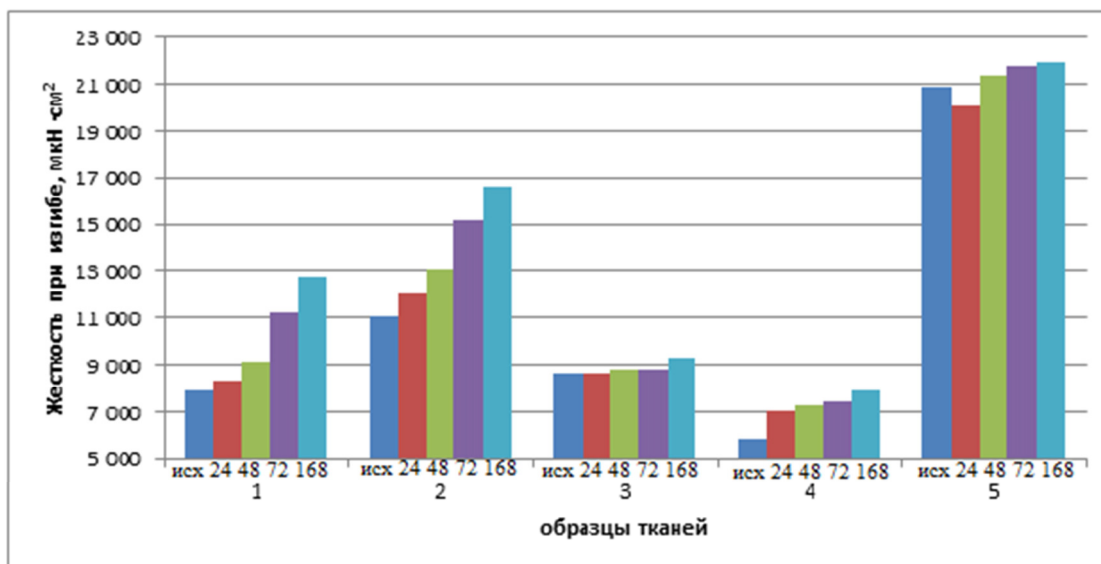


Рисунок 37 - Изменение жесткости при изгибе после различных периодов времени воздействий низких температур

После воздействий низких температур происходит увеличение жесткости у всех тканей. Наибольшее увеличение жесткости у ткани Megates, а наименьшее у ткани Грета-М.

На рисунках 38 - 47 представлены снимки образцов тканей в исходном состоянии и после 168 часов воздействия низких температур (начальное состояние ткани и после максимального воздействия низких температур). Увеличение снимков (x60) при нижнем освещении ткани.

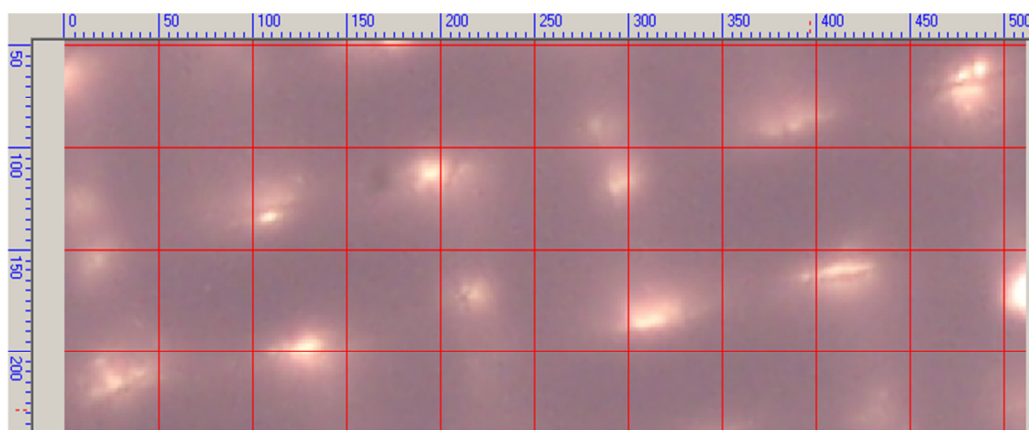


Рисунок 38 - ткань 1 Megates в исходном состоянии

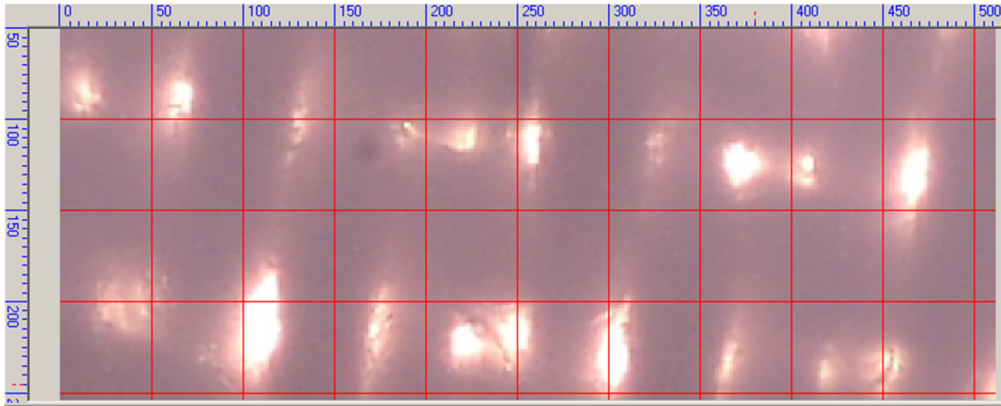


Рисунок 39 - ткань 1 Megatec после 168 часов воздействия низких температур

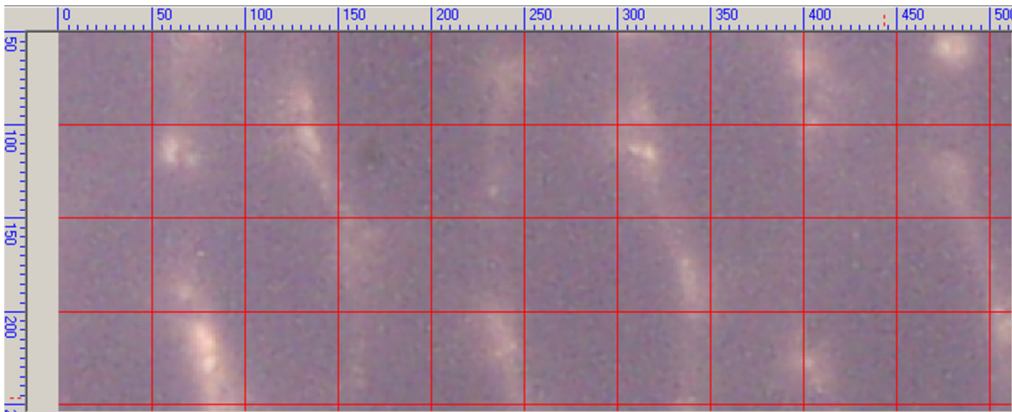


Рисунок 40 - ткань 2 WeldpRotector в исходном состоянии

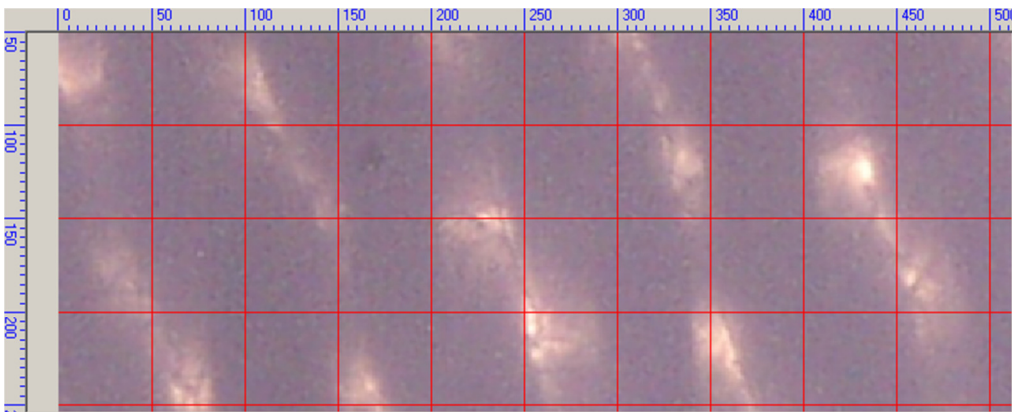


Рисунок 41 - ткань 2 WeldpRotector после 168 часов воздействия низких температур

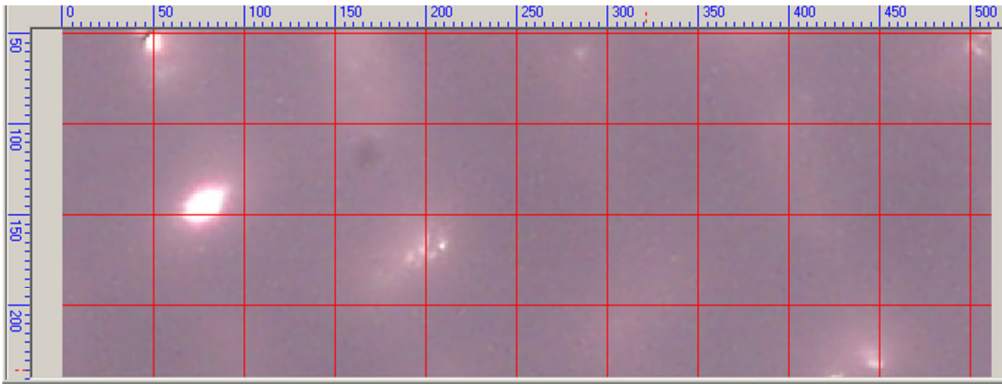


Рисунок 42 - ткань 3 Мастер-Универсал в исходном состоянии

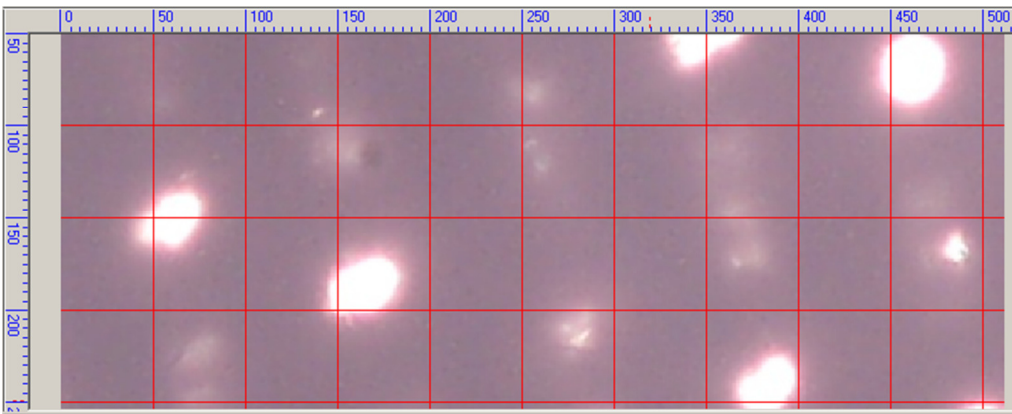


Рисунок 43 - ткань 3 Мастер-Универсал после 168 часов воздействия низких температур

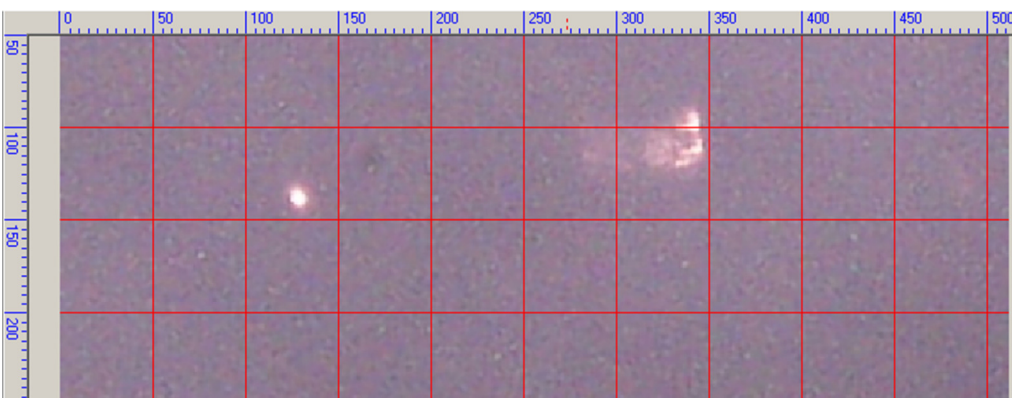


Рисунок 44 - ткань 4 Премьер FR в исходном состоянии

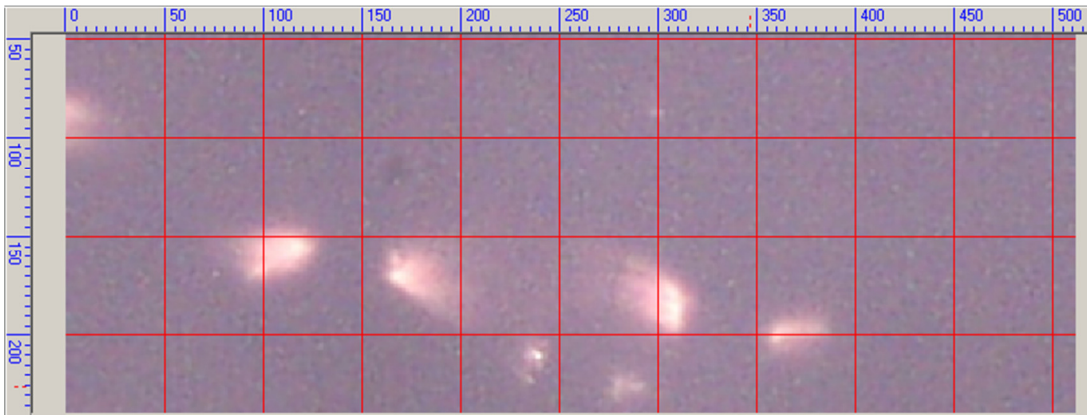


Рисунок 45 - ткань 4 Премьер FR после 168 часов воздействия низких температур

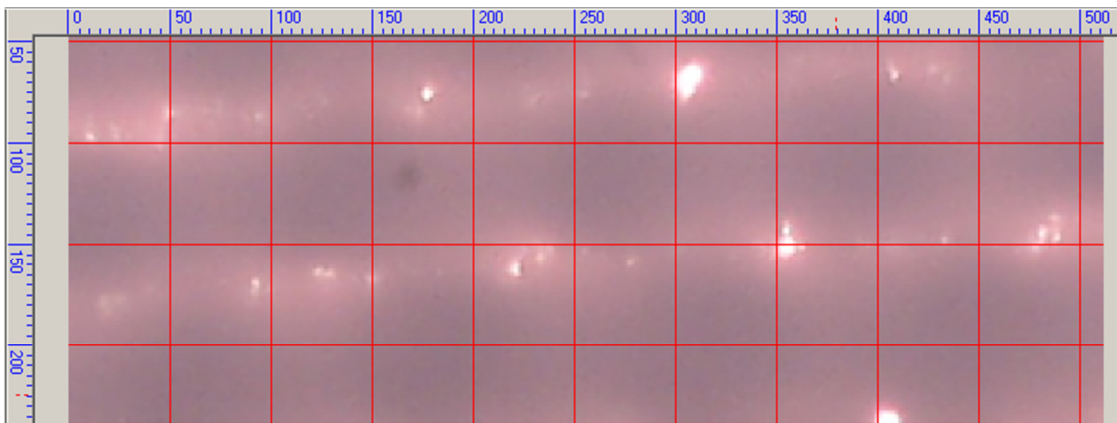


Рисунок 46 - ткань 5 Грета-М в исходном состоянии

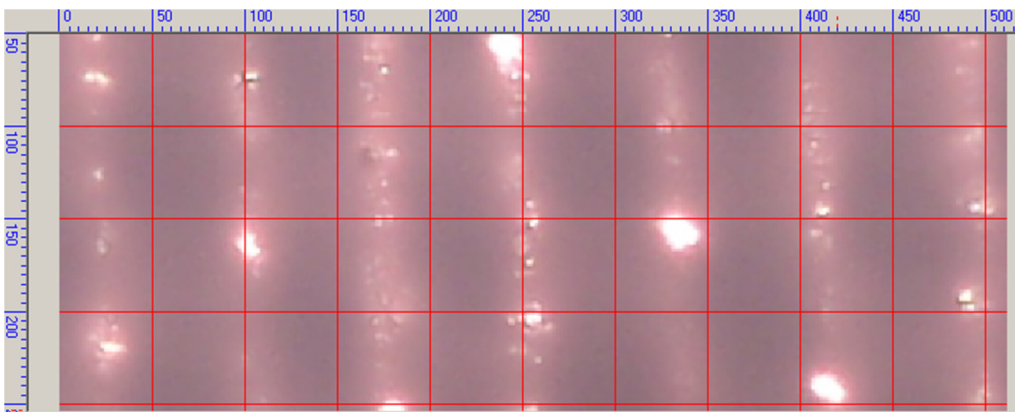


Рисунок 47 - ткань 5 Грета-М после 168 часов воздействия низких температур

На рисунках 38 - 47 представлено, что у образцов тканей количество пор и их площадь увеличилась, в следствии воздействия низких температур.

Изменение площади пор, от действий низких температур, зависит от состава волокон, степени кристалличности (зрелости) волокон, характера переплетения, толщины нитей, плотности ткани по основе и утку и пористости.

На рисунках 48 - 57 представлены снимки образцов тканей в исходном состоянии и после 96 часов воздействия морской воды. Увеличение снимков (x60) при верхнем освещении.

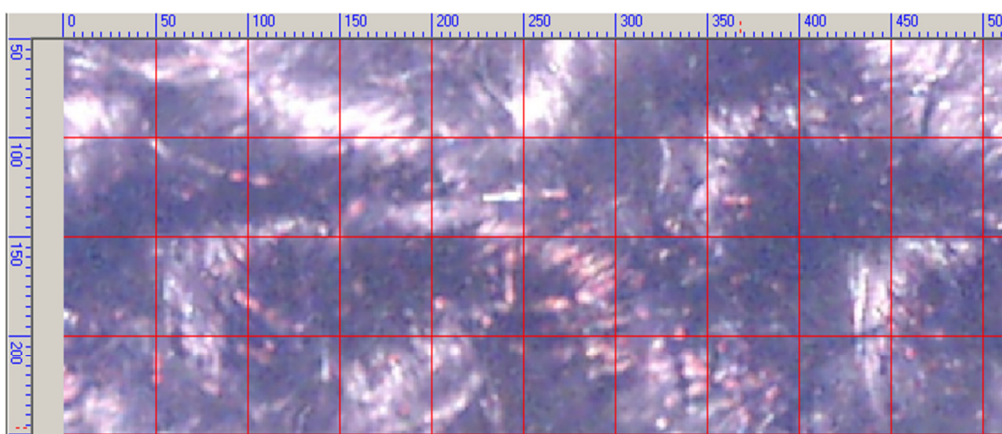


Рисунок 48 ткань 1 Megatec в исходном состоянии

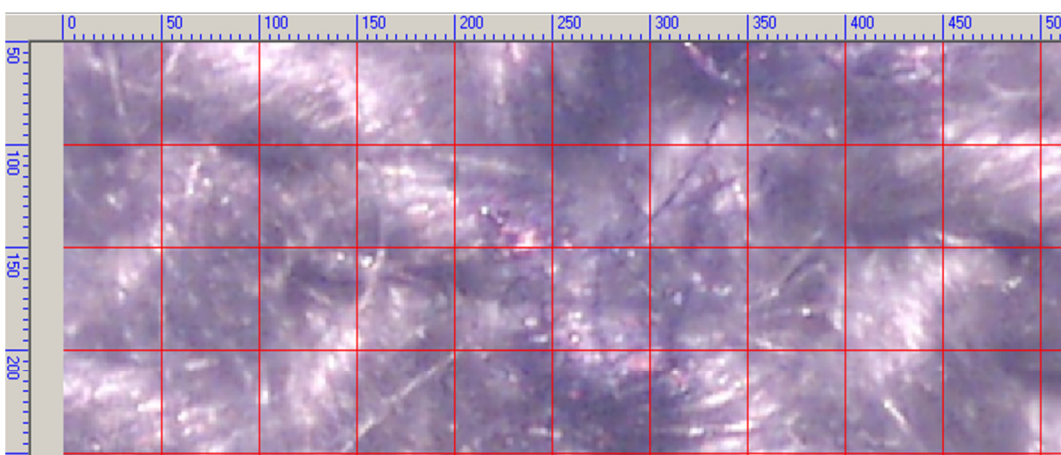


Рисунок 49 - ткань 1 Megatec после 96 часов воздействия морской воды

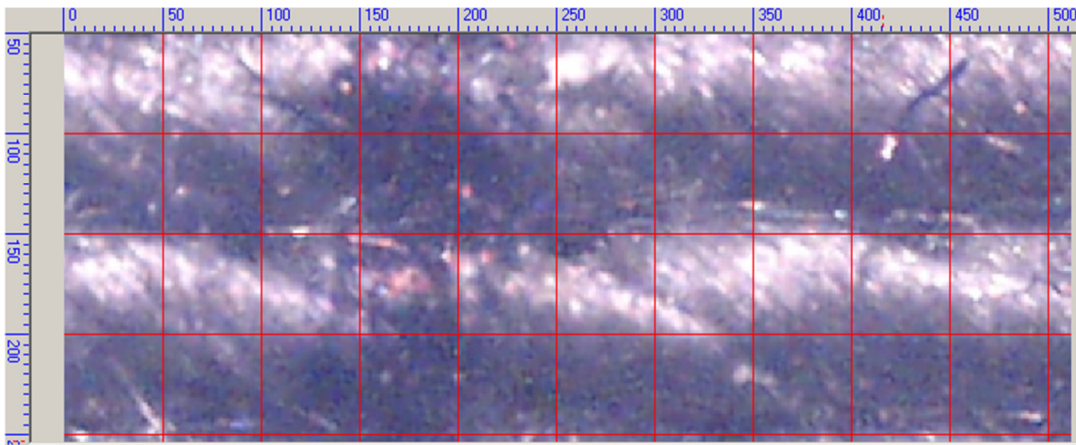


Рисунок 50 - ткань 2 WeldpRotector в исходном состоянии

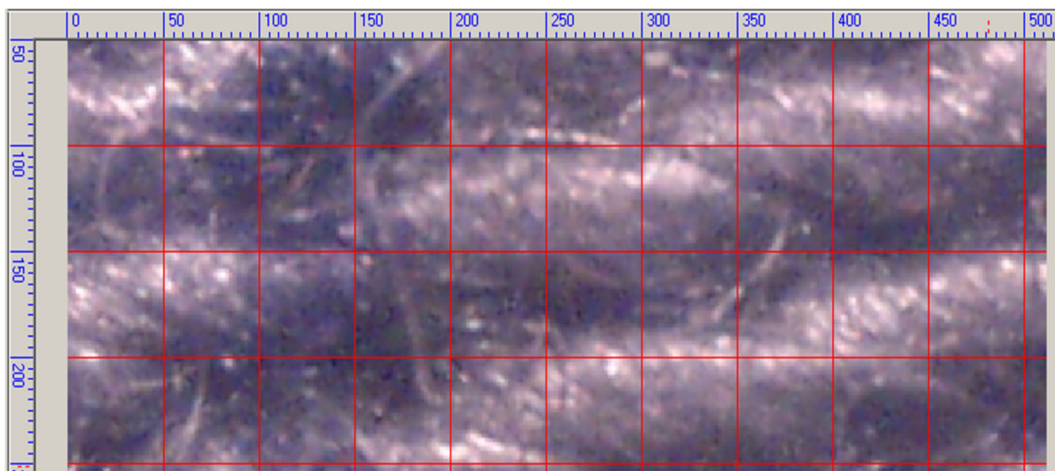


Рисунок 51 - ткань 2 WeldpRotector после 96 часов воздействия морской воды

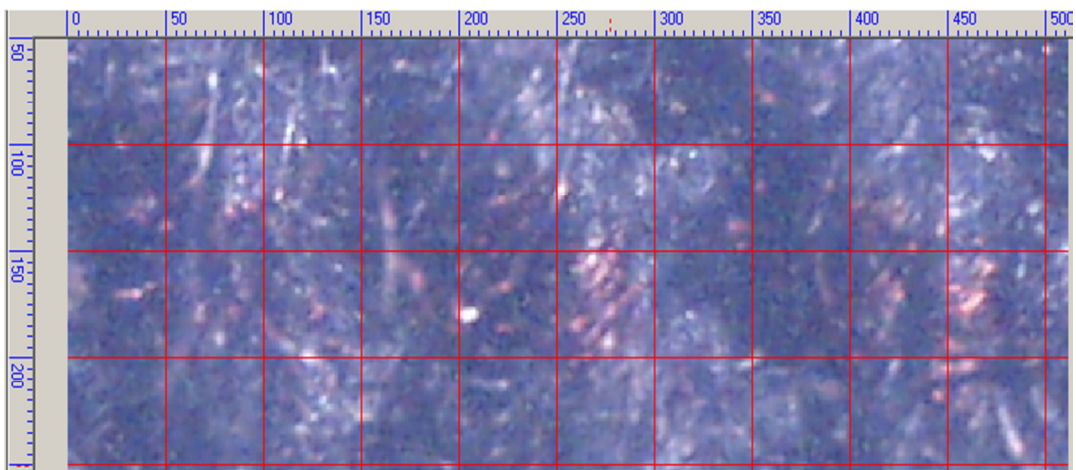


Рисунок 52 - ткань 3 Мастер-Универсал в исходном состоянии

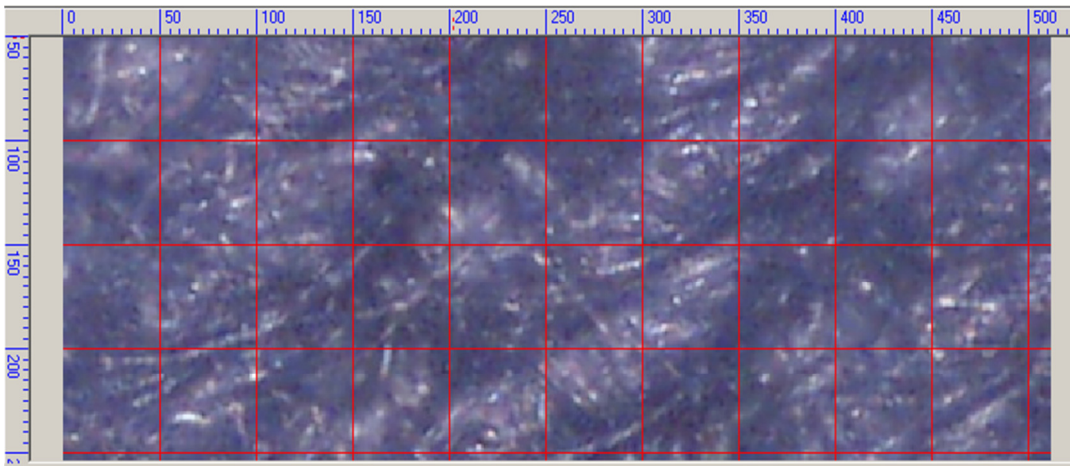


Рисунок 53 - ткань 3 Мастер-Универсал после 96 часов воздействия морской воды

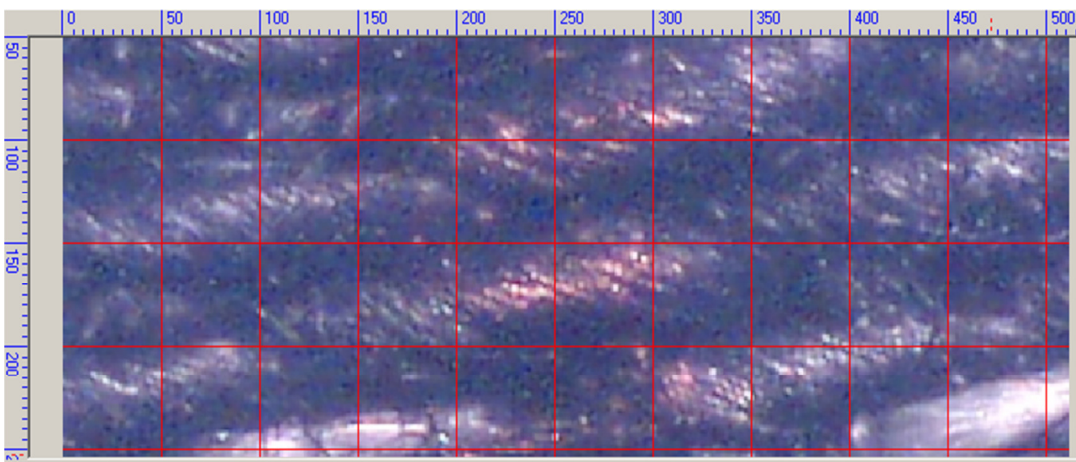


Рисунок 54 - ткань 4 Премьер FR в исходном состоянии

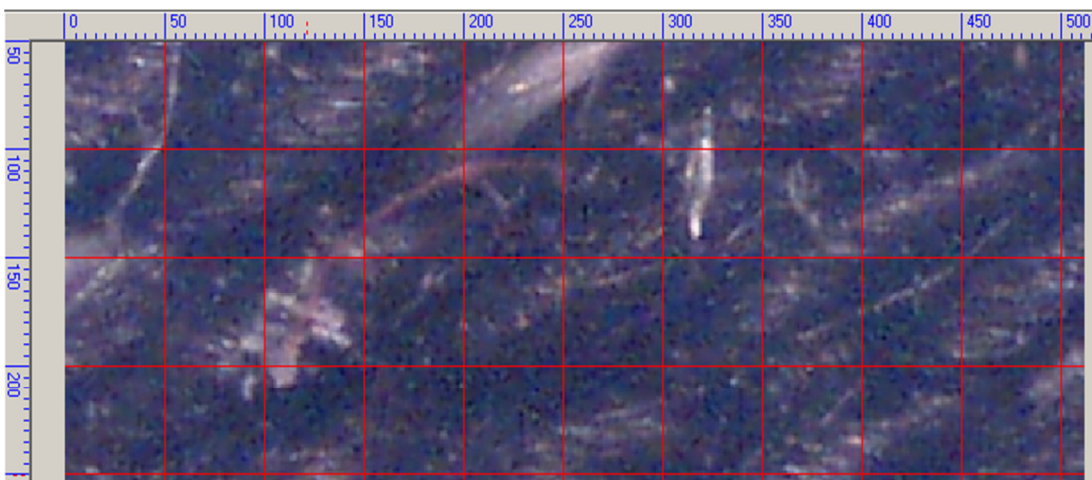


Рисунок 55 - ткань 4 Премьер FR после 96 часов воздействия морской воды

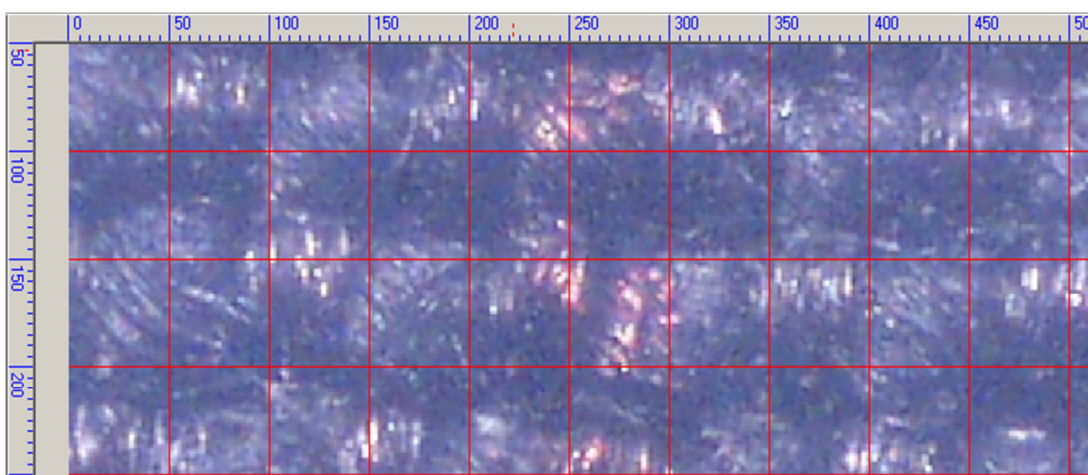


Рисунок 56 – ткань 5 Грета-М в исходном состоянии

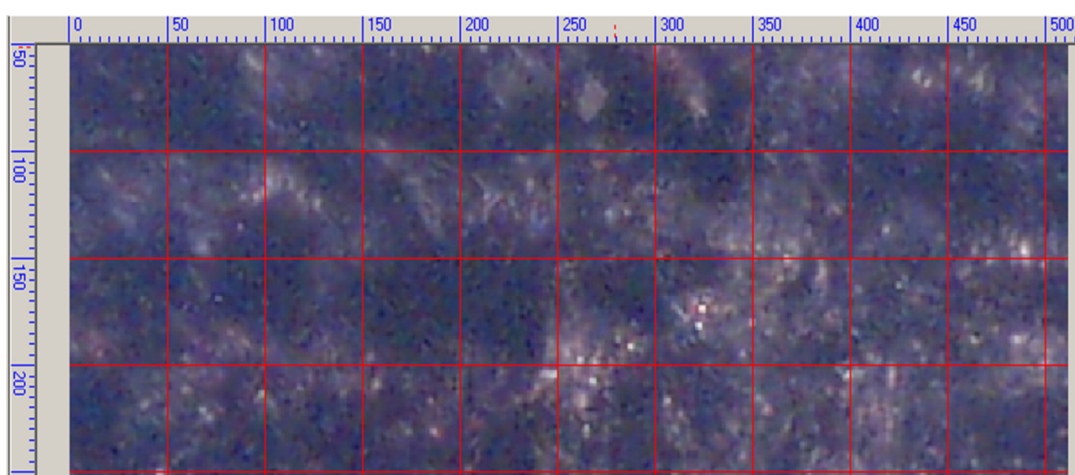


Рисунок 57 - ткань 5 Грета-М после 96 часов воздействия морской воды

На рисунках 48 - 57 представлено, что с увеличением времени воздействия морской воды, увеличивается объем солевого налета на тканях.

Выводы по главе 4

1. Проведенные исследования легли в основу разработанного стандарта организации СТО (ТУ) «Ткань специальная защитная для работников вышкомонтажных установок нефтегазового комплекса, в условиях морских шельфов. Технические условия» (Приложение А).
2. Разработанная методика определения воздействий пониженной температуры и морской воды на текстильные материалы, позволяет объективно оценить измене-

ния основных показателей безопасности и качества материалов, для пошива специальной одежды от времени воздействия.

3. Анализ результатов воздействия морской воды на ткани показал, что происходит отложение кристаллов NaCl в структуре нитей и ткани, что приводит к уменьшению водоупорности, паропроницаемости, удельного поверхностного электрического сопротивления, устойчивости к истиранию.

4. После воздействий морской воды увеличилась теплопроводность, устойчивость к раздиранию, гигроскопичность, жесткость к изгибу. Изменение этих показателей окажут существенное влияние на комфортность условий труда работников нефтегазового комплекса. Для уменьшения отложения солей на структуре ткани, необходимо применять соответствующие пропитки.

5. После длительного воздействия пониженных температур ухудшились показатели теплопроводность, водоупорность, устойчивость к раздиранию, гигроскопичность. В пределах исследованных температур, эти изменения не носили критического характера и не повлияли на устойчивости ткани верха к воздействию низких температур, а создание теплозащитных свойств обеспечивается особенностью зимнего пакета одежды. При этом следует отметить, что хлопчатобумажные ткани с добавлением полиэфирных волокно – показали наилучшую устойчивость к пониженным температурам.

6. Наибольшее изменение изученных показателей качества, происходит при воздействии морской воды, так как ткани впитывают кристаллы соли в свою структуру, что существенно влияет на изменение их свойств.

ГЛАВА 5. ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ОБРАЗЦОВ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОШИВА ОДЕЖДЫ РАБОТНИКОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ МОРСКИХ ШЕЛЬФОВ

Исследования теплопередачи проводились по разработанной нами методике и на разработанной установке для определения теплофизических свойств материалов, через многослойный пакет одежды, при воздействии открытого пламени. Описание методики и установки в главе 2 на странице 38.

В таблице 21 представлены характеристики верха пакетов одежды. Выбор материалов проводился на основании исследования и анализа рынка тканей и утеплителей, широко применяемых для пошива специальной одежды работников нефтегазового комплекса.

Таблица 21 - Характеристики верха пакетов материалов

Пакет № 1	Пакет № 2	Пакет № 3
Ткань: BANOX 450 Производитель: Walls FR, США Переплетение: Сатин 5/2 Состав: 100% хлопок Обработка: Огнестойкая технология Proban® Вес: М - 450 г/м ² Толщина: мм - 0,85	Ткань: Олеон ПРО Производитель: ТД«Нордтекс», Россия Переплетение: атлас Состав: 100% хлопок Обработка: огнестойкая технология Proban® Вес: М - 350 г/м ² Толщина: мм – 0,65	Ткань: Weldshield440 Про- изводитель: Carrington, Ан- глия Переплетение: сатин 1/4 Состав: 100% хлопок Обработка: огнестойкая технология Proban® Вес: М - 440 г/м ² Толщина: мм - 0,80

В качестве утеплителя был выбрано нетканое полотно "Холлофайбер" (Термопол, Россия, 100% полиэфир, М - 150 г/м², толщина -10 мм).

В качестве подкладочного материала – (Россия, 100% вискоза, переплетение полотняное, М - 80 г/м², толщина - 0,17мм).

На рисунке 58 представлена схема определения теплопередачи через образец пакета одежды (графический способ определения промежуточных температур t_1-t_2), который можно представить как многослойную стенку с воздушными прослойками (κ_1, κ_2) [124], состоящую из несколько разнородных слоев. Пакет состоит из 3-х разнородных слоев ткани: верха (а) толщиной b_1 , утеплителя (б) толщиной b_2 , подкладки (в) толщиной b_3 и одной начальной температурой t_1-t_2 .

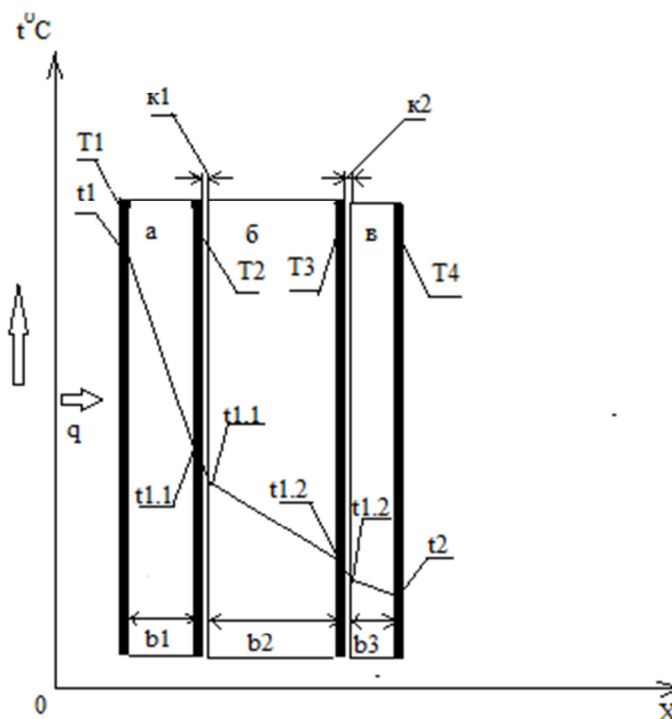


Рисунок 58 - Схема определения теплопередачи через многослойный пакет одежды

t_1 – начальная температура на поверхности пакета (входная температура), $t_{1.1}$ – конечная температура на внутренней поверхности верха, $t_{1.1}$ – начальная температура на поверхности утеплителя, $t_{1.2}$ – конечная температура на внутренней поверхности утеплителя, $t_{1.2}$ – начальная температура на поверхности подкладочного материала, t_2 – конечная температура на внутренней поверхности подкладочного материала (температура на выходе), T_1 – термодатчик №1, T_2 – термодатчик №2, T_3 – термодатчик №3, T_4 – термодатчик №4, q – тепловой поток.

На рисунке 59 представлена схема воздействия открытого пламени, рассматриваемого в данной работе. Турбулентное течение газов при нестационарном теплообмене и вынужденной конвекции.

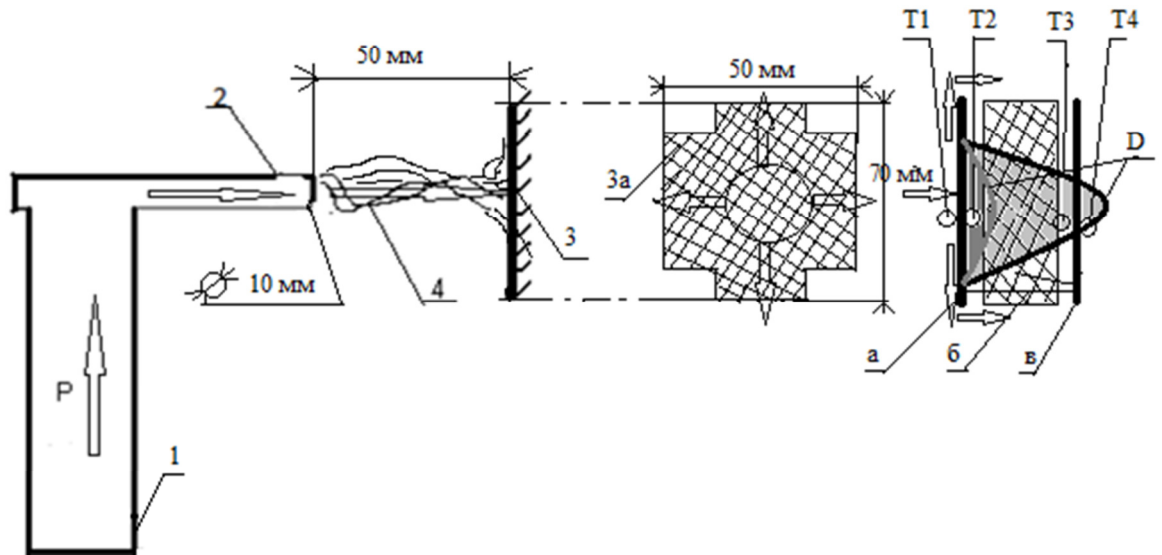


Рисунок 59 – Схема воздействия открытого пламени на текстильный материал

1 – газовый баллон под давлением, 2 – сопло газовой горелки (инжекционного типа); 3 – образец материала (боковая сторона материала), 3а – образец материала (лицевая сторона материала), пакет материала (а - верхний слой, б - утеплитель, в - прокладочный материал (вид сверху)), T1 - T2 - T3 - T4 – термопары, D – температурный напор.

В таблице 22 представлены данные изменения температуры на внутренней поверхности трех слоев пакета одежды образа №1, при воздействии открытого пламени различной тепловой мощности, от 1 кВт до 5 кВт

Условные обозначения:

K , Вт/(м²·ч) – коэффициент теплопередачи;

HTIt₂₄ – индекс теплопередачи;

K_c , Вт/(м²·ч⁰С) – суммарный коэффициент теплопередачи пакета.

Таблица 22 - Определение теплопередачи пакета одежды №1, при воздействии открытого пламени различной тепловой мощности

Температура на внутренней стороне слоев пакета материалов, °С										
Время воздействия, сек.	Температура на поверхности пакета (на входе), °С	1 кВт			4 кВт			5 кВт		
		1Слой	2Слой	3Слой	1Слой	2Слой	3Слой	1Слой	2Слой	3Слой
1	26,00	26,25	26,00	26,25	26,00	26,50	26,25	26,25	26,00	26,25
5	136,50	30,75	31,75	27,25	41,75	31,75	27,75	78,75	34,75	27,75
10	359,75	60,25	40,75	28,00	74,25	36,75	30,75	136,25	44,75	39,25
15	578,25	100,75	46,75	29,00	130,75	50,75	32,50	244,75	56,75	52,50
20	758,25	159,75	57,75	30,75	199,75	76,75	35,25	286,75	95,75	63,75
25	918,25	216,50	74,25	33,50	260,00	123,25	52,00	344,50	135,25	73,50
30	997,50	253,50	100,00	39,00	330,00	143,50	59,50	380,50	179,00	85,50
К, Вт/(м ² ·ч).	–	0,221	1,016	2,699	0,987	3,443	7,839	1,334	4,095	8,756
НТИ t ₂₄	–	8,0	13,5	33	6,1	14	24	3,8	14	14
К _с , Вт/(м ² ·ч °С).	–	3,936	–	–	12,1	–	–	14,1	–	–

Из приведенных данных таблицы 22 определено, что при увеличении мощности теплового потока от 1 кВт до 5 кВт, суммарный коэффициент теплопередачи увеличивается в 2,58 раза.

В таблице 23 представлены данные изменения температуры на внутренней поверхности трех слоев пакета одежды образа №2, при воздействии открытого пламени различной тепловой мощности, от 1 кВт до 5 кВт

Таблица 23 - Определение теплопередачи пакета одежды №2, при воздействии открытого пламени различной тепловой мощности

Температура на внутренней стороне слоев пакета материалов, °С										
Время воздействия, сек.	Температура на поверхности пакета, °С	1 кВт			4 кВт			5 кВт		
		1Слой	2Слой	3Слой	1Слой	2Слой	3Слой	1Слой	2Слой	3Слой
1	26,00	26,00	26,00	26,25	26,00	26,50	26,25	26,25	26,00	26,25
5	136,50	35,75	29,75	27,25	41,75	37,75	28,75	46,75	35,50	27,75
10	359,75	108,50	35,75	28,00	191,25	55,75	32,75	127,00	40,25	32,25
15	578,25	187,50	50,75	29,00	250,75	100,75	36,50	233,50	68,25	38,50
20	758,25	260,25	67,00	30,00	300,75	121,75	40,50	331,25	95,50	67,75
25	918,25	303,75	88,75	45,50	322,25	130,00	53,25	388,75	126,50	77,75
30	997,50	336,25	107,50	52,00	350,75	155,25	74,25	411,00	201,75	110,50
К, Вт/(м ² ·ч)	–	0,249	0,719	2,993	1,017	3,377	8,129	1,407	3,919	9,012
НТIt ₂₄	–	6,8	14,9	29	6	9,5	24	5,9	14,0	18,0
К _с , Вт/(м ² ·ч ⁰ С).	–	3,961	–	–	12,5	–	–	14,3	–	–

Из приведенных данных таблицы 23 определено, что при увеличении мощности теплового потока от 1 кВт до 5 кВт, суммарный коэффициент теплопередачи увеличивается в 2,61 раза.

В таблице 24 представлены данные изменения температуры на внутренней поверхности трех слоев пакета одежды образа №3, при воздействии открытого пламени различной тепловой мощности, от 1 кВт до 5 кВт

Таблица 24 – Определение теплопередачи пакета одежды №3, при воздействии открытого пламени различной тепловой мощности

Температура на внутренней стороне слоев пакета материалов, °С										
Время воздействия, сек..	Температура на поверхности пакета, °С	1 кВт			4 кВт			5 кВт		
		1Слой	2Слой	3Слой	1Слой	2Слой	3Слой	1Слой	2Слой	3Слой
1	26,00	26,00	26,00	26,25	26,00	26,50	26,25	26,25	26,00	26,25
5	136,50	31,75	27,25	27,75	43,75	37,75	28,75	39,75	35,75	27,75
10	359,75	62,25	34,75	30,75	120,25	50,75	32,75	118,25	55,75	32,25
15	578,25	113,75	50,75	32,50	226,75	76,75	34,50	223,75	99,75	38,50
20	758,25	176,75	69,75	36,25	299,75	128,75	37,25	303,75	150,75	43,75
25	918,25	214,75	82,75	39,00	314,00	142,75	56,50	320,25	159,75	56,50
30	997,50	260,25	101,25	40,50	336,75	150,75	65,50	360,25	175,75	80,50
К, Вт/(м ² ·ч).	–	0,223	1,035	2,699	0,996	3,512	7,705	1,292	4,449	9,248
НПІ t ₂₄	–	8,0	14,5	29,5	5,8	9,8	24	6,0	9,5	24
К _с , Вт/(м ² ·ч °С).	–	3,957	–	–	12,1	–	–	14,9	–	–

Из приведенных данных таблицы 24 определено, что при увеличении мощности теплового потока от 1 кВт до 5 кВт, суммарный коэффициент теплопередачи увеличивается в 2,76 раза.

На рисунке 60 представлено применение, ранее предложенной схемы определения теплопередачи через образец пакета одежды (графического способа определения промежуточных температур), который можно представить как многослойную стенку с воздушными прослойками.

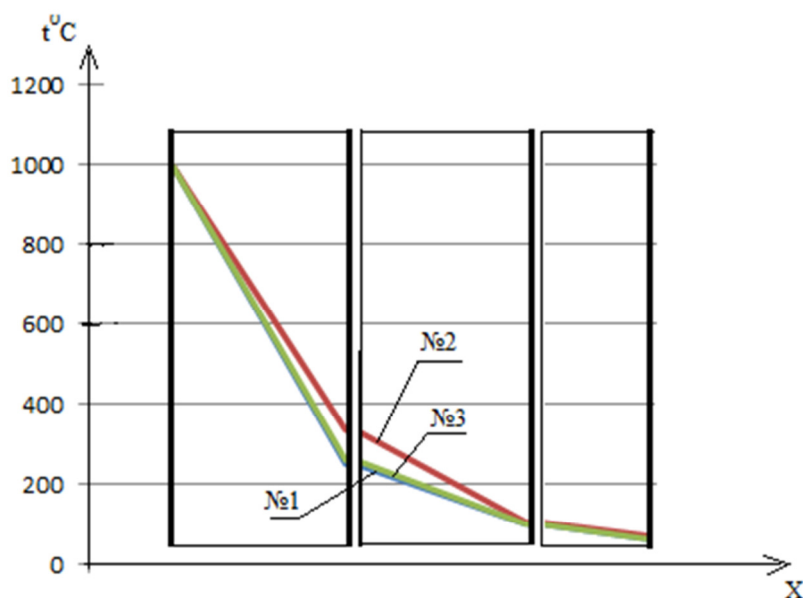


Рисунок 60 - Характер изменения температур трех пакетов и количество переданного тепла во времени

Пакет материала - №1, пакет материала - №2, пакет материала - №3.

В таблице 25 приведены данные изменения температуры на внутренней поверхности второго слоя, в зависимости от толщины (при воздействии открытого пламени различной тепловой мощности), на внутренней поверхности утеплителя.

Таблица 25 – Изменение температуры на внутренней поверхности второго слоя при различной толщине и различной плотности теплового потока, после 20 секунд воздействия открытого пламени

Мощность теплового потока.	Толщина 2 слоя, мм				
	10	12	15	20	25
1 кВт	72 $t^{\circ}\text{C}$	63 $t^{\circ}\text{C}$	60 $t^{\circ}\text{C}$	58 $t^{\circ}\text{C}$	55 $t^{\circ}\text{C}$
4 кВт	108 $t^{\circ}\text{C}$	100 $t^{\circ}\text{C}$	91 $t^{\circ}\text{C}$	84 $t^{\circ}\text{C}$	70 $t^{\circ}\text{C}$
5 кВт	150 $t^{\circ}\text{C}$	135 $t^{\circ}\text{C}$	122 $t^{\circ}\text{C}$	105 $t^{\circ}\text{C}$	80 $t^{\circ}\text{C}$

На рисунке 61 представлена зависимость изменения температуры от толщины (при воздействии открытого пламени различной тепловой мощности) на внутренней поверхности утеплителя, после 20 секунд воздействия открытого пламени.

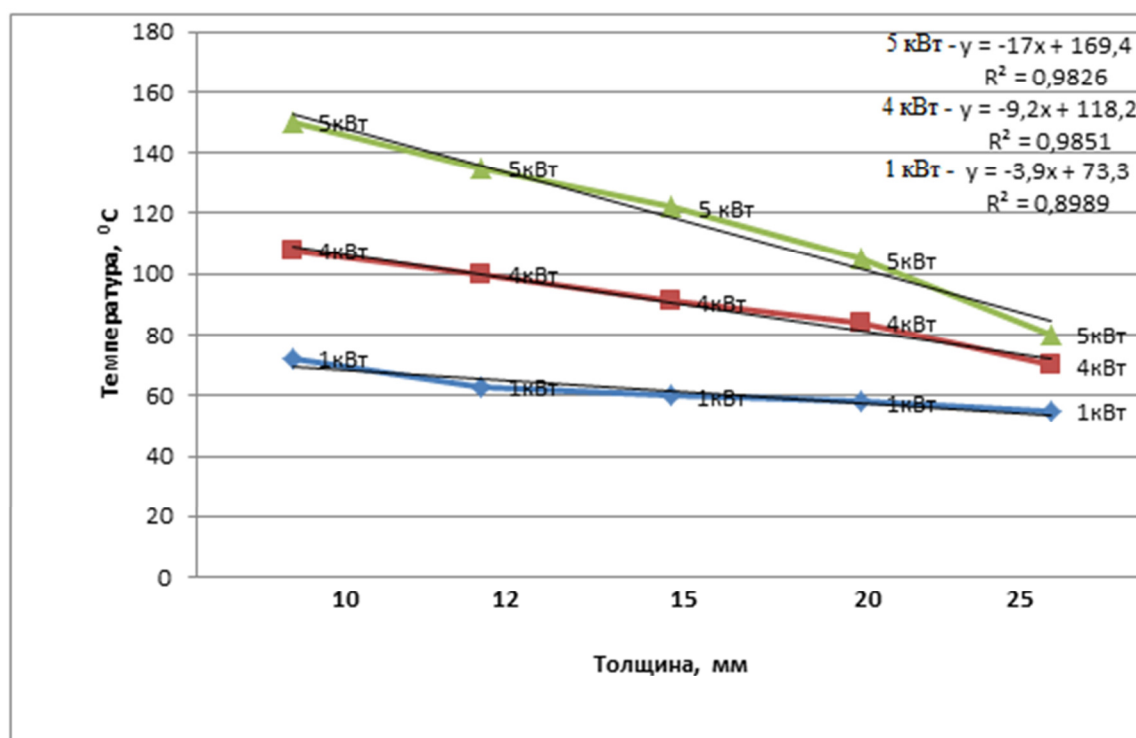


Рисунок 61 -. Зависимость изменения температуры от толщины на внутренней поверхности 2 слоя (утеплителя)

На графике представлено, что при увеличении толщины 2 слоя (утеплителя), происходит уменьшение температуры на внутренней поверхности материала при воздействии открытого пламени (по линейному закону). Для практических целей целесообразно, чтобы $R^2 \geq 0,75$, во всех случаях выбранную модель можно считать рабочей.

Имеется три вида теплообмена: конвекция, тепловое излучение и теплопроводность [124]. Теплообмен между газом и поверхностью твердого тела называется – конвективной теплоотдачей, а в некоторых источниках – просто теплоотдачей [127]. Конвективная теплоотдача зависит от множества факторов, таких как природа возникновения движения газа, режим движения, температура и скорость

газа, физических параметров газа, формы и размеров тела и ряда других. При обработке полученных данных и нахождения искомых результатов, были использованы формулы общепринятые в термодинамике.

Определение коэффициента теплопередачи материалов по формуле [148]:

$$K_1 = \frac{Q}{[S\tau(t_1 - t_2)]}, \quad (6)$$

где Q – тепловой поток, Вт; S – площадь поверхности образцов, m^2 ; τ – время воздействия теплового потока, ч; t_1, t_2 – температура на наружной и внутренней поверхностях стенки, $^{\circ}C$.

Определение суммарного коэффициента теплопередачи пакетов материалов по формуле:

$$K_c = (K_1 + K_2 + K_3) \quad (7)$$

Расчет плотности теплового потока от пламени, минимального расстояния и высоты/длины факельного ствола [149]:

$$q = \frac{eQ}{4\pi[(H - h + Z)^2]}, \quad (8)$$

где Q – тепловой поток, кВт; e – коэффициент излучения пламени, принимаемый по справочным данным; X – расстояние от факельного ствола, м; выбранной высоте/длине факельного ствола H ; h – высота объекта, м; Z – расстояние от центра излучения пламени до верха ствола, м.

Определение плотности теплового потока через единицу поверхности [150]:

$$q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\sum_{i=1}^n S_i / \lambda_i}, \quad (9)$$

где t_1, t_2 – температура на наружной и внутренней поверхностях стенки, $^{\circ}C$; λ – коэффициент теплопроводности, Вт(м/ $^{\circ}C$); S – толщина материала, м.

Определение теплового потока через единицу поверхности [151]:

$$Q = q \cdot F, \quad (10)$$

где q – плотность теплового потока, Вт/(м²·°C); F – площадь поверхности материала, м².

Определение общего (суммарного) теплового потока [151]:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{конв}} + Q_{\text{изл}} + Q_{\text{млл}} \quad (11)$$

Нахождение погрешности в определении плотности теплового потока, вызванной воздушными прослойками в пакетах материалов [151]:

$$\frac{\Delta q}{q_{\text{исп}}} = \left(1 - \frac{q}{q_{\text{исп}}} \right) 100\%, \quad (12)$$

где q – плотность теплового потока, Вт/(м²·°C);

Определение плотности теплового потока, передаваемого путем излучения согласно закону Стефана – Больцмана [152]:

$$q = C_s F \left(\frac{T}{100} \right)^4, \quad (13)$$

где C – коэффициент излучения, Вт/(м²·К⁴); F – площадь теплообмена, м; T – температура в градусах Кельвина.

На основании эмпирических данных вычисляются значения критериев [126].

Определение критерия Рейнольдса Re :

$$Re = \frac{V \cdot 4R_r}{\nu} \quad (14)$$

где V – средняя скорость течения газа (жидкости), м/с, ν – кинематическая вязкость, м²/с; R_r – гидравлический радиус, для круглой трубы $R_r = d/4$, d – диаметр трубы, м.

Определение критерия Прандля Pr :

$$Pr = \frac{\nu}{a} \quad (15)$$

где $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ – кинематический коэффициент вязкости, м²/с;

μ – динамический коэффициент вязкости газа (жидкости), Па · м²/с.

ρ – плотность; α – коэффициент температуропроводности, м²/с.

Безразмерный коэффициент теплоотдачи (критерий подобия тепловых процессов) критерий Нуссельта [152].

$$Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4}, \quad (16)$$

Расчет коэффициента теплоотдачи [152]:

$$\alpha = \frac{\lambda_c}{L} Nu_{hc} \quad (17)$$

где L – определяющий характерный линейный размер поверхности теплообмена, м; λ_c – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С).

Определение теплового потока Q Вт, проходящего через пакет материала №3 (три плоских образца материалов с воздушными прослойками между ними), имеющих поверхность $F = 0,35 \text{ м}^2$, а также определить коэффициент теплоотдачи α Вт/(м²·°С) и плотность теплового потока q Вт/м², если известно, что пакет материала состоит из трех слоев толщиной $S_1 = 0,0008 \text{ м}^2$, $S_2 = 0,01 \text{ м}^2$, $S_3 = 0,00017 \text{ м}^2$; температура 1 слоя (температура наружной поверхности $t_1 = 997 \text{ °С}$, температура внутренней поверхности $t_2 = 260,25 \text{ °С}$), температура 2 слоя (температура наружной поверхности $t_1 = 260,25 \text{ °С}$, температура внутренней поверхности $t_2 = 101,25 \text{ °С}$), температура 3 слоя (температура наружной поверхности $t_1 = 101,25 \text{ °С}$, температура внутренней поверхности $t_2 = 40,50 \text{ °С}$).

Теплопроводность воздуха в зависимости от температуры (по справочным данным):

при температуре воздуха $260,25 \text{ °С}$, теплопроводность = $0,0427 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$;

при температуре воздуха $101,25 \text{ °С}$, теплопроводность = $0,0321 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$.

Расчет плотности теплового потока от пламени, минимального расстояния и высоты/длины факельного ствола по формуле (8):

$$q = \frac{eQ}{4\pi [X^2 \times (H - h + Z)^2]} = \frac{0,4 \times 1}{4\pi [(0,43^2 \times (0,16 - 0,07 + 0,025)^2)]} = 70 \text{ кВт/ м}^2$$

Определение плотности теплового потока через 1 слой (слой верха) пакета материала №3 по формуле (9)

$$q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\sum_{i=1}^n S_i / \lambda_i} = \frac{997,50 - 260,25}{0,0008 / 0,034} = 31333 \text{ Вт/ м}^2$$

Определение плотности теплового потока, передаваемого теплопроводностью через пакет материала №3 (трехслойную стенку без учета воздушных прослоек) по формуле (9)

$$q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\sum_{i=1}^n S_i / \lambda_i} = \frac{997,50 - 40,50}{0,0008 / 0,034 + 0,01 / 0,036 + 0,00017 / 0,04} = 3131 \text{ Вт/ м}^2$$

Нахождение погрешности, вызванной сопротивлением двух воздушных прослоек в пакете материала №3 по формуле (12)

$$\frac{\Delta q}{q_{\text{учт}}} = \left(1 - \frac{q}{q_{\text{учт}}}\right) 100\% = \left[\frac{0,0008 / 0,034 + 0,01 / 0,036 + 0,00017 / 0,04}{0,13 + 0,15 \times (997,50 - 40,50)}\right] \times 100\% = 0,2\%$$

$$0,2 \times \frac{1}{100} \times 3131 = 6,262 = 3124,7 \text{ Вт/ м}^2$$

Определение теплового потока, прошедшего через пакет материала №3 по формуле (10)

$$Q = q \times F = 3124,7 \times 0,35 = 1094 \text{ Вт}$$

Определение плотности теплового потока, созданного излучением первого (верхнего) слоя пакета материала №3 по формуле (13)

$$q = C_s F \left(\frac{T}{100}\right)^4 = 5,68 \times 0,77 \times 0,35 \times \left[\left(\frac{260,25 + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{101,50 + 273}{100}\right)^4\right] = 908 \text{ Вт/ м}^2,$$

где C_s – константа излучения абсолютно черного тела, равная $5,68 \text{ Вт/ (м}^2 \cdot \text{К}^4)$ (по справочным данным); излучение хлопковой ткани, равное $0,77 \text{ Вт/ (м}^2 \cdot \text{К}^4)$ (по справочным данным); $F = 0,35 \text{ м}^2$

Определение плотности теплового потока, созданного излучением второго слоя (утеплителя) пакета материала №3 по формуле (13)

$$q = C_s F \left(\frac{T}{100}\right)^4 = 5,68 \times 0,65 \times 0,35 \times \left[\left(\frac{101,50 + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{40,50 + 273}{100}\right)^4\right] = 129 \text{ Вт/ м}^2$$

$$q_{\text{сум}} = 908 + 129 = 1035 \text{ Вт/ м}^2$$

Определение теплового потока, прошедшего путем излучения через пакет материала №3 по формуле (10)

$$Q = q \times F = 1035 \times 0,35 = 363 \text{ Вт}$$

Определение коэффициента теплоотдачи путем конвекции.

Определение критерия Рейнольдса Re и критерия Прандля Pr по формулам (14, 15)

$$Re = \frac{V \cdot 4R_r}{\nu} = \frac{1,5 \cdot 4 \cdot 0,10 \div 4}{1 \cdot 10^{-6}} = 150000$$

$$Pr = \frac{\nu}{a} = 0,76 \text{ (по справочным данным)}$$

Так как $Re = 150000 > 10000$, то поток можно характеризовать турбулентным, и для нахождения критерия Нуссельта применить уравнение (16)

$$Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4} = 0,023 \times 150000^{0,8} \times 0,76^{0,4} = 285$$

Определение коэффициента теплоотдачи по формуле (17)

$$\alpha = \frac{\lambda_{общ}}{F} Nu = \frac{0,11_{общ}}{0,35} \times 285 = 90 \text{ Вт/м}^2,$$

$$\text{где } \lambda_{общ} = \lambda_{1\text{слой}} + \lambda_{2\text{слой}} + \lambda_{3\text{слой}}$$

В таблице 26 представлены результаты расчета теплопередачи трех пакетов материалов.

Таблица 26 - Результаты обработки данных исследования

Определяемые показатели	Пакеты материалов		
	1	2	3
Суммарный коэффициент теплопередачи, $K_c, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}^0\text{C})$	3,936	3,961	3,957
Суммарный индекс передачи тепла, $HTI_{t24}(\text{общ})$	33	29	32
Коэффициент теплоотдачи, $\alpha \text{ Вт}/\text{м}^2$	88	89	90
Общее количество прошедшего тепла, $Q_{общ} \text{ Вт}$	1093	1083	1094
Уровень защиты пакетов материалов	B3	B3	B3

Из представленных расчетов можно отметить, что передача тепла при воздействии открытого пламени на пакет материалов проходит, в большей части, теплопроводностью.

Выводы по главе 5

1. Разработана установка и методика определения теплопередачи через многослойный пакет одежды, при воздействии открытого пламени. В результате применения разработанной методики и установки, были определены: суммарный коэффициент теплопередачи, общий индекс передачи тепла, коэффициент теплоотдачи и общая передача теплоты.
2. Среди исследуемых образцов пакетов материалов, лучшими защитными характеристиками от воздействия открытого пламени обладает пакет №1.
2. При увеличении мощности теплового потока от 1 кВт до 5 кВт, температура на внутренней поверхности 2-го слоя (утеплителя) увеличивается в 2-а раза, а при увеличении толщины 2-го слоя, разница температур уменьшается в 1,5 раза.
3. Разработанный метод и устройство позволяют прогнозировать степень ожога при расчете теплопередачи через многослойный пакет одежды, в случае воздействия открытого пламени. На основании результатов эксперимента можно сделать обоснованный выбор материалов.

Общие выводы по работе

1. Предложен расчет теплопередачи на основе применения теории подобия тепловых процессов, позволяющей проектировать заданные параметры защитных свойств материалов, от воздействия высоких температур.
2. Создана универсальная переносная установка и разработаны три метода определения изменений теплофизических свойств текстильных полотен и пакетов материалов:
 - а) при воздействии теплового потока от открытого пламени;
 - б) при воздействии теплового потока от нагретых поверхностей;
 - в) при воздействии теплового потока от источника излучения.
3. Разработаны методики определения изменения наиболее значимых показателей безопасности и качества, от воздействия пониженных температур и морской воды.
4. Разработанный метод и установка для определения теплофизических свойств огнестойкой ткани и пакета одежды, позволяют прогнозировать степень ожога тела человека при воздействии открытого пламени.
5. Разработанная установка для определения теплофизических свойств огнестойкой ткани при воздействии открытого пламени на текстильные материалы, позволяет определять: суммарный коэффициент теплопередачи, общий индекс передачи тепла, коэффициент температуропроводности и общую передачу теплоты.
6. Разработанная методика определения воздействия морской воды и пониженных температур, позволяет оценивать пригодность тканей различного сырьевого состава, для пошива одежды работников нефтегазового комплекса в условиях морского шельфа.
7. На основании экспертного опроса и анализа условий труда работников вышкомонтажных установок нефтегазового комплекса, были выбраны наиболее значимые показатели безопасности и качества, и ранжированы в соответствии со статическими расчетами рисков, такие как: огнестойкость, защита от воздействия повышенной температуры, защита от воздействия пониженной температуры, стойкость к действию нефти и масел, сопротивление раздиранию, удельное поверх-

ностное электрическое сопротивление тканей, водопроницаемость, паропроницаемость, воздухопроницаемость, гигроскопичность, устойчивость к истиранию, разрывная нагрузка, жесткость при изгибе.

8. Результаты исследования однослойных материалов показали, что ткань Megates и ткань Премьер FR, полностью соответствуют требованиям технического регламента и нормативных документов и, поэтому могут использоваться для пошива одежды заявленного целевого назначения. Ткань Мастер-Универсал может применяться в нефтегазовом комплексе, только в условиях отсутствия взрывоопасной среды. Ткань WeldpRotector и Грета-М, были рекомендованы производителями для нефтегазового комплекса, но на основании полученных в работе экспериментальных данных, они не могут применяться для использования в специальной одежде работников нефтегазового комплекса.

9. На базе экспериментальных данных и разработанных методик, предложен проект стандарта ТУ СТО, позволяющий проводить обоснованный выбор материала (верха ткани), для пошива специальной одежды работников нефтегазового комплекса в условиях морского шельфа.

Список литературы

1. Журнал «Безопасность труда в промышленности» №12, 2007 г Информационный портал легкой и текстильной промышленности. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.textile-press.ru>
2. Нефтегазовый комплекс в России. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>
3. Российская газета. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года/ 04.01.14г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rg.ru>
4. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. Выпуск 6, разделы: «бурение скважин», «Добыча нефти и газа» 2000 г. «Атлас профессий».
5. Специальная одежда. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>
6. Исследовательское агентство inFOLIO Research Group [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://infolio-rg.nichost.ru/about>
7. Стандарта организации ТУ (СТО) «Одежда специальная защитная для работников вышкомонтажных установок нефтегазового комплекса, в условиях морских шельфов. Технические условия».
8. Текстильный вестник. Рынок спецодежды. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.cotton.ru>
9. «Контакт-СДС»/ Рынок тканей для пошива спецодежды: тенденции роста. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://infolio-rg.nichost.ru/about>
10. Разработчик готовых обзоров промышленных и потребительских рынков. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://businessstat.ru/>
11. Текстильная торговая площадка. Анитэкс. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://forum.cotton.ru>
12. Текстильный вестник. О новых материалах для специальной одежды 2016г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.cotton.ru>

13. Технический регламент ЕАЭС «О безопасности средств индивидуальной защиты» ТР ЕАЭС 019/2011

14. ЕврАзЭС официальный сайт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.evrazes.com>

15. ГОСТ Р ИСО 6942-2007 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда для защиты от тепла и огня. Методы оценки материалов и пакетов материалов, подвергаемых воздействию источника теплового излучения. - Дата введения 2007-07-01. – М.: Стандартиформ, 2007.

16. Электронный фонд «EN ISO 6942-2002 Protective clothing - Protection against heat and fire - Method of test: Evaluation of materials and material assemblies when exposed to a source of radiant heat (ISO 6942:2002); English version of DIN EN ISO 6942-2002» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/431806294>

17. ГОСТ Р 12.4.218-99 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная. Общие технические требования.

18. Электронный фонд EN 340:2003 «Protective clothing - General requirements» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>

19. ГОСТ Р 12.4.237-2007 (ИСО 9150:1988) Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная. Методы испытания материала при воздействии брызг расплавленного металла. -Дата введения 2008-07-01. -М.: Стандартиформ, 2008.

20. Электронный фонд EN 348:1992 «Protective clothing; test method; determination of behaviour of materials on impact of small splashes of molten metal» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>

21. ГОСТ Р ИСО 11612-2007 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда для защиты от тепла и пламени. Методы испытаний и эксплуатационные характеристики теплозащитной одежды. -Дата введения 2008-07-01. -М.: Стандартиформ, 2008.

22. Электронный фонд EN 61482-1-2:2007 «Electrical arc test methods for material and garments, for use by workers at risk from exposure to an electrical arc» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>

23. ГОСТ 27643-88 Костюмы мужские для защиты от воды. Технические условия.

24. Электронный фонд EN 343(2007-11) «Protective clothing - Protection against rain» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>

25. ГОСТ Р 12.4.236-2011 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования. -Дата введения 2011-12-01. -М.: Стандартинформ, 2008.

26. Электронный фонд EN 14058:2004 «Protective clothing. Garments for protection against cool environments» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>

27. ГОСТ Р ИСО 15025-2007 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от тепла и пламени. Метод испытаний на ограниченное распространение пламени. -Дата введения 2008-07-01. -М.: Стандартинформ, 2008.

28. Электронный фонд EN ISO 15025(2003-02) «Protective clothing - Protection against heat und flame - Method of test for limited flame spread» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>

29. ГОСТ 12.4.101-93 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для ограниченной защиты от токсичных веществ. Общие технические требования и методы испытаний.

30. Электронный фонд EN ISO 374-1:2016 «Protective gloves against chemicals and micro-organisms. Terminology and performance requirements» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>

31. ГОСТ 27575-87. Костюмы мужские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Технические условия.

32. Электронный фонд EN 340-2012 «Occupational safety standards system. Protective clothing. General requirements» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>

33. ГОСТ Р 12.4.198-99 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от механических воздействий. Метод определения сопротивления проколу. -Дата введения 2003-01-01. -М.: Стандартиформ, 2003.

34. Электронный фонд EN 863(1993-01) «Protective clothing - Mechanical properties - Test method: Puncture resistance» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>

35. ГОСТ Р 51553-99. Материалы текстильные. Метод определения водонепроницаемости. Испытание гидростатическим давлением. -Дата введения 2001-01-01. - М.: Стандартиформ, 2006.

36. Электронный фонд EN 20811-92 «Textiles. Determination of resistance to water penetration. Hydrostatic pressure test» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>

37. ГОСТ Р 12.4.197-99 (ИСО 6529-90) Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от жидких химикатов. Метод определения сопротивления воздухо-непроницаемых материалов прониканию жидкостей (с Поправкой). -Дата введения 2003-01-01. -М.: Стандартиформ, 2003.

38. Электронный фонд EN ISO 6530(2005-05) «Protective clothing for use against liquid chemicals; test method: resistance of materials to penetration by liquids» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>

39. ГОСТ Р ИСО 6940-99 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Материалы текстильные для средств индивидуальной защиты. Метод определения воспламеняемости вертикально ориентированных проб. -Дата введения 2000-01-01. -М.: Стандартиформ, 2001.

40. Электронный фонд EN ISO 6942:2002 Protective clothing. Protection against heat and fire. Method of test: evaluation of materials and material assemblies

when exposed to a source of radiant heat [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>

41. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введ. 01.07.2017.

42. Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» (утверждено приказом Главного санитарного врача РФ от 24.06.2003 г. №2.2.1766-03).

43. Малышев, Д.В. Метод комплексной оценки профессионального риска./ Д.В. Малышев // Проблемы анализа риска. Том 5, 2008. - № 3. - С. 40 – 59.

44. Гимранова, Г.Г. Особенности формирования нарушений здоровья и их профилактика у работников нефтедобывающей промышленности: дис. ... д – ра мед. наук: 14.02.04 / Гимранова Галина Ганиновна. – ФГУН "УфНИИ МТ и ЭЧ": 2010. – 265с.

45. Федорец, А.Г. Управление рисками: от оценки травмобезопасности к оценке травмоопасности / А.Г. Федорец // АНО «Институт безопасности труда». – М. – 2009.

46. Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, утверждённый Приказом Министерства здравоохранения и Социального развития Российской Федерации от 26 апреля 2011 г. № 342н.

47. Лагунова, В. В. Разработка методов оценки и определение защитных свойств специальной одежды для работников газовой промышленности: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.01/ Лагунова Виктория Владимировна. – Москва, 2011 – 194 с.

48. Давыдов, А.Ф. Оценка профессионального риска на рабочих местах ОАО «Газпром». Тезисы докладов XII Международного семинара «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы» (SMARTEX – 2009) / А.Ф. Давыдов, В.В. Лагунова. – Иваново: ИГХТУ, 2009. – С. 152 – 153.

49. Podger, Хью (2002). Олбрайт & Уилсон; последние 50 лет. Стадли: Удобно Книги. ИСБН 1-85858-223-7.

50. Официальный сайт Ciba. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.basf.com>

51. Бесшапошникова, В.И. Придание огнезащитных свойств композиционным текстильным материалам для швейных изделий/ В.И. Бесшапошниковой, М.В. Загоруйко, Т.В. Кулекова, О.А. Гришина // Дизайн и технология. – М. – 2009. – С 109 – 114.

52. Бесшапошникова, В.И. Огнезащитные композиционные материалы из базальтовых тканей/ В.И. Бесшапошниковой, Е.В. Жилина, Н.Е. Ковалева, М.В. Загоруйко // Дизайн и технология. – М. – 2010 г. - № 15. – С. 81 – 85.

53. Пат. 7816289 США, МПК В 32 В 5/26, D 03 D 15/00 Огнестойкий и устойчивый к действию жидкостей ламинированный материал изделия из него. / Gore Enterprise Holdings, Inc., Blake Holly, Dacey Paul. – № 11/203553.– НПК 442/239 – 2010; заявл. 12.09.2005; опубл. 19.10.2010; Бюл. № 7 – 5 с.

54. Пат. 2399700 Российская Федерация, МПК D 03 D 15/00 (2006.01) А 41 D 13/00 (2006.01). Огнезащитный мембраннотканевый материал / Розниченко С.В., Гореленков В.К., Шмидт Н.Б., Романов Р.В. и др.; заявитель и патентообладатель НИИ Эластомерных материалов и изделий. - № 2008143279/12; заявл. 01.11.2008; опубл. 20.09.2010, Бюл. № 5 – 5 с.

55. Спецодежду для защиты от термических рисков воздействия электродуги теперь испытывают в России: ГК «Восток-Сервис». // Энергетик. – 2010. – № 11. – С. 41 – 42.

56. Волохина, А.В. Создание высокопрочных, термо- и огнестойких синтетических волокон/ А.В. Волохина // Химические волокна. – 2001. – № 2. С. 14 – 21.

57. Алахова, С.С. Новая технология получения огнетермостойких нитей/ С.С. Алахова // Текстильная промышленность. – 2005. – № 7 – 8. – С. 21 – 23.

58. Пат. 2116393 US, МПК6 Д 01 F 6/60, 6/74, C08J 5/18. Волокна или пленки с повышенной огнестойкостью и способ их получения / Касовский Р.В., Ли Кью – Сенг. – № 95110869/04; заявл. 09.11.93; опубл. 23.07.98, Бюл. № 21. – 3 с.

59. Макшинский, К.Ю. Международный симпозиум по техническому текстилю, нетканым материалам и защитной одежде/ К.Ю. Макшинский, К.Е. Перепелкин, В.М. Поздняков // тез. докл. научн.-практ. конф. - Москва, 24 – 25 сентября 2003 г. – С. 89 – 91.

60. Копьев, М.А. Огнезащитные текстильные материалы. Часть I. Снижение пожароопасности текстильных материалов / М.А. Копьев // Текстильная промышленность. – 2005. – № 1-2. – С. 20 – 26.

61. Алексеева, Р.М. Горение полимерных материалов / Р.М. Алексеева, Г.И. Заиков. - М: Наука, 1981. – 280 с.

62. Пат. 2147055 РФ, ПМК7 Д 06 М 11/82, 13/50, 15/643. Огнестойкая композиция для пропитки волокнистых материалов / Губарева Н.Н. – № 98105139/04; заявл. 23.03.1997; опубл. 23.03.98, Бюл. № 9 (II ч.). – 5 с.

63. Пат. 2070626 РФ, МКИ6 D 06 V 11.74. Состав для придания огнезащитных свойств материалов / Мясник В.М., Волынов В.В., Мамаева Н.П. № 95121239/04; заявл. 14.12.95; опубл. 20.12.96, Бюл. № 1. – 7 с.

64. Заявка 2006129939/04 US МПК D01F1/07. Обеспечение огнестойкости волокон и монокристаллов и способ их изготовления / Рид Джон Шэннон, Шрайвер Дэниэл А.Де. // опубл. WO 2005/095685, дата 27.02.2008.

65. Пат. 2309204 РФ, МПК7 D 03 D 15/12. Огнезащитная ткань / Михайлова М.П., Мальков Л.А., Шаблыгин М.В., Ткачева Л.В., Лакунин В.Ю., Слугин И.В. - № 2005140613/12; заявл. 26.12.2005; опубл. 27.10.2007.

66. Заявка 95121465 РФ, МПК6 D 06 M 11/155. Состав для придания огнеупорных свойств текстильному сырью и способ его применения / Цагарева Ю.С. - № 95121465/04; заявл. 28.12.95; опубл. 27.11.97, Бюл. № 9. – 4 с.

67. Пат. 2127341 GB, МПК6 D 06 M 15/667, 15/673. Способ обработки ткани для придания огнезащитных свойств / Ксяо Пинг Лей, Мохсент Закихани. – № 95114529/04; заявл. 21.06.95; опубл. 05.02.99, Бюл. № 7. – 3 с.

68. Заявка 93050744/12 РФ, МПК6 D 03 D 15/12. Способ повышения защитных свойств текстильных материалов / Макарова Н.Л., Назарова А.А., Назаров И.А. – заявл. 05.11.93; Бюл. № 16. – 3 с.

69. Пат. 1675449 РФ, МПК5 D 06 M 13/453. Состав для огнезащитной отделки текстильных материалов / Буханько А.И., Пузыревский В.И. – № 4653355/05; заявл. 22.02.89; опубл. 17.09.91, Бюл. 33. – 5 с.

70. Заявка 98105139/04 РФ, МПК6 D 06 M 11/82, 13/50, 15/643, C 09 K21/14. Огнестойкая композиция для пропитки волокнистых материалов / Губарева Н.Н. – заявл. 23.03.98; Бюл. № 35. – 4 с.

71. Козинда, З.Ю. Методы получения текстильных материалов со специальными свойствами/ З.Ю. Козинда : Легпромбытиздат. - М. – 1988. – 112 с.

72. Rogers, J.K. Retardantes de llama // Reviplast/ mod – 1993/ – № 442. – P. 397 – 399.

73. Пат. 740774 Австралия, МПК D 06 M 013/364, D 065 H 013/447. Method for the flame – retardant processing of materials / Isle Firestop Ltd, Zubkova Nina Sergeevna, Bitulkina Nataliya Grigorievna, Berlin Alexander Alexandrovich, Khaltyrnsky Nikolai Alexandrovich, Galbralikh Leonid Semenovich (GRIFFITH HACK, GPO box 1285 K, MELBOURNE VIC 3001). – № 199873521; заявл. 13.02.98; опубл. 15.11.01.

74. Середина, М.А. Огнезащита текстильных материалов из смеси волокон / М.А. Середина, О.В. Андросов, Л.С. Гальбрайх // Современные проблемы текстильной и легкой промышленности: Тез. Докл. Межвуз. науч. – техн. конф., посвящ. 70-летию Российского заочного института текстильной промышленности // РостЛП. – М. – 15-16 мая 2002 г. – С. 39.

75. Лаврентьева, Е. П. Разработка научных основ и технологий производства текстильных материалов новых структур для специальной одежды и средств индивидуальной защиты: дис. ... д - ра техн. наук: 05.19.02 / Лаврентьева Екатерина Петровна. – Москва: 2016. – 889 с.

76. Юрцев, О.О. Оценка изменения свойств тканей, предназначенных для специальной одежды работников нефтедобывающего комплекса, в процессах экс-

плуатации: дис.... канд. техн. наук: 05.19.01/ Юрцев Олег Олегович. – Москва: 2012. – 215 с.

77. Корицкий, К. И. Инженерное проектирование текстильных материалов / К. И. Корицкий. – М.: «Легкая индустрия», 1971. – 352 с.

78. Пугачевский, Г.Ф. изнашивание целлюлозных тканей при воздействии различных факторов / Г.Ф. Пугачевский. – М.: «Легкая индустрия», 1977. – 136 с.

79. Каулен, Г.Р. Воздухопроницаемость, теплопроводность и паропроницаемость хлопчатобумажных тканей в зависимости от их структуры / Г.Р. Каулен, Н.С. Порошин. - Иваново, 1957. - 65 с.

80. Гусаков, А. Уменьшение воздухопроницаемости полипропиленовой ткани / А. Гусаков, А. Романова, И. Соболева // Технический текстиль, № 5, 2003, с. 18.

81. Склянников, В. П. Строение и качество тканей / В. П. Склянников. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 176 с.

82. Козьмич, Д. И. Исследование динамики разрушения льнолавсановых костюмно-платьевых тканей / Д. И. Козьмич, Дианич М.М. // Механические свойства и износостойкость текстильных материалов. Доклады VII Всесоюзной научной конференции по текстильному материаловедению. Каунасский политехнический институт, Вильнюс – Каунас, 1971, с. 280 – 284.

83. Кольчак, Е. А. Влияние многократных стирок на изменение фазы строения хлопчатобумажных тканей / Е. А. Кольчак, И. Я. Гирич //Тезисы докладов XII Всесоюзной научной конференции по текстильному материаловедению «Надежность, экономичность и качество текстильных материалов». М.: МТИ, т. 3, 1988, с. 68 – 69.

84. Миголь, Т. Н. Исследование влияния строения и отделки разнокомпонентных трикотажных платьевно-костюмных полотен на изменение их линейных размеров / Т. Н. Миголь, Галык И. С., Семак Б. Д. // Тезисы докладов XII Всесоюзной научной конференции по текстильному материаловедению «Надежность, экономичность и качество текстильных материалов». – М.: МТИ, т. 2, 1988, с. 127 – 129.

85. Симоненко, Д.Ф. Лабораторная оценка носкости материалов для одежды / Д.Ф. Симоненко. – М.: «Легкая индустрия», 1978. – 112с.
86. Кукин, Г.Н. Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия) / Г.Н. Кукин, А.Н. Соловьев, А.И. Кобляков. – М.: Легпромбытиздат, 1992. – 272 с.
87. Марголин, И. С. Износостойкость тканей из шерсти и химических волокон / И. С. Марголин. – М.: «Легкая индустрия», 1967. – 216 с.
88. Кулигина, М. С. Влияние светопогоды на снижение разрывной прочности тканей и устойчивости их к многократному изгибу: Дисс. ... канд. Техн.: 05.19.01/ Кулигина Марина Сергеевна. – Иваново, 1968.
89. Гущина, К. Г. Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки и качества / К. Г. Гущина. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 312 с.
90. Кричевский, Г. Светостойкость окрашенных текстильных изделий / Г. Е. Кричевский, Я. Гомбкете. – М.: «Легкая индустрия», 1975. - 168 с.
91. Пугачевский, Г. Ф. Применение хемилюминесцентного метода анализа для определения степени разрушения хлопчатобумажных тканей и трикотажных полотен под действием света / Г. Ф. Пугачевский, И. В. Плеша // Доклады VII Всесоюзной научной конференции по текстильному материаловедению. Каунасский политехнический институт, Вильнюс – Каунас, 1971, с. 293 – 297.
92. Садов, Ф. И. Действие света и атмосферных условий на хлопчатобумажные ткани / Ф. И. Садов. – М. - Л., Гизлегпром, 1945. - 172 с.
93. Балашова, Т. Д. Краткий курс химической технологии волокнистых материалов / Т. Д. Балашова, Н. Е. Булушева, Т. С. Новорадовская, С. Ф. Садова. - М.: Легкая индустрия и пищевая промышленность, 1984. – 298 с.
94. Binjif Xin, Jinlian Hu Objective Evaluation of Fabric Pilling Using Image Analysis Techniques. // Textile Research Journal, № 12, 2003, p. 1057 – 1064.
95. Шатохина, Г. К. Кинетический метод оценки светостойкости окраски текстильных материалов / Г. К. Шатохина, В. М. Анисимов, В. М. Анисимова, Г.

Е. Кричевский // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, № 4, 1988, с. 60 – 63.

96. Нгуен, Ч. Т. Изменение механических свойств хлопчатобумажных и вискозных тканей под действием светопогоды и других факторов износа в умеренном и тропическом климатах: Дисс.... канд. техн. наук: 05.19.01 / Чунг Тху Нгуен. – М.: МТИ, 1971.

97. Горшкова, С. С. Моделирование старения синтетических тканей технического назначения при естественных климатических воздействиях на аппаратах искусственной погоды. Дисс. ... канд. техн. наук: 05.19.01 / С. С. Горшкова. – М.: МТИ, 1988.

98. Беденко, В. Е. «Исследование устойчивости тканей для технических и специальных изделий к воздействию светопогодных факторов» / В. Е. Беденко // Рабочая одежда, №4 – М.:2011г.

99. Склянников, В.П. Изменение свойств тканей с течением времени. / В.П. Склянников, И. В. Сабов // Текстильная промышленность, № 5 –1976, с. 64 – 66.

100. Гашененкова, В. Н. Исследование изменения свойств декоративной ткани при воздействии на нее стирок. / В. Н. Гашененкова, Л. П. Косарева, С. Б. Белкина, Т. М. Гриднева // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, № 2, – 2000, с. 19 - 22.

101. Белкина С. Б. Лабораторное моделирование изнашивания костюмных тканей: Дисс.... канд. техн. наук: 05.19.01 / Светлана Борисовна Белкина. – М.: МТИ, 1985.

102. Richard, A. Scott Textiles for protection. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 2005. – 6с.

103. Alexander, B. Fire Retardancy of Polymeric Materials Edited by Charles A. Wilkie • Morgan© 2010 by Taylor and Francis Group, LLC CRC 809 с.

104. Вихриев, Б.С., Бурмистров В.М., Ожоги (Руководство для врачей)/ Б.С. Вихриев, В.М. Бурмистров // 2-е изд., перераб. и доп. – Л., Медицина, 1986, 272 с.

105. J. T. Williams Textiles for cold weather apparel. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 2009. – 138с.

106. Роговин, З. А. Химия целлюлозы / З. А. Роговин. – М., «Химия» 1972г. – 520с.
107. Геллер, Б. Э. Практическое руководство по физикохимии волокнообразующих полимеров / Б. Э. Геллер, А. А. Геллер, В. Г. Чиртулов. – М., «Химия» 1996г – 430с.
108. Хилл, П.Н. Волокна из синтетических полимеров / П.Н. Хилл. – перевод с англ., Москва, 1957, 504с. 201.
109. Бессонова, Н. Г. Теплофизические свойства материалов для изделий легкой промышленности / Н. Г. Бессонова, А. П. Жихарев // монография. – М., ИИЦ МГУДТ, 2007 – 118 с.
110. Годовский, Ю. К. Теплофизические методы исследования полимеров / Ю. К Годовский. – Химия, 1976, 216 с.
111. Kawabata, S. Measurement of Anisotropic Thermal Conductivity of Single Fiber // Journal of the Textile Machinery Society of Japan. 1986. Vol. 39. No. 12. P. T184 – T186.
112. Жихарев, А. П. Исследование теплофизических свойств материалов и пакетов для спецобуви / А. П. Жихарев, М. Ю. Евдокимова, С. А. Свешников, С. А. Горчаков // Техника, технология и улучшение качества изделий легкой промышленности. – М. 1990. С. 16 – 20.
113. Карлина, К. В. Исследование свойств пакетов утепленных курток с устойчивыми воздушными пролойками / К. В. Карлина, В. Р. Боровский // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1974. №2. С. 80 – 83.
114. Янкелевич, В. И. Расчет теплового сопротивления воздушных прослоек в воздухопроницаемой одежде / В. И. Янкелевич // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1971. №2. С. 111 – 115.
115. Колесников, П. А. Влияние воздухопроницаемости материалов и пакетов одежды при различной скорости ветра на их тепловое сопротивление/ П. А. Колесников, Е.Я. Лейбман //Труды ЦНИИШП. 1966. Сб. 14. С.112 – 124.

116. Янкелевич, В. И. Перенос тепла через воздухопроницаемые материалы / В. И. Янкелевич // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1971. №1. С. 104 – 108.
117. Короткова, И. В. Теплопередача через цилиндрическую воздухопроницаемую оболочку из текстильных материалов / И. В. Короткова, В. И. Бухарин А.И. Анциферова // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1974. №6. С. 81 – 85.
118. Zhang, P., Gong R. H., Yanai Y., Tokura H. Effects of Clothing Material on Thermoregulatory Responses// Textile Research Journal. 2002. Vol. 72. No. 1. P. 83-89.
119. Горшкова, Р. И. Влияние ветра на теплозащитные свойства зимней бытовой одежды / Р. И. Горшкова // Труды ЦНИИШП. 1972. Сб.22. С. 13 – 16.
120. Гущина, К. Г. Теплозащитные свойства материалов и пакетов одежды / К. Г. Гущина // Швейная промышленность. 1991. №5. С. 7 – 9.
121. Колесников, П.А. Влияние воздухопроницаемости материалов и пакетов одежды при различной скорости ветра на их тепловое сопротивление / П.А. Колесников, Е.Я. Лейбман // Труды ЦНИИШП. 1966. Сб. 14. С. 112 – 124.
122. Командрикова, Е. Я. К методике расчета суммарного теплового сопротивления пакетов одежды / Е. Я. Командрикова // Труды ЦНИИШП. 1972. Сб. 22, с. 3 – 13.
123. Янкелевич, В. И. Расчет теплового сопротивления воздушных прослоек в воздухопроницаемой одежде / В. И. Янкелевич // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 1971. № 2. С. 111 – 115.
124. Михеев, М.А. Краткий курс теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева. – М. - Л.: Госэнергоиздат, 1960 – 206 с.
125. Цветков, Ф.Ф. Тепломассообмен: Учебник для вузов / Ф.Ф. Цветков, Б.А. Григорьев. – М: Издательский дом МЭИ, 2011. –562 с.
126. Дульнев, Г. Н. Теория тепло- и массообмена / Г. Н. Дульнев. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 195 с.
127. Исаченко, В.П. Теплопередача: Учебник для вузов, изд. 3-е, перераб. и доп / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – М.: «Энергия», 1975. - 488 с.

128. Эккерт, Э.Р. Теория тепло - и массообмена / Э.Р. Эккерт, Р.М. Дрейк // Пер. с англ. – М.-Л.: Государственное энергетическое издательство, 1961. – 681 с.
129. Официальный сайт компании «Чайковский текстиль» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.textile.ru>
130. Официальный сайт компании «Нордтекс» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.nordtexco.ru/news.xml>
- 131 Официальный сайт компании «Текстильная индустрия» производство Клорман [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.klopman.com>
132. Официальный сайт компании «Моготекс». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mogotex.com>
133. Кирюхин, С.М. Сравнительная оценка качества и надежности тканей для спецодежды/ С.М. Кирюхин, Д.В. Куроедова, О.Н. Денисова. С.Ф. Литовченко// Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2009г, №4
134. Соловьев, А.Н., Кирюхин С.М. Оценка качества и стандартизация текстильных материалов/ А.Н. Соловьев, С.М. Кирюхин. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 248 с.
135. Соловьев, А. Н. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов/ А.Н. Соловьев, С.М. Кирюхин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 215 с.
136. Давыдов А.Ф., Барабенкова М., Визлянцева О. и др. Выбор показателей безопасности и качества тканей, используемых для пошива одежды специального целевого назначения. // Рабочая одежда и средства индивидуальной защиты. – М. – 2006. - № 2 (33) – с.10-12.
137. ГОСТ 3816–81 «Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств»
138. ГОСТ 17922 – 72 «Ткани и штучные изделия текстильные. Метод определения раздирающей нагрузки.»
139. ГОСТ 19616-74 «Ткани и трикотажные полотна. Метод определения удельного поверхностного электрического сопротивления»

140. ГОСТ Р12.4.290 – 2013. ССБТ Одежда специальная для защиты работающих от воздействия нефти, нефтепродуктов.
141. ГОСТ 12088 – 77 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости»
142. ГОСТ 3816 – 81 «Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств»
143. ГОСТ 18976 – 73 «Материалы текстильные. Метод определения стойкости к истиранию»
144. ГОСТ 3813 –72 «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении»
145. ГОСТ 10550 – 75 «Материалы для одежды. Методы определения жесткости при изгибе»
146. ГОСТ EN 511 – 2012 ССБТ Средства индивидуальной защиты рук. Перчатки защитные от холода. Общие технические требования. Методы испытаний.
147. Бузов, Б. А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство): Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Б. А. Бузов, Н. Д. Алыменкова: Под ред. Б. А. Бузова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 448 с.
148. Кобляков, А. И. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению: Учеб. пособ. для вузов/ Г. Н. Кукин, А. Н. Соловьев, А. И. Кобляков и др. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 344с.
149. ПБ 03-591-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации факельных систем/ Регистрация Минюста России № 4725 19.06.2003– М.: ПИО ОБТ № 2003
150. Воскресенский, К. Д. Сборник расчетов и задач по теплопередаче: К. Д. Воскресенский. – издание второе, переработанное – М.: Госэнергоиздат, 1959. – 337 с.

151. Цветков, Ф. Ф. Задачник по тепломассообмену: учебное пособие / Ф.Ф. Цветков, Р.В. Керимов, В.И. Величко. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 196 с.

152. Роговой, М. И. Расчеты и задачи по теплотехническому оборудованию предприятий промышленности строительных материалов: Учеб. пособ. для техникумов/ М. И. Роговой, М. Н. Кондакова, М. Н. Сагановский. – М.: Стройиздат, 1975. 320 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРОЕКТ СТАНДАРТА ОРГАНИЗАЦИИ

Ткань специальная защитная для работников вышкомонтажных установок нефтегазового комплекса, в условиях морских шельфов.

Технические условия

ПРОЕКТ СТАНДАРТА ОРГАНИЗАЦИИ

СТО ТУ 71327041-018-2018

Ткань специальная защитная для работников вышкомонтажных установок нефтегазового комплекса, в условиях морских шельфов.**Технические условия.****1. Область применения**

Данный стандарт имеет распространение на ткани хлопчатобумажные смешанные, различных переплетений, с огне-теплозащитными свойствами, которые используются для спецодежды работников вышкомонтажных установок нефтегазового комплекса, в условиях морских шельфов.

Данный стандарт применяется для проведения добровольной сертификации, для проведения отбора на конкурсной основе (тендеров), для заключения контрактов. Данный стандарт не противоречит обязательным требованиям ТР ЕАЭС 019/2011 О безопасности средств индивидуальной защиты

2. Нормативные ссылки

ТР ЕАЭС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты».

ГОСТ Р ИСО 15025–2007 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от тепла и пламени. Метод испытаний на ограниченное распространение пламени»

ГОСТ Р ИСО 9151-2007 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда для защиты от тепла и пламени. Метод определения теплопередачи при воздействии пламени

ГОСТ EN 511-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты рук. Перчатки защитные от холода. Общие технические требования. Методы испытаний

ГОСТ Р 12.4.297-2013 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты, выплесков расплавленного металла, контакта с нагре-

тыми поверхностями, кратковременного воздействия пламени. Технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р ИСО 6942-2007 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда для защиты от тепла и огня. Методы оценки материалов и пакетов материалов, подвергаемых воздействию источника теплового излучения

ГОСТ 11209-2014 Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний

ГОСТ ISO 11612-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Одежда для защиты от тепла и пламени. Общие требования и эксплуатационные характеристики

ГОСТ 19616–74 «Ткани и трикотажные полотна. Метод определения удельного поверхностного электрического сопротивления».

ГОСТ Р ЕН 1149-5-2008 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная. Электростатические свойства. Общие технические требования»

ТУ 8388-143-00321098-96 «Ткань «Классика». Метод определения нефтеотталкивания и маслоотталкивания».

ГОСТ 12088–77 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости».

ГОСТ 3816–81 «Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств».

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

ГОСТ 18976–73 «Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию».

ГОСТ 8737–77 «Ткани и штучные изделия хлопчатобумажные, из пряжи химических волокон и смешанные. Первичная упаковка и маркировка»

3. Термины и определения

Огнестойкость – устойчивость материалов к противодействию открытого огня.

Термостойкость — способность текстильных материалов и изделий из них выдерживать воздействие повышенных температур при сохранении внешнего вида.

Нефтепроницаемость – способность материалов пропускать через себя нефть, нефтепродукты, как тяжелых фракций, так и легких видов нефти.

Удельное поверхностное электрическое сопротивление – способность материалов рассеивать электрические заряды с поверхности материала.

Воздухопроницаемость – способность текстильных изделий пропускать через себя воздушный поток за счет перепада давлений на разных поверхностях образцов.

Гигроскопичность – содержание влаги в текстильных материалах после их выдерживания в течении длительного времени при относительной влажности воздуха 100%

Стойкость к истиранию – способность текстильных материалов противодействовать разрушению от контактного трения.

Раздирающая нагрузка – усилие, которое нужно приложить, чтобы разорвать пробную полоску материала (выражается в ньютонах).

Разрывная нагрузка – наибольшее усилие, которое выдерживает образец, до полного разрушения.

4. Технические требования

4.1. Ткани рекомендуется использовать для изготовления спецодежды для защиты: от воздействия вредных (опасных) производственных (природных) факторов, от воздействия открытого пламени и тепловых потоков, контакта с нагретыми поверхностями, источниками излучений, от попадания на кожу нефти и нефтепродуктов, от электростатического заряда, при соответствии условий работы режима и охраны труда установленным требованиям.

4.2. Ткани не должны удерживать на электростатический заряд, не гореть и не тлеть в пламени в течение 30 секунд, и при удалении из пламени, не оказывать вредного воздействия на организм человека.

4.3. Ткани по показателям качества и безопасности должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 1. Ткани, используемые для специальной одежды и эксплуатируемые при условиях труда с повышенным риском нанесения вреда для жизни и здоровья работников, должны соответствовать требованиям, в том числе предъявляемым после проведения 5 стирок.

Таблица 1 - Технические требования

Наименование показателей	Требования ТР ЕАЭС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты». ГОСТ Р	Требования СТО ТУ
1	2	3
Огнестойкость (время воздействия открытого пламени 30 с)	Ткань должна не гореть/ не плавится	Ткань должна не гореть/ не плавится
Индекс теплопередачи $HTIt_{24}$ (с)	ГОСТ Р ИСО 9151 – 2007 Рекомендуемый результат 3-6	Рекомендуемый результат 4-6
Максимальная температура в $t^{\circ}\text{C}$ на внутренней стороне ткани после воздействия 15 с открытого пламени мощностью теплового потока 5кВт	ГОСТ Р ИСО 9151 – 2007 Градации риска появления ожога 1. Степень – 45 ... 100 $t^{\circ}\text{C}$ 2. Степень – 100 ... 200 $t^{\circ}\text{C}$ 3. Степень – 200 ... 300 $t^{\circ}\text{C}$ 4. Степень – 300 ... 400 $t^{\circ}\text{C}$	Максимально допустимая 2. Степень – 100 ... 200 $t^{\circ}\text{C}$
Максимальное падение температуры в $t^{\circ}\text{C}$ на внутренней стороне ткани после 10 мин нахождения в морозильной камере при температуре -30°C	Воздухопроницаемость не должна превышать 40 $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	ГОСТ EN 511-2012 Тепловое сопротивление R , $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{В}$ 1) $0,025 \leq R < 0,050$ 2) $0,050 \leq R < 0,100$ 3) $0,100 \leq R < 0,150$ 4) $0,150 \leq R$ Воздухопроницаемость не должна превышать 40 $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$

Продолжение таблицы 1

1		2	3
Стойкость к действию нефти и масел, баллы		Одежда специальная для защиты от нефти и нефтепродуктов и материалы для ее изготовления должны быть нефтенепроницаемыми и нефтестойкими ГОСТ Р 12.4.290-2013 Не мене 5 баллов	Не мене 5 баллов
Водоупорность, Па		Не менее 1800	Не менее 1800
Раздирающая нагрузка, Н	Основа	Не менее 30 Н	Не менее 30 Н
	Уток	Не менее 30 Н	Не менее 30 Н
Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом		Не более 10^7	Не более 10^7
Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$		Воздухопроницаемость не должна превышать $40 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	Воздухопроницаемость не должна превышать $40 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$
Гигроскопичность, %		Не менее 7%	Не менее 7%
Устойчивость к истиранию, циклы		Не менее 500 циклов	Не менее 800 циклов
Разрывная нагрузка, Н	Основа	Не менее 600Н	Не менее 800Н
	Уток	Не менее 400Н	Не менее 600Н

Проведение работ во взрывопожароопасной среде, в среде с высокой опасностью поражения электрическим током. Работы, проводимые в экстремальных условиях – относятся к условиям труда с повышенным риском.

4.4. Поверхностная плотность тканей должна быть не менее $300 \text{ г}/\text{м}^2$.

4.5. Ткани должны изготавливаться по основе и утку из 100% хлопчатобумажной пряжи или с вложением химических волокон не более 25% и добавлением антиэлектростатической нити.

5. Правила приемки

Правила приемки тканей – по ГОСТ 20566-75 «Ткани и штучные изделия текстильные. Правила приемки и метод отбора проб»

6. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

Материалы текстильные. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение – по ГОСТ 7000-80

Маркировка тканей и материалов по защитным свойствам – по ГОСТ 12.4.103-83

7. Методы исследования специальных тканей

7.1 Метод определения теплофизических свойств огнестойкой ткани или пакета материала

Установка для осуществления метода измерения коэффициента теплопередачи при воздействии теплового потока от открытого пламени на текстильные полотна и пакеты одежды (рисунки 1), состоит из металлической платформы 1 и расположенного на ней электромонтажного корпуса 2, на внутренней стороне которого расположены четыре преобразователя сигналов термопар 3. На платформе также расположена передвижная тележка 4, в которую вставлен газовый баллон 5 с прикрученной газовой горелкой 6. Микроконтроллер 7, расположенный в электромонтажном корпусе 2, имеет на внешней стороне встроенный SD карт-модуль 8 для SD карты памяти 9 и потенциометр 10 для управления сервоприводом 11. Сервопривод с металлической осью 12 вмонтирован в стойку 13, прикрученную металлическими болтами к платформе 1. К металлической оси 12 прикручен болтами стальной держатель 14, способный поворачивать ось на угол 90^0 для закрепления испытуемого пакета материалов, в который вставлены четыре измерительных термопары, соединенных с цифровыми преобразователями сигналов. Сигнал от преобразователей поступает на микроконтроллер 7, а затем передается в порт ПК.

Установка работает следующим образом. Ткань или пакет материалов (ткань верхнего слоя, утеплитель, подкладочная ткань) размером 70x90мм крепится в стальном держателе. Испытуемые образцы материала лицевой стороной вверх послойно прижимаются с двух сторон по краям стальными пластинами 17, надетыми на четыре болта 18.

В подготовительном положении стальной держатель расположен горизонтально платформе (рисунок 2). Измерения температур на каждом внутреннем из трех слоев производятся с помощью термопар типа К, вставленных сверху в стальной держатель. Открытое пламя 19 (температура горения газа до 2000 °С), создается с помощью газовой горелки на МАРР газе, заранее установленной перпендикулярно образцу на передвижной тележке.

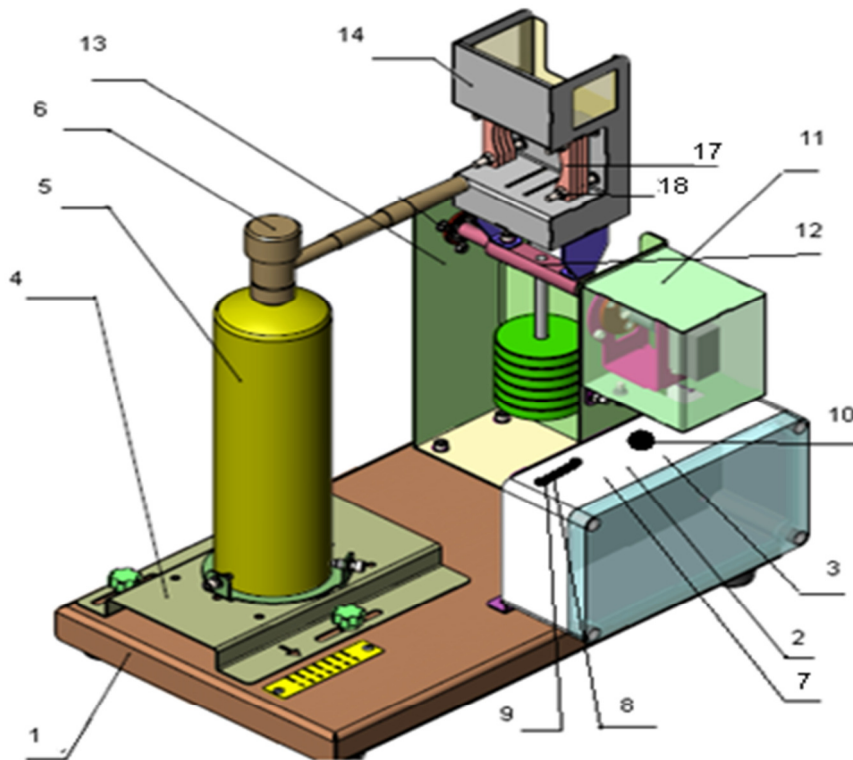


Рисунок 1- Установка для определения теплофизических свойств огнестойкой ткани, при воздействии высоких температур

Таблица 2 - Методы исследования специальных тканей

Наименование показателя	Нормативная документация на методы испытаний
1	2
Водоупорность	ГОСТ 3816
Раздирающая нагрузка	ГОСТ 17922
Удельное поверхностное электрическое сопротивление	ГОСТ 19616
Определение показателя нефте-масло-отталкивание.	ГОСТ Р12.4.290
Определение показателя паропроницаемости текстильных материалов.	Метод кафедры текстильного материаловедения и товарной экспертизы РГУ им. А.Н. Косыгина

Продолжение таблицы 2

1	2
Определение показателя воздухопроницаемости текстильных материалов.	ГОСТ 12088
Определение показателя гигроскопичность текстильных материалов.	ГОСТ 3816
Определение показателя стойкости к истиранию текстильных материалов.	ГОСТ 18976
Определение показателя разрывной нагрузки текстильных материалов.	ГОСТ 3813

Код программы установки Т- 01

```
#include <SD.h>
#include <Servo.h>
#include <max6675.h>
#define SENSOR_PIN A1
#define POT_MAX_ANGLE 135.0
const int CS_PIN = 53;
const int thermoDO = 4;
const int thermo1DO = 10;
const int thermo2DO = 13;
const int thermo3DO = 36;
const int thermoCS = 5;
const int thermo1CS = 9;
const int thermo2CS = 12;
const int thermo3CS = 37;
const int thermoCLK = 6;
const int thermo1CLK = 8;
const int thermo2CLK = 11;
const int thermo3CLK = 38;
const int analogPin1 = 0;
const int analogPin2 = 5;
MAX6675 Thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);
const int vccPin = 3;
const int gndPin = 2;
MAX6675 Thermocouple1(thermo1CLK, thermo1CS, thermo1DO);
int vccPin1 = 31;
int gndPin1 = 30;
```

```
MAX6675 Thermocouple2(thermo2CLK, thermo2CS, thermo2DO);
int vccPin2 = 35;
int gndPin2 = 34;
MAX6675 Thermocouple3(thermo3CLK, thermo3CS, thermo3DO);
int vccPin3 = 40;
int gndPin3 = 41;

int time = 0;
int refresh_rate = 1000;

float R = 0;
float R1 = 0;
float R2 = 0;
float R3 = 0;
float K = 0;
float K1 = 0;
float K2 = 0;
float K3 = 0;
float TEMP1 = 0;
float TEMP1_2 = 0;
float TEMP1_3 = 0;
float TEMP1_4 = 0;
float TEMP1_5 = 0;
float TEMP1_6 = 0;
float TEMP1_7 = 0;
float TEMP1_8 = 0;
float TEMP1_9 = 0;
float TEMP1_10 = 0;
float TEMP1_11 = 0;
float TEMP1_12 = 0;
float TEMP1_13 = 0;
float TEMP1_14 = 0;
float TEMP1_15 = 0;
float TEMP1_16 = 0;
float TEMP1_17 = 0;
```

```
float TEMP1_18 = 0;
float TEMP1_19 = 0;
float TEMP1_20= 0;
float TEMP1_21= 0;
float TEMP1_22= 0;
float TEMP1_23= 0;
float TEMP1_24= 0;
float TEMP1_25= 0;
float TEMP1_26= 0;
float TEMP1_27= 0;
float TEMP1_28= 0;
float TEMP1_29= 0;
float TEMP1_30= 0;
float TEMP2 = 0;
float TEMP2_2 = 0;
float TEMP2_3 = 0;
float TEMP2_4 = 0;
float TEMP2_5 = 0;
float TEMP2_6 = 0;
float TEMP2_7 = 0;
float TEMP2_8 = 0;
float TEMP2_9 = 0;
float TEMP2_10 = 0;
float TEMP2_11 = 0;
float TEMP2_12 = 0;
float TEMP2_13 = 0;
float TEMP2_14= 0;
float TEMP2_15 = 0;
float TEMP2_16 = 0;
float TEMP2_17 = 0;
float TEMP2_18 = 0;
float TEMP2_19 = 0;
float TEMP2_20= 0;
float TEMP2_21= 0;
float TEMP2_22= 0;
```

```
float TEMP2_23= 0;
float TEMP2_24= 0;
float TEMP2_25= 0;
float TEMP2_26= 0;
float TEMP2_27= 0;
float TEMP2_28= 0;
float TEMP2_29= 0;
float TEMP2_30= 0;
float TEMP3 = 0;
float TEMP3_2 = 0;
float TEMP3_3 = 0;
float TEMP3_4 = 0;
float TEMP3_5 = 0;
float TEMP3_6 = 0;
float TEMP3_7 = 0;
float TEMP3_8 = 0;
float TEMP3_9 = 0;
float TEMP3_10 = 0;
float TEMP3_11 = 0;
float TEMP3_12 = 0;
float TEMP3_13 = 0;
float TEMP3_14 = 0;
float TEMP3_15 = 0;
float TEMP3_16 = 0;
float TEMP3_17 = 0;
float TEMP3_18 = 0;
float TEMP3_19 = 0;
float TEMP3_20= 0;
float TEMP3_21= 0;
float TEMP3_22= 0;
float TEMP3_23= 0;
float TEMP3_24= 0;
float TEMP3_25= 0;
float TEMP3_26= 0;
float TEMP3_27= 0;
```

```
float TEMP3_28= 0;
float TEMP3_29= 0;
float TEMP3_30= 0;
float TEMP4 = 0;
float TEMP4_2 = 0;
float TEMP4_3 = 0;
float TEMP4_4 = 0;
float TEMP4_5 = 0;
float TEMP4_6 = 0;
float TEMP4_7 = 0;
float TEMP4_8 = 0;
float TEMP4_9 = 0;
float TEMP4_10 = 0;
float TEMP4_11 = 0;
float TEMP4_12 = 0;
float TEMP4_13 = 0;
float TEMP4_14 = 0;
float TEMP4_15 = 0;
float TEMP4_16 = 0;
float TEMP4_17 = 0;
float TEMP4_18 = 0;
float TEMP4_19 = 0;
float TEMP4_20= 0;
float TEMP4_21= 0;
float TEMP4_22= 0;
float TEMP4_23= 0;
float TEMP4_24= 0;
float TEMP4_25= 0;
float TEMP4_26= 0;
float TEMP4_27= 0;
float TEMP4_28= 0;
float TEMP4_29= 0;
float TEMP4_30= 0;
Servo servo;
int pos = 0;
```

```
void setup()
{
{
servo.attach(7);
Serial.begin(9600);
}
{
Serial.begin(9600);
// use Arduino pins
pinMode(vccPin, OUTPUT); digitalWrite(vccPin, HIGH);
pinMode(gndPin, OUTPUT); digitalWrite(gndPin, LOW);
}
{
Serial.begin(9600);
// use Arduino pins
pinMode(vccPin1, OUTPUT); digitalWrite(vccPin1, HIGH);
pinMode(gndPin1, OUTPUT); digitalWrite(gndPin1, LOW);
}
{
Serial.begin(9600);
// use Arduino pins
pinMode(vccPin2, OUTPUT); digitalWrite(vccPin2, HIGH);
pinMode(gndPin2, OUTPUT); digitalWrite(gndPin2, LOW);
}
{
Serial.begin(9600);
// use Arduino pins
pinMode(vccPin3, OUTPUT); digitalWrite(vccPin3, HIGH);
pinMode(gndPin3, OUTPUT); digitalWrite(gndPin3, LOW);
}
Serial.begin(9600);
Serial.println(F("Initializing Card"));
pinMode(CS_PIN, OUTPUT);

if (!SD.begin(CS_PIN))
```

```
{
  Serial.println(F("Card Failure"));
  return;
}
Serial.println(F("Card Ready"));
File commandFile = SD.open("speed.txt");
if (commandFile)
{
  Serial.println(F("Reading Command File"));
  while(commandFile.available())
  {
    refresh_rate = commandFile.parseInt();
  }
  Serial.print(F("Refresh Rate = "));
  Serial.print(refresh_rate);
  Serial.println(F("ms"));
  commandFile.close();
}
else
{
  Serial.println(F("Could not read command file."));
  return;
}
File dataFile = SD.open("log.csv", FILE_WRITE);
if (dataFile)
{
  dataFile.println(F("\nNew Log Started!"));
  dataFile.println(F("Temp"));
  dataFile.close();
  Serial.println(F("\nNew Log Started!"));
  Serial.println(F("Temp"));
}
else
{
  Serial.println(F("Couldn't open log file"));
}
```

```

}
}
void loop()
{
  File dataFile = SD.open("speed.txt", FILE_WRITE);
  if (dataFile) {
    int value = analogRead(A1);
    int angle = int(value / 612.0 * POT_MAX_ANGLE);
    angle = constrain(angle, 0, 90);
    servo.write(angle);
    dataFile.println( );
    Serial.println( );

    TEMP1 = (Thermocouple.readCelsius());
    dataFile.print(TEMP1);
    Serial.print(TEMP1);
    dataFile.print(" ");
    Serial.print(" ");
    TEMP2 = (Thermocouple1.readCelsius());
    dataFile.print(TEMP2);
    Serial.print(TEMP2);
    dataFile.print(" ");
    Serial.print(" ");
    TEMP3 = (Thermocouple2.readCelsius());
    dataFile.print(TEMP3);
    Serial.print(TEMP3);
    dataFile.print(" ");
    Serial.print(" ");
    TEMP4 = (Thermocouple3.readCelsius());
    dataFile.println(TEMP4);
    Serial.println(TEMP4);
    delay(1000);

    TEMP1_2 = (Thermocouple.readCelsius());
    dataFile.print(TEMP1_2);

```



```
Serial.print(TEMP1_2);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_2 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_2);
Serial.print(TEMP2_2);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_2 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_2);
Serial.print(TEMP3_2);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_2 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_2);
Serial.println(TEMP4_2);
delay(1000);

TEMP1_3 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_3);
Serial.print(TEMP1_3);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_3 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_3);
Serial.print(TEMP2_3);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_3 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_3);
Serial.print(TEMP3_3);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_3 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_3);
```

```
    Serial.println(TEMP4_3);
delay(1000);

TEMP1_4 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_4);
Serial.print(TEMP1_4);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_4 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_4);
Serial.print(TEMP2_4);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_4 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_4);
Serial.print(TEMP3_4);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_4 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_4);
Serial.println(TEMP4_4);
delay(1000);
TEMP1_5 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_5);
Serial.print(TEMP1_5);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_5 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_5);
Serial.print(TEMP2_5);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_5 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_5);
Serial.print(TEMP3_5);
```

```
    dataFile.print(" ");
    Serial.print(" ");
    TEMP4_5 = (Thermocouple3.readCelsius());
    dataFile.println(TEMP4_5);
    Serial.println(TEMP4_5);
    delay(1000);
    TEMP1_6 = (Thermocouple.readCelsius());
    dataFile.print(TEMP1_6);
    Serial.print(TEMP1_6);
    dataFile.print(" ");
    Serial.print(" ");
    TEMP2_6 = (Thermocouple1.readCelsius());
    dataFile.print(TEMP2_6);
    Serial.print(TEMP2_6);
    dataFile.print(" ");
    Serial.print(" ");
    TEMP3_6 = (Thermocouple2.readCelsius());
    dataFile.print(TEMP3_6);
    Serial.print(TEMP3_6);
    dataFile.print(" ");
    Serial.print(" ");
    TEMP4_6 = (Thermocouple3.readCelsius());
    dataFile.println(TEMP4_6);
    Serial.println(TEMP4_6);
    delay(1000);

    TEMP1_7 = (Thermocouple.readCelsius());
    dataFile.print(TEMP1_7);
    Serial.print(TEMP1_7);
    dataFile.print(" ");
    Serial.print(" ");
    TEMP2_7 = (Thermocouple1.readCelsius());
    dataFile.print(TEMP2_7);
    Serial.print(TEMP2_7);
    dataFile.print(" ");
```

```
Serial.print(" ");
TEMP3_7 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_7);
Serial.print(TEMP3_7);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_7 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_7);
Serial.println(TEMP4_7);
delay(1000);
TEMP1_8 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_8);
Serial.print(TEMP1_8);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_8 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_8);
Serial.print(TEMP2_8);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_8 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_8);
Serial.print(TEMP3_8);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_8 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_8);
Serial.println(TEMP4_8);
delay(1000);

TEMP1_9 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_9);
Serial.print(TEMP1_9);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
```

```
TEMP2_9 = (Thermocouple1.readCelsius());
  dataFile.print(TEMP2_9);
  Serial.print(TEMP2_9);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_9 = (Thermocouple2.readCelsius());
  dataFile.print(TEMP3_9);
  Serial.print(TEMP3_9);
  dataFile.print(" ");
  Serial.print(" ");
TEMP4_9 = (Thermocouple3.readCelsius());
  dataFile.println(TEMP4_9);
  Serial.println(TEMP4_9);
delay(1000);
TEMP1_10 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_10);
Serial.print(TEMP1_10);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_10 = (Thermocouple1.readCelsius());
  dataFile.print(TEMP2_10);
  Serial.print(TEMP2_10);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_10 = (Thermocouple2.readCelsius());
  dataFile.print(TEMP3_10);
  Serial.print(TEMP3_10);
  dataFile.print(" ");
  Serial.print(" ");
TEMP4_10 = (Thermocouple3.readCelsius());
  dataFile.println(TEMP4_10);
  Serial.println(TEMP4_10);
delay(1000);
TEMP1_11 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_11);
```

```
Serial.print(TEMP1_11);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_11 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_11);
Serial.print(TEMP2_11);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_11 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_11);
Serial.print(TEMP3_11);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_11 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_11);
Serial.println(TEMP4_11);
delay(1000);
TEMP1_12 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_12);
Serial.print(TEMP1_12);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_12 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_12);
Serial.print(TEMP2_12);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_12 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_12);
Serial.print(TEMP3_12);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_12 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_12);
Serial.println(TEMP4_12);
```

```
delay(1000);
TEMP1_13 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_13);
Serial.print(TEMP1_13);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_13 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_13);
Serial.print(TEMP2_13);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_13 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_13);
Serial.print(TEMP1_13);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_13 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_13);
Serial.println(TEMP4_13);
delay(1000);
TEMP1_14 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_14);
Serial.print(TEMP1_14);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_14 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_14);
Serial.print(TEMP2_14);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_14 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_14);
Serial.print(TEMP3_14);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
```

```
TEMP4_14 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_14);
Serial.println(TEMP4_14);
delay(1000);
TEMP1_15 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_15);
Serial.print(TEMP1_15);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_15 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_15);
Serial.print(TEMP2_15);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_15 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_15);
Serial.print(TEMP3_15);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_15 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_15);
Serial.println(TEMP4_15);
delay(1000);
TEMP1_16 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_16);
Serial.print(TEMP1_16);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_16 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_16);
Serial.print(TEMP2_16);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_16 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_16);
```



```
Serial.print(TEMP3_16);
  dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_16 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_16);
Serial.println(TEMP4_16);
delay(1000);
TEMP1_17 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_17);
Serial.print(TEMP1_17);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_17 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_17);
Serial.print(TEMP1_17);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_17 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_17);
Serial.print(TEMP3_17);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_17 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_17);
Serial.println(TEMP4_17);
delay(1000);

TEMP1_18 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_18);
Serial.print(TEMP1_18);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_18 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_18);
Serial.print(TEMP2_18);
```

```
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_18 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_18);
Serial.print(TEMP3_18);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_18 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_18);
Serial.println(TEMP4_18);
delay(1000);
TEMP1_19 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_19);
Serial.print(TEMP1_19);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_19 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_19);
Serial.print(TEMP2_19);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_19 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_19);
Serial.print(TEMP3_19);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_19 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_19);
Serial.println(TEMP4_19);
delay(1000);
TEMP1_20 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_20);
Serial.print(TEMP1_20);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
```

```
TEMP2_20 = (Thermocouple1.readCelsius());
  dataFile.print(TEMP2_20);
  Serial.print(TEMP2_20);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_20 = (Thermocouple2.readCelsius());
  dataFile.print(TEMP3_20);
  Serial.print(TEMP3_20);
  dataFile.print(" ");
  Serial.print(" ");
TEMP4_20 = (Thermocouple3.readCelsius());
  dataFile.println(TEMP4_20);
  Serial.println(TEMP4_20);
delay(1000);
  TEMP1_21 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_21);
Serial.print(TEMP1_21);
dataFile.print(" ");
  Serial.print(" ");
TEMP2_21 = (Thermocouple1.readCelsius());
  dataFile.print(TEMP2_21);
  Serial.print(TEMP2_21);
dataFile.print(" ");
  Serial.print(" ");
TEMP3_21 = (Thermocouple2.readCelsius());
  dataFile.print(TEMP3_21);
  Serial.print(TEMP3_21);
  dataFile.print(" ");
  Serial.print(" ");
TEMP4_21 = (Thermocouple3.readCelsius());
  dataFile.println(TEMP4_21);
  Serial.println(TEMP4_21);
delay(1000);
  TEMP1_22 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_22);
```

```
Serial.print(TEMP1_22);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_22 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_22);
Serial.print(TEMP2_22);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_22 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_22);
Serial.print(TEMP3_22);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_22 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_22);
Serial.println(TEMP4_22);
delay(1000);
TEMP1_23 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_23);
Serial.print(TEMP1_23);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_23 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_23);
Serial.print(TEMP2_23);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_23 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_23);
Serial.print(TEMP3_23);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_23 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_23);
Serial.println(TEMP4_23);
```

```
delay(1000)
  TEMP1_24 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_24);
Serial.print(TEMP1_24);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_24 = (Thermocouple1.readCelsius());
  dataFile.print(TEMP2_24);
  Serial.print(TEMP2_24);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_24 = (Thermocouple2.readCelsius());
  dataFile.print(TEMP3_24);
  Serial.print(TEMP3_24);
  dataFile.print(" ");
  Serial.print(" ");
TEMP4_24 = (Thermocouple3.readCelsius());
  dataFile.println(TEMP4_24);
  Serial.println(TEMP4_24);
delay(1000);
  TEMP1_25 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_25);
Serial.print(TEMP1_25);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_25 = (Thermocouple1.readCelsius());
  dataFile.print(TEMP2_25);
  Serial.print(TEMP2_25);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_25 = (Thermocouple2.readCelsius());
  dataFile.print(TEMP3_25);
  Serial.print(TEMP3_25);
  dataFile.print(" ");
  Serial.print(" ");
```

```
TEMP4_25 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_25);
Serial.println(TEMP4_25);
delay(1000);
TEMP1_26 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_26);
Serial.print(TEMP1_26);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_26 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_26);
Serial.print(TEMP2_26);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_26 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_26);
Serial.print(TEMP3_26);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_26 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_26);
Serial.println(TEMP4_26);
delay(1000);
TEMP1_27 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_27);
Serial.print(TEMP1_27);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_27 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_27);
Serial.print(TEMP2_27);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_27 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_27);
```

```
Serial.print(TEMP3_27);
  dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_27 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_27);
Serial.println(TEMP4_27);
delay(1000);
  TEMP1_28 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_28);
Serial.print(TEMP1_28);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_28 = (Thermocouple1.readCelsius());
  dataFile.print(TEMP2_28);
  Serial.print(TEMP2_28);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_28 = (Thermocouple2.readCelsius());
  dataFile.print(TEMP3_28);
  Serial.print(TEMP3_28);
  dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_28 = (Thermocouple3.readCelsius());
  dataFile.println(TEMP4_28);
  Serial.println(TEMP4_28);
delay(1000);

  TEMP1_29 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_29);
Serial.print(TEMP1_29);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_29 = (Thermocouple1.readCelsius());
  dataFile.print(TEMP2_29);
  Serial.print(TEMP2_29);
```

```
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_29 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_29);
Serial.print(TEMP3_29);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_29 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_29);
Serial.println(TEMP4_29);
delay(1000);
TEMP1_30 = (Thermocouple.readCelsius());
dataFile.print(TEMP1_30);
Serial.print(TEMP1_30);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP2_30 = (Thermocouple1.readCelsius());
dataFile.print(TEMP2_30);
Serial.print(TEMP2_30);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP3_30 = (Thermocouple2.readCelsius());
dataFile.print(TEMP3_30);
Serial.print(TEMP3_30);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
TEMP4_30 = (Thermocouple3.readCelsius());
dataFile.println(TEMP4_30);
Serial.println(TEMP4_30);
delay(1000);
dataFile.print(" ");
Serial.print(" ");
}
dataFile.close();
delay(1000);
```

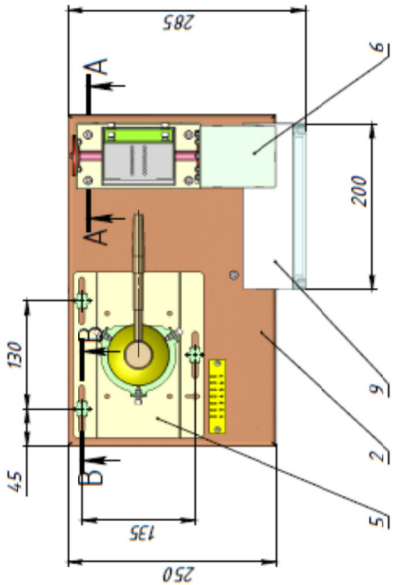
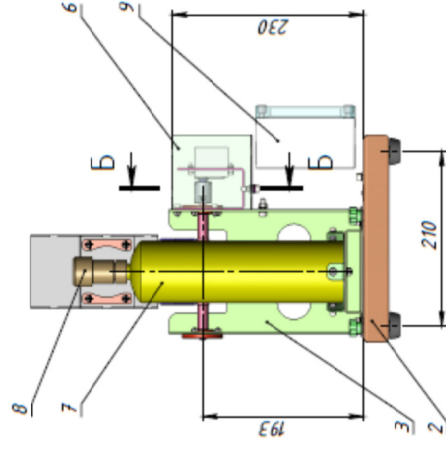
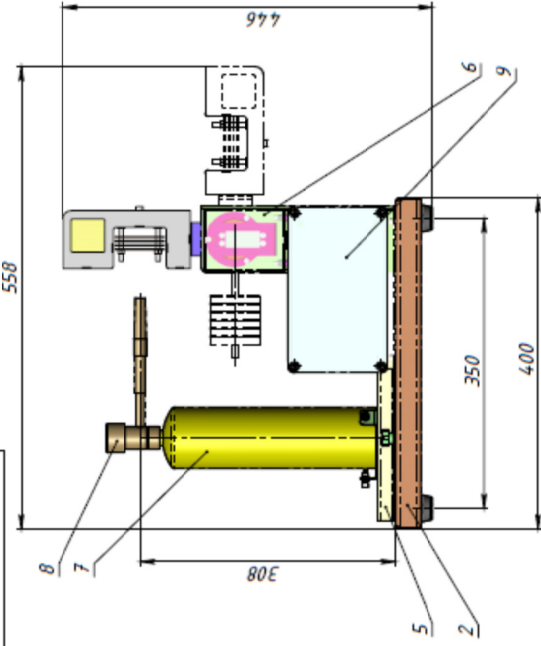

ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»

Основной комплект проектной документации

УСТАНОВКА Т-01

ШИФР: СТ.07.17.ОР-01

СТ-07.17.ОР-01/000.СБ

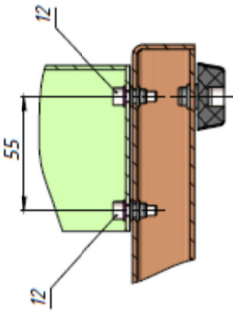


Изд. № подл. Подпись и дата
 Разраб. Мирозлин И.В. Изм. № 0/4
 Провер. Балышев В.В. Изм. № 0/4
 Т.контр. Изм. № 0/4
 Нач. ЛБ Изм. № 0/4
 И.контр. Изм. № 0/4
 Всп. инж. М. Изм. № 0/4
 Вак. инж. М. Изм. № 0/4
 Подпись и дата

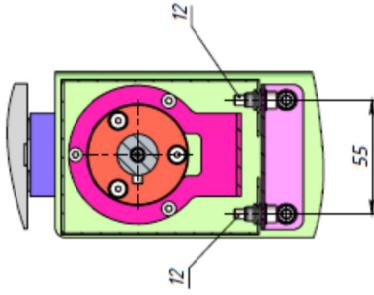
№ п/п	Обозначение	Наименование	Описание	К-во
1	СТ-07.17.ОР-01/01/000.001	Монтажная пластина		
2	СТ-07.17.ОР-01/01/000.СБ	Основание СБ		
3	СТ-07.17.ОР-01/02/000.СБ	Стойка СБ		
4	СТ-07.17.ОР-01/03/000.СБ	Лобовика СБ		
5	СТ-07.17.ОР-01/04/000.СБ	Тележка		
6	СТ-07.17.ОР-01/05/000.СБ	Кожух ПР		
7	0/4	Газовый баллон ГБ-02		
8	0/4	Корвалка П539		
9	0/4	Корпус G373C		
10		Ручка-фиксатор RE21 М6		
11		Шайба DIN 928 - 5,5		
12		Вент. DIN 917 М5 Х 16		
13		Гайка М5 Х 16 Т 5415-10		
14				
СТ-07.17.ОР-01/000.СБ				
Установка Т-01				
Изд. № подл.	М. докум.	Подп.	Дата	Масштаб
Разраб.	Мирозлин И.В.	И.В.		1:5
Провер.	Балышев В.В.	В.В.		
Т.контр.				
Нач. ЛБ				
И.контр.				
Всп.				
			Лист 2	Листов 6
			000 "ОДА Сервис"	
Установка Т-01 Копировал Формат А3				

СТ-07.17.0Р-01/000.СБ

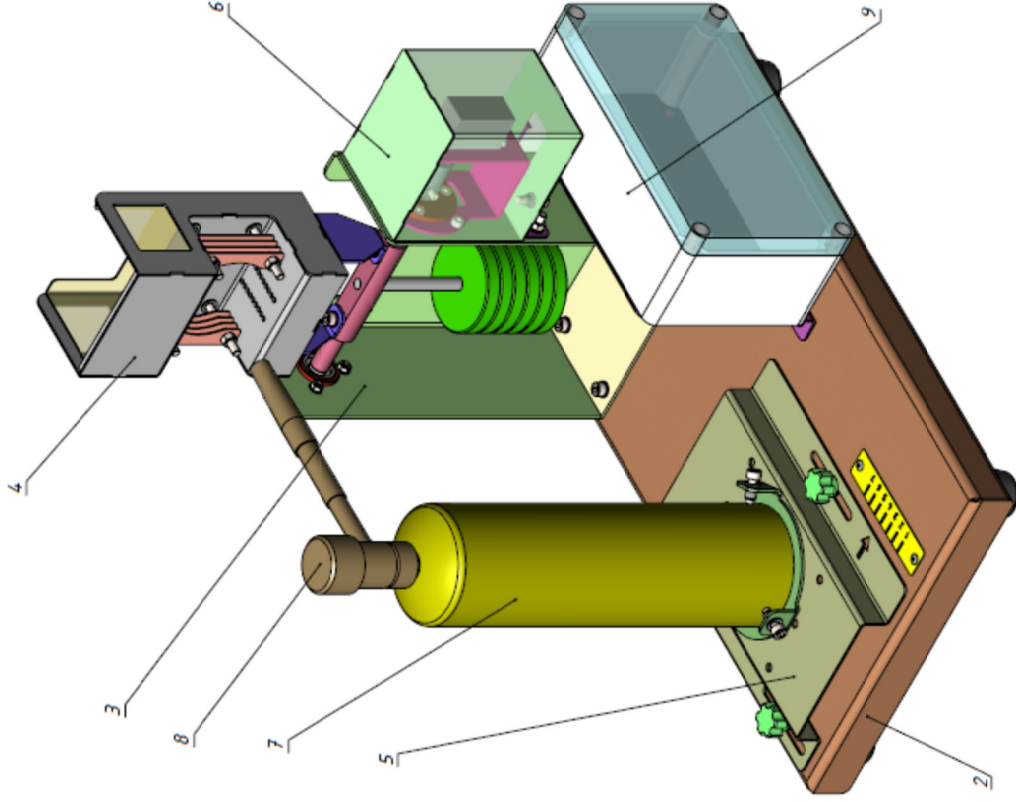
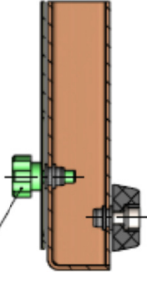
A-A (1:2)



Б-Б (1:2)



В-В (1:2)



Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Лист	3
					СТ-07.17.0Р-01/000.СБ	
Установка Т-01					Копиродаг	
					Формат А3	

Испр. пружин.

Сроби. №

Нди. № д/д.

Ванк унд №

Подпись и дата

Нди № подл.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Файл отчета испытаний

Испытания выполнены в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9151- 2007 (В),
ГОСТ Р ИСО 12127 - 1 – 2011 (F), ГОСТ Р ИСО 6942 - 2007 (С).

Испытательная лаборатория _____

Ссылка (номер испытания) _____

Дата _____

Наименование поставщика изделия (материала) _____

Наименование изделия (материала), описание _____

Значение(я) контактной температуры _____

Падающий тепловой поток _____ кВт/м²

Таблица 1 - Испытания на уровень защиты от открытого пламени и
конвективной теплопередачи (кодированное обозначение В)

Испытуемые материалы	Масса/единица площади, г/м	Толщина, мм
Слой 1 (наружный) Слой 2 Слой 3		
Образец 1 2 3		Время подъема температуры на 24 °С
		Показатель передачи тепла НТІ 24, °С
Результаты испытаний _____		

Температура нагретой поверхности _____ °С

Таблица 2 - Испытания на уровень защиты от контакта с нагретой поверхностью (кодированное обозначение F)

Испытуемые материалы	Масса/единица площади, г/м	Толщина, мм
Слой 1 (наружный) Слой 2 Слой 3		
Образец 1 2 3		Время подъема температуры на 24 °С
		Показатель передачи тепла НТИ 24, °С
Результаты испытаний _____		

Падающий тепловой поток _____ кВт/м²

Таблица 3 - Испытания на уровень защиты от теплового излучения (кодированное обозначение C)

Испытуемые материалы	Масса/единица площади, г/м	Толщина, мм
Слой 1 (наружный) Слой 2 Слой 3		
Образец 1 2 3		Время подъема температуры на 24 °С
		Показатель передачи тепла НТИ 24, °С
Результаты испытаний _____		

Утверждаю

Руководитель организации

ООО «Торговый Дом Текстиль»

М. Я. Андреева

(подпись)

« 1 » июня 2018 года

Акт

промышленной апробации результатов диссертационной работы на тему:
«Разработка методов оценки показателей безопасности и качества тканей для специальной одежды работников нефтяных комплексов в условиях морских шельфов»

Комиссия в составе:

Андреева М. Я. – председатель комиссии;

Никитченко О.С. – член комиссии.

составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы «Разработка методов оценки показателей безопасности и качества тканей для специальной одежды работников нефтяных комплексов в условиях морских шельфов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, использованы в деятельности ООО «Торговый Дом Текстиль»:

1. На основе результатов диссертационной работы даны научно-практические рекомендации по проектированию и использованию реализуемых тканей целевого назначения;

2. На базе разработанного устройства «установка для определения теплофизических свойств текстильных материалов при воздействии высоких температур», даны сравнительные оценки результатов измерений коэффициента теплопередачи, температуропроводности, теплового сопротивления, при воздействии открытого пламени, источника теплового излучения, нагретой поверхности на ткани и пакеты одежды, реализуемых на предприятии ООО «Торговый Дом Текстиль».

Использование указанных результатов позволяет: повысить качество выпускаемых и предлагаемых на рынке тканей для защиты от вредных факторов, уменьшить риски нанесения вреда жизни и здоровья работников, в соответствии с требованиями технического регламента ТР ЕАЭС. Использование предложенного экспресс – метода определения теплофизических свойств текстильных материалов, позволяет проводить

оценку способности текстильных изделий противостоять воздействию открытого пламени, источника теплового излучения и нагретой поверхности, как в условиях стационарных лабораториях, так и в местах добычи нефти и газа.

Результаты разработки и научно-практические рекомендации диссертации, также планируется использовать в будущих проектах предприятия ООО «Торговый Дом Текстиль».

Председатель комиссии

Члены комиссии



М. Я. Андреева

О.С.Никитченко